

Міністерство освіти і науки України  
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ «БЕРДЯНСЬКИЙ  
МАШИНОБУДІВНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
Національного університету «Запорізька політехніка»

Циклова комісія професійних дисциплін спеціальності 133

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник директора з навчальної  
роботи

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ**

Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	133 Галузеве машинобудування
ОПП	Обробка матеріалів на верстатах і автоматичних лініях

2022р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Технологічне оснащення» для здобувачів освіти спеціальності 133 Галузеве машинобудування, ОПП «Обробка матеріалів на верстатах і автоматичних лініях».

«30» серпня 2022 року – 16с.

Розробник: викладач ВСП «БМФК НУ «Запорізька політехніка» Тетяна ШИЯН

Робоча програма затверджена на засіданні циклової комісії професійних дисциплін спеціальності 133.

Протокол № 1 від «30» серпня 2022 року

Голова циклової комісії професійних дисциплін спеціальності 133

\_\_\_\_\_ Едуард ШИПУЛЬСЬКИЙ  
(підпис)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність ОПІ, освітньо- кваліфікаційний рівень (ступінь)	Характеристика навчальної дисципліни
		<b>денна форма навчання</b>
Кількість кредитів - 7	Галузь знань: 13 Механічна інженерія	нормативна
	Спеціальність: 133 Галузеве машинобудування	
Модулів - 5	ОПІ «Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях»	Рік підготовки: 3,4
Індивідуальне завдання –		Семестр: VI, VII, VIII
Загальна кількість годин – 210		
<p>Тижневих годин :</p> <p><b>VI семестр</b> аудиторних- 4год Самостійної роботи - 1,2год</p> <p><b>VII семестр</b> аудиторних -4 год. Самостійної роботи студента – 1,6год.</p> <p><b>VIII семестр</b> аудиторних – 4год. Самостійної роботи студента – 2год.</p>	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Молодший спеціаліст	<b>Лекції</b>
		80
		<b>Практичні</b>
		60
		<b>Лабораторні</b>
		8
		<b>Самостійна робота</b>
		62
		<b>Індивідуальні завдання:</b>
		-
	Освітньо-кваліфікаційний ступінь: Фаховий молодший бакалавр	<p>Вид контролю:</p> <p>VI семестр– диференційований залік</p> <p>VII-й семестр – диференційований залік</p> <p>VIII-й семестр -іспит</p>

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** викладання дисципліни: підвищення продуктивності праці і поліпшення якості продукції - найважливіші задачі машинобудування. Один з ефективних шляхів удосконалення виробництва - підвищення оснащеності виробничих процесів прогресивною механізованою й автоматизованою технологічною оснасткою.

Найважливішими елементами цієї оснастки є пристрої для обробки матеріалів. Правильно спроектований і виготовлений пристрій є ефективним засобом підвищення продуктивності праці і якості виробів, зниження їхньої собівартості, полегшення праці робітників і підвищення безпеки роботи.

У результаті вивчення дисципліни «Технологічне оснащення» здобувач освіти повинен засвоїти теоретичні основи, принципи і методику проектування та застосування, що дозволить йому грамотно і творчо підходити до створення працездатних, високопродуктивних і економічних пристроїв.

**Завдання** вивчення дисципліни - оволодіння сучасними методами проектування, використання пристроїв відповідно до поставлених технологічних, організаційних і інших задач; освоєння методики економічного обґрунтування доцільності застосування спроектованого пристрою, одержання навичок використання стандартів у процесі проектування і застосування; підготовка до самостійного вирішення задач в області проектування і застосування пристроїв у процесі курсового і дипломного проектування.

При вивченні дисципліни повинні формуватися наступні **компетентності**:

ІК	Здатність вирішувати типові спеціалізовані задачі галузі галузевого машинобудування або у процесі навчання, що вимагає застосування положень і методів відповідних наук та може характеризуватися певною невизначеністю умов; відповідальність за результати своєї діяльності; здійснення контролю інших осіб у визначених обставинах.
ЗК2	Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на сонові розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій; використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.
ЗК3	Здатність спілкуватися державною мовою як усно так і письмово.
ЗК4	Здатність використовувати нормативні документи та читати креслення.
ЗК5	Здатність використовувати, комунікаційні та цифрові технології.
ЗК6	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
ЗК7	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
СК7	Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, технічні методи а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення типових професійних завдань технології обробки.
СК8	Здатність використовувати нормативні та довідкові матеріали, стандартні методики, конструкторську та технологічну документацію.
СК12	Здатність використовувати професійно-профільні знання й практичні навички для складання технологічних процесів виготовлення деталей, підбору устаткування та інструменту в машинобудуванні.
СК13	Здатність використовувати професійно-профільні знання для розрахунку техніко-економічних показників технологічних процесів у галузі технології обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях.

### 3. Структура навчальної дисципліни

#### 1. Орієнтовний тематичний план

Назва модулів і тем		Кількість годин					
		Усього	У тому числі				
			лек	пр	лаб	інд	с.р.
<b>Модуль 1 Верстатні пристрої та основи їх проектування.</b>		<b>96</b>	<b>36</b>	<b>28</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>28</b>
Тема 1.1	Загальні відомості про пристрої, їх класифікація	7	2	2	-	-	3
Тема 1.2	Базування заготовок в верстатних пристроях	11	4	2	2	-	3
Тема 1.3	Установчі елементи пристроїв	9	4	2	-	-	3
Тема 1.4	Затискні механізми пристроїв	11	4	2	2	-	3
Тема 1.5	Направляючі та налагоджувальні елементи пристосувань	9	4	2	-	-	3
Тема 1.6	Установчо-затискне обладнання пристроїв	11	4	4	-	-	3
Тема 1.7	Механізовані приводи пристосувань	8	4	2	-	-	2
Тема 1.8	Ділильне та поворотне обладнання	6	2	2	-	-	2
Тема 1.9	Корпуси та допоміжні елементи пристроїв	6	2	2	-	-	2
Тема 1.10	Універсальні та спеціалізовані верстатні пристрої	10	4	4	-	-	2
Тема 1.11	Універсально-збірні та збірно-розбірні пристрої	8	2	4	-	-	2
<b>Разом за VI семестр (96=68+28)</b>		<b>96</b>	<b>36</b>	<b>28</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>28</b>
<b>Модуль 2. Проектування верстатних пристосувань, технічне завдання і методика проектування верстатних і вимірювальних пристроїв.</b>		<b>22</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8</b>
Тема 2.1	Методика проектування верстатних пристроїв	12	4	4	-	-	4
Тема 2.2	Методика проектування вимірювальних пристроїв	10	2	4	-	-	4
<b>Модуль 3. Технологічне оснащення універсальних та автоматизованих верстатів.</b>		<b>46</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>12</b>
Тема 3.1	Пристрої для токарних, кругло- і внутрішньо шліфувальних верстатів	30	10	10	2	-	8
Тема 3.2	Пристрої для свердлильних верстатів	16	10	2	-	-	4
<b>Разом за VII семестр (68= 48+20)</b>		<b>68</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>20</b>
Тема 3.3	Пристрої для фрезерних верстатів	16	6	6	-	-	4
Тема 3.4	Пристрої для зубообробних та протяжних верстатів	16	6	6	2	-	2
Тема 3.5	Пристрої для верстатів з ЧПУ	4	2	-	-	-	2

<b>Модуль 4. Автоматизоване проектування верстатних пристроїв.</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	-	-	-	<b>2</b>
Тема 4.1 Автоматизоване робоче місце конструктора	4	2	-	-	-	2
<b>Модуль 5. Пристрої складальні.</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	-	-	-	<b>4</b>
Тема 5.1 Пристрої складальні	6	2	-	-	-	4
<b>Разом за VIII семестр (46=32+14)</b>	<b>46</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	-	<b>14</b>
<b>Разом по дисципліні</b>	<b>210</b>	<b>148</b>	<b>80</b>	<b>8</b>	<b>60</b>	<b>62</b>

#### 4. Теми аудиторних занять

№ з/п	Форма заняття	Обсяг годин	Зміст заняття
<b>Модуль 1 Верстатні пристрої і основи їх проектування.</b>			
1	Лекція № 1	2/2	<b>Загальні відомості про пристрої, їх класифікація.</b> <b>Вступ.</b> Мета і завдання дисципліни, її взаємозв'язок з іншими дисциплінами. Роль і значення технологічної оснастки у виробничому процесі, перспективи її розвитку. Основне призначення технологічного оснащення. Основні конструктивні елементи пристроїв, їх призначення. Класифікація пристроїв з різних ознак.
2	<i>Практичне заняття №1</i>	2/4	<i>Розгляд конструктивних елементів пристосувань в лабораторних умовах.</i>
3	Лекція №2	2/6	<b>Базування заготовок в верстатних пристроях.</b> Основні положення і термінологія. Класифікація баз.
4	Лекція №3	2/8	Похибки устанавлення і базування
5	<i>Практичне заняття №2</i>	2/10	<i>Приклади базування (у виробничих умовах в НВМ).</i>
6	<i>Лабораторна робота №1</i>	2/12	<i>Розрахунок похибки базування при встановленні заготовки на призму, на площину, на оправку по отвору.</i>
7	Лекція №4	2/14	<b>Установчі елементи пристроїв.</b> Установчі елементи пристроїв, їх призначення. Класифікація установчих елементів пристроїв та вимоги до них. Конструкції основних і допоміжних площинних опір.
8	Лекція №5	2/16	Конструкції основних та допоміжних просторових опор. Встановлення заготовок одночасно по кількох поверхнях.
9	<i>Практичне заняття №3</i>	2/18	<i>Похибки закріплення заготовок та їх розрахунок. Причини виникнення похибок і шляхи їх зменшення</i>
10	Лекція №6	2/20	<b>Затискні механізми пристроїв.</b> Призначення, вимоги і класифікація затискних механізмів пристроїв.
11	Лекція №7	2/22	Методика розрахунку сил закріплення: основні положення, вихідні дані що необхідні для силового розрахунку пристроїв, перелік і зміст етапів силового розрахунку
12	<i>Практичне заняття №4</i>	2/24	<i>Затискачі гвинтові, ексцентрикові, клинові, важільні, багаторазові, прихвати.</i>
13	<i>Лабораторна робота №2</i>	2/26	<i>Розрахунок сили на штоку пневматичного та гідравличного приводу, гвинтового затискача.</i>
14	Лекція №8	2/28	<b>Направляючі та налагоджувальні елементи пристосувань.</b> Призначення напрямних елементів пристосувань. Кондукторні втулки різного типу, їх призначення (постійні, змінні, швидкозмінні і спеціальні).
15	Лекція №9	2/30	Напрявні втулки для розточувальних робіт. Копіри. Установи для проведення фрезерних робіт.
16	<i>Практичне заняття №5</i>	2/32	<i>Конструкції втулок, копирів, установів і область їх застосування.</i>
17	Лекція № 10	2/34	<b>Установочно-затискне обладнання пристроїв.</b> Призначення установчо-затискних механізмів
18	Лекція №11	2/36	Механізми з пружно-деформуючими елементами, схеми та будова механізмів: цангових, мембранних, затискачів з тарілчастими пружинами. Гідропластмасові затискачі. Кулачкові

№ з/п	Форма заняття	Обсяг годин	Зміст заняття
			механізми.
19	Практичне заняття №6	2/38	Приклади конструкцій самоцентруючих пристосувань: цангових, мембранних, затискачів з тарілчастими пружинами
20	Практичне заняття №7	2/40	Приклади конструкцій самоцентруючих гідропластових та кулачкових пристосувань.
21	Лекція №12	2/42	<b>Механізовані приводи пристосувань.</b> Призначення механізованих приводів пристосувань. Пневматичні, гідравлічні, їх конструктивне виконання і область найбільш ефективного використання. Приводи поршневі і діафрагмові.
22	Лекція №13	2/44	Гідравлічні приводи, їх переваги і недоліки. Механізми– підсилювачі затискачів. Пневмогідравлічні приводи, їх призначення та схема роботи.
23	Практичне заняття №8	2/46	Вибір і розрахунок пневматичних та гідравлічних приводів пристосувань.
24	Лекція №14	2/48	<b>Ділильне та поворотне обладнання.</b> Ділильні та поворотні пристрої. Призначення і конструкції
25	Практичне заняття №9	2/50	Розгляд конструкцій фіксаторів. Універсальна ділильна головка.
26	Лекція №15	2/52	<b>Корпуси та допоміжні елементи пристроїв.</b> Корпуси пристроїв, їх призначення. Вимоги до корпусів пристроїв. Конструкції корпусів, матеріал, способи їх виготовлення.
27	Практичне заняття №10	2/54	Встановлення пристроїв на столах та шпинделях верстатів
28	Лекція №16	2/56	<b>Універсальні та спеціалізовані верстатні пристрої.</b> Стандартизація технологічного оснащення
29	Лекція №17	2/58	Універсально-налагоджуванні верстатні пристрої, їх призначення і конструктивні особливості.
30	Практичне заняття №11	2/60	Розгляд конструкцій універсальних верстатних пристроїв в лабораторних умовах.
31	Практичне заняття №12	2/62	Розгляд конструкцій спеціалізованих верстатних пристроїв в лабораторних умовах
32	Лекція №18	2/64	<b>Універсально-збірні та збірно-розбірні пристрої.</b> Універсально-збірні пристрої (УЗП), їх призначення та вимоги до них. Переваги і недоліки універсально-збірних та збірно-розбірних пристроїв.
33	Практичне заняття №13	2/66	Розгляд конструкцій універсально-збірних верстатних пристроїв в лабораторних умовах
34	Практичне заняття №14	2/68	Розгляд конструкцій збірно-розбірних верстатних пристроїв в лабораторних умовах.
<b>Разом за VI семестр</b>		68	
<b>Модуль 2. Проектування верстатних пристосувань, методика проектування верстатних і вимірювальних пристроїв</b>			
1	Лекція №19	2/2	<b>Методика проектування верстатних пристроїв.</b> Етапи проектування спеціальної технологічної оснастки: вихідні дані і вибір конструкції, порядок розробки спеціального пристрою, розробка принципової схеми пристрою та його компоновання, визначення основних розмірів пристрою та призначення на них допусків
2	Лекція №20	2/4	Розрахунок очікуваної похибки обробки, силовий розрахунок



№ з/п	Форма заняття	Обсяг годин	Зміст заняття
			пристрою, забезпечення жорсткості та вібростійкості та розрахунок його на міцність.
3	Практичне заняття №15	2/6	Розробка ескізу, виконання креслення деталі, яка обробляється.
4	Практичне заняття №16	2/8	Вибір і креслення настановних, затискних та інших елементів пристосування, а також корпусу пристосування, складання специфікації.
5	Лекція №21	2/10	<b>Методика проектування вимірювальних пристроїв.</b> Призначення та типи контрольно-вимірювальних пристроїв. Правила базування деталей у контрольних пристроях.
6	Практичне заняття №17	2/12	Розгляд конструкцій контрольно-вимірювальних пристроїв в лабораторних умовах.
7	Практичне заняття №18	2/14	Розгляд конструкцій контрольно-вимірювальних пристроїв в лабораторних умовах.
<b>Модуль 3. Технологічне оснащення універсальних та автоматизованих верстатів</b>			
8	Лекція №22	2/16	<b>Пристрої для токарних, кругло- і внутрішньо-шліфувальних верстатів.</b> Типи пристроїв для обробки на токарних верстатах в патронах.
9	Лекція №23	2/18	Типи пристроїв для обробки на токарних верстатах в центрах
10	Практичне заняття №19	2/20	Розгляд конструкцій двох-, трьох-, чотирьоххулачкових патронів для токарних робіт
11	Практичне заняття №20	2/22	Розгляд конструкцій повідкових патронів та пристосувань. Хомутики.
12	Практичне заняття №21	2/24	Розгляд конструкцій центрів та центрових оправок.
13	Лекція №24	2/26	Допоміжний інструмент для токарних робіт.
14	Лабораторна робота №3	2/28	Наладка токарно-гвинторізного верстата на обробку вала з установкою в центрах.
15	Лекція №25	2/30	Типи пристроїв для обробки на круглошліфувальних верстатах
16	Практичне заняття №22	2/32	Розгляд конструкцій пристосувань для використання на круглошліфувальних верстатах.
17	Лекція №26	2/34	Типи пристроїв для обробки на внутрішньо шліфувальних верстатах.
18	Практичне заняття №23	2/36	Розгляд конструкцій пристосувань для використання на внутрішньо шліфувальних верстатах.
19	Лекція №27	2/38	<b>Пристрої для свердлильних верстатів.</b> Характерні конструктивні особливості свердлильних пристроїв. Типи пристроїв. Кондуктори та їх елементи.
20	Лекція №28	2/40	Характерні конструктивні особливості свердлильних пристроїв. Скальчаті кондуктори.
21	Лекція №29	2/42	Характерні конструктивні особливості свердлильних пристроїв. Багатошпindelні головки.
22	Лекція №30	2/44	Характерні конструктивні особливості свердлильних пристроїв. Поворотні пристрої
23	Практичне заняття №24	2/46	Розгляд конструкцій спеціальних пристроїв для свердлильних робіт.(Ч1)
24	Практичне заняття №24	2/48	Розгляд конструкцій спеціальних пристроїв для свердлильних робіт.(Ч2)
<b>Усього за VII семестр</b>		<b>48</b>	
1	Лекція № 31	2/2	<b>Пристрої для фрезерних верстатів.</b> Особливості фрезерних пристроїв. Пристрої типа машинних

№ з/п	Форма заняття	Обсяг годин	Зміст заняття
			лещат.
2	Практичне заняття № 25	2/4	Розгляд конструкцій пристроїв типу машинних лещат.
3	Лекція № 32	2/6	Особливості фрезерних пристроїв. Багатомісні пристрої.
4	Практичне заняття №26	2/8	Розгляд конструкцій переналагоджувальних пристроїв.
5	Лекція №33	2/10	Особливості фрезерних пристроїв. Ділильні головки.
6	Практичне заняття №27	2/12	Розгляд конструкцій ділильних головок.
7	Лекція № 34	2/14	<b>Пристрої для зубообробних та протяжних верстатів.</b> Конструктивно-технологічні особливості зубообробних верстатів. Процес зубофрезерування, пристосування для зубофрезерування.
8	Практичне заняття № 28	2/16	Розгляд конструкцій пристроїв для зубофрезерування. Приклади пристроїв.
9	Лабораторна робота №4	2/18	Наладка зубофрезерувального напівавтомата на обробку прямозубого зубчастого колеса
10	Лекція № 35	2/20	Конструктивно-технологічні особливості зубообробних верстатів. Процес зубодовбання, пристосування для зубодовбання.
11	Практичне заняття № 29	2/22	Розгляд конструкцій пристроїв для зубодовбання. Приклади пристроїв.
12	Лекція №36	2/24	Конструктивно-технологічні особливості зубообробних верстатів. Процес нарізання конічних зубчастих коліс, пристосування для нарізання конічних зубчастих коліс
13	Практичне заняття №30	2/26	Розгляд конструкцій пристроїв для нарізання конічних зубчастих коліс. Приклади пристроїв.
14	Лекція №37	2/28	<b>Пристрої для верстатів з ЧПУ.</b> Основні особливості оснащення, що застосовується на токарних верстатах з ЧПУ. Приклади пристроїв. Основні особливості оснащення, що застосовується на свердлильно-фрезерувальних верстатах з ЧПУ. Приклади пристроїв
<b>Модуль 4. Автоматизоване проектування верстатних пристроїв</b>			
15	Лекція № 38	2/30	<b>Автоматизоване робоче місце конструктора.</b> Основні принципи проектування. Проектування і виготовлення засобів технологічного оснащення (ЗТО).
<b>Модуль 5. Пристрої складальні</b>			
16	Лекція №39	2/32	Призначення та типи складальних пристроїв. Універсальні та спеціальні, нерухомі та пересувні пристрої.
<b>Разом за VIII семестр</b>		<b>32</b>	
<b>Разом за дисципліною</b>		<b>148</b>	

## 5. Теми семінарів- не передбачено

## 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розгляд конструктивних елементів пристосувань в лабораторних умовах.	2
2	Приклади базування (у виробничих умовах в НВМ).	2
3	Похибки закріплення заготовок та їх розрахунків. Причини виникнення похибок і шляхи їх зменшення.	2
4	Затискачі гвинтові, ексцентрикові, клинові, важільні, багаторазові, прихвати.	2
5	Конструкції втулок, копіїв, установів і область їх застосування.	2
6	Приклади конструкцій самоцентруючих пристосувань: цангових, мембранних, затискачів з тарілчастими пружинами.	2
7	Приклади конструкцій самоцентруючих гідропластових та кулачкових пристосувань.	2
8	Вибір і розрахунків пневматичних та гідравлічних приводів пристосувань.	2
9	Розгляд конструкцій фіксаторів. Універсальна ділильна головка.	2
10	Встановлення пристроїв на столах та шпинделях верстатів.	2
11	Розгляд конструкцій універсальних верстатних пристроїв в лабораторних умовах.	2
12	Розгляд конструкцій спеціалізованих верстатних пристроїв в лабораторних умовах.	2
13	Розгляд конструкцій універсально-збірних верстатних пристроїв в лабораторних умовах.	2
14	Розгляд конструкцій збірно-розбірних верстатних пристроїв в лабораторних умовах.	2
<b>Усього за VI семестр</b>		<b>28</b>
1	Розробка ескізу, виконання креслення деталі, яка обробляється..	2
2	Вибір і креслення настановних, затискних та інших елементів пристосування, а також корпусу пристосування, складання специфікації.	2
3	Розгляд конструкцій контрольно-вимірювальних пристроїв в лабораторних умовах.	2
4	Розгляд конструкцій контрольно-вимірювальних пристроїв в лабораторних умовах.	2
5	Розгляд конструкцій двох-, трьох-, чотирьохкулачкових патронів для токарних робіт.	2
6	Розгляд конструкцій повідкових патронів та пристосувань. Хомутики.	2
7	Розгляд конструкцій центрів та центрових оправок	2
8	Розгляд конструкцій пристосувань для використання на круглошліфувальних верстатах.	2
9	Розгляд конструкцій пристосувань для використання на внутрішньо	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	шліфувальних верстатах	
10	Розгляд конструкцій спеціальних пристроїв для свердлильних робіт.	2
<b>Усього за VII семестр</b>		<b>20</b>
1.	Розгляд конструкцій пристроїв типа машинних лещат.	2
2.	Розгляд конструкцій переналагоджувальних пристроїв.	2
3.	Розгляд конструкцій ділильних головок.	2
4.	Розгляд конструкцій пристроїв для зубофрезерування. Приклади пристроїв.	2
5.	Розгляд конструкцій пристроїв для зубодовбання. Приклади пристроїв.	2
6.	Розгляд конструкцій пристроїв для нарізання конічних зубчастих коліс. Приклади пристроїв.	2
<b>Усього за VIII семестр</b>		<b>12</b>
<b>Разом</b>		<b>60</b>

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок похибки базування при встановленні заготовки на призму, на площину, на оправку по отвору.	2
2	Розрахунок сили на штоку пневматичного та гідравличного приводу, гвинтового затискача.	2
<b>Усього за VI семестр</b>		<b>4</b>
1	Наладка токарно-гвинторізного верстата на обробку вала з установкою в центрах.	2
<b>Усього за VII семестр</b>		<b>2</b>
1	Наладка зубофрезерувального напівавтомата на обробку прямозубого зубчастого колеса.	2
<b>Усього за VIII семестр</b>		<b>2</b>
<b>Разом по дисципліні</b>		<b>8</b>

### 8. Теми самостійних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні вимоги до пристроїв.	3
2	Причини виникнення і шляхи зменшення похибок.	3
3	Графічне позначення опор у відповідності з діючими стандартами.	3
4	Деякі типові розрахункові схеми для визначення сил закріплення в залежності від дії сил та моментів різання. Графічне позначення затискачів у відповідності з діючими стандартами.	3
5	Матеріал втулок, копіїв, установів і їх термообробка	3
6	Вивчення конструкцій самоцентруючих пристосувань для верстатів з ЧПУ.	3
7	Конструктивне виконання і область найбільш ефективного	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	використання механогідравлічних, електромеханічних та вакуумних приводів.	
8	Похибки ділення ділильних пристроїв, причини їх виникнення і шляхи зменшення.	2
9	Особливості встановлення пристроїв на верстатах з ЧПУ. Допоміжні елементи пристосувань.	2
10	Універсальні безналадочні верстатні пристрої, призначення та область використання.	2
11	Конструктивні особливості збірно-розбірних пристроїв (ЗРП).	2
<b>Разом за VI семестр</b>		<b>28</b>
1	Розробка технічного завдання на проектування пристосувань.	4
2	Елементи контрольно-вимірювальних пристроїв.	4
3	Обробка деталей на токарних верстатах із складною установкою (обробка на планшайбі та на косинці).	2
4	Обробка деталей на токарних верстатах із складною установкою (використання люнетів).	2
5	Спеціальні пристрої та допоміжний інструмент.	4
6	Допоміжний інструмент для свердильних верстатів	4
<b>Разом за VII семестр</b>		<b>20</b>
1.	Допоміжний інструмент для фрезерних верстатів	4
2.	Особливості обробки зубчастих коліс протягуванням. Приклади пристроїв.	2
3.	Особливості конструкції допоміжного інструмента, що застосовується на токарних верстатах з ЧПУ. Приклади допоміжного інструмента.	2
4.	Особливості конструкції допоміжного інструмента, що застосовується на свердильно-фрезерувальних верстатах з ЧПУ. Приклади допоміжного інструмента	2
5.	Автоматизоване робоче місце конструктора та його оснащення Автоматизація проектування затискних пристосувань та організація процесу конструювання	2
6.	Розгляд прикладів конструкцій складальних пристроїв.	2
<b>Разом за VIII семестр</b>		<b>14</b>
<b>Разом по дисципліні</b>		<b>62</b>

## 9. Індивідуальні завдання–

## 10. Методи контролю

Поточний	Усні опитування
	Виконання практичних завдань/тести
Підсумковий	VI –й семестр – Диференційований залік VII-й семестр – Диференційований залік VIII-й семестр - Іспит

### 13. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій.
2. Роздатковий матеріал за темами.
3. Методичні вказівки до практичних занять.
4. Методичний посібник для самостійної роботи студентів.
5. Контрольні завдання комплексної контрольної роботи.
6. Завдання для поточного контролю знань студентів.
7. Білети до іспиту.

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування технологічного спорядження. Посібник. Львів. – Світ, 2001. – 296 с.
2. Боровик А.І. Проектування технологічного оснащення. Навчальний посібник. Київ, 1996. – 488 с.
3. Пересунько М.П., Башкатова Н.М., Любов В.О., Воєvodін А.Б. Проектування технологічного оснащення. Навчальний посібник. Київ, 1996. 228 с.
4. Схіртладзе А. Р. Технологічне оснащення машинобудівних виробництв: навчальний посібник /— Старий Оскол : ТНТ, 2008.
5. Верстатні пристосування. Довідник. У 2-х т. Том 1. Під ред. Вардашкина Б. В. М. – Машинобудування, 1984. – 592 с.
6. Верстатні пристосування. Довідник. У 2-х т. Том 2. Під ред. Вардашкина Б. В. М. – Машинобудування, 1984. – 656 с.
7. Довідник технолога-машинобудівника. Довідник. У 2-х т. /Під. ред. А. Р. Косилової, Р. К. Мещерякова./ Том 1. – Машинобудування, 1985. – 656 с.
8. Довідник технолога-машинобудівника. Довідник. У 2-х т. /Під. ред. А. Р. Косилової, Р. К. Мещерякова./ Том 2. – Машинобудування, 1985. – 496 с.
9. Обробка металів різанням. Довідник технолога /Під заг. ред. А. А. Панова./ – Машинобудування, 1988. – 736 с.
10. Робота в графічних редакторах КОМПАС-ГРАФІК та T-FLEX CAD : навчальний посібник / [Козлов Л. Г., Буренніков Ю. А., Смеречинський А. М., Хапокниш А. С.] – Вінниця : ВНТУ, 2003. – 94 с.

#### Додаткова

1. Горошкин А. К. Пристосування для металорізальних верстатів. Довідник. М. – Машинобудування, 1979. – 303 с.
2. Альбом з проектування пристосувань /Базарів В. М., Сорокін А. В., Губар Ст. А. та ін./ М. – Машинобудування, 1991. – 121 с.
3. Блюмберг Ст. А., Близнюк В. П. Переналагоджувальні верстатні пристосування. Л. – Машинобудування, 1978. – 360 с.
4. Ковальов Ю. І., Маслов А. Р., Байків А. Н. Оснастка для верстатів з ЧПУ. Довідник. – Машинобудування, 1990. – 512 с.
5. Ковальов Ю. І., Сафраган Н. Е., Гончаренко Б. А. Верстатні пристосування для металорізальних верстатів з ЧПУ. К., 1984. – 156 с.
6. Добридньов А. Р. Курсове проектування з технології машинобудування. – М: Машинобудування, 1985.
7. Ракович А. Р. САПР верстатних пристосувань. – М: Машинобудування, 1986.
8. Худобин Ст. Л., Гурьянихин В. Ф., Березін В. Р. Курсове проектування з технології машинобудування. М: Машинобудування, 1989.
9. Шурко Ст. Н. Основи автоматизації і промислові роботи. – М: Машинобудування, 1990.
10. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Л. – Машиностроение, 1975. – 654 с.

11. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. М. –Высшая школа , 1974. – 263 с.
12. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. М. – Машиностроение, 1983. – 215 с.
13. Альбом по проектированию приспособлений /Базаров В.М., Сорокин А.И., Губарь В.А. и др./ М. – Машиностроение, 1991. – 121 с.
14. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ. Справочник. – Машиностроение, 1990. – 512 с.
15. Кузнецов Ю.И., Сафраган Р.Э., Гончаренко Б.А. Станочные приспособления для металлорежущих станков с ЧПУ. К., 1984. – 156 с.

### **15. Інформаційні ресурс**

1. <http://www.ic-tm.ru/> - Видавничий центр "Технологія машинобудування", доступні журнали "Технологія машинобудування".
2. <http://www.i-mash.ru/> - Спеціалізований інформаційно-аналітичний інтернет-ресурс, присвячений машинобудуванню. Доступні для скачування стандарти.
3. <http://www.fsapr2000.ru/> - Найбільший російськомовний форум, присвячений тематиці САД/САМ/САЕ/РДМ-систем, обговорення виробничих питань і конструкторсько-технологічної підготовки виробництва.
4. <http://www.lib-bkm.ru/> - "Бібліотека машинобудівника". Для ознайомлювального використання доступні посилання на технічну, навчальну та довідкову літературу.
5. Посилання на сторінки Youtube:  
<https://www.youtube.com/watch?v=qng3dN427sI>  
<https://www.youtube.com/watch?v=oYgqFTJ9rhs>  
<https://www.youtube.com/watch?v=mcvsPADJSkY>  
<https://www.youtube.com/watch?v=UN3EUz-IRA0>  
<https://www.youtube.com/watch?v=3O2m3qCo6N0>  
<https://www.youtube.com/watch?v=hOcmZwLNRjI>  
<https://www.youtube.com/watch?v=BC2qQyRjNd4>  
[https://www.youtube.com/watch?v=Wo\\_jodq41hY](https://www.youtube.com/watch?v=Wo_jodq41hY)





Міністерство освіти і науки України  
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ «БЕРДЯНСЬКИЙ  
МАШИНОБУДІВНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
Національного університету «Запорізька політехніка»

Циклова комісія професійних дисциплін спеціальності 133

**МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ  
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ**

Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	133 Галузеве машинобудування
ОПП	Обробка матеріалів на верстатах і автоматичних лініях

2022р.

**ЗМІСТ**

Лабораторна робота № 1. Вплив конструкції установочних пальців на похибки базування .....	4
Лабораторна робота № 2. Похибка установки захватних пристроїв роботів і маніпуляторів.....	16
Лабораторна робота № 3. Визначення надійності закріплення заготовок, установлених на оправку .....	23
Лабораторна робота № 4. Надійність закріплення заготовок установлених на призму .....	32
Лабораторна робота № 5. Надійність закріплення деталі, встановленої на призму, при дії на неї крутильного моменту ...	41
Лабораторна робота № 6. Захватні пристрої роботів і маніпуляторів.....	48
Лабораторная робота № 7. Визначення надійності закріплення заготовок, встановлених на оправку з гідропластмасой.....	57
Лабораторна робота № 8. Типові конструкції пристроїв та допоміжного інструменту для металорізальних верстатів .....	68

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

## ВПЛИВ КОНСТРУКЦІЇ УСТАНОВОЧНИХ ПАЛЬЦІВ НА ПОХИБКИ БАЗУВАННЯ

### 1.1 Мета роботи

Теоретично розрахувати і експериментально перевірити вплив конструкції установочних пальців на похибки базування за типовими розмірами.

### 1.2 Теоретичні відомості

Технологічне оснащення для верстатів з ЧПК і роботизованих комплексів складається з верстатних пристроїв і допоміжного інструменту.

Верстатними пристроями в машинобудуванні називається обладнання, призначене для встановлення й надійного закріплення заготовок (деталей) на металорізальних верстатах.

Допоміжний інструмент служить для встановлення й закріплення різального інструменту на металорізальних верстатах.

У верстатних пристроях вибір установочних елементів визначають форма і розміри оброблюваних заготовок (деталей). Для деталей типу корпус, картер, фланець тощо, які мають оброблену поверхню і декілька отворів (як мінімум два), обирається схема установки на площину і два установочні пальці.

Основні переваги такої схеми: простота конструкції пристроїв і можливість отримання високої точності обробки внаслідок дотримання принципу постійності баз.

Відомі конструкції пристроїв з двома циліндричними, з циліндричним і зрізаним та з двома хрестоподібними установочними пальцями.

Зважаючи на складність виготовлення хрестоподібних пальців і незначної їх переваги ця схема установки не знайшла широкого практичного застосування.

1.2.1 Умова установки заготовок на площину і два циліндричні пальці [1, 2]

Для виведення умови розглянемо варіант установки, коли між-центрова відстань отворів у деталі виконана за найбільшим граничним

розміром  $\left(L + \frac{T_O}{2}\right)$ , міжцентрова відстань пальців – за найменшим  $\left(L - \frac{T_{II}}{2}\right)$ , а зазори в сопряженнях отворів з пальцями – мінімальні:  $S_1 min, S_2 min$ .

З графічної побудови розрахункової схеми, показаної на рис.1.1, знаходимо:

$$2\left(\frac{T_O}{2} + \frac{T_{II}}{2}\right) = \frac{S_1 min}{2} + \frac{S_2 min}{2},$$

звідки визначаємо умову установки на два циліндрові пальці:

$$S_1 min + S_2 min \geq T_O + T_{II},$$

де  $S_1 min, S_2 min$  – мінімальні зазори між отворами і установочними пальцями;  $T_O, T_{II}$  – допуски на міжцентрові відстані між пальцями і отворами в заготовці.

Для забезпечення мінімальних похибок базування за типовими розмірами необхідно прагнути до зменшення зазорів  $S_1 min$  і  $S_2 min$ . Але в даному випадку для виконання умови установлення усіх заготовок необхідно, щоб  $T_O$  і  $T_{II}$  також були мінімальними. Розташування осей установочних пальців визначається міжцентровою відстанню між отворами в плиті пристрою, виконаними на координатно-розточувальному верстаті з високою точністю. Виготовлення ж усіх заготовок з малим допуском на міжцентрову відстань між базовими отворами економічно недоцільно. Тому для забезпечення установлення заготовок на циліндричні пальці необхідно збільшити зазор між одним з пальців і базовим отвором на величину

$$S_1 min \geq (T_O + T_{II}) - S_2 min, \quad (1.1)$$

що досягається зменшенням виконавчого розміру одного з пальців.

При цьому діаметри базових отворів не змінюються.

Збільшення зазору веде до збільшення похибок базування по деяких з типових розмірів, що не завжди може бути доцільно.

Тому для зменшення похибок базування один з пальців виготовляють зрізаним (рис. 1.2). Це дозволяє забезпечити установлення усіх заготовок за менш жорстким допуском на відстань між базовими отворами.

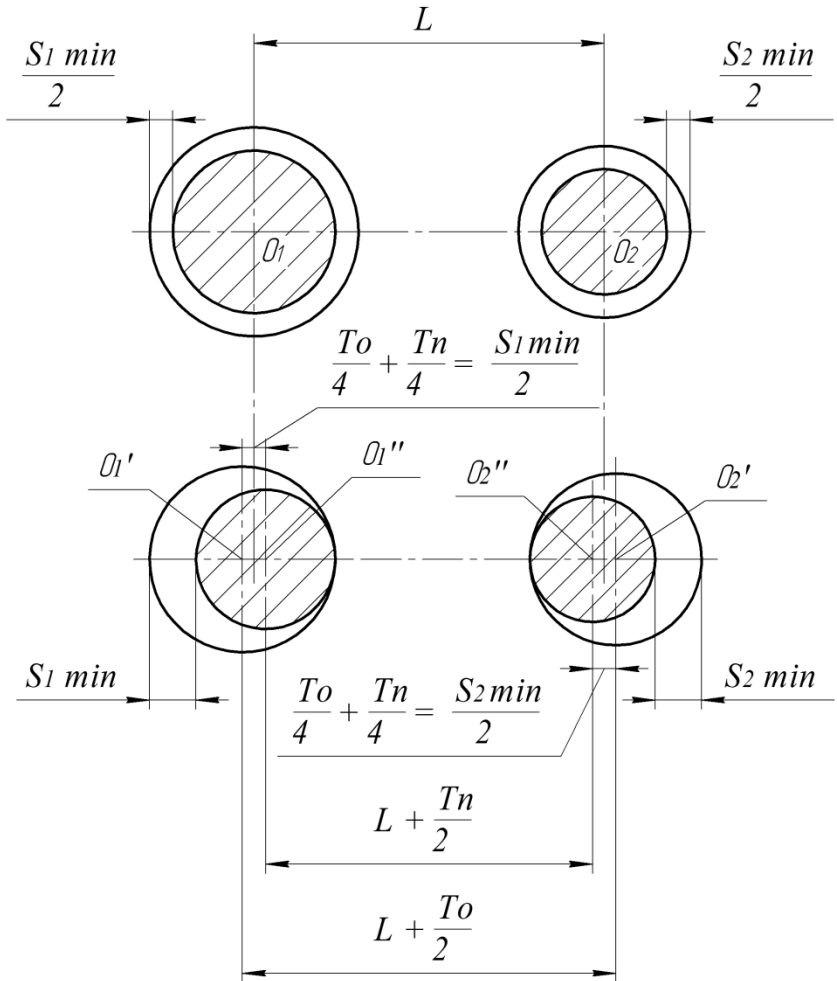


Рисунок 1.1 – Розрахункова схема для випадку установки заготовки на площину і два циліндричних пальці

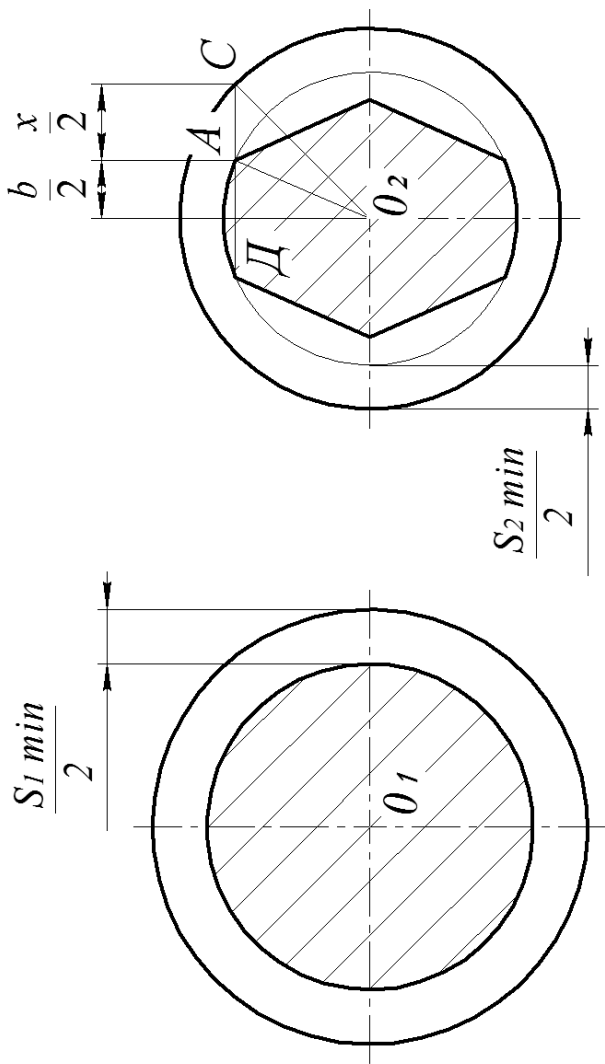


Рисунок 1.2 – Розрахункова схема для визначення ширини стрічки зрізаного пальця

1.2.2 Умова встановлення заготовок на площину, циліндричний і зрізаний пальці

Для того, щоб не зменшувати виконавчі розміри установочних пальців, один з них зрізають (рис. 1.2), у напрямку розміру  $L$ . Отже, умова установки визначатиметься шириною стрічки  $b$  (рис.1.2).

Маємо:

$$\text{з } \Delta O_2DC$$

$$(O_2E + EC)^2 = O_2D^2 + (DA + AC)^2$$

$$\text{з } \Delta O_2DA$$

$$O_2D^2 = AO^2 - AD^2$$

Розв'язуючи спільно ці рівняння і замінюючи позначення відрізків їх значеннями, отримуємо:

$$\left(\frac{d}{2} + \frac{S_2 \min}{2}\right)^2 = \frac{d^2}{4} - \frac{b^2}{4} + \left(\frac{b}{2} + \frac{x}{2}\right)^2.$$

Звідси визначаємо величину  $x$ , нехтуючи значеннями  $x^2$  и  $b^2$  зважаючи на їх малі значення:

$$x = \frac{d}{b} S_2 \min.$$

Підставляючи у формулу (1.1) набутого значення  $x$  замість  $S_2 \min$ , визначаємо ширину стрічки зрізаного пальця

$$b \leq \frac{d \cdot S_2 \min}{T_{\Pi} + T_O - S_1 \min}. \quad (1.2)$$

Це і є умовою установки на циліндричний і зрізаний пальці.

### 1.2.3 Визначення похибок базування за типовими розмірами

Теоретичні похибки базування за типовими розмірами (див. рис. 1.3, 1.4) розраховуються за формулами 1.3.

Визначення похибок базування розміру  $h_1$  проводиться в центрі між базовими отворами.

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{\delta h_1} &= \frac{S_1 \max + S_2 \max}{2}; \\ \varepsilon_{\delta h_2} &= S_2 \max; \\ \varepsilon_{\delta h_3} &= S_2 \max; \\ \varepsilon_{\delta h_4} &= S_2 \max + T_0. \end{aligned} \right\} (1.3)$$

При  $S_1 \max > S_2 \max$

$$\varepsilon_{\delta h_5} = S_2 \max + \frac{S_1 \max - S_2 \max}{L_0} L_{ВИМ}.$$

Якщо  $S_1 \max = S_2 \max$

$$\varepsilon_{\delta h_5} = S_1 \max = S_2 \max.$$

Остання формула дозволяє обчислити похибку базування розмірів, розташованих між базовими отворами. У ній  $L_0$  – міжцентрова відстань між отворами  $L_{ВИМ}$  – розмір, що визначає положення осі отвору 3. Для  $S_1 \max > S_2 \max$  –  $L_{ВИМ} = h_4$ . Якщо співвідношення зазорів зворотне, тоді  $L_{ВИМ} = h_3$ .

### 1.3 Завдання для підготовки до лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи студенти разом з викладачем повинні підготувати експериментальний стенд, перевірити наявність необхідних індикаторних годинників і їх роботу.

Для запису теоретично розрахованих похибок базування і експериментальних даних за зміщенням заготовок підготувати таблиці 1.1 та 1.2.



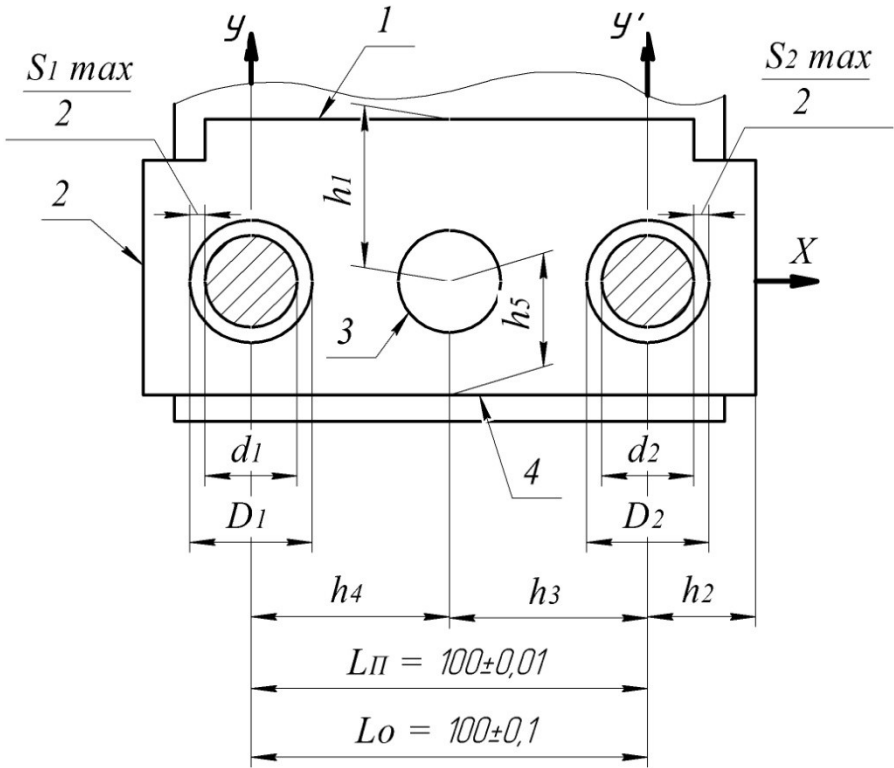


Рисунок 1.3 – Установка на два цилиндричні пальці

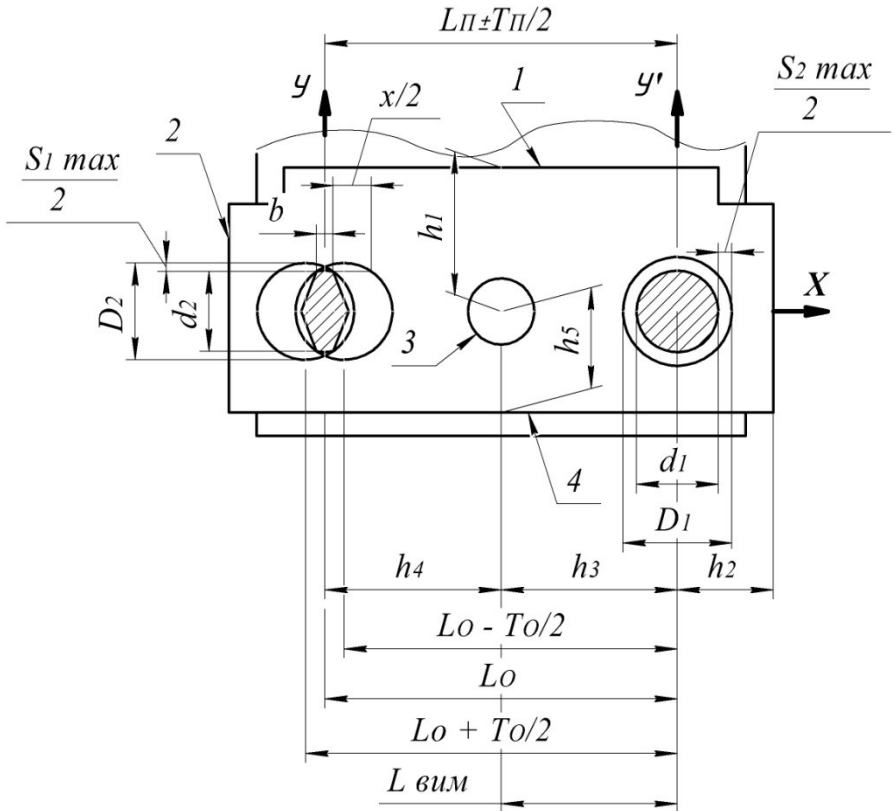


Рисунок 1.4 – Установка на циліндричний і зрізаний пальці

### 1.4 Контрольні питання

1. Як забезпечується установка заготовок на різні види установочних пальців?
2. При виконанні яких розмірів доцільно використовувати ті або інші конструкції установочних пальців?
3. Виходячи з яких умов, визначається ширина стрічки  $b$  зрізаного пальця?
4. Виконання якої умови визначає розмір  $d_2$  другого циліндричного пальця?

### 1.5 Обладнання, прилади та інструменти

Експериментальний стенд.

Зразки - 6 шт.

Індикатори - 3 шт. (два – з ціною поділки 0,01 мм, один - з ціною поділки 0,001 мм).

Мікрометр 1-25.

Експериментальний стенд (рис. 1.5) складається з плити 1, стійок 2 для кріплення індикаторів 3, 5, 6 і запресованих у плиту чотирьох пар установочних пальців 4, 7, 9, 10 різних типорозмірів, на які встановлюються заготовки 8.

Циліндричні установочні пальці 7 виконані з розміром  $\varnothing 25_{-0,04}^{-0,02}$  і призначені для перевірки умови встановлення заготовок. Друга пара циліндричних установочних пальців 4 забезпечує установку усіх заготовок, для чого діаметр одного з пальців зменшений на величину, яка розраховується за формулою (1.1).

На пальцях 10 експериментально визначаються зсуви по осях  $X$ ,  $Y$  і  $Z$  при установці на циліндричній і зрізаний пальці. Хриstopодібні пальці (озиція 9) наведені як ілюстрація.

На усіх позиціях міжцентрова відстань між установочними пальцями дорівнює  $100 \pm 0,01$  мм.

Зразки заготовок для проведення експериментів мають два базових отвори діаметром  $\varnothing 25_{+0,023}^{+0,023}$  з міжцеpтровою відстанню  $100 \pm 0,1$  мм.

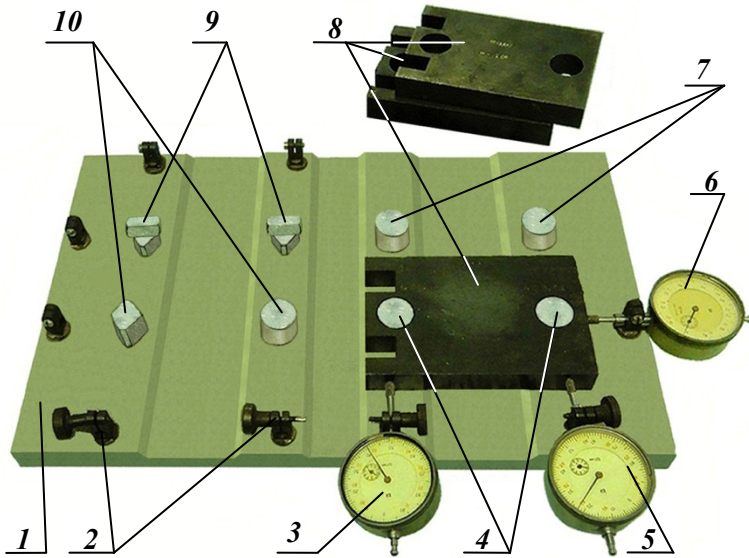


Рисунок 1.5 – Експериментальний стенд

### 1.6 Вказівки з техніки безпеки

1. Перед проведенням експериментальної частини лабораторної роботи перевірити надійність закріплення стенду.
2. Заготовки складувати окремо від корпусу пристроя.

### 1.7 Порядок виконання роботи

1. Перевірити теоретично і експериментально виконання умови установки заготовок на два циліндричні установочні пальці.
2. Визначити виконавчі розміри зменшеного циліндричного пальця, виходячи із забезпечення установлення усіх заготовок.
3. Розрахувати теоретичні похибки базування за типовими розмірами (1.3) і заповнити відповідну графу в табл.1.1.
4. Визначити ширину стрічки зрізаного пальця, зміряти її мікрометром.
5. Розрахувати теоретичні похибки базування при установці на циліндричний і зрізаний пальці рис.1.4. Записати їх в табл.1.1.
6. Визначити експериментально зсув заготовки по осях  $X$ ,  $Y$  і  $Y'$  і заповнити табл.1.1.

Таблиця 1.1 – Похибки базування

Похибка базування за виконавчими розмірами, мм	Установка на два циліндричні пальці		Установка на циліндричний і зрізаний пальці	
	$\varepsilon_{\text{розр}}$	$\varepsilon_{\text{тах}} \text{ експ}$	$\varepsilon_{\text{розр}}$	$\varepsilon_{\text{тах}} \text{ експ}$
$\varepsilon_{\text{б}} h_1$				
$\varepsilon_{\text{б}} h_2$				
$\varepsilon_{\text{б}} h_3$				
$\varepsilon_{\text{б}} h_4$				
$\varepsilon_{\text{б}} h_5$				

**УВАГА!** При установці й знятті заготовок наконечники індикаторів необхідно відводити від вимірюваної поверхні і утримувати, щоб уникнути їх поломки.

7. За максимальними значеннями зсувів по осях  $X$ ,  $Y$  і  $Y'$  визначити фактичні похибки базування за типовими розмірами для усіх типорозмірів установочних пальців і заповнити відповідні колонки табл. 1.2.

8. Зробити висновки про відповідність розрахункових і теоретичних похибок базування і про доцільність застосування різних конструкцій установочних пальців для забезпечення точності виконання різних типових розмірів.

9. Оформити звіт і захистити його при здачі викладачеві.

Таблиця 1.2 – Експериментальні похибки базування

Номер зразка		Установка на два циліндричні пальці						Установка на циліндричний і зрізаний пальці					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Зсув по осях:	$X$												
	$Y$												
	$Y'$												

### **1.8 Зміст звіту**

Звіт з лабораторної роботи складається з:

- а) розрахункових схем;
- б) визначення умов установки;
- в) теоретичних визначень похибок базування;
- г) таблиці результатів експериментальних досліджень;
- д) висновків.

### **1.9 Рекомендована література**

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. - М.: Машиностроение, 1975. - 656 с.
2. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. -П.: Машиностроение, 1971. - 288 с.
3. Фираго В.П. Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. - М.: Машиностроение, 1973. - 468 с.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

### ПОХИБКА УСТАНОВКИ ЗАХВАТНИХ ПРИСТРОЇВ РОБОТІВ І МАНІПУЛЯТОРІВ

#### 2.1 Мета роботи

Ознайомитися з методикою розрахунку і експериментально визначити похибку установки універсальних захватних пристроїв.

#### 2.2 Теоретичні відомості

При проектуванні і виготовленні робототехнологічних систем (РТС) велике значення мають питання точності позиціонування. Оскільки захватні пристрої (ЗП) є частиною технологічної системи, то дуже важливо визначити похибку установлення ЗП і врахувати її при подальшому проектуванні РТС.

Похибка позиціонування буде дорівнювати відрізку  $OO'$  (рис. 2.2);

$$\varepsilon_6 = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (2.1)$$

Порядок проведення експериментів такий:

- заготовка встановлюється на столик і проводиться її базування за допомогою фіксатора по центральному отвору;
- проводиться установка нулів на всіх трьох індикаторах;
- відводиться фіксатор і подається повітря в пневмосистему.

Після закріплення заготовки губками ЗП відбудеться її зсув на величини  $X$  та  $Y$  і свідчення всіх трьох індикаторів зміняться.

Припустимо, що свідчення індикаторів  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  відповідно будуть  $m$ ,  $n$ ,  $p$ . Для розрахунку  $\Delta X$  і  $\Delta Y$  за свідченням трьох індикаторів скористаємося схемою, показаною на рис.2.1, 2.2.

З трикутника  $AO'1'$

$$A1' = \sqrt{O'1'^2 - AO'^2};$$

$$R + r + \Delta Y - m = \sqrt{(R + r)^2 - \Delta X^2}. \quad (2.2)$$

З трикутника  $AO'2'$

$$R + r - \Delta Y + n = \sqrt{(R + r)^2 - \Delta X^2}, \quad (2.3)$$

де

$$r = \frac{d}{2}; \quad R = \frac{D}{2}.$$

Розв'язуючи рівняння спільно, отримуємо:

$$\Delta Y - m = n - \Delta Y;$$

$$2\Delta Y = m + n,$$

звідки

$$\Delta Y = \frac{m + n}{2}. \quad (2.4)$$

Показання індикатора  $I_3$  відповідатимуть переміщенню заготовки по вісі  $X$ . Отже,  $\Delta X = P$ .

Тоді загальна похибка позиціонування

$$\varepsilon_{\Pi} = \sqrt{\left(\frac{m + n}{2}\right)^2 + p^2}. \quad (2.5)$$

Конструкція стану дозволяє за допомогою формули (2.5) визначити похибку позиціонування різних типів захватних пристроїв.

### 2.3 Завдання для підготовки до лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи студенти разом з викладачем повинні підготувати експериментальний стенд, перевірити наявність необхідних індикаторних годинників і їх роботу.

Для запису експериментальних даних по визначенню похибок позиціонування заготовок підготувати таблицю 2.1.



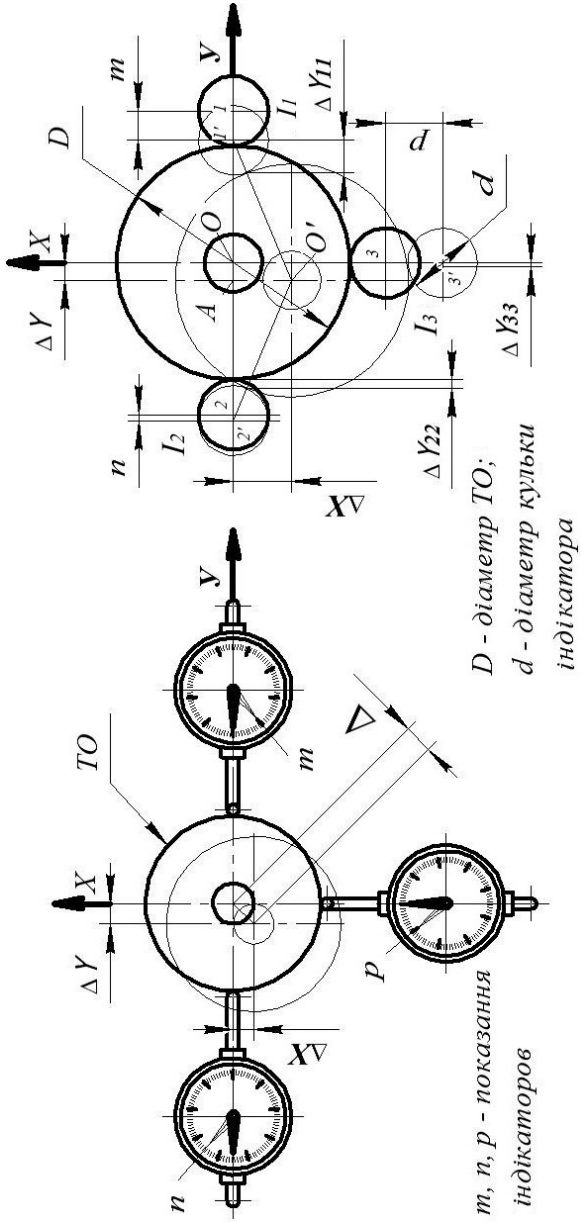


Рисунок 2.1 – Схема установки індикаторів

Рисунок 2.2 – Розрахункова схема

## 2.4 Контрольні питання

1. Що таке похибка базування і умови виникнення позиціонування?
2. На чому заснований метод визначення похибок позиціонування ЗП із використанням спеціального стенду?
3. Які чинники впливають на точність вимірювання похибок позиціонування?
4. Для якої мети необхідні дані про похибки позиціонування захватних пристроїв роботів та маніпуляторів?

## 2.5 Обладнання, прилади та інструменти

Для дослідження похибок установлення універсальних захватних пристроїв сконструйований і виготовлений спеціальний стенд (рис. 2.3). Конструктивно стенд являє собою зварну закриту шафу, на якій встановлена плита з Т-подібними пазами, відповідна комплекту УСП-8 (універсально-складальні пристрої).

Усередині шафи знаходиться типовий блок підготовки повітря (БПП). У пневмосистему вмонтований клапан ручного управління подачі повітря, закріплений на бічній поверхні шафи.

Перпендикулярно до площини плити встановлена стійка, на якій закріплюється випробовуваний ЗП так, щоб його вісь була строго паралельна площині столу.

Еталонна деталь встановлюється на спеціальному столику з базовим отвором. Неспівпадання осі ЗП і осі базового отвору не повинно перевищувати  $\pm 0,005$  мм. Це досягається за допомогою спеціальних регульовальних прокладок і додатковою підтяжкою кріпильних болтів.

У базовий отвір столика входить рухомий циліндровий фіксатор. З'єднання виконане дуже точно (притиранням) і має мінімальний зазор. Верхня виступаюча частина фіксатора призначена для базування технологічного об'єму (ТО, або заготовки) по точно обробленому отвору.

Як досліджувані ТО можуть застосовуватися спеціально виточені заготовки різних типорозмірів.

Для вимірювання переміщень заготовки в процесі її установлення і закріплення в ЗП застосовуються три індикатори з ціною поділки  $0,01$  мм. Два з них встановлюються строго по вісі Y, а третій перпендикулярно - по вісі X (рис.2.4).



Рисунок 2.3 – Експериментальний стенд

Цей стенд може бути застосований у виробничих умовах для визначення похибки установлення ЗП як з симетричними, так і з несиметричними кінематичними ланцюгами.



Рисунок 2.4 – Робоча частина стану з індикаторами

### **2.6 Вказівки з техніки безпеки**

1. Переконайтеся в надійності закріплення всіх вузлів експериментальної установки.
2. Перевірте пневматичну систему на герметичність.
3. Будьте уважні при роботі з індикаторами, не допускайте їх поломки.

### **2.7 Порядок виконання роботи**

1. Проробити поняття похибки позиціонування в пристроях.
2. Вивчити методику розрахунку похибок позиціонування ЗП за допомогою спеціального стану.

3. Провести експериментальні дослідження за визначенням похибок позиціонування захватного пневмо-клино-ричажного пристрою.
4. Результати досліджень занести до таблиці 2.1.
5. Розрахувати середню похибку

$$\bar{\varepsilon}_6 = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_6(i)}{n}.$$

6. Зробити висновки.

Таблиця 2.1 – Результати дослідження

№ вим.	Показання індикаторів, мм, мм			$\varepsilon_6 = \sqrt{\left(\frac{m+n}{2}\right)^2 + p^2}$
	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	
				5.
2				
3				
4				
5				

## 2.8 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи включає.

- а) мету роботи;
- б) розрахункові схеми;
- в) таблиці результатів експериментальних досліджень;
- г) висновки.

## 2.9 Рекомендована література

1. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы: Справочник. - М.: Машиностроение, 1983, - 374 с.
2. Чуковинец В.Н., Солдаткин Е.П., Окрент Я.Н. Синтез самоцентрирующего захвата робота по допускаемой погрешности базирования // Вестник машиностроения. - 1987. – № 5.
3. Смирнов А.С. , Куковинец В.Н. Замер погрешностей базирования промышленных роботов. – М.: Машиностроитель. – 1989. №4.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

### ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВОК, УСТАНОВЛЕНИХ НА ОПРАВКУ

#### 3.1 Мета роботи

Визначити вплив сили затиску на дійсний коефіцієнт запасу закріплення ( $k_d$ ) заготовок на облямовуванні.

#### 3.2 Теоретичні відомості

Найшвидший, економічніший і реально досяжний шлях зростання продуктивності праці – підвищення оснащення як старих, так і нових верстатів пристроями багатократного застосування. До них належать стандартизовані елементи універсально-складального і переналагоджуваного оснащення (УСПО).

Накопичений досвід у справі створення і впровадження УСПО показав високу ефективність даних пристроїв.

На основі агрегованих елементів складальних одиниць і автономно винесених приводів збирають базові конструкції пристроїв багатократного використання, в яких дуже часто застосовується схема встановлення на жорсткий циліндричний палець з гвинтовим затискним пристроєм.

Установка на жорсткий циліндровий палець - одна з основних схем для деталей, що мають точно оброблений отвір і торець. До цих деталей відносяться шестерні, зірочки, втулки тощо.

Для утримання деталі в процесі обробки необхідно, щоб моменти тертя на опорних поверхнях перевищували моменти різання.

Методика визначення необхідних сил закріплення заснована на використанні принципу статичної рівноваги.

На рис.2.1 показана розрахункова схема для визначення сили закріплення при установці деталі на жорсткий циліндровий палець при обробці на токарних, фрезерних, свердлувальних, круглошліфувальних, зубооброблювальних верстатах, коли початковою величиною для розрахунку є момент різання *М<sub>різ</sub>*.

Особливістю даної схеми установки є те, що вона не враховує тертя в точці додатку сили затиску *W*.

Умови рівноваги моментів щодо осі *OX* можна записати наступним рівнянням:

$$k \sum M_{акт OX} - \sum M_{нр OX} = 0 ,$$

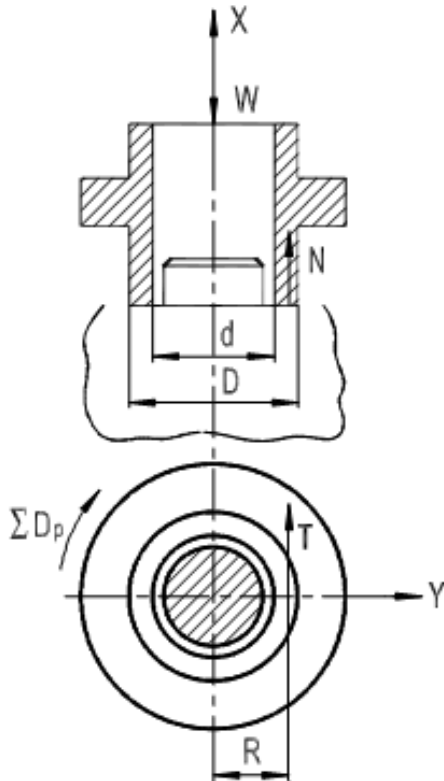


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема

де

$$\sum M_{акт OX} = M_{різ};$$

$$\sum M_{нр OX} = M_{тер}.$$

Тоді

$$k \cdot M_{різ} = M_{тер} . \quad (3.1)$$

Момент тертя можна описати наступним виразом

$$M_{тер} = TR_{тер} = WfR_{тер}.$$

Плече сили тертя для кільцевого перетину визначається за формулою

$$R_{тер} = \frac{D^3 - d^3}{3(D^2 - d^2)}.$$

Тоді момент тертя, протидіючий моменту сили різання, буде дорівнювати

$$M_{тер} = \frac{Wf(D^3 - d^3)}{3(D^2 - d^2)}.$$

Підставляємо отриманий вираз у рівняння (3.1)

$$k \cdot M_{пиз.} = \frac{Wf(D^3 - d^3)}{3(D^2 - d^2)}.$$

Звідки дійсна сила затиску буде

$$W = \frac{3kM_{пиз.}(D^2 - d^2)}{f(D^3 - d^3)}. \quad (3.2)$$

Значення коефіцієнта запасу  $k$  слід визначити диференційовано залежно від конкретних умов виконання операції і способу затиску заготовки по формулі

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (3.3)$$

де:

$k_0$  – гарантований коефіцієнт запасу, приймемо  $k_0 = 1,5 \dots 2,0$ ;  
 $k_1$  – враховує зміну (коливання) сил різання в процесі обробки через нерівномірності припуску на заготовці і враховується тільки для чорнових переходів,  $k_1 = 1,2$ . Для чистової обробки  $k_1 = 1,0$ ;

$k_2$  – враховується у всіх випадках обробки і залежить від виду обробки, оброблюваного матеріалу і нерівномірного зносу ріжучого інструменту, вибирається з таблиці 3.1;



$k_3$  – враховує умови переривистого виду обробки.  $k_3 = 1,0$  – в умовах плавного різання;  $k_3 = 1,2$  – при переривистому різанні (фрезерування);

Таблиця 3.1 – Значення коефіцієнта  $k_2$ 

Метод обробки	Компоненти сил різання	Значення $k_2$	
		для чавуну і твердих сталей	для м'яких сталей
Свердлення	$M_{kp}$	1,2	1,0
	$P_o$	1,1	1,0
Попереднє зенкерування	$M_{kp}$	1,3	1,0
	$P_o$	1,2	1,0
Чистове зенкерування	$M_{kp}$	1,2	1,0
	$P_o$	1,2	1,0
Попереднє точіння і розточування	$P_z$	1,0	1,0
	$P_y$	1,2	1,4
	$P_x$	1,25	1,6
Чистове точіння і розточування	$P_z$	1,05	1,00
	$P_y$	1,40	1,05
	$P_x$	1,30	1,00
Попереднє і чистове фрезерування, циліндричне і торцеве	$P_z$	1,2 - 1,4	1,6 - 1,8
Шліфування	$P_z$	1,0	1,1 - 1,2
Протягування	$P_{np}$	1,0	1,5

$k_4$  - характеризує затискний пристрій з погляду постійності сил затиску;

$k_4 = 1,0$  – для всіх механізованих приводів (пневматичних, гідравлічних, магнітних тощо);

$k_4 = 1,3$  – для ручних затискачів (гвинтових і ексцентрикових);

$k_5$  – характеризує ручні затискачі з погляду зручності закріплення деталі. При зручному розташуванні рукоятки, тобто кут її повороту не перевищує  $90^\circ$ ,  $k_5 = 1,0$ . При незручному розташуванні рукоятки і її повороті більше  $90^\circ$   $k_5 = 1,2$ ;

$k_5 = 1,0$  – для ексцентрикових затискачів;

$k_5 = 1,2$  – для гвинтових затискачів;

$k_5 = 1,0$  – для механізованих затискачів;

$k_6$  – враховується тільки за наявності крутильних моментів, що прагнуть повернути заготовку, і залежить від виду опорної поверхні пристрою:

$k_6 = 1$  – для точкових опор (опорні штирі);

$k_6 = 1,5$  – для плоских опор (опорне кільце).

Окрім цього, слід враховувати, що на заготовку діє результуюча сила, а не її складові. Якщо напрям складових сил різання не збігається з напрямком на основні опори, то їх потрібно додатково враховувати при визначенні коефіцієнта  $k_0$ .

### 3.3 Завдання для підготовки до лабораторної роботи

При виконанні лабораторної роботи студент повинен:

- підготувати бланки звіту встановленої форми, намалювати схему встановлення заготовки на призму і усі діючі моменти та сили;
- встановити на експериментальному стенді індикатори і лаштувати їх;
- ознайомитися з правилами техніки безпеки для роботи на експериментальній установці.

### 3.4 Контрольні питання

1. Які основні чинники і умови враховуються при визначенні теоретичного коефіцієнта запасу закріплення?
2. Який принцип покладений в основу методики визначення сил закріплення?
3. Які величини визначають зміни дійсної сили закріплення  $W$ ?
4. Який характер зміни дійсного коефіцієнта запасу закріплення від сил затиску?
5. Як визначається дійсний коефіцієнт запасу закріплення  $k_d$ ?

### 3.5 Обладнання, прилади й інструменти

Спеціальний стэнд, що імітує точіння заготовки, встановленої на оправці (рис. 3.2).

Зразок заготовки.

Індикатори з ціною поділки шкали 0,01 мм - 3 шт.

### 3.6 Вказівки з техніки безпеки

1. Перед початком проведення експериментів зверніть увагу на надійність закріплення стэнду.

2. При закріпленні заготовки стежте, щоб пальці не потрапили в зазори між затисними елементами, деталлю і оправкою.

### 3.7 Порядок виконання роботи

1. Встановити сили різання ( $P_z = 25\text{H}, 50\text{H}, 75\text{H}, 100\text{H}$ ).

2. Визначити момент різання ( $M_{piz.} = P_z \times L$ ), де плече сили різання для експериментальної установки дорівнює  $L = 75$  мм.

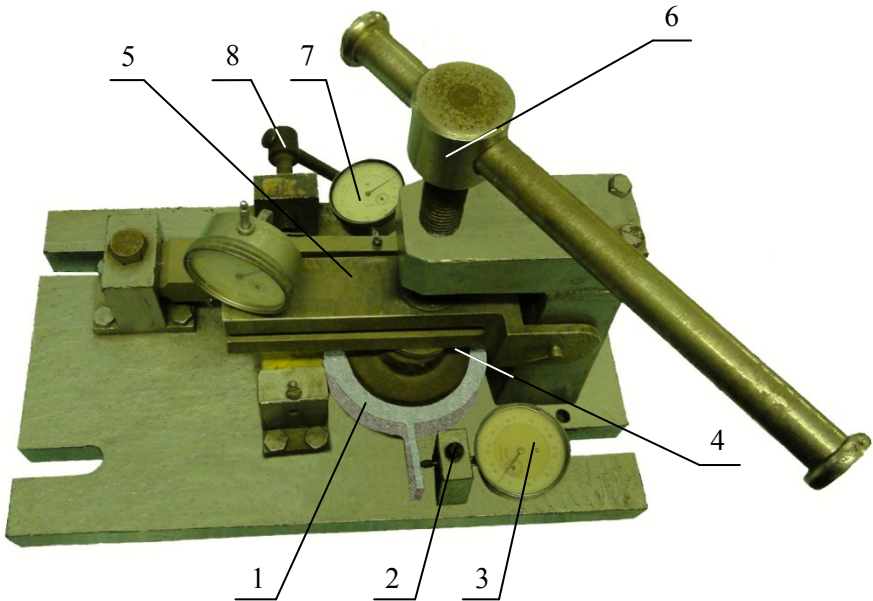


Рисунок 3.2 – Експериментальний стэнд

3. Виходячи з умови статичної рівноваги, визначити статичну силу затиску  $W$ .

4. Визначити коефіцієнт запасу  $k$  за формулою (3.3).

5. Розрахувати необхідну силу затиску  $W$  за формулою (3,2). Коефіцієнт тертя спокою приймається в межах 0,18...0,2. Занести до табл. 3.2 значення величин  $Pz$  і  $W$ .

6. Встановити заготовку 1 (рис. 3.2) базовим отвором на оправку ственду так, щоб зазор між виступом заготовки і упором 2 був рівний 1...2 мм. Вимірюючий наконечник індикатора 3 з невеликим натягом повинен упиратися у виступ заготовки.

**УВАГА!** При установці заготовки необхідно забезпечити відсутність перекосу на облямовуванні (базовий торець заготовки повинен рівномірно прилягати до торця облямовування по всій поверхні).

7. Встановити на заготовку натискний фланець 4.

8. Встановити індикатор динамометра 5 на нуль.

9. Гвинтом 6 через динамометр 5 затиснути заготовку 1 силою  $W$ , отриманою з розрахунку, за умови дії сили різання  $Pz = 25$  Н. Силу затиску контролювати по індикатору динамометра 5 (0,01 мм по індикатору відповідає силі затиску 136 Н).

**УВАГА!** При затисканні заготовки стежити, щоб між її виступом і стійкою 2 зберігався зазор 1...2 мм.

10. Встановити на нуль індикатор 3 фіксації зрушення заготовки й індикатор динамометра 7.

11. Плавню обертаючи гвинт 8, визначити по індикатору динамометра 7 мінімальну силу  $Pzd$  (імітуючу  $Pz$ ), яка проверне заготовку на 0,01...0,02 мм. Значення сили  $Pzd$  визначити за формулою  $Pzd = 18,4 n$ , де  $n$  - показник індикатора динамометра 7 в сотих долях міліметра (записати в табл. 3.2).

12. Визначити дійсний коефіцієнт запасу закріплення на оправці за формулою

$$k_d = \frac{Pz \text{ дійсна}}{Pz},$$

де  $Pz$  – задане сили значення для поточного експерименту (25, 50Н...).

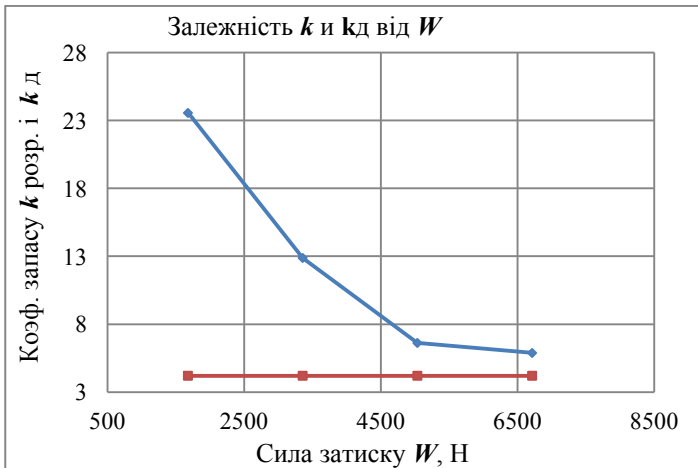
Результати записати до табл.3.2. Повторити п.п.6 – 12 для кожної розрахункової сили затиску  $W$ .

Таблиця 3.2 - Результати досліджень

Отримані дані	Номер досліджу			
	1	2	3	4
$Pz$ , Н (задана)				
Розрахунковий момент різання $M_{рез}$ , Н·мм				
Розрахункова сила затиску $W$ , Н				
Показання індикатора сили затиску				
Показання індикатора дійсної сили затиску $Pzd$				
Дійсна сила різання $Pzd$ , Н				
Дійсний коефіцієнт запасу сили затиску $k_d$				

**УВАГА!** Кожен подальший дослід проводити при повному знятті сил  $P_d$  і  $W$  і зсувом заготовки на оправці.

13. Побудувати графік залежності коефіцієнтів запасу розрахункового  $k$  і дійсного  $k_d$  від сили затиску  $W$  (рис.3.4).

Рисунок 3.3 – Графік залежності  $k$  і  $k_d$  від  $W$

14. Зробити висновки за по результатами проведених дослідів і розрахунків, здати звіт викладачеві.

### 3.8 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботі включає:

- а) схему установки оброблюваної деталі з докладеними силами і моментами різання;
- б) виведення формули для визначення сили затиску  $W$ ;
- в) таблиці з даними для проведення експериментів і експериментальні значення  $k_d$ ;
- г) графіки залежностей сил і коефіцієнтів від сили затиску  $W$ ;
- д) висновки.

### 3.9 Рекомендована література

1. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1971. - 288 с.
2. Терликова Т.Ф. и др. Основы конструирования приспособлений. - М.: Машиностроение, 1980. - 120 с.
3. Технологическая оснастка многократного применения / Под ред. Д.И.Полякова. - М.: Машиностроение, 1981. - 404 с.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4**

### **ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНІСТЬ ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВОК, УСТАНОВЛЕНИХ НА ПРИЗМУ**

#### **4.1 Мета роботи**

Визначити вплив зусилля затиску і шорсткості поверхні заготовки на дійсний коефіцієнт запасу закріплення. Виконати експериментальні дослідження і їх аналіз.

#### **4.2 Теоретичні відомості**

Пристрої для металоріжучих верстатів, верстатів з ЧПК і роботизованих комплексів служать для надійного утримання заготовок в процесі обробки і орієнтації металоріжучого інструменту щодо установочних елементів пристрою.

Пристрої повинні мати підвищену точність, тому похибки базування і закріплення, що виникають в процесі установа, повинні бути зведені до мінімуму. Це досягається аналізом декількох схем установки і вибором оптимальної.

Установка циліндричних заготовок на призму широко застосовується в пристроях для фрезерних, свердлувальних та інших видів металорізальних верстатів. При цьому заготовка позбавляється чотирьох ступенів свободи, а у разі потреби може бути позбавлена всіх шести ступенів свободи за допомогою упору і додаткової установочної шпонки.

Силове замикання здійснюється системою важелів або безпосередньо від силового агрегату. У механізованих пристроях як силовий агрегат застосовуються пневмоциліндри або пневмокамери, для розрахунку яких слід знати необхідну силу затиску.

Сила затиску, необхідна для надійного утримання заготовки в пристрої, розраховується за умови рівноваги заготовки під дією всіх докладених до неї сил і моментів (сил різання, затиску, ваги, тертя тощо) в найбільш небезпечний момент обробки.

Найбільш небезпечний момент обробки найчастіше співпадає з початком або кінцем процесу різання.

На рис. 4.1 показана розрахункова схема для визначення необхідної сили затиску для циліндрового фрезерування верхньої поверхні валу, встановленого в призму.

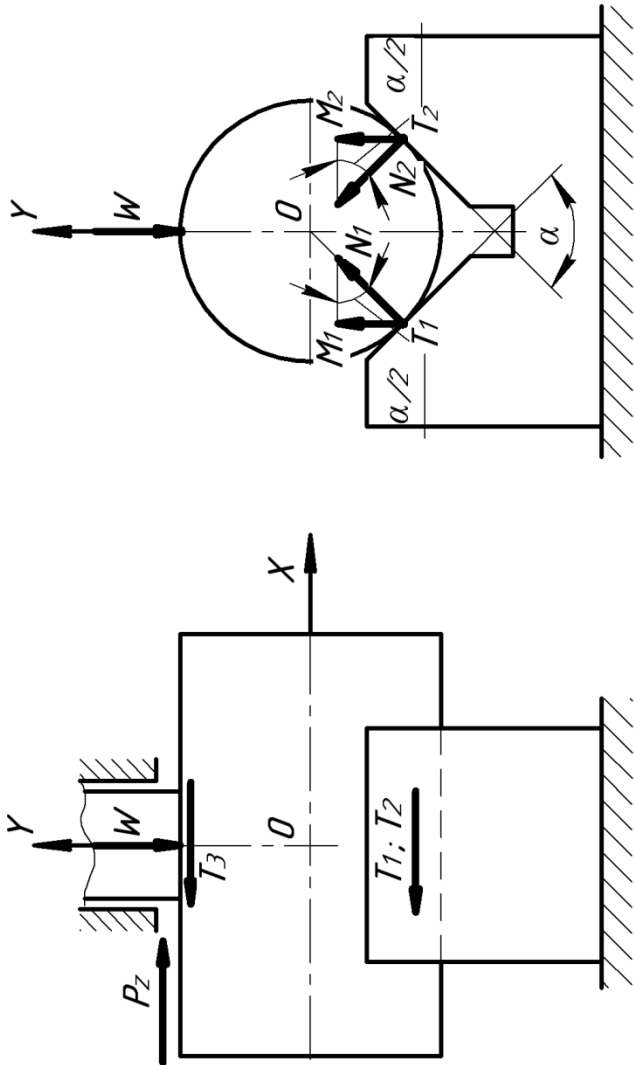


Рисунок 4.1 – Установлення заготовки на призму



При проведенні розрахунків приймемо, що конструкція затискного пристрою здатна протидіяти силам різання, тобто ми враховуватимемо силу тертя в точці докладення сили затиску  $W$ . Для спрощення розрахунків вплив сил  $P_y$  і  $P_x$  при складанні рівнянь рівноваги проігноруємо, а їх дію врахуємо при визначенні значення  $k_0$ .

Для визначення необхідної сили затиску  $W$  запишемо рівняння рівноваги сил щодо вісі  $OX$ :

$$k \sum F_{акт\ OX} - \sum F_{пр\ OX} = 0,$$

де сума активних сил

$$\sum F_{акт\ OX} = Pz,$$

а сума протидіючих сил

$$\sum F_{пр\ OX} = T_1 + T_2 + T_3.$$

Оскільки коефіцієнт тертя  $f$  для складових  $T_1$  і  $T_2$  однаковий, то рівняння рівноваги прийме вигляд

$$k \cdot Pz = 2T_1 + T_3. \quad (4.1)$$

Рівняння рівноваги щодо вісі  $OY$  без урахування активної сили  $P_y$  виглядатиме як

$$W - M_1 - M_2 = 0.$$

Оскільки  $M_1 = M_2$

$$W = 2M_1. \quad (4.2)$$

В останньому рівнянні

$$M_1 = N_1 \sin^{\alpha/2}, \quad (4.3)$$

де

$$N_1 = \frac{T_1}{f_1}. \quad (4.4)$$

Поставивши вираз (4.4) в (4.3), а останнє у формулу (4.2), отримаємо

$$W = 2 \frac{T_1}{f_1} \sin^{\alpha/2},$$

звідки

$$T_1 = \frac{f_1 W}{2 \sin^{\alpha/2}}. \quad (4.5)$$

Силу тертя  $T_3$  можна визначити як

$$T_3 = f_2 \cdot W, \quad (4.6)$$

де  $f_2$  - коефіцієнт тертя в зоні контакту заготовки і затисного пристрою.

Запишемо у виразі (4.1) значення сил тертя  $T_1$  і  $T_3$  з рівнянь (4.5) і (4.6):

$$k \cdot Pz = 2 \frac{f_1 W}{2 \sin^{\alpha/2}} + f_2 \cdot W,$$

звідки

$$W = \frac{k \cdot Pz}{\frac{f_1}{\sin^{\alpha/2}} + f_2}. \quad (4.7)$$

Значення коефіцієнта запасу  $k$  слід визначити диференційовано, залежно від конкретних умов виконання операції і способу затиску заготовки за формулою

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (4.8)$$

де

$k_0$  – гарантований коефіцієнт запасу, який для компенсації дії неврахованих активних сил приймемо

$$k_0 = 1,8.$$

Решту коефіцієнтів приймемо за методикою, викладеною на стор. 26. - 28.

### 4.3 Завдання для підготовки до лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи студент повинен підготувати бланки звіту встановленої форми, накреслити схему установки заготовки на призму у разі жорсткого затискного пристрою і перевірити наявність необхідних приладів й інструментів.

### 4.4 Контрольні питання

1. Які основні чинники і умови враховуються при визначенні теоретичного коефіцієнта запасу закріплення?
2. Який принцип покладений в основу методики визначення сил закріплення?
3. Від яких величин залежить дійсна сила закріплення?
4. Пояснити характер впливу зусилля закріплення і шорсткості поверхні заготовки на дійсний коефіцієнт запасу закріплення.

### 4.5 Обладнання, прилади й інструменти

Експериментальний стенд (рис.4.2).

Зразки з різною шорсткістю поверхні.

Індикатори з ціною поділки 0,01 мм - 3 шт.

Гайковий ключ 17х19.

### 4.6 Вказівки з техніки безпеки

1. Перед початком роботи перевірте положення рукоятки розподільного крана. Вона повинна знаходитися в нейтральному (середньому) положенні.
2. При закріпленні й відкріпленні заготовки стежте за тим, щоб пальці не знаходилися в робочій зоні пристрою.
3. При проведенні експериментів заготовки повинні знаходитися на спеціальній підставці.

### 4.7 Порядок виконання роботи

1. Скласти розрахункову схему дії сил на валик, встановлений в призму для пропоованої операції обробки паза (див. рис. 4.1) дисковою фрезою.
2. Встановити напрям можливого переміщення заготовки під дією сили різання  $P_z$  ( $P_y$  - нехтувати).

3. Скласти рівняння рівноваги сил.
4. Вирішуючи спільно рівняння рівноваги сил, отримати робочу формулу для визначення сили затиску, необхідної для утримання заготовки в призмі при обробці пза.
5. Розрахувати за формулою (4.8) коефіцієнт запасу  $k$ .
6. Розрахувати значення необхідної сили затиску  $W$  при дії на заготовку сили різання  $Pz = 25, 50, 75, 100, 125$  Н (коефіцієнт тертя дорівнює 0,16...0,18). Розрахункові сили  $W$  записати до табл.4.1.
7. Встановити валик 1 (рис. 4.2) шийкою меншого діаметру на призму 2 з таким розрахунком, щоб між торцями валика і призми була відстань 1...2 мм. Вимірюючий наконечник індикатора 3 з невеликим натягом повинен упиратися в торець валика 1.
8. Встановити індикатор динамометра 4 на нуль.
9. По манометру 5 перевірити наявність стислого повітря в мережі. Манометр 6 повинен бути встановлений на нуль.
10. Натискаючи на кнопку фіксатора уздовж осі рукоятки повітророзподільного крана 7, розфіксувати його і повернути вліво в положення "Вкл".
11. За допомогою гвинта 8 регулятора тиску створити в діафрагмовій камері тиск стислого повітря, достатній для затиску валика 1, розрахунковою силою  $W$ , отриманою за умови дії сили різання  $Pz = 25$  Н.  
Силу затиску контролювати по індикатору динамометра 4 (одна сота міліметра по індикатору відповідає силі затиску 47 Н).
12. Встановити на нуль індикатор 3 фіксації зрушення валика і індикатор динамометра 9.
13. Плавнo обертаючи гайковим ключем гвинт 10, визначити по індикатору динамометра 9 мінімальну силу  $Pzp$  (імітуючу  $Pz$ ), яка змістить валик уздовж призми на 2-3 поділки. Зсув валика контролювати по індикатору 3. Значення сили  $Pzp$  визначити по індикатору динамометра 9 за формулою  $Pzp = 4,95 n$ , де  $n$  - число сотих по індикатору динамометра 9, і записати в таблицю 4.2.
14. Визначити дійсний коефіцієнт запасу закріплення пза формулою

$$k\delta = \frac{Pzp}{Pz},$$

де  $P_z$  – задане значення сили для поточного експерименту (25, 50 Н...), результат записати до табл.4.2.

15. Повторити досліди для кожної розрахункової сили затиску.

УВАГА! Кожен подальший дослід виконувати при повному знятті сили  $W$  поворотом рукоятки крана 7 в положення "Викл", зняті сили  $P_{сд}$  і з невеликим поворотом валика перед затиском. Результати дослідів записати до табл.4.1.

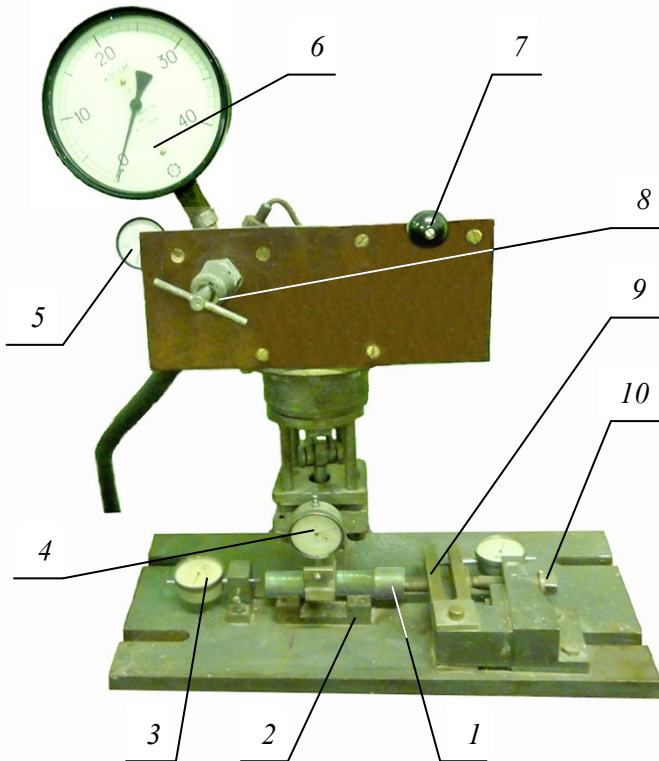
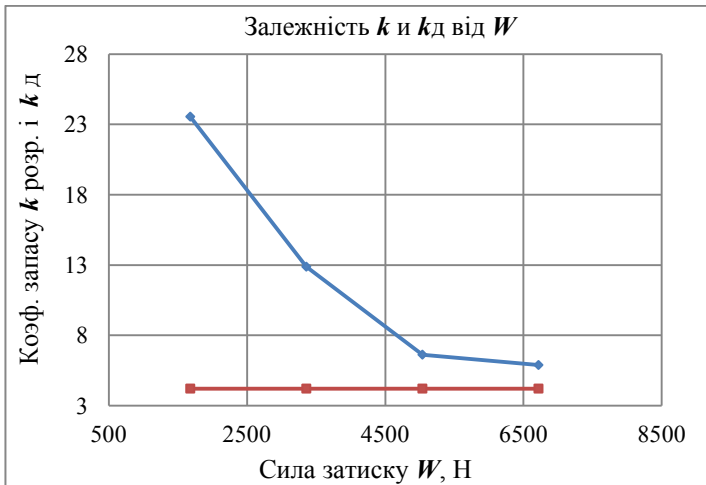


Рисунок 4.2 – Експериментальний стенд

Таблиця 4.1 – Результати досліджень

Отримані дані	Номер досліджу				
	1	2	2	4	5
$Pz$ , Н (задана)	25	50	75	100	125
Розрахункова сила затиску $W$ , Н					
Показання індикатора сили затиску					
Показание індикатора сили зрушення $Pзр$					
Сила зрушення $Pзр$ , Н					
Дійсний коефіцієнт запасу сили затиску $k_d$					

16. Побудувати графік залежності коефіцієнтів запасу розрахункового  $k$  і дійсного  $k_d$  від сили затиску (рис. 4.3).

Рисунок 4.3 – Графік залежності  $k$  і  $k_d$  від  $W$ 

17. Зробити висновки за результатами проведених дослідів і розрахунків, здати звіт викладачеві.

#### 4.8 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи включає.

- а) мету роботи;
- б) необхідні розрахункові схеми;
- в) таблиці для занесення експериментальних даних;
- г) графічні залежності;
- д) висновки.

#### 4.9 Рекомендована література

1. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1971. - 288 с.
2. Терликова Т.Ф. и др. Основы конструирования приспособлений. - М.: Машиностроение, 1960. - 120 с.
3. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. - М.: Машиностроение, 1983. - 359 с.

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5**  
**НАДІЙНІСТЬ ЗАКРІПЛЕННЯ ДЕТАЛІ,**  
**ВСТАНОВЛЕНОЇ НА ПРИЗМУ, ПРИ ДІЇ НА**  
**НЕЇ КРУТИЛЬНОГО МОМЕНТУ**

**5.1 Мета роботи**

Визначити вплив сили затиску на дійсний коефіцієнт запасу закріплення  $k_d$  при дії крутильного моменту на заготовку, встановлену в призму.

**5.2 Теоретичні відомості**

Встановлення деталей на призму широко використовується як при операціях механічної обробки, так і при виконанні складальних операцій. Прикладами таких операцій можуть бути свердлення отвору уздовж осі валу, фрезерування лиски, складання амортизатора автомобіля, складання гідравлічних або пневматичних циліндрів.

Схема сил і моментів, що діють в цьому випадку, надана на рис. 5.1. Активний момент, діючий на заготовку, імітується силою  $P$ , докладеною на відстані  $L$  від осі заготовки. Цьому моменту протидіють сили тертя, які діють на поверхнях контакту заготовки з призмою (плече сили тертя  $r = d/2$ ).

Беручи до уваги, що затискаючий стрижень не сполучений жорстко з корпусом пристрою, силою тертя в точці контакту стрижня з деталлю нехтуємо. Умова статичної рівноваги деталі буде мати вигляд

$$k \sum M_{\text{акт } OX} - \sum M_{\text{пр } OX} = 0,$$

де

$$\sum M_{\text{акт } OX} = P \cdot L;$$

$$\sum M_{\text{пр } OX} = 2T \cdot r.$$

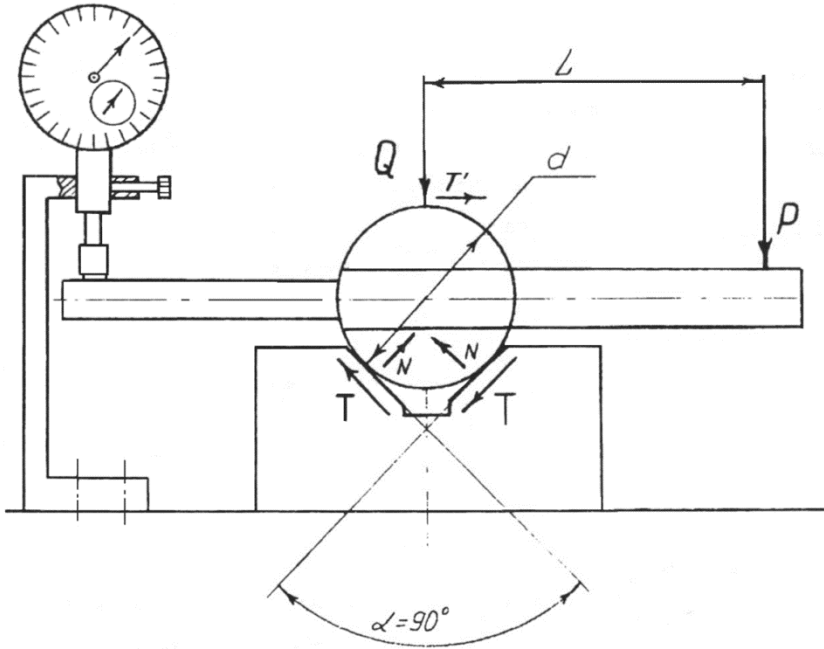
Підставимо отримані значення в початкове рівняння.

$$k \cdot P_z \cdot L - 2T \cdot r = 0,$$



де

$$T = f \cdot N.$$



$$L = 125 \text{ мм}; d = 30 \text{ мм}$$

Рисунок 5.1 – Схема дії сил

$N$  – сила нормального тиску

$$N = \frac{W}{2 \sin^{\alpha/2}}.$$

Тоді

$$k \cdot P \cdot L - 2f \frac{W}{2 \sin^{\alpha/2}} \cdot r = 0;$$

або

$$f \frac{W}{\sin^{\alpha/2}} \cdot r = k \cdot P \cdot L,$$

Звідки

$$W = \frac{k \cdot P \cdot L \cdot \sin^{\alpha/2}}{f \cdot r}. \quad (5.1)$$

Значення коефіцієнта запасу  $k$  залежно від конкретних умов виконання операції і способу затиску заготовки визначається за формулою

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (5.2)$$

де

$$k_0 = 1,8.$$

Решту коефіцієнтів приймемо за методкою викладеною на стор. 26. - 28.

### 5.3 Завдання для підготовки до лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи студент повинен підготувати бланки звіту встановленої форми, накреслити схему установки заготовки на призму у разі нежорсткого затискного пристрою і перевірити наявність необхідних приладів та інструментів.

### 5.4 Контрольні питання

1. Які основні чинники та умови враховуються при визначенні теоретичного коефіцієнта запасу закріплення?
2. Який принцип лежить в основі методики визначення сил закріплення?
3. Від яких величин залежить дійсна сила закріплення?
4. Поясніть характер впливу зусилля закріплення і шорсткості поверхні заготовки на дійсний коефіцієнт запасу закріплення.

## 5.5 Обладнання, прилади й інструменти

Експериментальний стенд (рис. 5.2).

Заготовка.

Індикатори з ціною поділки 0,01 мм (3 шт.).

## 5.6 Вказівки з техніки безпеки

1. Перед початком роботи перевірте положення рукоятки розподільного крана. Вона повинна знаходитися в нейтральному (середньому) положенні.

2. При закріпленні і відкріпленні заготовки стежте за тим, щоб пальці не знаходилися в робочій зоні пристроїв.

3. При проведенні експериментів заготовки повинні знаходитися на спеціальній підставці.

## 5.7 Порядок виконання роботи

1. Встановити чисельні значення крутильного моменту, що діє на заготовку, в межах 10... 25 Нм.

2. Визначити силу, імітуючу момент, за формулою

$$P = M/L$$

3. Визначити силу затиску заготовки за формулами (5.1, 5.2). Коефіцієнт тертя при цьому брати в межах 0,16... 0,18. Початкові дані занести до табл. 5.1. Беручи до уваги, що сила  $W$  забезпечується тиском штока пневмокамери на динамометр 1 (рис. 5.2), визначити кількість поділок індикатора динамометра, необхідних для створення зусилля  $W$  (1 поділка індикатора 136 Н).

4. Встановити заготовку 6 на призму так, щоб більший важіль торкався динамометра 3, що визначає момент прокрутки заготовки.

5. Встановити шкалу індикаторів 4 і 5 на нульову відмітку. Включити подачу стислого повітря і за допомогою гвинта на регуляторі тиску забезпечити на індикаторі 5 кількість поділок, відповідних розрахунковому зусиллю затиску  $W$ .

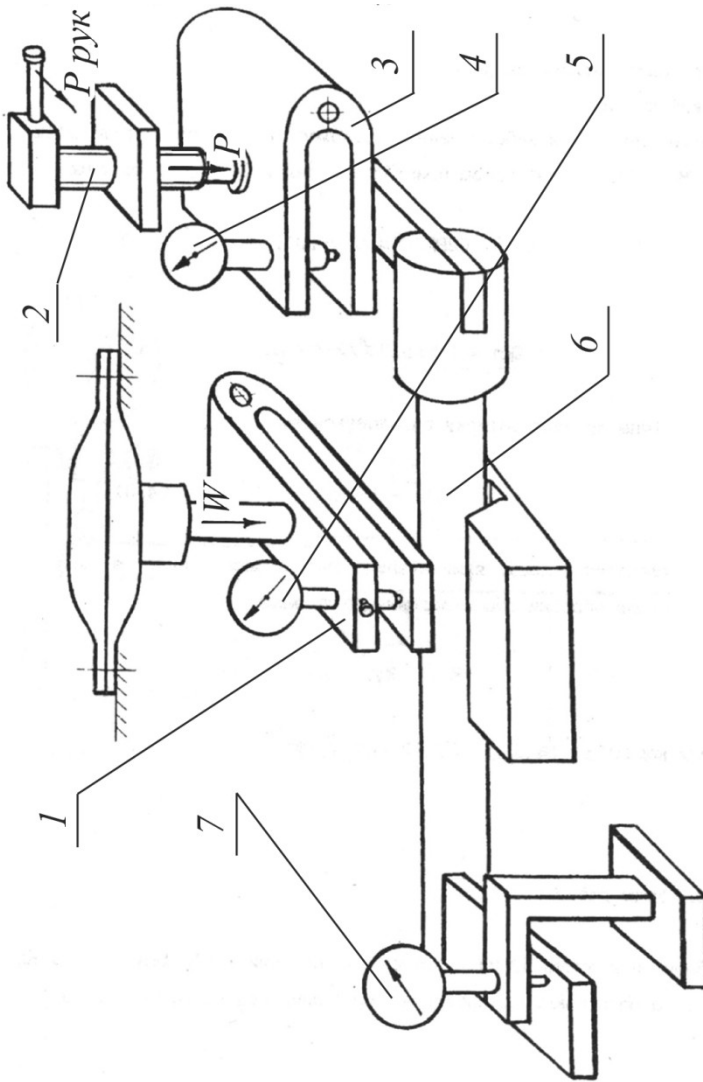


Рисунок 5.2 – Принципова схема стенда

6. Плавно обертаючи гвинт 2, шляхом тиску на динамометр 3 встановити дійсне зусилля  $P_d$ , при якому заготовка повернеться відносно осі. Момент прокручування заготовки фіксується по індикатору 7, стрілка якого в цей час переміститься на 2-3 поділки. Занести до таблиці 5.1 показання індикатора.

Таблиця 5.1 – Результати досліджень

Отримані дані	Номер досліду				
	1	2	2	4	5
Крутильний момент, Н·мм					
Розрахункова сила затиску $W$ , Н					
Показання індикатора сили затиску					
Показання індикатора дійсної сили $P_d$					
Дійсна сила $P_d$ , Н					
Дійсний коефіцієнт запасу сили затиску $k_d$					

7. Розрахувати дійсне зусилля  $P_d$ , беручи до уваги, що одна поділка індикатора 4 відповідає зусиллю 4,95 Н, тобто:

$$P_d = 4,95 n ,$$

де  $n$  - число сотих поділок індикатора 4.

Значення  $P_d$  занести до табл. 5.1.

8. Повторити досліди для решти значень моменту  $M_p$ .

9. Визначити дійсний коефіцієнт запасу зусилля затиску і занести його в табл. 5.1.

$$k_d = \frac{P_d}{P}$$

10. Побудувати графік залежності коефіцієнтів запасу розрахункового  $k$  і дійсного  $k_d$  від сили затиску (мал. 5.3).

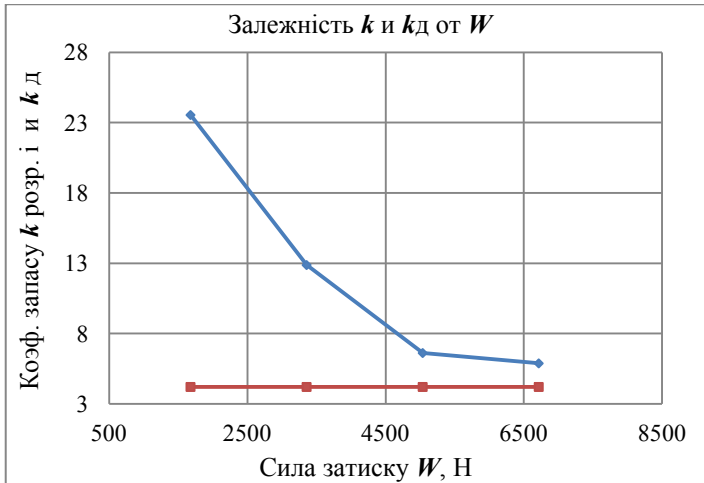


Рисунок 5.3 – Графік залежності  $k$  і  $k_d$  від  $W$

11. Зробити висновки за результатами експериментів і здати звіт викладачеві.

### 5.8 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи складається з:

- мета роботи;
- розрахункові схеми;
- таблиці результатів експериментальних дослідів;
- графічні залежності;
- висновки.

### 5.9 Рекомендована література

- Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. - М.: Машиностроение, 1975. - 656с.
- Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1971. - 288с.
- Фираго В. П. Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. - М.: Машиностроение, 1973. - 468с.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6**

### **ЗАХВАТНІ ПРИСТРОЇ РОБОТІВ І МАНІПУЛЯТОРІВ**

#### **6.1 Мета роботи**

Вивчити типові конструкції захватних пристроїв для деталей типу корпус, вал, деталей типу диск тощо.

Проаналізувати типову пневматичну конструкцію для захоплення деталей типу вал, ознайомитися з деталями цієї конструкції, розрахувати й дослідити сили захоплення залежно від конструкції губок ЗП (2-,3-,4-х точковий контакт із заготовкою).

Експериментально перевірити сили захоплення заготовок, виконати їх порівняльний аналіз з розрахунковими даними і зробити висновки за наслідками роботи.

#### **6.2 Теоретичні відомості**

При створенні автоматизованих верстатних систем із використанням промислових роботів технологічне оснащення необхідно вибирати з урахуванням точності встановлення заготовки і надійності роботи всієї системи. Захватні пристрої (ЗП) є частиною технологічного оснащення, що безпосередньо зв'язує робот з пристроєм верстата.

Конструкції захоплюючих пристроїв можуть бути двох виконань: змінні і швидкозмінні, які, у свою чергу, можуть виготовлятися вузкодіапазонні або широкодіапазонними.

Вантажопідйомність ЗП повинна відповідати наступному ряду [2], кгс: 0,63; 1,25; 2,50; 5,00; 10,00; 20,00; 40,00; 80,00; 160,00; 250,00; 500,00; 1000,00.

Найбільші розміри захоплюваних поверхонь також повинні відповідати одному із значень наступного ряду (D, L), мм: 4, 12, 32, 63, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500. Тут D, L - габаритні розміри заготовок (відповідно діаметр і довжина).

Вузкодіапазонні ЗП при переналадці повинні володіти можливістю захоплення поверхонь з розмірами, що включають сусідні менші значення вказаного ряду.

Широкодіапазонні ЗП повинні охопити відповідні межі без переналадки.

Конструкції й основні приєднувальні розміри гнізд для кріплення швидкозмінних і змінних ЗП повинні відповідати галузевим нормам і конструкціям робіт.

Конструктивне виконання ЗП залежать від форми, габаритних розмірів і маси заготовок.

Приводи ЗП різноманітні: пневматичні, гідравлічні, вакуумні, електромагнітні, електромеханічні. Перевага надається пневмоприводам.

Основні вимоги до ЗП: безвідмовність в роботі; надійне утримання заготовки в процесі завантаження; висока точність позиціонування.

Дослідження проводяться на захватному пристрої з пневмо-клино-важільним приводом, що має змінні губки різних конструкцій.

Виходячи з умови рівноваги поршня пневмоциліндра (рис. 6.1), можна записати

$$P_{ни} = \frac{\pi D_{ни}^2}{4} p_e \eta - (T_{ни} + T_{шт} + P_{пр}), \quad (6.1)$$

де  $T_{ни}$  – сила тертя поршня. При ущільненні манжетою шириною  $b$  (рис. 6.2)

$$T_{ни} = D_{ни} \cdot b \cdot \pi \cdot p_e \cdot f_1, \quad (6.2)$$

$f_1$  – коефіцієнт тертя в парі сталь - манжета  $T_{шт}$  – сила тертя на штоці,  $P_{пр}$  – сила поворотної пружини

$$P_{пр} = \kappa(T_{ни} + T_{шт}), \quad (6.3)$$

де  $\kappa$  – коефіцієнт запасу жорсткості пружини,  $\kappa = 1,2$ .

Отже

$$P_{пр} = 1,2 T_{ни},$$

тоді

$$P_{ни} = \frac{\pi D_{ни}^2}{4} p_e \eta - 2,2 T_{ни}. \quad (6.4)$$

Переходимо до клинового механізму (рис. 6.3) з двохкосим клином з кутом при вершині  $\alpha$  [3, с.180]:



$$P_{nuu} = 2W \tan\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_{np}\right),$$

звідки

$$W = \frac{P_{nuu}}{2 \tan\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_{np}\right)}, \quad (6.5)$$

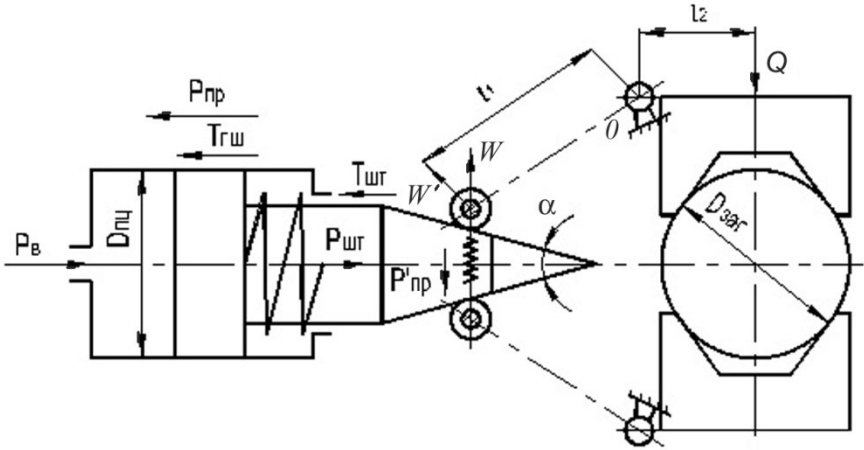


Рисунок 6.1 – Розрахункова схема захватного пристрою

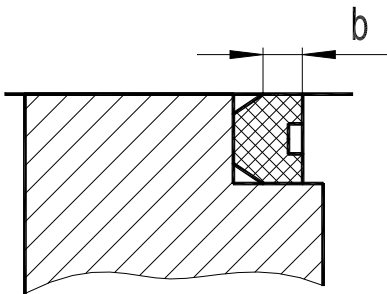


Рисунок 6.2 – Ескіз манжети

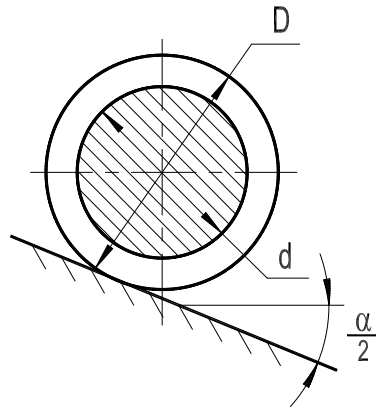


Рисунок 6.3 – Клиновий механізм

де

$$\varphi_{np} = \frac{d}{D} \varphi; \quad \varphi = \arctg f_2;$$

$d$  – діаметр осі ролика;  $D$  – діаметр ролика;  $f_2$  – коефіцієнт тертя ковзання на осі ролика.

Розглянемо систему (рис 6.4) важеля з урахуванням пружини силового контакту  $P'_{np}$ .

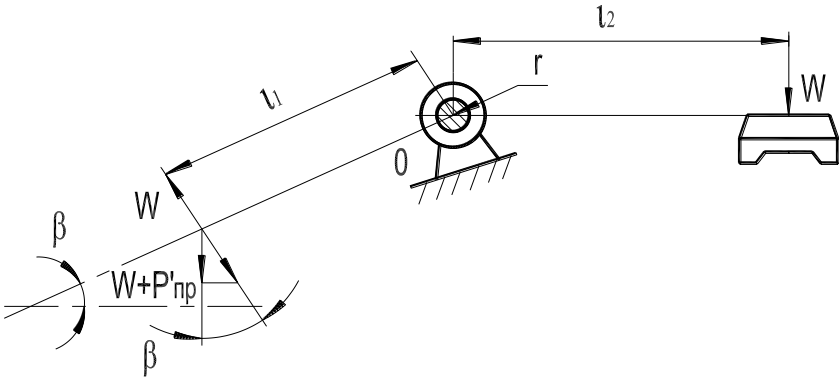


Рисунок 6.4 – Схема важільно системи

Виходячи з умови рівноваги важільної системи, можна записати [3, стор.173]:

$$W'(l_1 - r f_3) = Q(l_2 + r f_3), \quad (6.6)$$

де  $f_3$  – коефіцієнт тертя в опорі важеля, звідки

$$W' = \frac{W - P'_{np}}{\cos \beta}.$$

Тоді

$$Q = \frac{(W - P'_{np})(l_1 - r f_3)}{\cos \beta (l_2 + r f_3)}. \quad (6.7)$$

Підставивши у формулу (6.5) вираз (6.4), а потім (6.2), отримаємо

$$W = \frac{\frac{\pi D_{нц}^2}{4} p_{\epsilon} \eta - 2, 2 D_{нц} b \pi p_{\epsilon} f_1}{2 \tan\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_{np}\right)}.$$

Підставивши останній вираз в (6.7), отримаємо

$$Q = \left( \frac{\frac{\pi D_{нц}^2}{4} p_{\epsilon} \eta - 2, 2 D_{нц} b \pi p_{\epsilon} f_1}{2 \tan\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_{np}\right)} - P'_{np} \right) \frac{(l_1 - r f_3)}{\cos \beta (l_2 + r f_3)},$$

або

$$Q = \left( \frac{\frac{D_{нц}^2}{4} \eta - 2, 2 D_{нц} b f_1}{\pi p_{\epsilon} \tan\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_{np}\right)} - P'_{np} \right) \frac{(l_1 - r f_3)}{\cos \beta (l_2 + r f_3)}. \quad (6.8)$$

Якщо при проведенні експериментів необхідно врахувати зміни жорсткості пружини  $P_{np}$ , то дані вирази можна перетворити в наступний:

$$Q = \left( \pi p_{\epsilon} \frac{\left( \frac{D_{нц}^2}{4} \eta - 2, 2 D_{нц} b f_1 \right) - P_{np}}{2 \tan\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_{np}\right)} - P'_{np} \right) \frac{(l_1 - r f_3)}{\cos \beta (l_2 + r f_3)}. \quad (6.9)$$

### 6.2.1 Визначення жорсткості поворотної пружини

Для даної конструкції захватного пристрою вибрана циліндрична пружина стискання, що має наступні параметри:

$$d = 3 \text{ мм};$$

$$B = 36 \text{ мм};$$

$$t = 12,2 \text{ мм};$$

$$H_0 = 64 \text{ мм};$$

$$F_2 = 25 \text{ мм};$$

$$F_1 = 20 \text{ мм};$$

$$P = 72 \text{ Н при тиску повітря } 0,5 \text{ МПа.}$$

Тоді,  $P_{np}$  при тиску повітря в межах 0,1...0,5 МПа матиме значення, занесені до табл.6.1:

Початкові дані для розрахунку сили затиску

$$\begin{aligned}
 D_{нц} &= 650 \text{ мм}; & b &= 2 \text{ мм}; & f_1 &= 0,3; & \alpha &= 15^\circ; \\
 d &= 8 \text{ мм}; & D &= 22 \text{ мм}; & f_2 &= 0,18; & \varphi_{np} &= 0,364; \\
 \arctg f_2 &= 3^\circ 42'; & P'_{np} &= 5 \text{ Н}; & l_1 &= 44 \text{ мм}; & l_2 &= 80 \text{ мм}; \\
 r &= 4 \text{ мм}; & f_3 &= 0,18; & \beta &= 20^\circ.
 \end{aligned}$$

Теоретичні значення сил затиску  $Q$  розраховуємо за формулою (6.9), враховуючи експериментальні значення жорсткості зворотньої пружини ( див. табл.6.1) залежно від тиску  $P_v$ . Результати наведених розрахунків з урахуванням всіх характеристик даного пневмо-клино-важільного захватного пристрою наведені в табл.6.1.

Таблиця 6.1 – Результати розрахунків та дослідів

$P_v$ , Мпа	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
$P_{np}$ , Н	14	22	29	38	45	50	58	65	72
$Q$ , Н	367,5	551,2	736	918	1104	1292	1476	1661	1846
Показання індикатора дійсної сили $Q_d$									
Дійсна сила $Q_d$ , Н									

Наведені теоретичні значення сил затиску необхідно порівняти з експериментальними, отриманими на лабораторному стенді.

### 6.3 Завдання для підготовки до лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи студент повинен вивчити справжню інструкцію, підготувати бланки звіту встановленої форми, накреслити розрахункову схему захватного пристрою, перевірити наявність необхідних приладів та інструментів, підготувати обладнання для проведення роботи, ознайомитися з роботою захватного пристрою.

#### 6.4 Контрольні питання

1. Які основні вимоги пред'являються до захватних пристроїв?
2. Які переваги мають захватні пристрої з пневмоприводом перед іншими?
3. За рахунок яких чинників спостерігається відхилення експериментальних даних від розрахункових?

#### 6.5 Обладнання, прилади й інструменти

Експериментальний стенд (рис. 6.5) складається з типової пневматичної системи підведення повітря: трубопроводу 1, кран подачі стислого повітря 2, вологовідділювача 3, редуційного клапана з манометром 4, масельнички 5, розподільного пристосування 6, а також захватного пристрою 7 і динамометра 8.

Конструкція захватного пристрою відповідає принциповій схемі, зображеній на рис.6.1. Сили затиску вимірюються механічним динамометром з ціною поділки 0,01 мм – 6 Н.

#### 6.6 Вказівки з техніки безпеки

1. При підготовці до проведення експерименту переконайтеся в надійності закріплення пристрою.
2. Перевірте пневматичну систему на герметичність. Витік повітря не допускається.
3. Будьте уважними при роботі з динамометром. Не допускайте поломки індикатора.

#### 6.7 Порядок виконання роботи

1. Навести принципову схему ЗП і отримати формулу для визначення  $Q$ .
2. Розрахувати  $Q$  за формулою (6.9) при зміні тиску повітря в системі від 0,1 до 0,5 МПа.
3. Проаналізувати теоретичні й експериментальні дослідження.
4. Побудувати графік залежності  $Q$  від тиску повітря  $P_v$  (розрахунковий і експериментальний).
5. Зробити висновки.

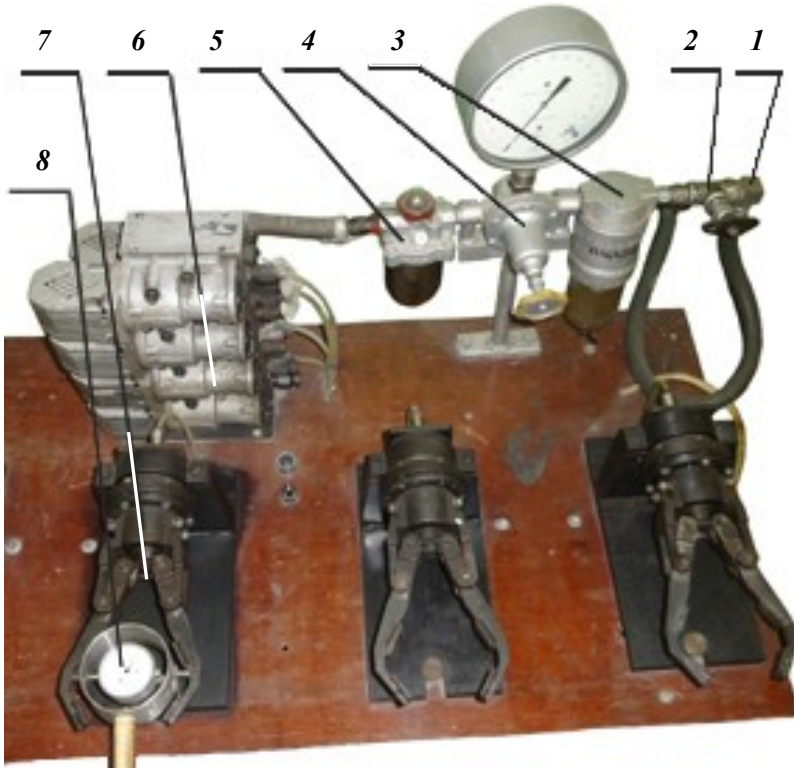


Рисунок 6.5 – Експериментальний стенд

### 6.8 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи включає.

- а) мету роботи;
- б) необхідні розрахункові схеми;
- в) таблицю для занесення експериментальних даних;
- г) висновки.

### 6.9 Рекомендована література

1. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы: Справочник. - М.: Машиностроение, 1983. - 374 с.
2. Конструктивное исполнение захватных устройств промышленных роботов для металлорежущих станков. - М.: ЭНИМС, 1979. - 36 с. 52
3. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. - М.: Машиностроение, 1979. - 300 с.
4. Ануриев В.И.: Справочник конструктора-машиностроителя.- М.: Машиностроение, 1967. - 688 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

### ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВОК, ВСТАНОВЛЕНИХ НА ОПРАВКУ З ГІДРОПЛАСТМАСОЮ

#### 7.1 Мета роботи

Експериментально перевірити коефіцієнт запасу закріплення заготовки (деталі) на розтискній оправці з гідропластмасою. Коефіцієнт запасу затиску заготовки визначити порівнянням заданого і дійсного моментів сил тертя.

#### 7.2 Теоретичні відомості

Пристроями в машинобудуванні називають допоміжні механізми, використовувані при механічній обробці, складанні й контролі виробів.

Пристрої, робочі й контрольні інструменти, разом узяті, називають технологічним оснащенням, причому пристрої є найбільш складною її частиною. Сучасне механо-складальне виробництво має в своєму розпорядженні великий парк пристроїв, причому 80-90% загального парку пристроїв складають верстатні пристрої, вживані для установлення та закріплення оброблюваних заготовок.

Залежно від масштабу виробництва і технологічних чинників верстатні пристрої за призначенням і конструкцією пристрою поділяють на групи:

- універсальні, призначені для оснащення виробництва різно-типних деталей в межах певного діапазону габаритних розмірів;
- переналагоджувані, призначені для оснащення виробництва деталей певного типу або типових операцій за деталями декількох споріднених типів;
- спеціальні, призначені для оснащення однієї конкретної операції оброблюваної деталі.

Використання пристроїв сприяє підвищенню продуктивності і точності обробки, складанні й контролю; полегшенню умов праці, підвищенню безпеки роботи; розширенню технологічних можливостей обладнання тощо.



Застосування швидкодіючих і автоматизованих пристроїв з керуючими і транспортуючими устроями – один з ефективних напрямів автоматизації технологічного процесу.

Заготовки встановлюються на розтискні оправки з гідропластмасою по внутрішніх базуючих поверхнях, оброблених з точністю Н7 – Н8.

Оправки з гідропластмасою забезпечують точність базування 0,005...0,01 мм.

Базування і закріплення заготовки проводиться за допомогою пружної втулки, яка розтискається зсередини гідропластмасою. Для надійного закріплення заготовки гідропластмаса повинна бути стиснута до певного тиску (стиснення забезпечується плунжером від гвинта, пневмоциліндра або іншого силового вузла). Товщина розтискної частини тонкостінної втулки приймається 0,03...0,05 її радіусу.

Надійність закріплення заготовки на оправці залежить від сили тертя по циліндровій поверхні сполучення оправки і базового отвору заготовки, що створюється тиском гідропластмаси, необхідного для міцного утримання заготовки на оправці.

Розрахункова схема гідропластмасового затиску показана на рис. 7.1.

Зсередини на втулку діє гідростатичний тиск  $P$ , в місцях зачепа – момент  $M_0$ , віднесений до одиниці довжини кола, і рівномірно розподілена поперечна сила  $Q_0$  – навантаження на одиницю довжини.

Тиск  $P$  гідропластмаси, необхідний для міцного закріплення заготовки, визначається за формулою [1, с.98]:

$$P = \frac{Q}{2\pi r L \psi} + \frac{\Delta E h j}{r^2 \gamma}. \quad (7.1)$$

Ця формула придатна для розрахунку довгих і коротких втулок, її перший член виражає тиск, необхідний для передачі моменту сил тертя, а другий – тиск, потрібний на деформацію втулки для вибору радіального зазору. Якщо оправка з гідропластмасою використовується тільки для базування (у контрольних пристроях), то при визначенні гідростатичного тиску  $P$  враховується тільки другий член формули.

У формулі (7.1):

$Q$  – приведена сила на поверхні сполучення облямовування – базовий отвір заготовки, який знаходять по передаваному оправкою моменту  $M_{об}$ :

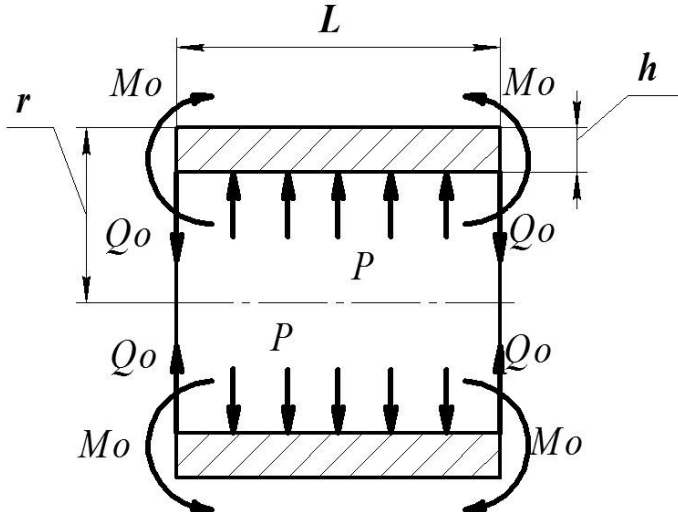


Рисунок 7.1 – Разрахункова схема

$$Q = \frac{kM_0 b}{rf} ; \quad (7.2)$$

$k$  – коефіцієнт запасу;

$r$  – радіус зовнішньої поверхні втулки, мм;

$f$  – коефіцієнт тертя на поверхнях;

$L$  – довжина тонкостінної частини втулки сполучення (без буртів), мм;

$E$  – модуль пружності матеріалу втулки;

$\psi$  – коефіцієнт, залежний від відношення  $h/r$  і  $L/r$  визначається по [1, табл. 13, с. 99];

$\Delta$  – найбільший радіальний зазор між втулкою і заготовкою (деталлю);

$h$  – товщина втулки, мм;

$j$  – коефіцієнт, що визначається за формулою

$$\frac{1}{j} = 0,85 + 0,15 \frac{r_1^2}{R^2} ; \quad (7.3)$$

$r_1$  – радіус внутрішньої поверхні тонкостінної частини втулки,  
мм;

$R$  – радіус внутрішньої поверхні посадочного буртика втулки,  
мм;

$\gamma$  – коефіцієнт, визначуваний за [1, мал. 55, с. 99].

Коефіцієнт  $j$  визначається в межах 1,082..1,042 (при відношенні  $r_1/R = 0,8$ ,  $j = 1,06$ ).

Значення  $\alpha$  [1, рис. 55, стор. 99] знаходимо за формулою:

$$\alpha = \frac{KL}{2},$$

де

$$K = \frac{1,28}{\sqrt{r \cdot h}}$$

За гідростатичним тиском  $P$ , розрахованим за формулою (7.1), визначається сила на плунжері діаметром  $d$ :

$$N = P \frac{\pi d^2}{4}.$$

7.1.1 Дані для розрахунку тиску гідропластмаси  $P$  і сили на плунжері  $N$  гідропластмасової оправки

Зовнішній діаметр розтискної втулки оправки  $r = 39$  мм.

Діаметр плунжера оправки  $d = 12$  мм.

Довжина тонкостінної частини втулки  $L = 55$  мм.

Товщина стінок втулки  $h = (0,03 - 0,05) r$  мм.

Найбільший радіальний зазор між втулкою і базовою поверхнею заготовки  $\Delta = 0,03$  мм.

Модуль пружності матеріалу втулки  $E = 2,1 \cdot 10^5$  МПа.

Коефіцієнт запасу сили закріплення

$$k = k_0 * k_1 * k_2 * k_3 * k_4 * k_5 * k_6 ;$$

$k_0 = 1,5$ ; дані для визначення  $k_2$  наведені в табл.3.1.

Коефіцієнт тертя  $f = 0,16$ .

Коефіцієнт  $\psi$ , залежний від відносин  $h/r$  і  $L/r$ , для даної конструкції  $h/r = 0,02$ ,  $L/r = 1,41$ , тоді приймаємо за [1, табл. 13, стор.99]  $\psi = 0,75$ .

Коефіцієнт  $j$  для даної конструкції оправки  $j = 1,06$ .

Коефіцієнт  $\gamma = 1$ . Визначається за [1, графік, стор.99].

Значення  $\alpha$  при  $\gamma = 1$  знаходимо за [1, графік, стор.99].

Коефіцієнт Пуассона  $\mu = 0,25 \dots 0,3$ .

Механічні властивості й допустимі напруження легованої конструкційної сталі 30ХГС після термообробки:

- межа міцності при розтягуванні  $\sigma_b = 1500$  МПа;
- межа текучості  $\sigma_T = 1300$  МПа;
- допустимі напруження при розтягуванні  $[\sigma_p] = 510$  МПа.

Примітка. Термообробка – гартування з охолодженням в маслі, середнє значення твердості  $HRC$  46.

Затискні втулки (оправки) з гідропластмасою по прийнятих розмірах перевіряють на міцність. Виготовляють їх з вуглецевої сталі У7А або 30ХГС.

Нормальні напруження у вісьовому перетині:

$$\sigma_1 = \frac{\Delta E}{r}. \quad (7.4)$$

Напруга в місці заділу оболонок від дії моменту  $M_0$ :

$$\sigma_2 = \frac{6M_0}{h^2}. \quad (7.5)$$

Момент  $M_0$  знаходимо за формулою

$$M_0 = \frac{P}{2\beta^2}, \quad (7.6)$$

де

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1 - \mu^2)}{r^2 h^2}},$$

де  $\mu$  – коефіцієнт Пуассона матеріалу втулки [2, стор. 62].

Дотична напруження від передачі моменту  $M$  на заготовку:

$$\tau = \frac{M}{W_p}, \quad (7.7)$$

де  $W_p$  – полярний момент опору втулки при крученні

$$W_P = (D^4 - d^4) \frac{1}{D}.$$

Тут  $D$  і  $d$  - зовнішній і внутрішній діаметри втулки.

Еквівалентне напруження в перетині заділки втулки визначається за формулою:

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\sigma_2^2 + 3\tau^2}.$$

Зазвичай  $\sigma_{\text{ЭКВ}}$  в 1,5-2 рази більше  $\sigma_1$ . Для їх зменшення доцільно перехід від тонкої стінки до буртика здійснювати галтеллю радіусом (1,5... 2) $r$ .

Необхідно також перевірити напруження у втулці при її розширенні під гідростатичним тиском  $P$  без надітої заготовки (деталі), що може бути при неувважному обслуговуванні пристрою-оправки. Ця напруга визначається за формулою

$$\sigma_1 = \frac{Pr}{h}. \quad (7.8)$$

Напруження, знайдене за формулою (7.8), не повинне перевищувати 0,7 межі текучості матеріалу втулки [2, стор. 90], інакше збільшують значення  $h$  і повторюють розрахунок.

Діаметр зовнішньої поверхні оправки зазвичай виконують за 6-7 квалітетами, а гарантований зазор для посадки на оправку беруть 0,01...0,03 мм. За цих умов напруження в матеріалі оболонки втулки не перевищують допустимі. Для забезпечення високої точності центрування товщина оболонки повинна бути однаковою, різностінність не повинна перевищувати 0,05 мм.

### 7.3 Завдання для підготовки до лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи студент повинен вивчити інструкцію, підготувати бланк звіту встановленої форми, накреслити розрахункову схему оправки, перевірити наявність необхідних приладів та інструментів, підготувати обладнання до проведення роботи, ознайомитися з роботою оправки з гідропластмасою.

Для запису результатів експериментальної частини роботи підготувати таблицю (див. табл.7.1).

#### 7.4 Контрольні питання

1. У якій групі верстатних пристроїв використовуються оправки з гідропластмасою?
2. Яка конструктивна особливість гідропластмасової оправки?
3. Для яких цілей і коли застосовують оправки з гідропластмасою?
4. Яку точність базування забезпечують оправки з гідропластмасою?
5. З якою точністю повинні бути оброблені внутрішні базуючі поверхні деталей (заготовок), що встановлюються на оправку?
6. За якою формулою розраховується тиск гідропластмаси для міцного закріплення заготовки?
7. Що виражає перший член формули для розрахунку гідростатичного тиску?
8. Що виражає другий член формули для розрахунку гідростатичного тиску?
9. Як визначити приведену силу на поверхні сполучення втулка – базовий отвір заготовки?
10. Як визначити силу на плунжері гідропластмасової оправки?
11. З якого матеріалу виготовляють затискні втулки гідропластмасових оправок?
12. Як визначається дійсний момент зрушення заготовки?
13. Як визначається дійсний коефіцієнт запасу закріплення заготовки?
14. По якій посадці встановлюється базовим отвором заготовка на оправку з гідропластмасою?
15. Який характер зміни дійсного коефіцієнта запасу закріплення від моментів Мзр і Моб?

#### 7.5 Обладнання, прилади й інструменти

Спеціальний стенд з гідропластмасовою оправкою.  
Зразок заготовки.  
Індикатори – 2 шт.

#### 7.6 Вказівки з техніки безпеки

1. Перед виконанням експериментальної частини роботи зверніть увагу на надійність установки і закріплення стенду.

2. При виконанні дослідів стежте, щоб пальці не попадали в зазори між нажимними елементами стенду, заготовкою й оправкою.

### 7.7 Порядок виконання роботи

Коефіцієнт закріплення заготовки (деталі) на оправці з гідропластмасою експериментально визначається на спеціальному стенді (рис.7.2).

Заготовка у вигляді втулки 4 встановлюється на оправку з гідропластмасою. За допомогою гвинта 1 через динамометр 2 на плунжер 3 задається сила  $N$ , що створює тиск  $P$  на гідропластмасу, внаслідок чого заготовку закріплюють на оправці.

Після закріплення заготовки необхідно обернути її (зрушити) відносно оправки гвинтом 5 через динамометр 6. По динамометру 6 визначають силу зрушення, яка обернула затиснуту заготовку. Поворот заготовки фіксується індикатором.

Знаючи дійсну силу зрушення і розрахункову дотичну силу (залежно від моменту  $M_{об}$  за умови обробки), визначаємо момент зрушення  $M_{зр}$ , а потім коефіцієнт запасу закріплення

$$k_d = \frac{M_{зр}}{M_{об}}. \quad (7.9)$$

Для виконання роботи необхідно:

1. Розрахувати тиск гідропластмаси  $P$  і силу на плунжері  $N$  гідропластмасового затискання для заданої сили різання  $P_z$  або  $M_{об}$  за умови обробки (дані для розрахунку  $P$  і  $N$  приведені вище).

Задана сила різання  $P_z$  – 100 , 200 , 300 , 400, 500 Н.

$$M_{об} = P \cdot r, \quad (7.10)$$

де  $r$  - радіус облямовування,  $r = 39$  мм.

Результати розрахунку записати в табл.7.1;

2. Встановити заготовку на гідропластмасову оправку і закріпити її, доклавши отриману з розрахунку силу  $N$  на плунжер гвинтом 1 динамометра 2.

3. Налаштувати індикатор, що фіксує зрушення заготовки (оберт), встановити шкалу на нуль.

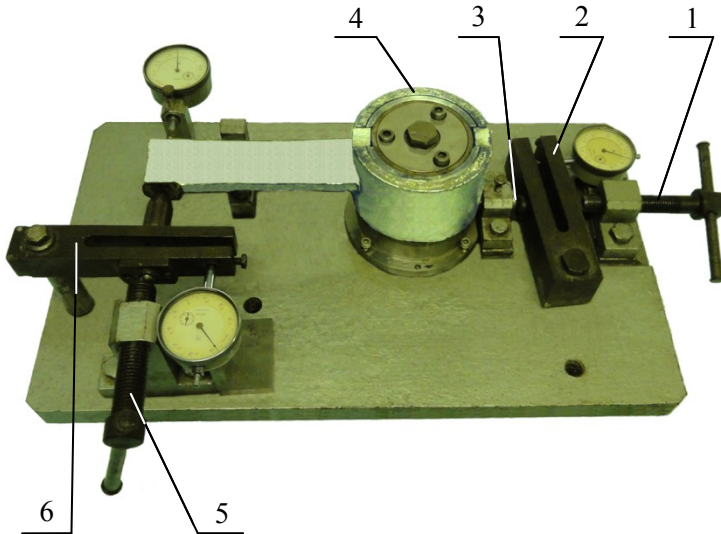


Рисунок 7.2 – Експериментальний стенд

4. Задати за допомогою гвинта 5 і динамометра 6 дотичну силу на заготовку до появи зрушення на 1 - 3 поділки за шкалою індикатора і визначити момент зрушення  $M_{зр} = P_{зр} R_{зр}$ , де  $R_{зр}$  - радіус зрушення 200 мм.

5. Повторити дослід 3-4 рази для кожного значення сили  $N$  плунжера гідропластмасового затискача (тобто для прийнятих в досліді значень  $P_z$  або  $M_{об}$ ). Кожен дослід повторювати після повного зняття сили затиску, щоб заготовка вільно оберталася.

6. Записати результати дослідів в табл. 7.1.

7. Визначити дійсний коефіцієнт запасу закріплення заготовки  $k_d$  (формула 7.9).

8. Порівняти прийнятий і дійсний коефіцієнти запасу закріплення заготовки і побудувати графік залежності моментів  $M_{зр}$  від  $M_{об}$ .

9. Зробити висновки.



Таблиця 7.1 - Результати дослідів

Задана сила $P$ , Н	100			200			300			400			500		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Крутячий момент $M_{об}$ , Н·мм	3900			7800			11700			15600			19500		
Приведена сила закріплення $Q$ , Н															
Розрахунковий тиск гідропластмаси, МПа															
Розрахункова сила на плунжері $N$ , Н															
Номер досліду	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Дійсний момент зрушення $M_{зр}$ , Н·мм															
Коефіцієнт запасу сили закріплення дійсний $K_d$															

### 7.8 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи включає:

- а) схему для розрахунку гідроластмасової оправки;
- б) розрахунок гідростатичного тиску  $P$  оправки;
- в) розрахунок сили на плунжері гідроластмасової оправки;
- г) перевірку (розрахунком) на міцність затискної втулки гідроластмасової оправки;
- д) таблицю результатів експериментальної частини роботи;
- е) графік залежності моментів  $M_{зр}$  від  $M_{об}$ ;
- ж) висновки.

### 7.9 Рекомендована література

1. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. - М.: Машиностроение, 1983. - С.42, 98.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. - Т.І. - М.: Машиностроение, 1978. - С.62, 90.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА N 8

### ТИПОВІ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЇВ ТА ДОПОМІЖНОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

#### 8.1 Мета роботи

Ознайомитися з різноманітними конструкціями пристроїв, основними деталями і вузлами, способами налаштування інструменту, а також з пристроями, призначеними для закріплення різального інструменту.

#### 8.2 Загальні відомості

Верстатним оснащенням називаються пристрої, призначені для закріплення заготовок при їх обробці на металорізальних верстатах.

Допоміжним інструментом називаються пристрої для закріплення ріжучого інструменту на металорізальних верстатах.

Основні вимоги, що пред'являються до верстатних пристроїв:

- надійне утримання заготовки в процесі обробки;
- забезпечення необхідної точності обробки;
- простота конструкції;
- максимальне використання стандартних і нормалізованих деталей і вузлів;
- зручне відведення стружки і мастильно-охолоджувальної рідини з робочої зони;
- забезпечення правил техніки безпеки при їх експлуатації.

Класифікація верстатних пристроїв:

1. За типом виробництва:
  - спеціальні, для масового і багатосерійного виробництва;
  - переналагоджувані, для серійного виробництва;
  - універсальні, для дрібносерійного, дослідного і ремонтного виробництв.
2. За типом металорізальних верстатів:
  - для токарних і круглошліфувальних верстатів;
  - для свердлувальних верстатів;
  - для фрезерних верстатів;
  - для зубообробних верстатів тощо.
3. За ступенем механізації й автоматизації:

- пристрої з ручним затиском (гвинтовим, ексцентриковим);
- пристрої з механізованим затиском (пневматичним, гідравлічним, електромагнітним тощо);
- пристрої для верстатів-автоматів і автоматичних ліній.

Конструкції верстатних пристроїв для багатосерійного і серійного виробництва можуть бути спеціальними і переналагоджуваними. В умовах серійного виробництва найбільш перспективними й економічно доцільними є конструкції нормалізованих, переналагоджуваних пристроїв. Найбільш поширеними з них є універсально-складальні (УСП), універсально-налагоджувальні (УНП), складально-розбиральні (СРП) і агреговані (АП) пристрої.

### **8.3 Завдання ндля підготовки до лабораторної роботи**

Підготувати пристрої й інструменти, використовувані в цій роботі.

### **8.4 Контрольні питання**

1. Основні відмітні особливості пристроїв різних типів верстатів.
2. Основні елементи пристроїв для базування.
3. Основні елементи і вузли пристроїв для закріплення заготовок.
4. Основні характеристики пристроїв з комплектів УСП.
5. Основні допоміжні інструменти для токарних, фрезерних і свердлувальних верстатів.
6. Поняття про взаємозамінні інструменти.
7. Пристрої, призначені для збільшення технологічних можливостей металорізальних верстатів.

### **8.5 Обладнання. прилади й інструменти**

Пристрої для токарних, шліфувальних, фрезерних, свердлувальних верстатів. Слюсарний інструмент.

### **8.6 Вказівки з техніки безпеки**

1. При розбиранні й складанні пристроїв користуйтеся стандартним інструментом.

2. При роботі з механізованим приводом стежте, щоб руки не знаходилися в зоні затискних елементів.

### **8.7 Порядок виконання роботи**

1. Ознайомлення з конструкціями пристроїв для:
  - токарних верстатів;
  - фрезерних верстатів;
  - свердлувальних верстатів;
  - шліфувальних верстатів.
2. Ознайомлення з конструкціями пристроїв з комплектів УСП-8, УСП-12.
3. Ознайомлення з пристроями для зміцнюючої обробки.
4. Ознайомлення з конструкціями допоміжного інструменту.

### **8.8 Рекомендована література**

1. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. - М.: Машиностроение. 1979. - 300с.
2. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособления. - М: Машиностроение. 1983. - 288 с.
3. Кузнецов Ю.И. Конструкции приспособлений для станков с ЧПУ. - М: Высшая школа. 1988. - 303 с.
4. Переналаживаемая технологическая оснастка. - М: Машиностроение. 1988. - 256 с.

Міністерство освіти і науки України  
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ «БЕРДЯНСЬКИЙ  
МАШИНОБУДІВНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
Національного університету «Запорізька політехніка»

Циклова комісія професійних дисциплін спеціальності 133

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ**

Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	133 Галузеве машинобудування
ОПП	Обробка матеріалів на верстатах і автоматичних лініях

2022р.

## **Вступ**

### ***Мета і завдання дисципліни, її взаємозв'язок з іншими дисциплінами.***

Вивчення предмету базується на знаннях отриманих при вивченні предметів загальноосвітнього, природничо-наукового та професійного циклів навчального плану спеціальності. Носить теоретичну та практичну направленість, відображає характерні особливості виробництва деталей машинобудівного виробництва. Дисципліна забезпечує зв'язок з прогресивними технологічними процесами, їх розробкою за допомогою електронно-обчислювальної техніки, гнучкими виробничими системами, механізацією, автоматизацією та роботизацією робіт, використанням комп'ютерної техніки при створенні устаткування, вирішуванні економічних питань, проблем підвищення надійності та якості виробів, їх елементів, питання охорони та гігієни праці, протипожежного захисту.

Практичні роботи мають технологічну направленість. Вивчивши предмет студенти повинні знати особливості виготовлення основних деталей, основні питання механічної обробки, особливості технологічних процесів, вміти користуватися технічними способами обробки деталей. Вміти проектувати та виконувати основні розрахунки при проектуванні технологічного оснащення для механічної обробки та технологічних процесів складання виробів.

Дисципліну "Технологічне оснащення" варто розглядати як спеціальну частину загального курсу "Технологія машинобудування" (технологічне оснащення є додатковими технологічними пристроями, які в значній мірі розширюють функціональні можливості технологічного обладнання). Вивчення дисципліни базується на знаннях з таких навчальних дисциплін:

- математика;
- фізика;
- нарисна геометрія та інженерна графіка;
- технологія конструкційних матеріалів;
- гідравліка;
- технічна механіка;
- основи обробки матеріалів та інструмент;
- металорізальні верстати та автоматичні лінії;
- технологія машинобудування.

### ***Роль і значення технологічної оснастки у виробничому процесі, перспективи її розвитку.***

До технологічної оснастки відносяться допоміжні змінні пристрої, що встановлюються на верстатах з метою розширення їхніх технологічних можливостей, установки та закріплення заготовок та інструменту, полегшення умов праці верстатника, підвищення продуктивності праці і точності обробки.

Застосування пристосувань дозволяє:

- усунути розмітку заготовок перед обробкою;
- підвищити точність обробки;
- знизити собівартість продукції;
- полегшити умови роботи і забезпечити її безпеку;
- розширити технологічні можливості обладнання;
- організувати верстатне обслуговування;
- застосувати технічно обґрунтовані норми часу;
- скоротити кількість робітників, потрібних для випуску продукції.

Часта зміна об'єктів виробництва, пов'язана з наростанням темпів технологічного процесу в епоху науково-технічної революції вимагає від технологічної науки і практики створення конструкцій і систем, засобів, методів їх розрахунку, проектування і виготовлення, що забезпечують неухильне скорочення термінів підготовки виробництва.

До пристроїв пред'являються цілий ряд принципово нових вимог, які визначені розширенням парку верстатів з ЧПУ, переналагодження яких на обробку нової заготовки зводиться до заміни програми і до заміни або переналаджуванні пристосування для базування і закріплення заготовки.

Вивчення закономірності впливу пристосування на точність і продуктивність виконуваних операцій дозволять проектувати пристосування, інтенсифікують виробництво і підвищують його точність. Проведена робота по уніфікації і стандартизації елементів пристосувань створила основу для автоматизованого проектування засобів з використанням електронно-обчислювальної техніки і автоматів для графічного зображення. Це призводить до прискорення технологічної підготовки виробництва.

Л. [2] с. 3...4

Л. [3] с. 3...4

## **Розділ 1. Верстатні пристрої і основи їх проектування**

### **Тема 1.1 Загальні відомості про пристрої, їх класифікація.**



### ***Основне призначення технологічного оснащення.***

Технологічне оснащення (ТО) – це пристрої або механізми, які доповнюють технологічне устаткування і служать для забезпечення безпеки праці робітника та підвищення продуктивності виконання технологічних операцій. ТО є сукупністю різального, вимірювального інструменту і пристосувань, використовуваних для базування, закріплення і контролю оброблюваних деталей на різному технологічному устаткуванні: металообробних верстатах, пресах, вимірювальних машинах й ін. Залежно від типу виробництва і призначення технологічного устаткування розрізняється і його оснащення.

### ***Основні вимоги до пристроїв.***

В процесі обробки різальний інструмент робить рух щодо заготовки, тому потрібне розташування поверхонь деталі можна забезпечити тільки в тому випадку, якщо заготовка буде займати певне положення в робочій зоні верстата.

Це положення досягається в процесі встановлення її в пристосуванні, тобто включає **базування** (надання заготовці потрібної положення відносно вибраної системи координат) і **закріплення** (додаток сил або пар сил для забезпечення сталості та незмінності положення заготовки, досягнутого при базуванні).

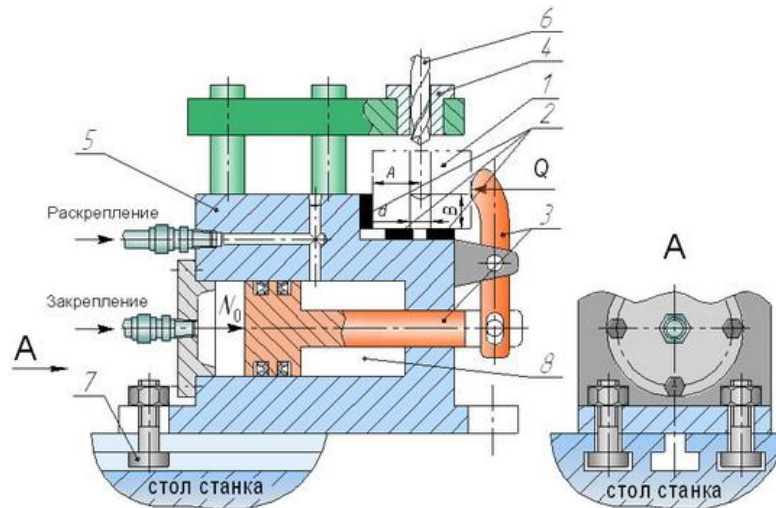
### ***Основні конструктивні елементи пристроїв, їх призначення.***

Самим розповсюдженим видом технологічної оснастки є верстатні пристосування для установки та закріплення заготовок.

Конструктивне виконання верстатних пристосувань цього типу передбачає наявність наступних основних частин:

1. Корпус - базовий найвідповідальніший елемент пристосувань, за допомогою якого всі деталі і пристрої пристосувань об'єднуються в єдине ціле.
2. Опорні елементи (опори) - служать для орієнтації заготовки в просторі та її базування при обробці.
3. Механізм закріплення - призначений для забезпечення надійного контакту базових поверхонь заготовок з установчими елементами пристосувань і запобігання зсуву заготовки при обробці.
4. Силовий пристрій - забезпечує дію затискних елементів на закріплювану заготовку із заданою силою і в певному напрямі.
5. Допоміжні механізми і пристрої - призначені для розширення технологічних можливостей, підвищення швидкодії пристосувань, зручності керування ними та обслуговування. До допоміжних відносять поворотні і ділильні пристрої з дисками і фіксаторами, різні

виштовхувачі, швидкодійні клеми, відкидні гвинти для кріплення відкидних елементів пристосувань, підйомні механізми та інші.



Основні частини пристосування:

1 - заготовка; 2 - опори; 3 - механізм закріплення; 4 – кондукторна втулка; 5 - корпус; 6 - свердло; 7 - кріпильний болт; 8 - силовий механізм; d, A, B - виконувані розміри; Q - сила закріплення;  $N_0$  - сила тиску.

### ***Класифікація пристроїв з різних ознак.***

Верстатні пристосування класифікують за різними ознаками.

**За цільовим призначенням** пристосування ділять на п'ять груп:

1. Верстатні пристосування для **установки та закріплення оброблюваних заготовок** (в залежності від виду механічної обробки підрозділяють на пристосування для токарних, свердлильних, фрезерних, шліфувальних, багатоцільових та інших верстатів). Ці пристосування здійснюють зв'язок заготовки з верстатом.

2. Верстатні пристосування для **установки та закріплення робочого інструменту** (їх називають також **допоміжним інструментом**) здійснюють зв'язок між інструментом і верстатом. До них відносяться патрони для свердел, розгорток, мітчиків; багатошпindelні свердлильні, фрезерні, револьверні головки; інструментальні державки, блоки і т. п.

З допомогою пристосувань зазначених вище груп здійснюють налагодження системи верстат - заготівля - інструмент.

3. **Складальні пристосування** використовуються для з'єднання сполучуваних деталей виробу, застосовують для кріплення базових деталей, забезпечення правильної установки з'єднувальних елементів виробу, попереднього складання пружних елементів (пружин, розрізних кілець) і ін.

4. **Контрольні пристосування** застосовують для перевірки відхилення розмірів, форми і взаємного розташування поверхонь, спряженні складальних одиниць і виробів, а також для контролю конструктивних параметрів, що виходять в процесі складання.

5. **Пристосування для захоплення, переміщення і перевероту важких, а в автоматизованому виробництві і ГПС і легких оброблених заготовок і виробів, що збираються.** Пристосування є робочими органами промислових роботів, вбудованих в автоматизованих виробництвах і в ГПС.

Всі описані групи пристосувань в залежності від типу виробництва можуть бути **ручними, механічними, напівавтоматичним і автоматичними**, а в залежності від ступеня спеціалізації - **універсальними, спеціалізованими і спеціальними**.

За технологічною ознакою розрізняють пристосування:

- свердлильні (близько 60 % всіх верстатних пристосувань);
- фрезерні (близько 30 % всіх верстатних пристосувань);
- токарні (близько 7 % всіх верстатних пристосувань);
- розточувальні;
- протяжні;
- зуборізні;
- шліфувальні та ін. за видами обробки.

Залежно від ступеня уніфікації і стандартизації у машинобудуванні та приладобудуванні відповідно до вимог Єдиної системи технологічної підготовки виробництва (ЕСТПВ), затверджено сім стандартних систем верстатних пристосувань:



**Універсально-безналадочні** пристосування (УБП) призначені для установки різних заготовок на постійні, регульовані, незнімні настановні елементи. До них відносяться: різні центри (жорсткі, рифлені, що обертаються), повідкові пристрою, затискачі, патрони різних типів, оправки, магнітні та електромагнітні плити. Конструкція цих пристроїв визначається стандартами.

**Універсально-налагоджувальні** пристрої (УНП) складаються з універсального базового агрегату і змінних налагоджувальних елементів. Базовими агрегатами служать стандартизовані на різних рівнях (стандарти державний, галузевий, підприємства) машинні лещата, скальчаті кондуктори, самоцентрувальні патрони з різними приводами, планшайби зі змінними елементами і інші пристосування.

Базова частина цих пристосувань являє собою складальну одиницю довготривалої дії в різних компоновках.

Налагодження пристосування для різних деталей здійснюють шляхом зміни настановних і затискних елементів, що монтуються на базовому агрегаті. УНП знайшли широке застосування в дрібносерійному та середньо-серійному виробництві, а також при груповому методі виготовлення деталей.

**Спеціалізовані налагоджувальні пристрої (СНП)** аналогічні УНП, але базовий агрегат у них не універсальний, а спеціалізований. СНП застосовують для установки заготовок різних розміри (в заданому діапазоні), близьких по конфігурації, з ідентичними схемами базування.

Для підвищення продуктивності застосовують багатомісні пристосування, що дозволяють змінювати заготовки поза робочої зони верстата.

СНП характерні для середньо-серійного виробництва.

**Універсально-збірні пристосування (УЗП)** компонують на стандартизованих плитах різних розмірів. В елементах УЗП передбачені взаємно перпендикулярні Т-образні пази. Фіксація елементів і вузлів, виготовлених з високим ступенем точності, здійснюється з допомогою шпонки, входить в шпонковий паз.

Можливість швидко і без додаткової підгонки збирати пристосування для оснащення різних операцій робить досить УЗП вигідними. При використанні конкретної компонування їх розбирають і використовують для інших компонувань в різних поєднаннях. УЗП доцільно застосовувати в дослідному, дрібносерійному, а при постановці на виробництво нової продукції і в середньо-серійному виробництві.

З допомогою УЗП багаторазово скорочують час виготовлення пристосувань, тобто час технологічної підготовки виробництва (ТПВ), а застосування нормалізованих гідравлічних, пневматичних, магнітних та інших пристроїв дозволяє застосовувати УЗП у велико-серійному виробництві. Час складання одного пристосування 2 - 4 ч.

**Універсально-збірні механізовані.** Також як і комплекти УЗП, універсально-збірні механізовані пристосування представляють собою набір уніфікованих елементів.

Відміна полягає у використанні при сполученні комплектів деталей без проміжкових сполук. Для кріплення деталей використовуються різьбові з'єднання. До складу комплектів включені механізовані складальні одиниці. Замість сітки пазів на поверхнях деталей виконана сітка отворів.

**Збірно-розбірні пристрої (ЗРП).** Оснащення операцій збірно-розбірними пристосуваннями складається з проектування та виготовлення змінних спеціальних наладок. Компонування (аналогічно УЗП) збирають із стандартних деталей і складальних одиниць, як спеціальні пристосування довгострокового застосування.

Ці пристосування знаходять широке застосування на різних токарних, фрезерних верстатах, у тому числі і з ЧПУ, в середньо-серійному і багатосерійному виробництві.

Доцільність застосування конкретної компоновки пристосування слід економічно обґрунтувати. ЗРП є різновидом УЗП.

**Нерозбірні спеціальні пристосування (НСП)** служать для оснащення конкретних операцій індивідуального і групового технологічних процесів. Вони забезпечують установку і закріплення однотипних за формою і конфігурації заготівель з ідентичними схемами базування.

НСП застосовують для обробки штучних заготівель, а також при паралельних, послідовних і паралельно-послідовних схемах обробки. Такі пристосування застосовують у велико-серійному і масовому виробництві.

Л. [1] с. 5...9

Л. [2] с. 8...11

***Презентація 1.1***

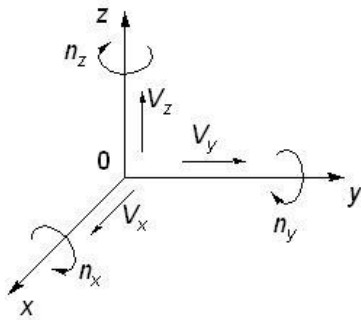
## Тема 1.2 Базування заготовок в верстатних пристроях.

### Основні положення і термінологія.

Термінологія заснована на ДСТУ 2232-93 (ГОСТ 21495-76) "Базування та бази в машинобудуванні. Терміни та визначення".

**База** - поверхня або поєднання поверхонь, вісь, лінія, точка, що належать заготовці чи деталі і використовуються для базування.

**Базування** - надання заготовці відповідного положення в системі координат металорізального верстата, необхідного для виконання заданої частини технологічного процесу (операції).



Шість ступенів свободи твердого тіла: три переміщення вздовж осей X, Y, Z і три повороту навколо осей X, Y, Z.

Для базування заготовки або деталі, її необхідно позбавити 6-ти ступенів свободи.

### Класифікація баз (ГОСТ 21495-76).

#### А. За призначенням

Конструкторська:

- основна \_\_\_\_\_
- допоміжна \_\_\_\_\_
- Технологічна \_\_\_\_\_
- Вимірювальна \_\_\_\_\_

#### Б. За позбавляемими ступенями свободи

- Настановна \_\_\_\_\_
- Напрямна \_\_\_\_\_
- Опорна \_\_\_\_\_
- Подвійна напрямна \_\_\_\_\_
- Подвійна опора \_\_\_\_\_

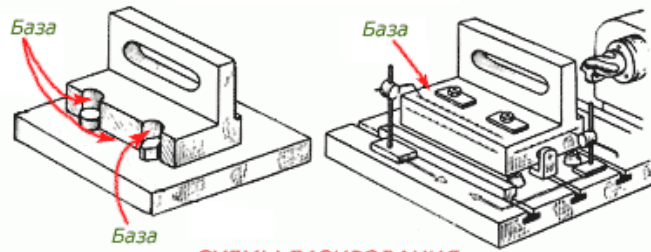
#### В. За характером прояву

- Прихована \_\_\_\_\_
- Явна \_\_\_\_\_

1. За призначенням бази можуть бути:

- технологічні;
- конструкторські;
- вимірювальні.

**Технологічна база** - поверхня, поєднання поверхонь, вісь або точка, що використовуються для визначення положення предмета праці в процесі виготовлення. Поверхня, поєднання поверхонь, вісь або точка **належать предмету праці**. (Єдина система технологічної документації. Загальні положення (ГОСТ 3.1001-2011, ІДТ) ДСТУ ГОСТ 3.1001:2014).



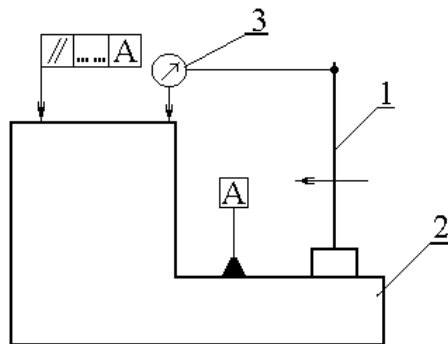
**Конструкторські** (складальні) бази - бази, використовувані для визначення положення деталі або складальної одиниці у виробі.

Вони поділяються на основні і допоміжні.

**Основні** конструкторські бази - поверхні, або замінюючи їх поєднання поверхонь, за допомогою яких деталей приєднується до інших деталей і займає стосовно їх потрібне положення.

**Допоміжні** конструкторські бази - поверхні або замінюючи їх поєднання поверхонь, за допомогою яких деталей визначає положення всіх інших приєднаних до неї деталей відносно своїх основних баз.

**Вимірювальна** база - база, що використовується для визначення відносного положення заготовки чи виробу і засобів вимірювання.

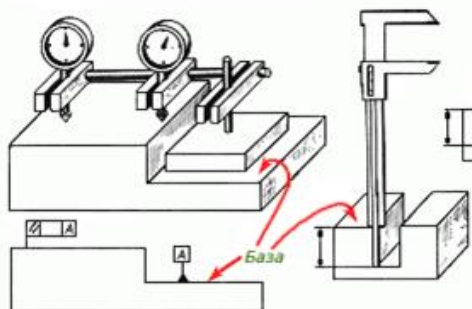


1 - індикаторна стійка;

2 - виріб;

3 - індикатор (засіб вимірювання).

A - вимірювальна база деталі.



Вимір відхилення від паралельності

Положення всіх робочих виконавчих поверхонь і допоміжних баз визначають щодо основних базових поверхонь.

2. За характером прояву бази можуть бути:

- явні;

- приховані.

**Явна** база - база або базова поверхня заготовки або виробу у вигляді реальної поверхні, розмічувальної риски або точки перетину рисок (риски застосовують у великогабаритних деталях).

**Прихована база** - база заготовки або виробу у вигляді уявної площини, осі або точки.

3. За позбавленими ступенями свободи бази можуть бути:

- установча (настановна);
- напрямна;
- опорна;
- подвійна напрямна;
- подвійна опорна.

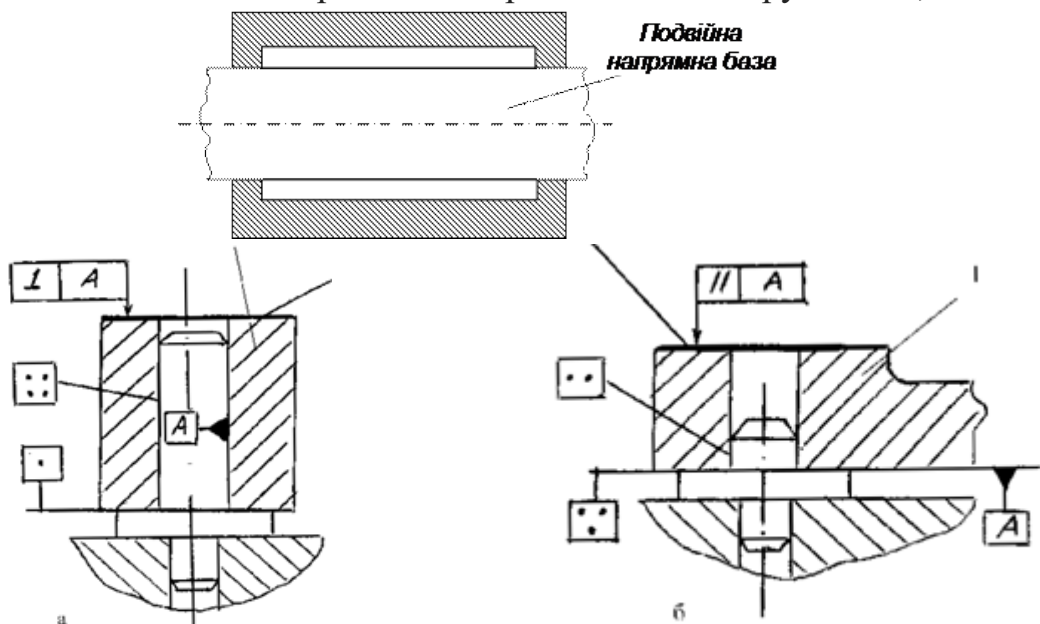
**Установча (настановна) база** - поверхня, або замінює її поєднання поверхонь, що визначає положення деталі за допомогою трьох опорних точок, які позбавляють деталь трьох ступенів свободи: переміщення вздовж осі Z і двох поворотів навколо двох інших осей, паралельних осях X і Y. Як правило, це площина деталі, причому, що має найбільшу площу.

**Напрямна база** - поверхня, або замінює її поєднання поверхонь, що визначає положення деталі за допомогою двох опорних точок, які позбавляють деталь двох ступенів свободи: переміщення вздовж осі X і одного повороту навколо іншої осі (Y або Z).

Зазвичай, це поверхня найбільшої протяжності при найменшій ширині.

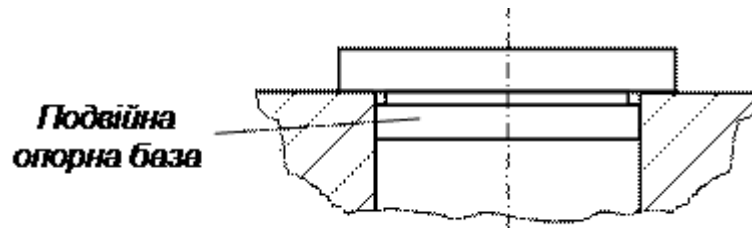
**Опорна база** - поверхня, що визначає положення деталі за допомогою однієї точки і позбавляє одного ступеня свободи: переміщення вздовж осі (X, Y, Z) або поворот навколо осі (X, Y, Z). Як правило, це поверхня з найменшими габаритними розмірами.

**Подвійна напрямна база** - поверхня, що визначає положення деталі за допомогою чотирьох опорних точок, які позбавляють деталь чотирьох ступенів свободи: двох переміщень вздовж осей X і Y і двох поворотів навколо осей, паралельних осях X і Y. Зазвичай, це довга циліндрична поверхня з відношенням довжини циліндричної поверхні до її діаметру:  $l/d > 0,8$ .





**Подвійна опорна база** - поверхня, що визначає положення деталі за допомогою двох опорних точок, які позбавляють деталь двох ступенів свободи: два переміщення вздовж осей X і Y. Як правило, це коротка циліндрична поверхня з відношенням  $l/d < 0,8$ .



**Комплект баз.** Якщо заготовка або деталь нерухома щодо своєї системи координат, то для даної деталі необхідний повний комплект баз. Якщо в зв'язку зі службовим призначенням або під час обробки деталь може мати певне число ступенів свободи, то частина зв'язків утворюють неповний комплект баз.

**Головна база** в комплекті баз - база, для якої одночасно виконуються дві умови:

1. Головна база в комплекті надає заготівлі найбільш орієнтований, стійке положення в пристосуванні навіть при базуванні цією базою;
2. Головна база позбавляє виріб або заготовку найбільшого числа ступенів свободи.

**Похибки установлення і базування, причини виникнення і шляхи їх зменшення.**

Під установкою заготовок розуміється процес **базування і закріплення** заготовок у пристосуванні для її обробки, складання чи контролю.

При базування заготовок технологічними базами є:

- необроблені ("чорні") поверхні заготовки;
- попередньо оброблені поверхні заготовки;
- остаточно сформовані на заготівлі поверхні деталі;
- площині, осі і центри симетрії поверхонь заготовки.

При встановленні заготовки в пристосуванні виникає **похибка установки**.

Під похибкою установки розуміється відхилення фактично досягнутого положення заготовки чи виробу при установці від необхідного. Похибка установки визначається за формулою:

$$\overline{\mathcal{E}_y} = \overline{\mathcal{E}_б} + \overline{\mathcal{E}_з} + \overline{\mathcal{E}_{пр}}$$

Де  $\mathcal{E}_б$  – похибка базування;

$\mathcal{E}_з$  – похибка закріплення;

$\mathcal{E}_{пр}$  – похибка пристосування.

Формула являє собою векторний вираз, який означає, що окремі складові (похибки базування, закріплення та пристосування) можуть як збільшувати похибку установки, так і зменшувати її. Це залежить від знака цих похибок.

Значення похибки установки в такому разі визначається за такою формулою (модуль похибки установки):

$$\epsilon_y = \sqrt{\epsilon_6^2 + \epsilon_3^2 + \epsilon_{\text{пр}}^2}$$

Похибка базування може бути допущена технологом.

При цьому потрібно враховувати те, що на допуск виконуваного розміру впливає набір факторів крім похибки установки: похибки обладнання, налагодження, різального інструменту і т. д.

**Тому необхідно виключити похибки базування на стадії проектування технологічного процесу.**

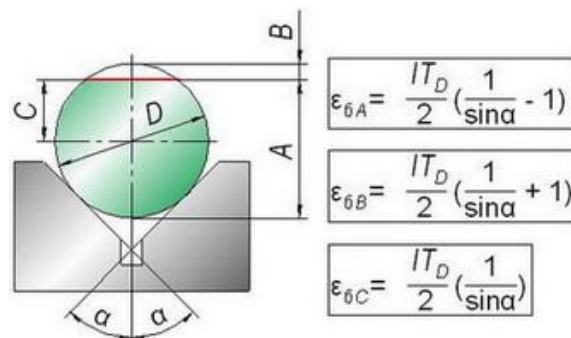
### Приклади базування.

#### Базування на призму.

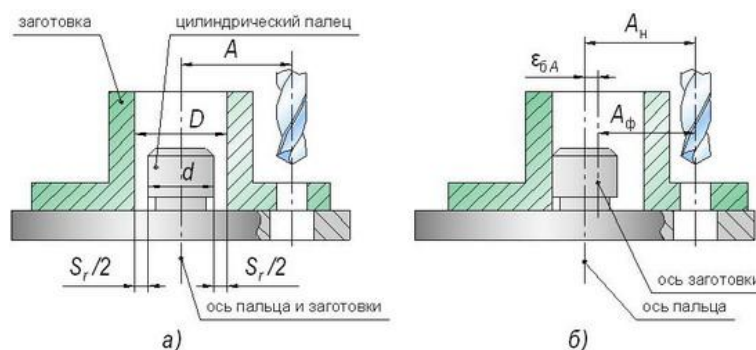
Глибина паза А циліндричної деталі, показаної на схемі базування, може бути задана конструктором:

- від нижньої точки (А);
- від верхньої точки (В);
- від осі деталі (С).

При цьому похибки базування цих розмірів, коли деталь встановлюється в призму, будуть відрізнятися.



#### Базування на площину і циліндричний палець.



а) - зазор розподілено рівномірно;

- б) - зазор розподілений з одного боку;  
*De* *A*, *An* - розмір налагодження свердла;  
*Aф* - фактичний розмір, одержуваний при свердлінні;  
*d* - діаметр циліндричного пальця;  
*D* - діаметр отвору заготовки.

**Випадок 1** (див. рис. а)): заготівля була встановлена робочим рівно по своїй осі, при цьому похибка базування розміру *A* дорівнює нулю:

$$\epsilon_{бA}=0.$$

**Випадок 2** (див. рис. б)): заготівля була зрушена робочим до настановної поверхні пальця, при цьому виникла похибка базування, яка характеризується розбіжністю осей заготовки і пальця при установці:

$$\epsilon_{бA} = S_r + \frac{IT_D}{2} + \frac{IT_d}{2};$$

Де *Sr* – гарантований зазор (при посадці  $H/h$  *Sr*=0);

*IT<sub>D</sub>* – допуск отвору заготовки;

*IT<sub>d</sub>* - допуск поверхні пальця.

### **Особливості базування заготовок у пристроях для верстатів з ЧПУ.**

Для ефективного використання верстатів зі ЧПУ до верстатних пристосувань пред'являється ряд специфічних вимог, що обумовлюються особливістю верстатів з ЧПУ. **Недотримання** цих вимог значно **знижує переваги**, які можуть бути отримані від застосування верстатів з ЧПУ.

Верстати з ЧПУ є високоточними верстатами. Отже, для забезпечення високої точності обробки заготовок:

- пристрій повинен бути виконано підвищеної точності;
- погрішності базування й закріплення повинні бути зведені до мінімуму (по можливості до нуля);
- конструкція пристрою не повинна бути найбільш податливою ланкою системи верстат-пристрій-інструмент-заготівка (система ВПЗ, або СПИД), щоб використовувати повну потужність верстата на чорнових операціях і забезпечити високу точність на чистових операціях;
- пристрій повинен забезпечувати повне базування заготівель, тобто позбавлення їх усіх. шести ступенів свободи;
- пристрій повинен забезпечувати скорочення часу затиску-розтиску заготівель, оскільки цей час є домінуючим при зміні заготовок;
- для скорочення часу переналагодження верстатів пристрій повинен забезпечувати можливість його швидкої зміни або переналагодження;
- на таких верстатах найбільш ефективно застосовувати переналагоджувані пристрої.

Л. [1] с. 10...20

Л. [2] с.18...25, 27...31

Л. [3] с. 11...12, 20...30

**Презентація 1.2**

### **Тема 1.3 Установчі елементи пристроїв.**

#### ***Установчі елементи пристроїв, їх призначення.***

Для повної орієнтації у всіх випадках при закріпленні заготовля повинна бути позбавлена всіх шести ступенів свободи (правило шести точок в теорії базування). В деяких випадках можливе відхилення від цього правила. Схема базування розробляється технологом при проектуванні технологічного процесу. Для її реалізації в конструкції пристосування передбачається наявність опорних (установчих) елементів.

Установчі елементи служать для визначення положення оброблюваної заготовки щодо пристосування і положення оброблюваної поверхні щодо різального інструменту.

Виконавчі поверхні всіх установчих елементів пристосувань повинні мати велику зносостійкість та високу твердість. Тому їх виготовляють з конструкційних і легованих сталей 20, 45, 20Х, 12ХНЗА з подальшою цементацією і загартуванням до 55-60 HRCe, (опори, призми, настановні пальці, центри) та інструментальних сталей У7 і У8А з загартуванням до 50-55 HRCe (опори з діаметром менше 12 мм; настановні пальці з діаметром менше 16 мм).

#### ***Класифікація установчих елементів пристроїв та вимоги до них.***

Установчі елементи пристосувань (опори) служать для установки на них базовими поверхнями оброблюваних деталей. При установці заготовка спирається на установчі елементи пристосування, тому ці елементи називають опорами.

Класифікуються:

- по конструкції – **основні і допоміжні**;
- за призначенням – **площинні і просторові**.

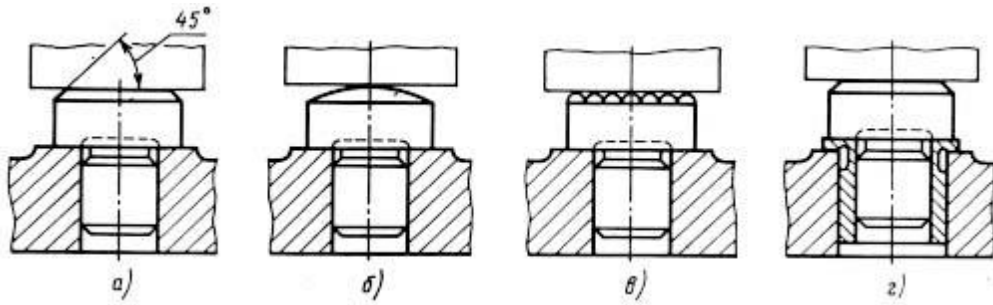
#### **Загальні вимоги:**

1. Робочі поверхні настановних елементів повинні бути невеликих розмірів.
2. Установчі елементи не повинні псувати бази заготовки при встановленні по обробленим поверхням.
3. Наставні елементи повинні бути жорсткими і забезпечувати сполучення їх з корпусом пристосування.
4. Конструкції настановних елементів повинні забезпечувати їхню швидку заміну при зносі або пошкодження.

#### ***Конструкції основних і допоміжних площинних опір.***

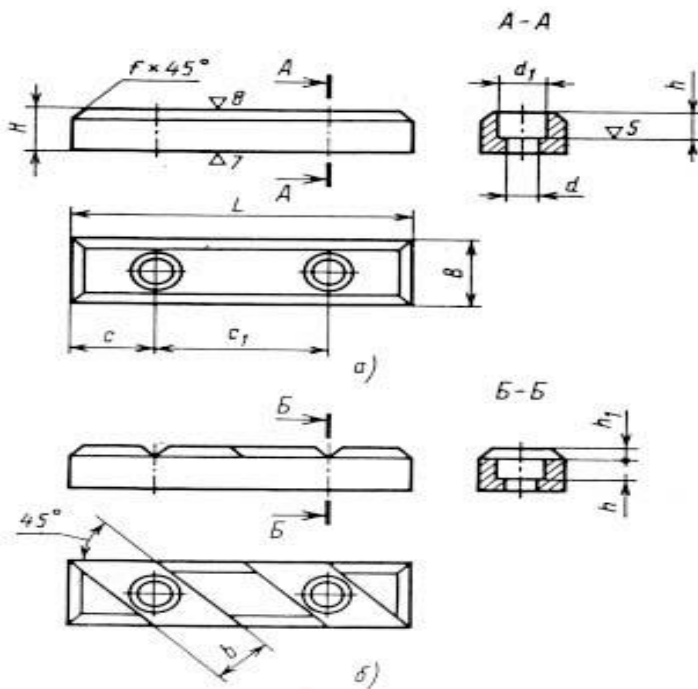
##### **Основні опори.**

Установчі пальці.



- а) - з плоскою голівкою для установки деталі по обробленій поверхні;
- б) - з сферичною голівкою для установки деталі за необроблених поверхонь;
- в) - з насічкою для установки деталі за необроблених поверхонь та чавунних деталей;
- г) - опорний штир, встановлений в сталеву загартовану перехідну втулку.

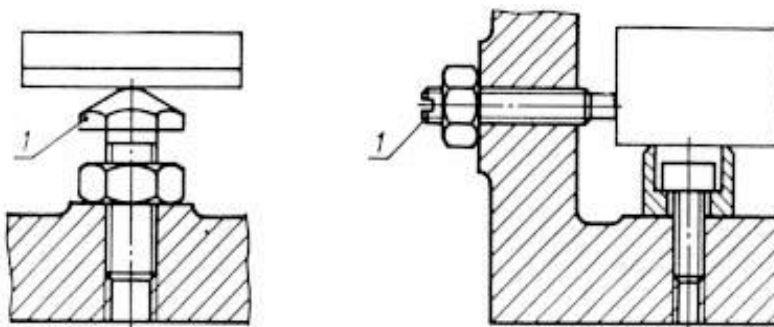
### Установчі пластини.



- а) - плоскі;
- б) - з похилими пазами для розміщення в пазах стружки.

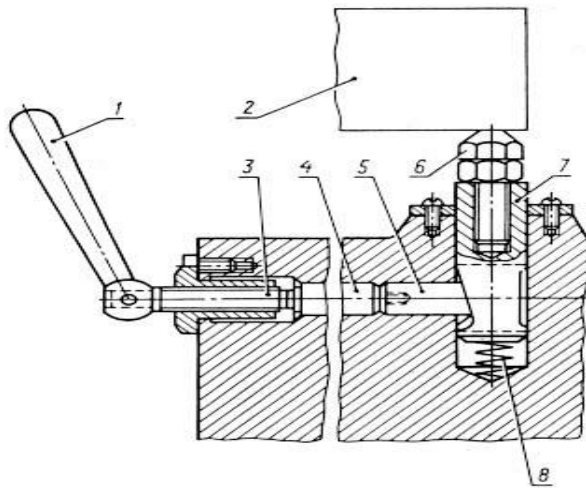
### Допоміжні площинні опори.

Регулювальні гвинтові опори (ГОСТ 4085-68 і ГОСТ 4086-68).



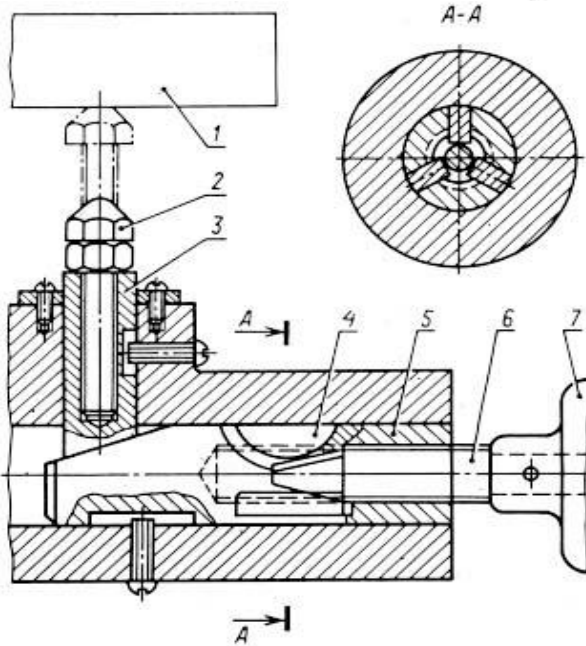
Де 1- гвинт регулювальний.

Допоміжні опори (самоустановлювальні і підводні), застосовують разом з основними опорами для підвищення жорсткості і стійкості деталі.



### Самоустановлювальна точкова опора

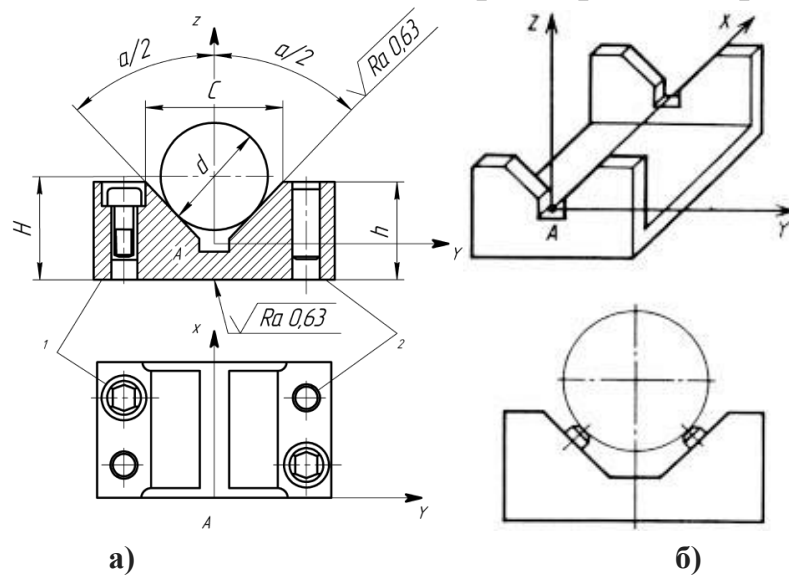
Де 1 - рукоятка;  
2 – оброблювана деталь;  
3, 6 - гвинти;  
4, 5 - пальці;  
7 - плунжери;  
8 - пружина.



### Підводна точкова клинова опора

Де 1 – оброблювана деталь;  
2 – регулювальний гвинт;  
3 - плунжер;  
4 - шпонка;  
5 - клин;  
6 - гвинт;  
7 – рукоятка.

### Конструкції основних та допоміжних просторових опор.

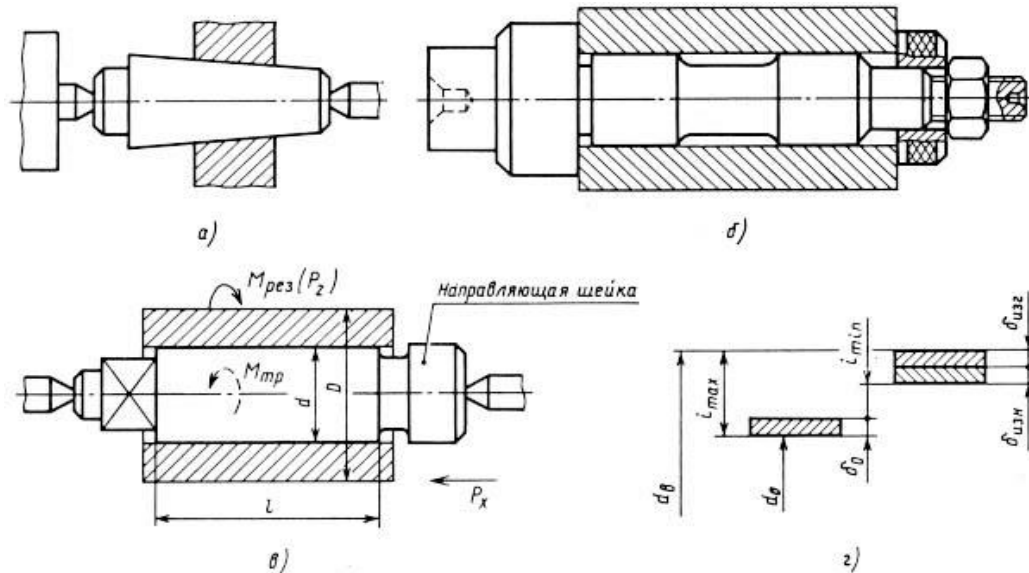


а) - призма (ГОСТ 12195-68) для установавання циліндричних заготовок по обробленим поверхням.

б) - **призма** для установлення циліндричних заготовок великої довжини по необробленим поверхням.

**Центрові оправки** для установки циліндричних заготовок в центрах на токарному верстаті:

- а) - конусна для високої точності центрування;
- б) - оправка для установки заготівлі з гарантованим зазором;
- в) - оправка під запресовування.

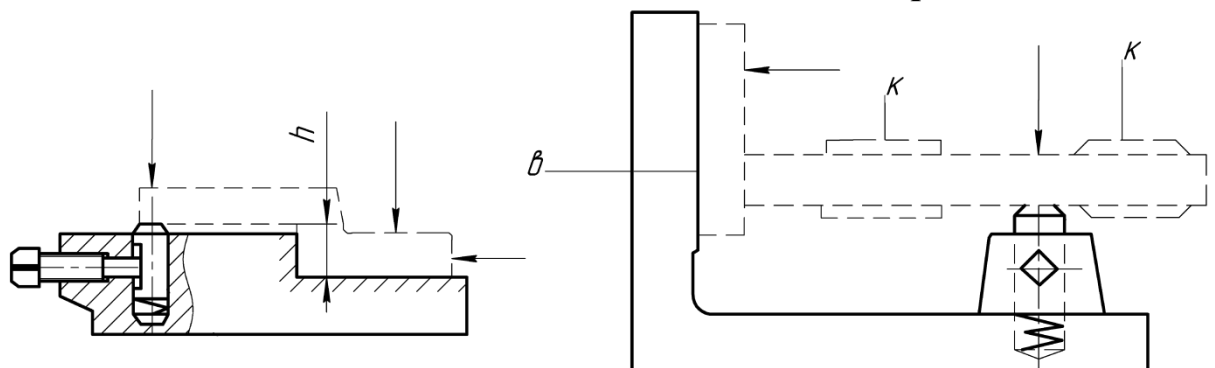


**Умовні позначення:**

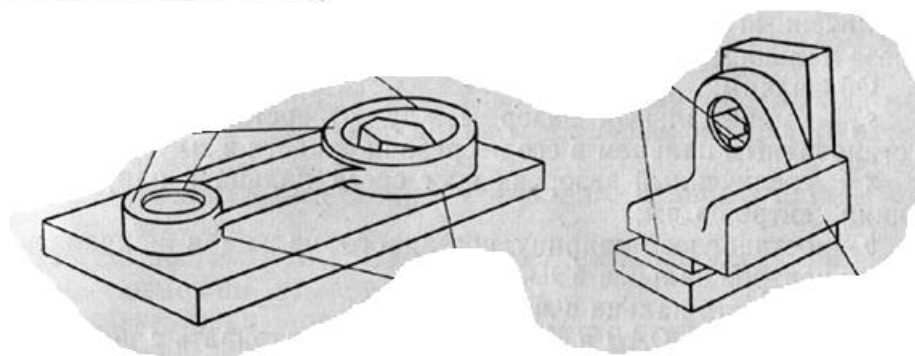
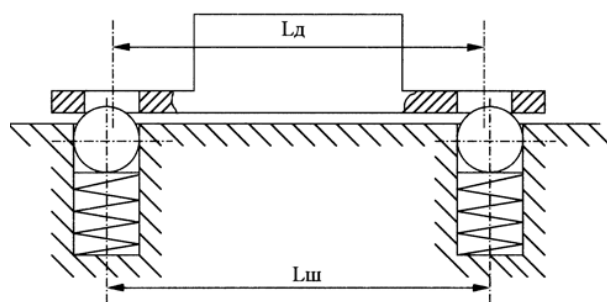
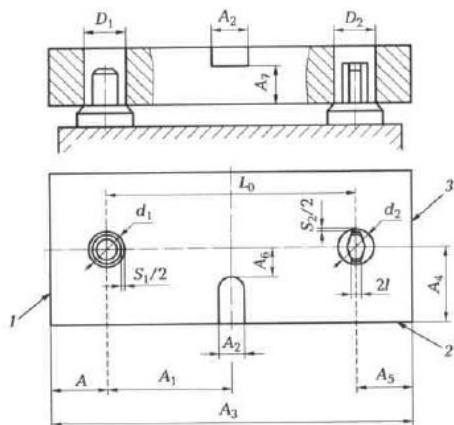
$M_{тр}$  - момент тертя;  
 $M_{рез}$  - момент різання;  
 $P_x$  - сила здвигу (сила опору подачі);  
 $r$  - розташування полів допусків з'єднання оправка-заготівля.

$d_{зн}$  - допуск на знос оправки;  
 $d_{виг}$  - допуск на виготовлення оправки;  
 $l_{min}, l_{max}$  - зазор між деталлю і оправкою;  
 $I_{до}$  - допуск на отвір;  
 $D_{от}$  - діаметр отвору;  
 $d_{в}$  - діаметр валу.

**Встановлення заготовок одночасно по кількох поверхнях.**



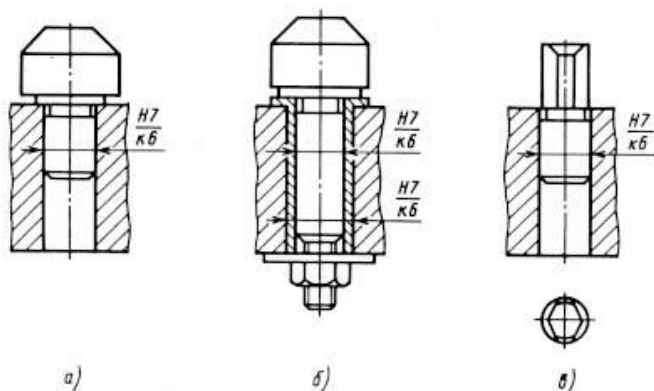
**Встановлення заготовок одночасно по кількох поверхнях, плоскою поверхнею та двома циліндричними отворами, двома плоскими поверхнями та одним отвором, на два центрових отвори.**



Базування заготовки по площині і двом перпендикулярним до неї отворам

Базування заготовки по площині і паралельному їй отвору

### Установчі пальці.



Де *а)* - постійні циліндричні (ГОСТ 12209-66);  
*б)* - змінні циліндричні (ГОСТ 12211-66);  
*в)* - постійні зрізані.

### Похибки закріплення заготовок та їх розрахунок.

**Похибка закріплення** - це відхилення фактично досягнутого положення заготовки при закріпленні від заданого.

Похибка закріплення виникає при збігу напрямки виконуваного розміру з напрямком дії сили закріплення за рахунок пружних і пластичних деформацій в місцях контакту заготовки з опорою пристосування.

### Похибка пристосування.

Похибка пристосування визначається наступним виразом:

$$\epsilon_{\text{пр.}} = \sqrt{\epsilon_{\text{виг.}}^2 + \epsilon_{\text{скл.}}^2 + \epsilon_{\text{у}}^2 + \epsilon_{\text{зн.}}^2};$$

Де  $\epsilon_{\text{виг.}}$  - похибка виготовлення (зазори і т. д.);



- $\varepsilon_{\text{скл.}}$  – похибка складання;
- $\varepsilon_y$  – похибка установки;
- $\varepsilon_{\text{зн.}}$  – похибка контактного зносу.

**Причини виникнення похибок і шляхи їх зменшення.**

Оскільки на величину похибки установлення впливає ціла низка не зв'язаних між собою похибок, то вважають, що ця похибка є випадковою і підпорядковується закону нормального розподілу.

Найефективнішим шляхом запобігання виникненню похибки установлення є обробка якомога більшої кількості поверхонь з **одного установа**.

Це повністю усуває вплив всіх складових похибки установлення на точність відносного розташування тих поверхонь, які оброблялися з одного установа.

Такий підхід в сучасному машинобудуванні легко реалізується завдяки можливості використання багатоінструментальних і багатоцільових верстатів з ЧПУ.

Похибка установлення за будь-яких технологічних умов не впливає на діаметральні розміри і на точність форми поверхонь.

Найчастіше форма поширених в машинобудуванні деталей не дозволяє обробити всі поверхні з одного установа. Тому під час проектування і реалізації технологічних процесів механічної обробки і технологічного оснащення слід використовувати всі заходи для зменшення складових похибки установлення.

**Графічне позначення опор у відповідності з діючими стандартами.**

<i>Опора</i>	<i>Вид спереди, сбоку, сзади</i>	<i>Сверху</i>	<i>Снизу</i>
<i>Неподвижная</i>			
<i>Подвижная</i>			
<i>Плавающая</i>			
<i>Регулируемая</i>			

Л. [1] с. 47...58, 61...64, 67...69;  
 Л. [2] с.11...12, 13...19, 22, 25, 31...39;  
 Л. [3] с. 31...42  
**Презентація 1.3**

## Тема 1.4 Затискні механізми пристроїв.

### *Призначення, вимоги і класифікація затискних механізмів пристроїв.*

Затискні елементи та пристрої пристосувань призначені для забезпечення надійного контакту базових поверхонь заготовок з установочними елементами пристосувань і попередження зсуву заготовки при обробці.

Затискні елементи та пристрої пристосувань повинні:

- бути прості по конструкції;
- надійні в роботі і зручні в обслуговуванні;
- забезпечувати рівномірність розподілу сил затиску (особливо при закріпленні декількох заготовок в багатомістких пристосуваннях);
- бути змінними і зносостійкими, володіти достатнім ходом, забезпечує зручну установку заготовок;
- не повинні викликати деформації закріплювальних заготовок, зміщення і псування їх поверхонь;
- не повинні самостійно відключатися;
- закріплення і відкріплення заготовок у пристосуванні має виконуватися з мінімальними витратами сил і часу робочого (наприклад, необхідне зусилля на рукоятку (штурвал, маховик) для забезпечення ручного приводу затискного пристрою не повинне перевищувати 150 Н).

Найбільш поширені елементарні (**прості**) затискні пристрої - **гвинтові, клинові, важільні і ексцентрикові**. Частіше в пристосування використовуються **складні (комбіновані)** пристрої, які складаються з двох або декількох зблокованих простих.

Прості механізми прийнято називати **затискачами**.

Об'єднані (комбіновані) механізми зазвичай виконуються як гвинтоважільні, ексцентрико-важільні і т. п. і називаються **прихватами**.

У тих випадках, коли прості або комбіновані механізми використовуються в компоновках з механізованими приводами (пневматичними та ін.), їх називають **механізмами-підсилювачами**.

Багатоланкові механізми затискають одну деталь в декількох точках чи кілька деталей в багатомістному пристосуванні **одночасно** і з рівними силами.

Особливу групу багатоланкових механізмів складають **самоцентруючі** патрони і оправки.

За ступенем механізації силові механізми класифікуються на **ручні, механізовані та автоматизовані**.

**Ручні** механізми вимагають застосування значної м'язової енергії і стомлюють робітника.

**Механізовані** механізми працюють від штока приводу.

**Автоматизовані** механізми приводяться в дію столами, супортами, шпинделями верстатів або силами оберткових мас і здійснюють затиск і розкріплення виробів без участі робітника.

Отже, комбіновані механізми являють собою систему з клинових, важільних або клиноважільних механізмів. Для того щоб комбінований механізм був самогальмуючим, достатньо мати в ньому хоча б один самогальмуючий простий механізм.

За напрямом сил затиску механізми можна розділити на наступні групи:

1. Послідовної дії, що передають силу затиску в одному напрямку від заготівлі до заготівлі (закріплення пакета заготовок);
2. Паралельної дії, затискають деталі в кількох паралельних напрямках;
3. Із зустрічними силами затиску;
4. З пересічним напрямком сил;
5. Об'єднані механізми, що представляють собою з'єднання декількох багатоланкових механізмів.

Найбільше застосування отримали **двозвенні** механізми.

У ряді випадків затискні елементи одночасно виконують функції установчих (кулачки, призми і пелюстки цанг самоцентруючих кулачкових, призматичних і цангових патронів, губки в лещатах тощо).

### ***Методика розрахунку сил закріплення***

#### **Основні положення.**

Затискач верстатного пристосування служить для надійного закріплення заготовки у пристосуванні в положенні, яке задається установочними елементами. Положення деталі на верстаті відносно ріжучого інструменту може бути порушене під дією сил різання, які при визначених видах обробки можуть досягати значних величин. При проектуванні затискних пристроїв необхідно забезпечити відповідний напрямок сил закріплення та спосіб їх прикладання, тобто скласти раціональну розрахункову схему установки заготовки в пристосуванні.

**Вихідними даними** для розрахунку сил затиску і параметрів силового приводу є:

- значення сили і моменти, що діють на об'єкт під час технологічного процесу;
- схеми розташування установчих і затискних елементів;
- точка докладання і спрямування зусиль закріплення.

Для виконання розрахунків зусилля закріплення складається **розрахункова схема**. На ній показується:

- контур деталі;
- розташування опор;
- точка докладання і напрямок дії зусиль різання ( при цьому вибирається найбільш несприятливий варіант);
- точка докладання і напрямок дії зусиль закріплення;
- напрямок реакцій в опорах;
- напрям сил тертя в точках прикладання зусиль закріплення і в опорах;
- геометричні параметри необхідні для розрахунку.



заготівлею і установочними елементами) результуюча сила тертя дорівнює

$$F_{\text{тер.}} = Q \cdot f_1 + Q \cdot f_2 = Q \cdot (f_1 + f_2);$$

де  $f_1$  - коефіцієнт тертя між заготовкою і затиском;

$f_2$  - коефіцієнт тертя між заготовкою і установочними елементами.

Враховуючи коефіцієнт запасу  $k$  і умову рівності сил отримаємо:

$$k \cdot P = Q(f_1 + f_2) \rightarrow Q = \frac{k \cdot P}{f_1 + f_2}.$$

**Коефіцієнт запасу сил затиску.**

Коефіцієнт  $k$  може бути представлений як добуток первинних коефіцієнтів:

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_6 = \prod_1^6 i;$$

де  $k_0$  — гарантований коефіцієнт запасу — рекомендується приймати для всіх випадків рівним 1,5;

$k_1$  - коефіцієнт, що враховує наявність випадкових нерівностей на поверхні заготовки, що викликає збільшення сил різання. При чорновій обробці  $k_1=1,2$ ; при чистовий та оздоблювальній обробки  $k_1=1$ .

$k_2$  — коефіцієнт, враховує збільшення сил різання при затупленні інструменту. Його значення вибираються з таблиці:

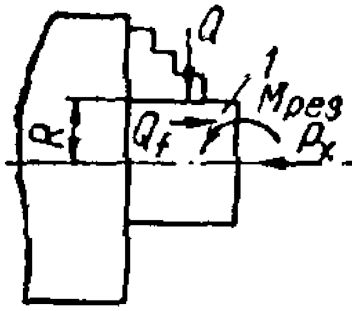
Метод обробки	Силкові компоненти різання	Коефіцієнт $k_2$	Матеріал оброблюваної заготовки
Свердління	$M_{кр}$ $P_o$	0,15 1,0	Чавун
Зенкування	$M_{кр}$ $P_o$	1,3 1,2	Чавун
Попереднє точіння (значення в дужках — для чистової обробки)	$P_z$	1,0 1,0	Сталь Чавун
	$P_y$	1,4 (1,1)	Сталь
	$P_x$	1,2 (1,4)	Чавун
		1,6 (1,0) 1,25 (1,3)	Сталь Чавун
Циліндричне і торцеве фрезерування	$P_z$	1,7 1,3	Сталь Чавун
Шліфування	$P_z$	1,2	—
Протягування	$P_z$	1,5	—

$k_3$  — коефіцієнт, враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні. При точінні з ударами і торцевому фрезеруванні він досягає значення 1,2. При обробці без ударів  $k_3=1,0$ .

$k_4$  — коефіцієнт, що враховує постійність розвитку сил затиску. Для ручних затискних пристроїв  $k_4=1,3$ ; для механічних пристроїв прямої дії (пневматичних, гідравлічних і т. п.)  $k_4=1,0$ . Якщо величина допуску на розмір заготовки впливає на силу закріплення, що має місце при використанні пневмокамер, мембранних патронів і т. п.,  $k_4=1,2$ .

$k_5$  — коефіцієнт, що враховує зручність розташування рукояток в ручних затискних пристроях. При зручному розташуванні і малому діапазоні кута його повороту  $k_5=1,0$ , при великому діапазоні (більше  $90^\circ$ )  $k_5=1,2$ .

$k_6$  — коефіцієнт, що враховує наявність моментів, які прагнуть повернути заготовку. Якщо заготівля встановлена базовою площиною на опори з обмеженою поверхнею контакту,  $k_6=1,0$ . Якщо на планки або інші елементи з великою поверхнею контакту,  $k_6=1,5$ .



4. На заготовлю діє крутний момент від сил різання  $M_{рез}$ , прагне повернути її навколо осі і осьова складова сил різання  $P_x$ , спрямована по осі і прагне її зрушити. Сумарна сила затиску усіма кулачками,  $Q_{сум.}$ , створює в місці контакту з заготовкою силу і момент тертя, що врівноважують вище названі сили.

Складемо рівняння моментів:

$$kM_{рез.} = M_{тер.}; \quad M_{тер.} = F_{тер.} \cdot R;$$

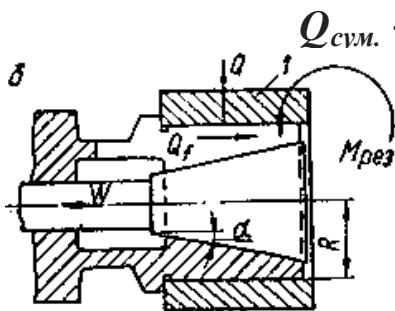
Згідно із законом Амонтона - Кулона: Сила тертя прямо пропорційна силі нормального тиску,

тобто:  $F_{тер.} = f \cdot Q_{сум.}$ , отже  $k \cdot M_{рез.} = f \cdot Q_{сум.} \cdot R$ .

Звідси  $Q_{сум.} = k \cdot M_{рез.} / f \cdot R$ ; Сила затиску одним кулачком  $Q = Q_{сум.} / z$ ;

- де:  $F_{тер.}$  - сила тертя між кулачками патрона і заготовлюю;  
 $f$  - коефіцієнт тертя між кулачками патрона і заготовлюю;  
 $R$  - радіус заготовлі, мм;  
 $k$  - коефіцієнт запасу сил затиску;  
 $z$  - число кулачків, шт.

При великому значенні  $P_x$ , отримана сила перевіряється на поздовжній зсув за формулою:



$$Q_{сум.} \cdot f > k \cdot P_x \Rightarrow Q_{сум.} \geq k \cdot P_x / f;$$

При обробці виникає момент різання  $M_{рез.}$ , прагне повернути деталь навколо осі. Йому протидіє момент сили тертя  $M_{тер.}$ , що виникає між базовою поверхнею деталі і настановної поверхнею цанги. Сумарна сила затиску, що розвивається усіма пелюстками цанги, визначається за формулою:

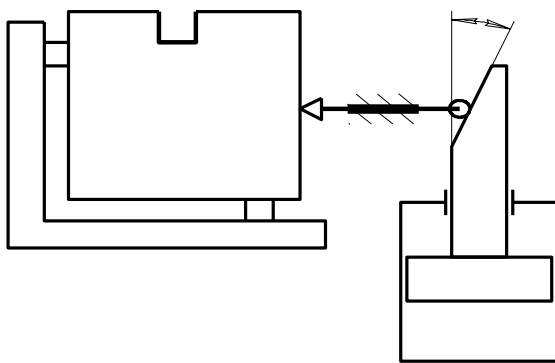
$$Q_{сум.} \cdot f \cdot R = k \cdot M_{рез.}$$

Звідси  $Q_{сум.} = k \cdot M_{рез.} / f \cdot R$ ; При розрахунку величини сил затиску для пристосувань, де застосовуються передавальні механізми (в даному випадку - клиновий передатний механізм), необхідно враховувати передавальні відносини цих механізмів:

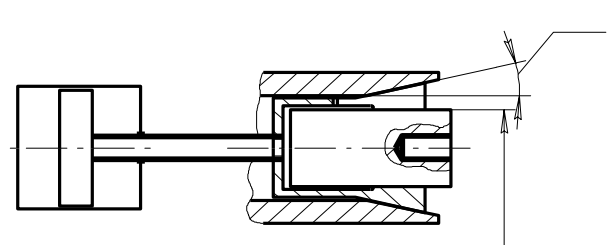
$$Q_{сум.} = W \cdot i,$$

- де:  $i = Q_{сум.} / W$  - передавальне відношення механізму;  
 $W$  - зусилля на штоку силового приводу.

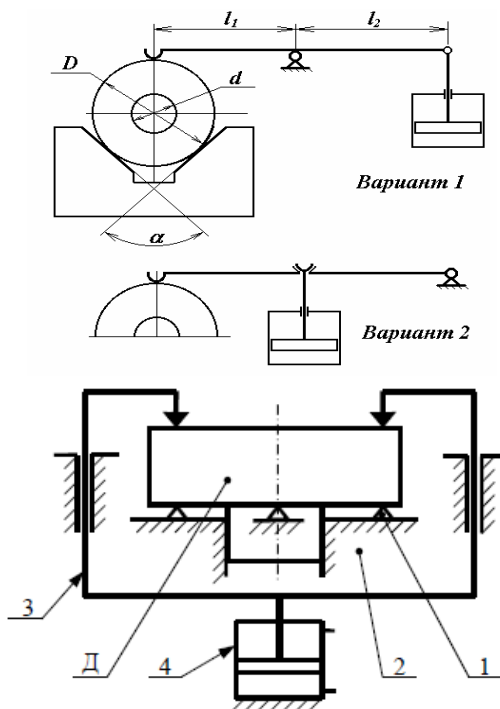
### Принципові схеми пристроїв:



Для фрезерування паза.



Для свердління на токарному верстаті.



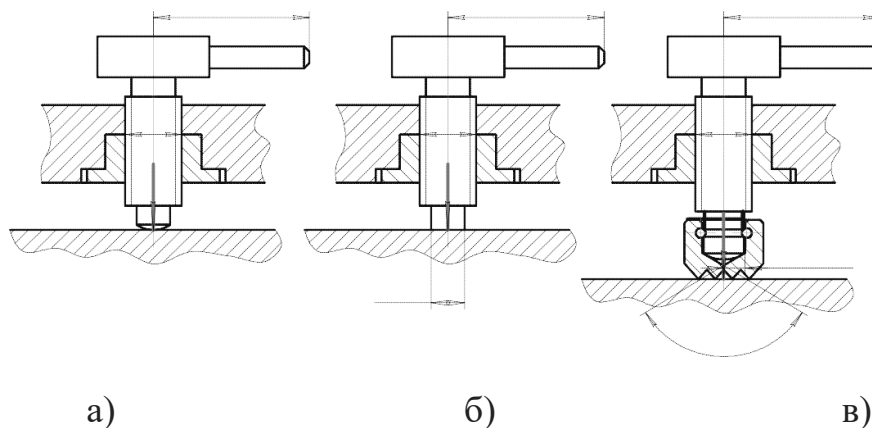
Для свердління отвору на валу

- 1 – настановні опори;
- 2 – корпус;
- 3 – прихвати;
- 4 – пневмоциліндр;
- Д – заготівля.

### Гвинтові затискачі.

Гвинтові механізми широко використовують у пристроях при ручному закріплення заготовок, а також в пристроях механізованого типу і при затиску заготовок в пристроях-супутниках, які застосовуються на деталях, виготовлених на автоматичних лініях.

Гвинтові затискачі є найбільш універсальними для верстатних пристосувань. Вони використовуються для закріплення заготовок або виконують функцію проміжних ланок у складних затискних системах.



а) – зі сферичним торцем; б) – з плоским торцем; в) – з "башмаком".

Їх перевагою є простота конструкції, невисока вартість і надійність в роботі. Використовуються як для безпосереднього затискування, так і в поєднанні з іншими механізмами. Безпосереднє затискування здійснюється або гвинтом при нерухомій різьбовій втулці, або гайкою при нерухомій шпильці, або головками, встановленими на кінці гвинта.

Затискні гвинти і гайки виготовляють зі сталі марки Ст.35 і 45 з твердістю HRCe 30...35 по шостий ступеня точності різьби.

**Недоліки:** значний допоміжний час, необхідний для розтиску і затиску деталі, велика робота м'язової сили, непостійність сил затиску і можливість зсуву заготовки від сил тертя на торці гвинта.

**Розрахунок гвинтових затискних пристроїв** проводиться в наступній послідовності.

Визначається номінальний (зовнішній) діаметр різьби гвинта  $d$  за формулою:

$$d = C \sqrt{\frac{Q}{[\sigma]}}$$

де  $C$  - коефіцієнт, для основної метричної різьби  $C = 1,4$ ;

$Q$  - потрібна сила затиску, Н;

$[\sigma]$  - допустиме напруження розтягу (стиску), для гвинтів зі сталі 45, з урахуванням зносу різьблення можна приймати  $[\sigma] = 80 \dots 100$  МПа.

Отримане значення  $d$  округляється до найближчого більшого стандартного значення. Зазвичай в пристроях застосовуються різьблення від М6 до М48.

Далі визначається момент  $M$ , який потрібно розвинути на гвинті (гайці) для забезпечення заданої затискної сили  $Q$ :

$$M = r_{\text{сер.}} \cdot Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + M_{\text{тер.}}$$

де  $r_{\text{сер.}}$  - середній радіус різьби (можна приймати  $r_{\text{сер.}} = 0,45d$ );

$\alpha$  - кут підйому різьби (для різьб від М8 до М52,  $\alpha$  змінюється від  $3^\circ 10'$  до  $1^\circ 51'$ );

$\varphi$  - кут тертя в різьбі;

$M_{\text{тер.}}$  - момент тертя на опорному торці гайки:

$$M_{\text{тер.}} = Q \cdot f \cdot r_{\text{пр.}}$$

$r_{\text{пр.}}$  - приведений радіус кільцевого торця,

для гайок  $r_{\text{пр.}} = [(D^3 - d^3)/(D^2 - d^2)]/3$ ;

$D$  - зовнішній діаметр кільцевого торця гайки.

При середніх значеннях  $\alpha = 2^\circ 30'$ ;  $\varphi = 10^\circ 30'$ ;  $D = 1,7 d$ ;  $f = 0,15$  можна користуватися наближеним розрахунком  $M$  для гайок за формулою  $M = 0,2 d Q$ .

При розрахунку гвинтових пристроїв з використанням натискних гвинтів можна використовувати наведені нижче наближені формули розрахунку моменту закріплення.

Варіант а) -  $M = 0,2 \cdot D \cdot Q$ .

Варіант б) -  $M = 0,1 \cdot d \cdot Q + f \cdot Q \cdot d/3$ .

Варіант в) -  $M = 0,1 \cdot d \cdot Q + r \cdot f \cdot \operatorname{ctg}(\beta/2) \cdot Q$ .

Або при  $\beta = 118^\circ$  и  $\varphi = 0,16$   $M = 0,1 \cdot Q \cdot (d + r)$ .

Потім визначається довжина рукоятки (ключа) по заданій силі впливу (при ручному затиску  $P_{\text{пр.}} = 150\text{Н}$ ) з умови рівноваги гайки (гвинта):

$$P_{\text{пр.}} \cdot l = M; \quad \text{Звідси } l = M/P_{\text{пр.}}$$

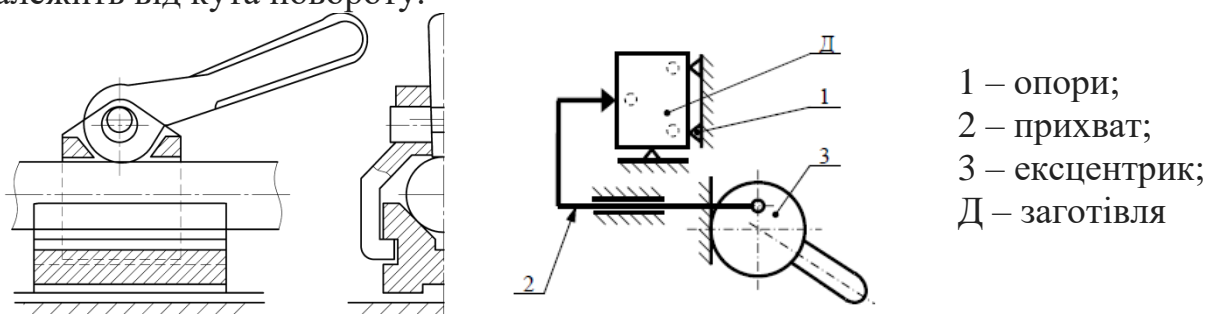


### Ексцентрикові затискачі.

Ексцентрик являє собою з'єднання в одній деталі двох елементів — круглого диска і плоского односконого клина.

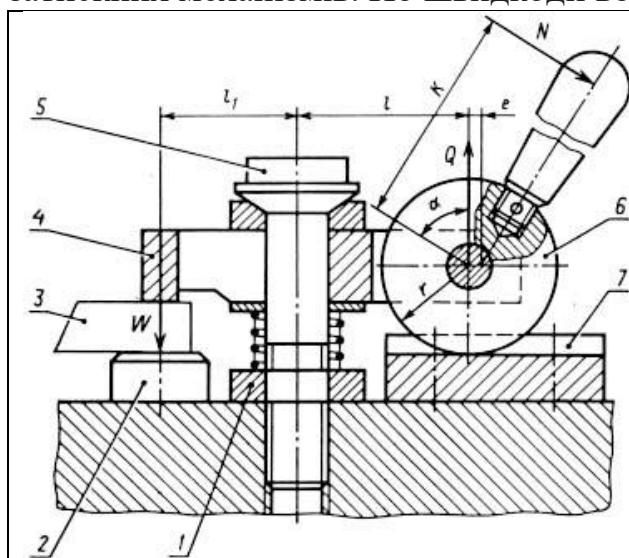
При повороті ексцентрика навколо осі обертання диска клин входить у зазор між диском і заготовкою і розвиває силу затиску.

Робоча поверхня ексцентрика може бути окружністю (кругові) або спіраллю (криволінійні). Відмінність їх полягає в тому, що в розгортці кругових ексцентриків плоский клин може виходити криволінійним зі змінним кутом в залежності від кута повороту, а у криволінійних ексцентриків змінний кут не залежить від кута повороту.



Це означає, що криволінійні ексцентрики створюють стабільну силу затиску в партії заготовок, а колові ні.

Ексцентрикові затискачі є найбільш швидкодіючими з усіх ручних затискних механізмів. По швидкодії вони порівнянні з пневмозатискувачами.

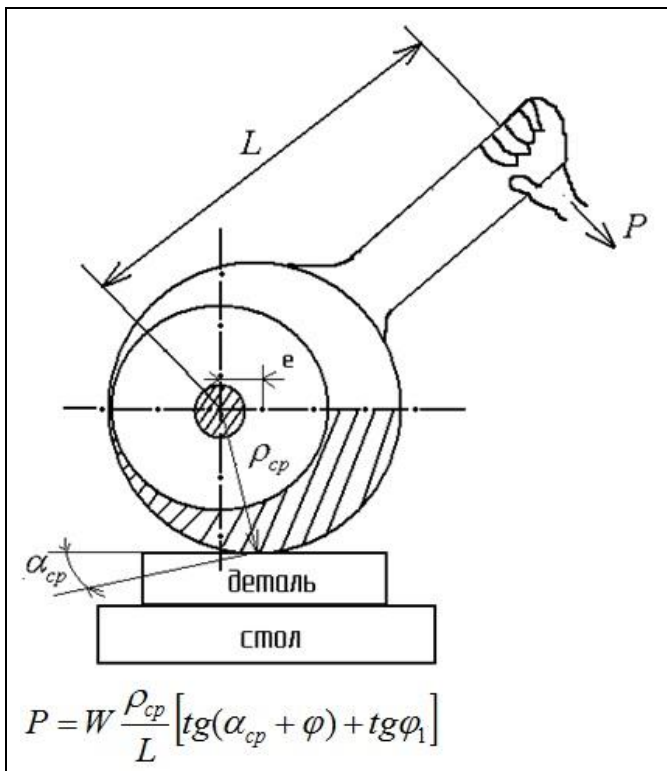


**Недоліками** ексцентрикових затискачів є: мала величина робочого ходу, обмежена величиною ексцентриситету; підвищена стомлюваність робітника, так як при відкріпленні заготовки робітнику необхідно прикладати силу, обумовлену властивістю самогальмування ексцентрика; ненадійність затиску при роботі інструмента з ударами або вібраціями через небезпеку самовідкріплення.

Незважаючи на недоліки, ексцентрикові затискачі широко використовуються в пристроях, особливо дрібносерійного і серійного виробництв.

Часто між ексцентриком і заготовкою поміщають проміжну деталь (або ексцентрик з'єднують з іншим простим механізмом, наприклад з важільним), виготовлену з однакового з ексцентриком матеріалу.

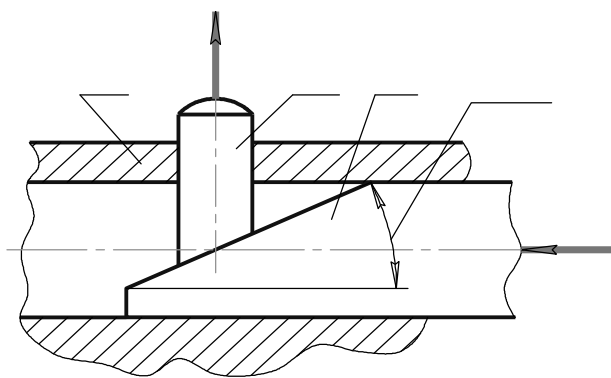
Виготовляти ексцентрик рекомендується із сталі 20Х з цементацією робочої поверхні на глибину 0,8–1,2 мм і загартуванням до твердості HRCe 55...60 (ГОСТ 9061-68).



Де  $W$  – потрібне затискне зусилля;  
 $\rho_{cp}$  – середнє значення радіуса, проведеного з центра оберту ексцентрика в точку затиску;  
 $L$  – довжина рукоятки ексцентрика;  
 $\alpha_{cp}$  – середній кут підйому кривої ексцентрика в точці затиску;  
 $\varphi$  – кут тертя в т-ке затиску;  
 $\varphi_1$  – кут тертя на осі ексцентрика.

### **Клинові затискачі.**

Клин дуже широко використовують у затискних механізмів пристосувань, цим забезпечується простота і компактність конструкції, надійність в роботі. Клин може бути як простим затискним елементом, діючим безпосередньо на заготовку, так і входити в поєднання з будь-якими іншими простими при створенні комбінованих механізмів, тобто його можуть застосовувати у якості проміжної ланки в складних затискних системах.



Розрахунок клинових пристроїв зводиться до визначення співвідношення сил приводу затиску  $W$  і  $Q$ . При відомому значенні  $Q$  забезпечувана клиновим механізмом сила затиску (на плунжері)  $W$  може визначатися графічно, аналітично і розрахунком за коефіцієнтом посилення.

На рисунку зображено без роликовий клиноплунжерний механізм з односкосним клином 1, який має робочу поверхню (скіс) під кутом  $\alpha$  і спирається на циліндричну поверхню корпусу 2, і одноопорним плунжером 3.

Аналітична залежність має вигляд:  $W = Q \operatorname{tg}(\alpha + 2\varphi)$ ;

де  $\varphi$  - кут тертя клина і плунжера в направляючих.

**Самогальмування** клина буде забезпечуватися за умови  $\alpha < 2\varphi$ .

При відомому коефіцієнті підсилення  $k_y$  можна відразу знаходити значення  $W = Qk_y$  або  $Q = W/k_y$ . Значення  $k_y$  і КПД клиноплунжерних механізмів довідкові величини і складають залежно від конструкції механізму  $k_y = 7,26 \dots 0,66$ , КПД =  $0,15 \dots 0,77$ .

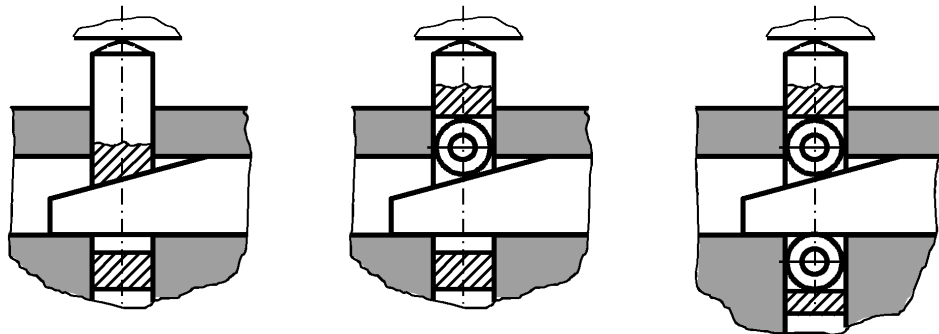
**Забезпечує:** збільшення вихідної сили приводу, зміну напрямку вихідної сили, самогальмування механізму.

Якщо клиновий механізм застосовують для зміни напрямку сили затиску, то кут клина зазвичай дорівнює  $45^\circ$ , а якщо необхідно збільшити силу затиску або підвищити надійність, то кут клина приймають рівним  $6-15^\circ$  (це кути, забезпечують самогальмування клину).

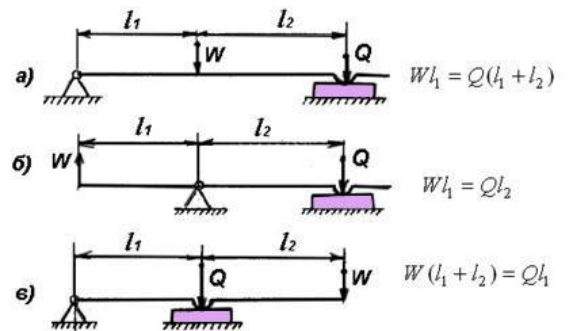
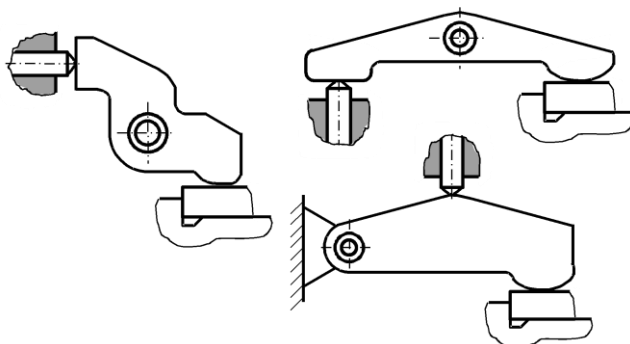
Клин застосовують у наступних конструктивних варіантах затискачів:

- механізми з плоским односкосним клином;
- багатоклинові (багатоплунжерні) механізми;
- ексцентрики (механізми з криволінійним клином);
- торцеві кулачки (механізми з циліндричним клином).

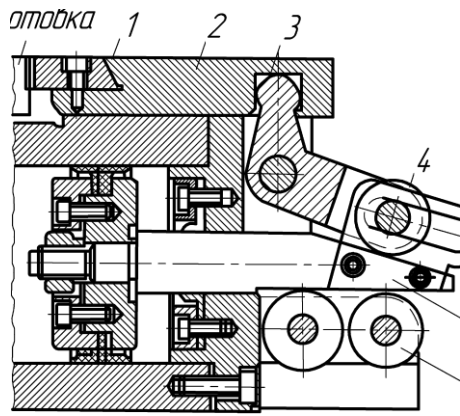
Багатоклинові механізми бувають з одним, двома або великим числом плунжерів. Одне- і двухплунжерні застосовують як затискні механізми; багатоплунжерні використовують як самоцентрувальні механізми.



### **Важільні затискачі.**



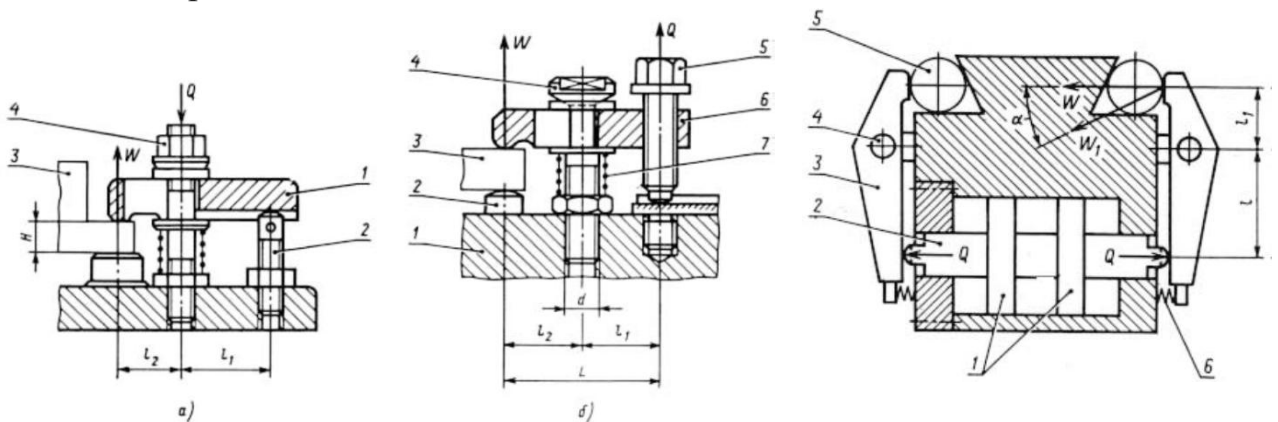
Важільні затискачі використовують у вигляді двохплечикового важеля в поєднанні з різними силовими джерелами. За допомогою важеля можна змінювати величину і напрям сили затиску, а також здійснювати одночасне закріплення заготовок у двох місцях.



На малюнку представлений важільний затиск, де повзун 2 підводиться і відводиться важелем 3, а видовжене нижнє плече важеля підвищує передається зусилля затиску.

Хід повзуна незначний. Для зменшення втрат на тертя важіль і шток 5 спирається на ролик 4 і 6.

Розрахунок важільних пристроїв зводиться до виявлення співвідношення сил затискання  $Q$  і приводу  $W$ . Для двухплечевого важеля його можна знайти з умови (рівняння) рівноваги - рівності нулю суми моментів щодо осі обертання.



**Графічне позначення затискачів у відповідності з діючими стандартами.**

Наименование зажимного элемента	Обозначение зажима на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
Одиночный	↓	⊙	⊙
Двойной	↕	⊙⊙	⊙⊙

Л. [1] с. 97...102, 103...106, 107...119

Л. [2] с.94...158

Л. [3] с. 44...64

**Презентація 1.4**

## **Тема 1.5 Направляючі та налагоджувальні елементи пристосувань.**

### ***Призначення напрямних елементів пристосувань.***

При виконанні деяких операцій механічної обробки (свердління, розточування) жорсткість ріжучого інструменту і технологічної системи в цілому виявляється недостатньою. Для усунення віджиму інструменту використовують направляючі елементи. Вони повинні бути точними, зносостійкими і при великій виробничій програмі - змінними. Такими елементами пристосувань є кондукторні втулки для свердлильних і розточувальних пристосувань.

Елементи пристосувань для визначення положення і напрямки можна розділити на **три групи**.

1. Для швидкої установки інструменту на розмір - шаблони, установи.
2. Для визначення положення і напрямку осевого інструменту - кондукторні втулки та напрямні втулки.
3. Для визначення траєкторії відносного руху інструмента і заготовки - копії.

Застосуванням цих елементів досягається підвищення точності розмірів у партії оброблених деталей і збільшується продуктивність праці на операції.

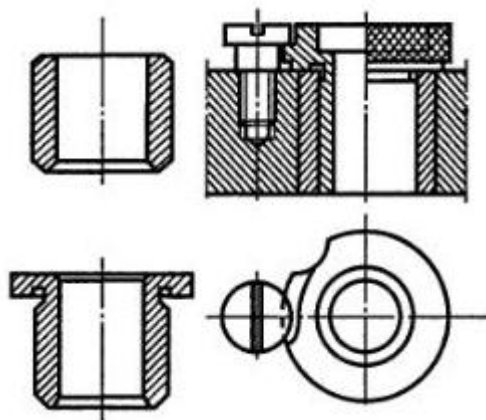
### ***Кондукторні втулки різного типу, їх призначення.***

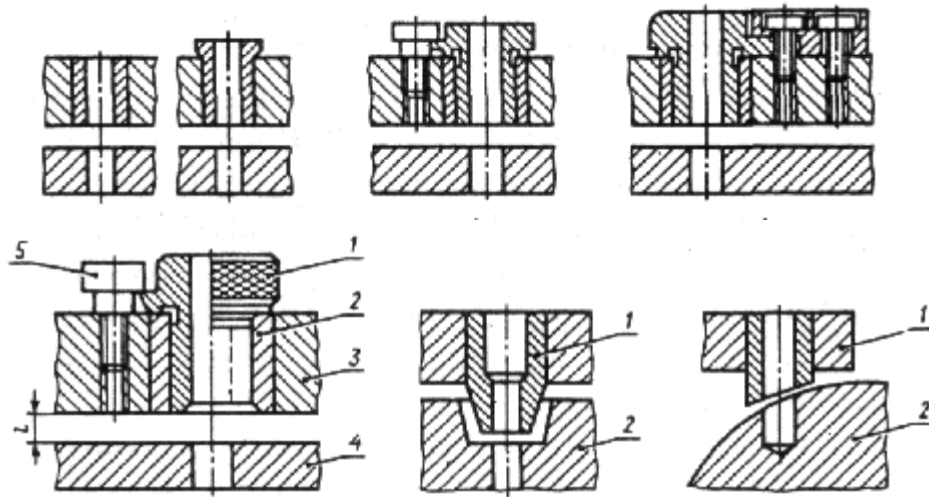
Конструкція і розміри кондукторних втулок для свердління стандартизовані. Втулки бувають постійні, змінні і швидкозмінні.

**Постійні** втулки застосовують в дрібносерійному виробництві при обробці отвору одним інструментом.

**Змінні** втулки використовують у масовому і багатосерійному виробництві.

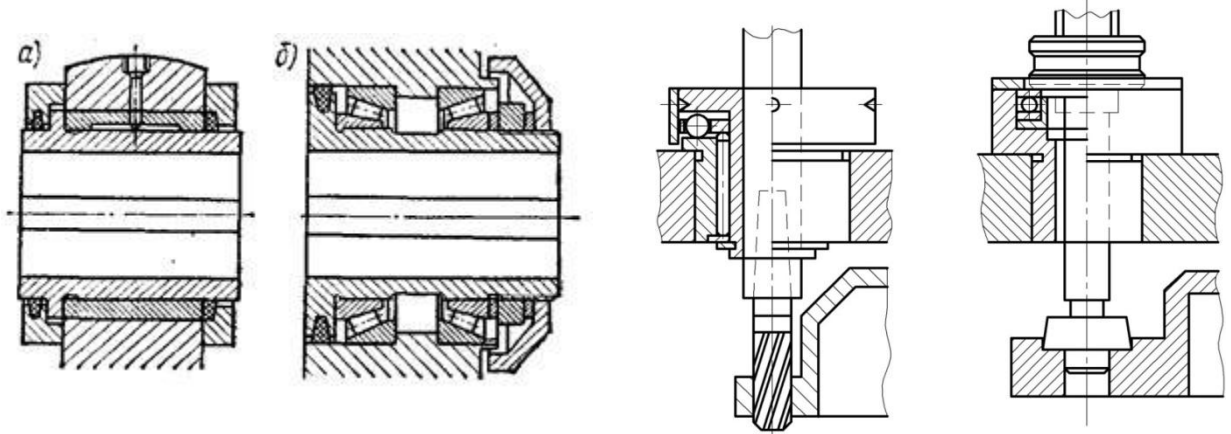
**Швидкозмінні** втулки з замком вживають при обробці отвору кількома послідовно замінними інструментами. Змінні і швидкозмінні втулки вставляють в постійні втулки, які запресовуються в корпус пристосування.





### **Напрямні втулки для розточувальних робіт.**

Для напрямку борштанг (розточувальних оправок) застосовують нерухомі й обертові втулки. На рисунку *а*) наведена конструкція обертової втулки, поверхня ковзання якої захищена від стружки. На рисунку *б*) втулка, яка вмонтована на підшипниках кочення. В обох конструкціях на внутрішніх поверхнях прорізаний паз для шпонки борштанги; цим забезпечується примусове обертання втулок. Для полегшення влучення шпонки в паз втулки останню часто виконують зі скошеними крайками чи плаваючу. На внутрішній поверхні втулки часто передбачають пази для проходу виступаючих різців.

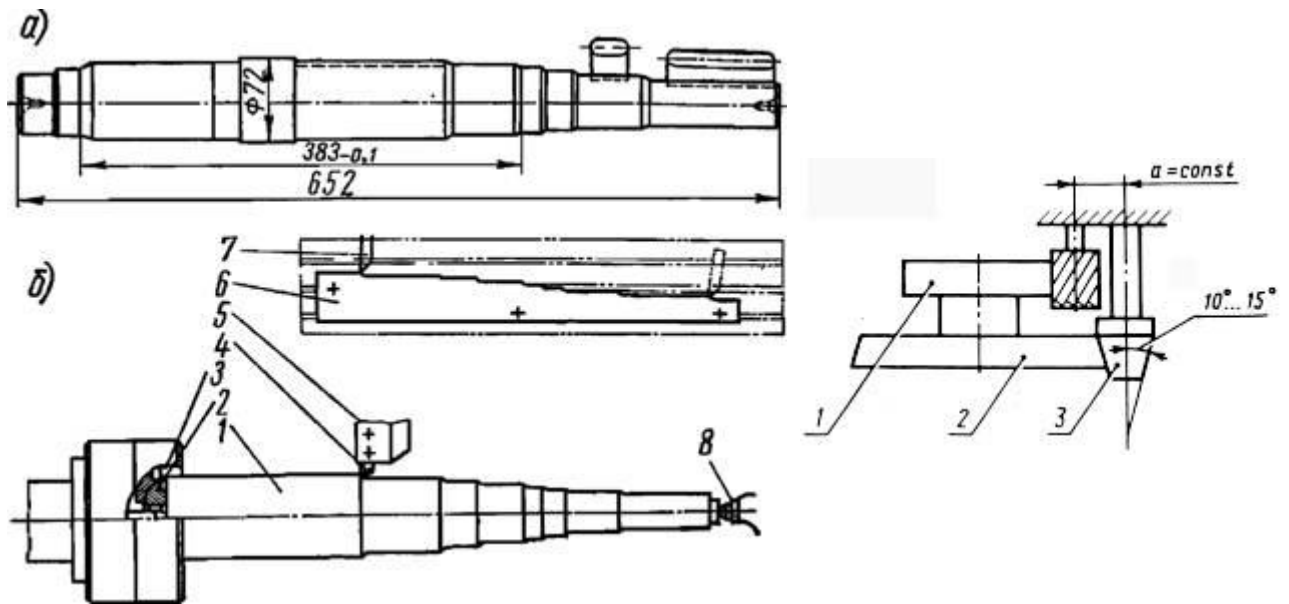


### **Матеріал втулок і термообробка.**

При діаметрі отвору до 25 мм втулки виготовляють із сталі марки У10А, гартують до твердості HRCe 60...65, при діаметрі отвору понад 25 мм — із сталі 20 (20Х) з цементацією і загартуванням до тієї ж твердості. Орієнтовний термін служби кондукторних втулок 10...15 тис. свердлінь.

### **Копіри.**

До напрямних елементів пристосувань відносяться також копіри, що застосовуються при обробці фасонних поверхонь складного профілю. Їх завдання — направляти ріжучий інструмент щодо оброблюваної поверхні заготовки для отримання заданої траєкторії їх руху.

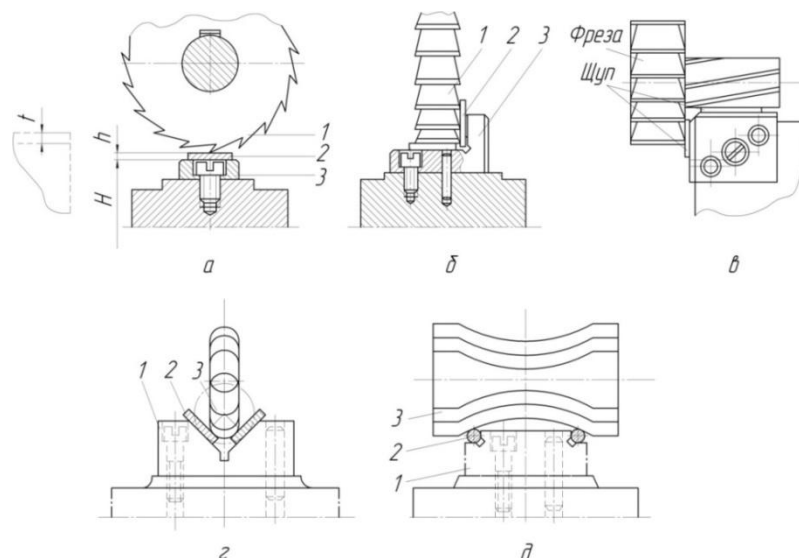


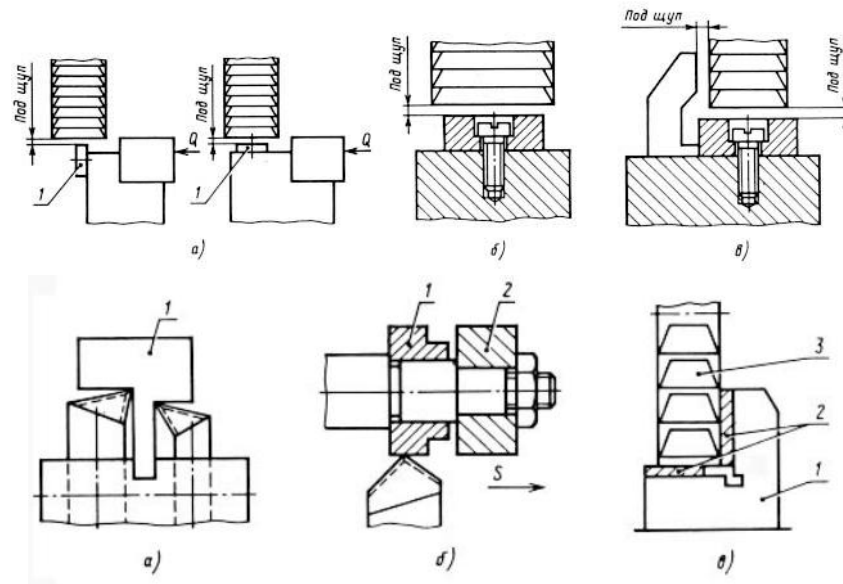
### Установи для проведення фрезерних робіт.

Для прискорення налагодження верстатів і підвищення його точності в конструкцію пристосування вводять спеціальні елементи, що визначають положення інструменту, відповідно робочому налагоджувальному розміру.

Такими елементами є шаблони і установи. Застосування шаблонів характерно для токарних робіт, а установів - для фрезерних. Підвищення продуктивності праці досягається за рахунок скорочення часу на технічне обслуговування в нормі часу на операцію.

Матеріал установів - сталь марки У7А або 20Х з термообробкою до твердості HRCe 55...60. Конструкції шаблонів, дані в ГОСТ 8925-68 і ГОСТ 8926-68, виготовляються зі сталі марки У7А з термообробкою HRCe 55...60.





Л. [1] с. 208...216

Л. [2] с.253...266

Л. [3] с. 42...43

**Презентація 1.5**



## Тема 1.6 Установчо-затискне обладнання пристроїв.

### Призначення установчо-затискних механізмів.

Ці пристрої дозволяють **об'єднати функції** установчих і затискних елементів пристосувань, тобто вони забезпечують установку деталі в необхідному положенні і одночасно її закріплення.

Очевидно, для закріплення деталі установчо-затискні пристрої повинні бути **обов'язково рухомими** в напрямку затиснення. У той же час рухливість затискного елемента чинить **негативний вплив** на цей же елемент, який виконує роль установчого, так як всяке переміщення пов'язане з **втратою точності** за рахунок зазору в направляючих, зростаючою по мірі їх зносу.

### Механізми з пружно-деформуючими елементами.

Самі центруючі механізми мають значну похибку центрування. Найбільшу точність центрування дають механізми, установчі елементи яких об'єднані в одну деталь і переміщуються в межах її пружної деформації.

Такий механізм можна виготовити з високою точністю і в той же час забезпечити точність пружного переміщення окремих його частин. Тому цю групу механізмів **називають прецизійними**.

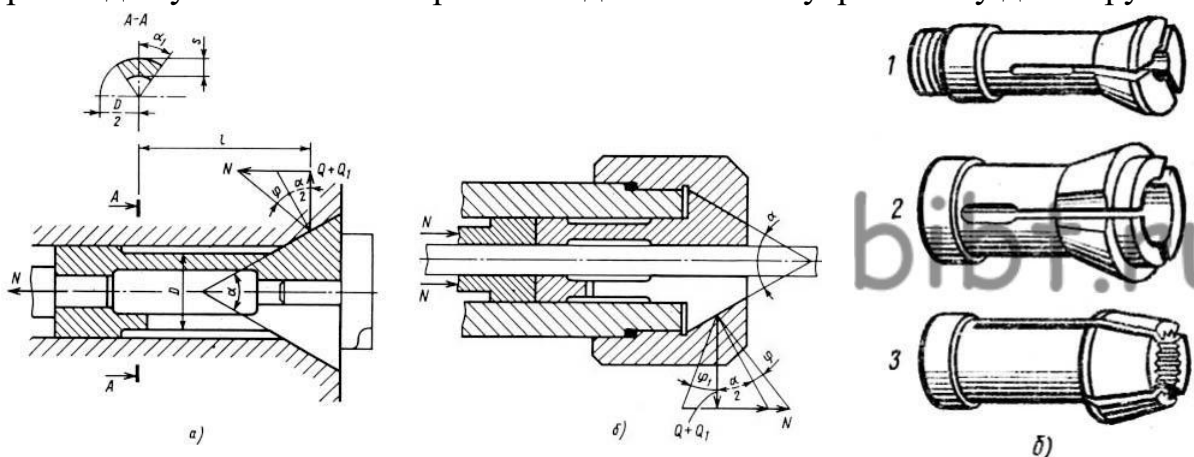
До них відносяться: **цангові, мембранні та гідропластові механізми**.

### Цангові механізми.

Цангами називають різні пружинні втулки, які можуть центрувати заготовку із зовнішньої та внутрішньої поверхонь. Цангові механізми використовують для центрування і затиску пруткового матеріалу різного профілю та окремих заготовок. Цангові механізми можуть бути:

- з **тягнутою цангою**, які застосовують для закріплення штучних заготовок;
- з **штовхаючою цангою**, які найчастіше використовують для закріплення пруткового матеріалу.

Найбільш широко цангові затискачі застосовуються на токарних автоматах, токарно-револьверних верстатах, а також у різних конструкціях оправок для установки та закріплення деталей по внутрішньому діаметру.



Основними перевагами застосування цангових затискних порівняно з трьохкулачковими самоцентруючими патронами є менший час на затиск, більш точне центрування, а також менша величина пошкодження поверхні деталей.

Цанги виготовляють в основному з легованих сталей 9ХС, 12ХНЗА, 18ХГТ або інструментальної сталі У8А... Цанги термічно обробляються: – по робочій частині до твердості 58...62 HRCe; - у хвостовій частині до твердості 40 ... 45 HRCe. Для того щоб запобігти самозаклинюванню цанги кут нахилу цанги призначають у межах  $30^{\circ} - 40^{\circ}$ . Кількість пелюсток цанги в залежності від умов затискання заготівель та її розмірів коливаються у межах від 3 до 6.

**Мембранні затискачі та затискачі з тарілчастими пружинами.**

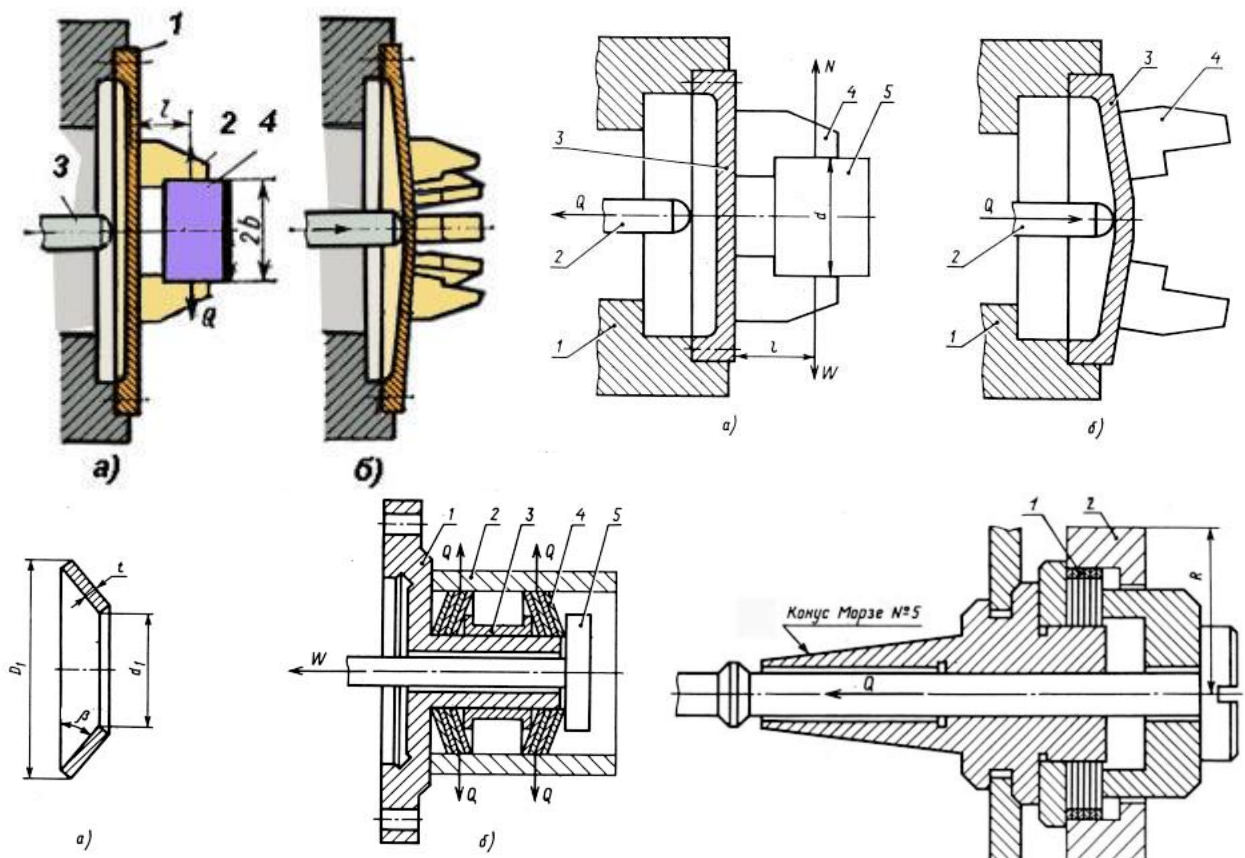
Мембранні механізми застосовують для центрування по зовнішній і внутрішньої циліндричної поверхні деталей типу дисків, кілець, втулок і тому подібного. Основною деталлю такого механізму є мембрана.

Застосовують мембрани трьох видів: **ріжкові, чашкові, кільцеві**. Найбільш точними є ріжкові і чашкові мембрани. Чашкові і кільцеві мембрани (тарілчасті пружини) нормалізовані.

Чашкові і ріжкові мембрани виготовляють зі сталі марок 65Г, У10А, 31ХГС і піддають термообробці до твердості HRCe 40...45.

Патрони з ріжковими і чашковими мембранами можуть забезпечити точність центрування 0,003–0,005 мм.

Кільцеві мембрани застосовуються тоді, коли при значних навантаженнях вони повинні мати малі габаритні розміри.

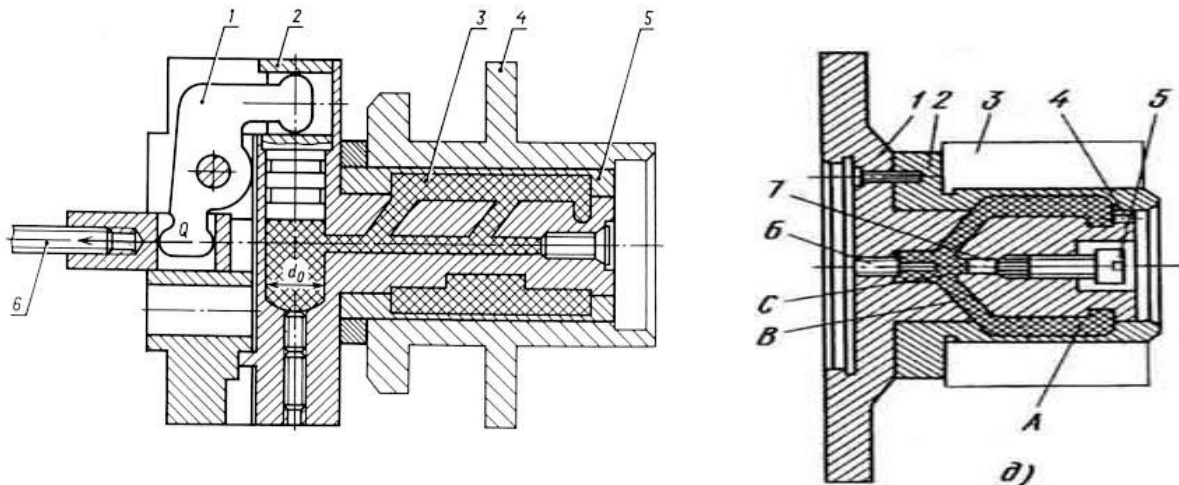


### **Гідропластмасові затискачі.**

Широке поширення отримали пружні патрони з використанням гідропласту. Такі патрони застосовують для центрування заготовок як по зовнішньому, так і внутрішньому діаметру. Точність базових поверхонь закріплених деталей повинна бути не нижче 7-9-го квалітету.

Похибка центрування 0,01 мм. Для виготовлення тонкостінних втулок застосовують сталі марок У7А, 30ХГС, із здійсненням термообробці до твердості HRCe 35...40.

Використання оправок з гідропластом відбувається у ти випадках коли необхідно обробити тонкостінні деталі з м'яких матеріалів. Використовують марки гідропластів СМ та ДМ. Гідропласт марки СМ більш твердий у порівнянні з маркою гідропласту ДМ та призначений для самоцентруючих оправок та пристосувань у яких не відбувається значних переміщень маси та тиск передається на незначні відстані. Гідропласт марки ДМ більш м'який у порівнянні з маркою гідропласту СМ та призначений для передачі тиску на значні відстані та через вузьку отвори та канали.



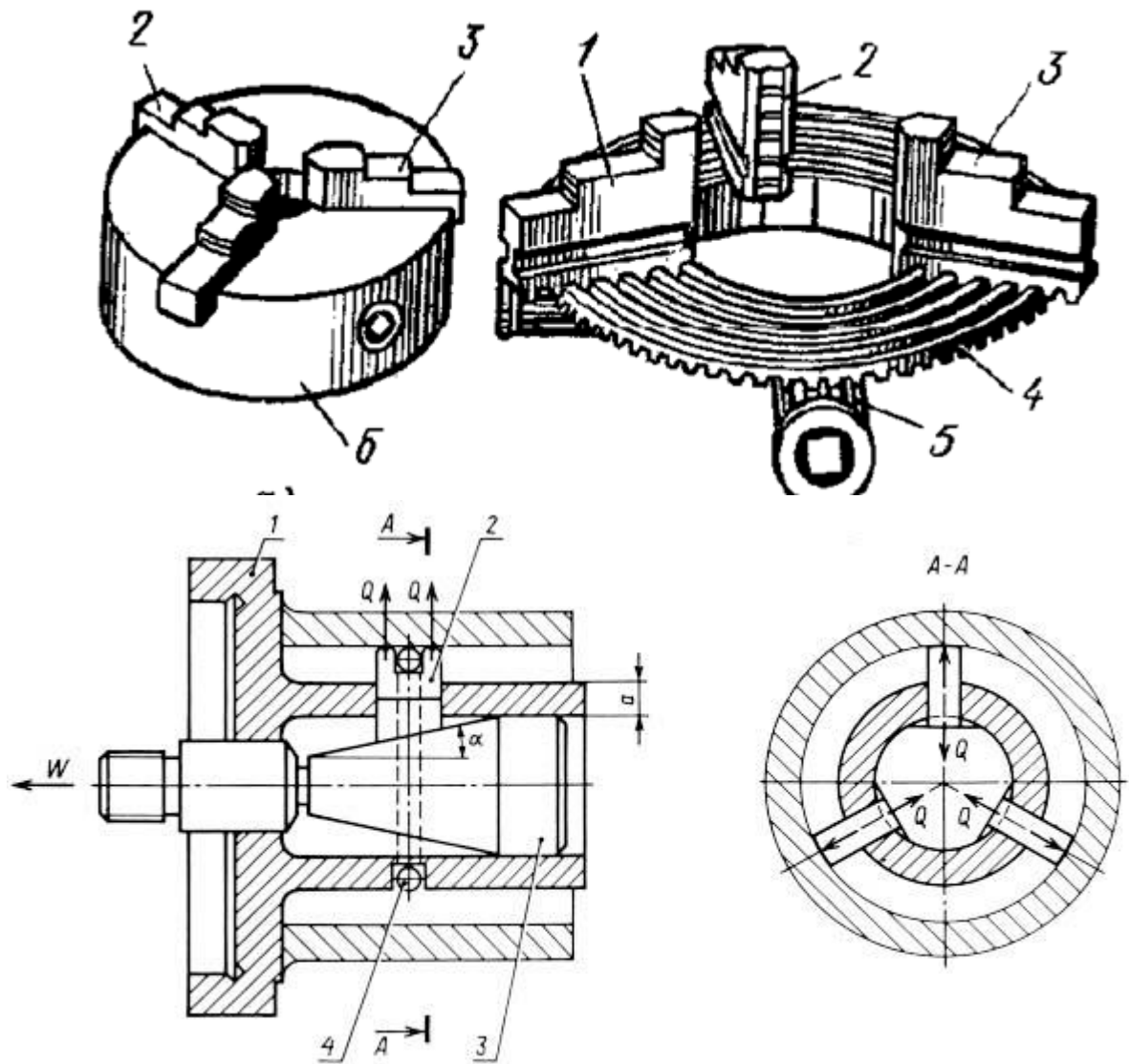
### **Кулачкові механізми.**

Застосовують на токарних та шліфувальних верстатах у двох-, трьох - і чотирьохкулачкових патронах.

У **двохкулачкових** самоцентруючих патронах закріплюють різні фасонні відливки та поковки, причому кулачки таких патронів часто призначені для закріплення тільки однієї деталі.

У **трьохкулачкових** самоцентруючих патронах закріплюють деталі круглої і шестигранної форми або круглі прутки великого діаметру.

У **чотирьохкулачкових** самоцентруючих патронах закріплюються прутки квадратного перетину, а в патронах з індивідуальним регулюванням кулачків - деталі прямокутної або несиметричної форми. Кулачкові патрони виконуються з ручним і механізованим приводом затискачів.



***Приклади конструкцій самоцентруючих пристосувань.***

Розгляд плакатів, презентацій, конструкцій, матеріалів із Інтернету.

[1] с. 120...148

Л. [2] с.158...203

***Презентація 1.6***

## **Тема 1.7 Механізовані приводи пристосувань**

### ***Призначення механізованих приводів.***

Найбільшу частину допоміжного часу звичайно витрачають на установку, затиск заготовки й розкріплення обробленої деталі, тому поряд з скороченням машинного часу велике значення має **скорочення допоміжного часу**. Допоміжний час можна скоротити, застосовуючи механізовані приводи, які поділяють на механічні, пневматичні; гідравлічні (у т. ч. механогідравлічні та пневмогідравлічні); вакуумні; електромагнітні; відцентрово-інерційні; електричні; приводи від сил різання; пружинні і т. д.

Область застосування механічних приводів з ручним керуванням обмежена невеликими досяжними затискними силами. Використання їх в багатомісних пристосуваннях пов'язано зі створенням складних і громіздких конструкцій, що вимагають великих витрат часу на затиск і звільнення оброблених заготовок.

Найбільше поширення на заводах машинобудування отримали пристосування з пневматичним і гідравлічним приводами, які за допомогою механічних передач забезпечують при постійній силі надійний затиск заготовки.

### ***Пневматичні приводи. Поршневі і діафрагмові.***

Стиснуте повітря знаходить більш широке використання у виробничих цехах на машинобудівних підприємствах, які, як правило, мають компресорні установки. Тиск повітря у цехових мережах не перевищує 5 – 7 атм.

Принцип роботи пневматичного приводу полягає в тому, що стиснене повітря із заводської магістралі подається в робочу порожнину пневмоциліндра, тисне на поршень і змушує його робити поступальний рух, необхідний для затиску заготовки. При поверненні поршня у вихідне положення деталь звільняється з пристосування. Пневматичні циліндри бувають двостороннього і одностороннього дії: у першому випадку поршень зі штоком, що впливає на затискний елемент, повертається у вихідне положення стисненим повітрям, а в другому - пружиною.

**Пневмоприводи складаються з: *пневмодвигунів; пневматичної апаратури; пневмережі*** (труби, рукава, канали і з'єднання).

***Застосовуються*** в масовому, багатосерійному та серійному виробництвах. Рідше використовуються в дрібносерійному.

Для роботи у пневмоприводах ***використовують*** стиснене повітря  $P = 4\text{--}6$  кг/см<sup>2</sup> (0,4–0,6 МПа). Воно повинне бути очищене від вологи, механічних домішок і кислот.

***Джерело енергії*** – стиснене повітря.

***Переваги і недоліки пневмоприводів***

**Переваги:** простота конструкції і експлуатації; швидкість дії 0,6...1,5 с.; безперервність дії затискного зусилля; можливість регулювання сили затиску.

**Недоліки:** недостатня плавність переміщення робочих елементів; невеликий тиск стисненого повітря в порожнинах пневмоциліндра; відносно великі розміри при збільшенні зусилля затискача.

### **Класифікація пневмодвигунів**

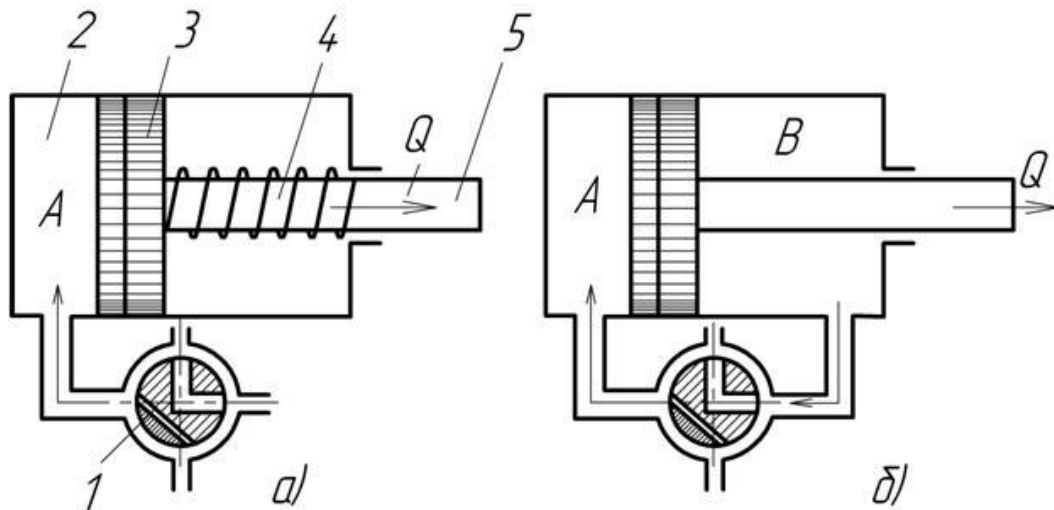
**По конструкції пневмодвигуни розрізняють:** поршневі (з одностороннім штоком одно- і двосторонньої дії, з двостороннім штоком); мембранні (діафрагмові) одно- і двосторонньої дії; плунжерні; пневмоциліндри з гальмуванням; сильфонні; телескопічні та ін.

**За методом компоновки з пристосуванням:** вбудовані; що прикріплюються; приставні.

**По конструктивному виконанню:** стаціонарні; хитні (плаваючі); обертові.

Поршневі пневмоциліндри поділяють на стаціонарні (лінійного дії) та обертові.

Поршневі пневмоциліндри бувають односторонньої *a)* і двосторонньої *б)* дії.



В циліндрах односторонньої дії зворотний хід поршня 3 здійснюється з допомогою повертаючої пружини 4, а двосторонньої дії – стисненим повітрям.

Переваги циліндрів односторонньої дії – удвічі менший витрата повітря, економія у вартості трубопроводів, недолік – обмежений хід поршня, так як при великих ходах з-за наявності зворотних пружин довжина циліндра значно збільшується.

Циліндри двосторонньої дії – найбільш поширений тип пневмоциліндрів, широко використовуваний для механізації і автоматизації пристосувань.

При розрахунку поршневих пневмоциліндрів визначають осьову силу  $Q$  на штоку поршня, що залежить від діаметра пневмоциліндра і тиску стисненого повітря в його порожнинах.

Осьова сила  $Q$  для пневмоциліндрів двосторонньої дії:  
в безштоковій порожнині:

$$Q = (\pi/4) D^2 p \eta.$$

в штокової порожнини:

$$Q = (\pi/4) (D^2 - d^2) p \eta.$$

де  $D$  - діаметр поршня в мм;

$p$  - тиск стисненого повітря (~ 4...5 МПа);

$\eta = 0,85...0,9$  - КПД що враховує втрати у пневмоциліндрі;

$d$  - діаметр штока, мм.

Діаметри робочих порожнин циліндрів стандартизовані.

### **Ущільнення пневмоциліндрів**

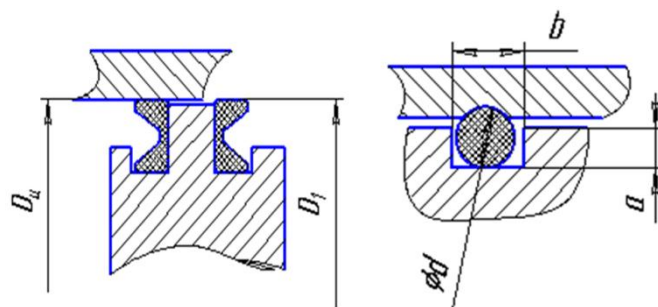
Для нормальної роботи пневмоциліндрів потрібно герметичність і ізоляція один від одного його порожнин. Для цього застосовуються ущільнення, які з'єднують між собою поршень і циліндр, шток і кришку і нерухомі з'єднання (кришка і циліндр).

#### **Основні вимоги до ущільнень:**

- герметичність при всіх робочих режимах;
- висока зносостійкість і мінімальні втрати на тертя (у межах 150 000 ходів поршня);
- надійність роботи при високих і низьких температурах і здатність не руйнуватися в результаті хімічної взаємодії з середовищем;
- зручність монтажу, демонтажу і відсутність необхідності підтяжки і регулювання при експлуатації;
- економічність.

У сучасних конструкціях пневмодвигунів застосовуються **2 типу ущільнень:**

- **манжети** V-образного перетину з мастилостійкої гуми для ущільнення поршнів і штоків;
- **кільця** круглого перетину з мастилостійкої гуми для ущільнення поршнів, штоків і нерухомих з'єднань.



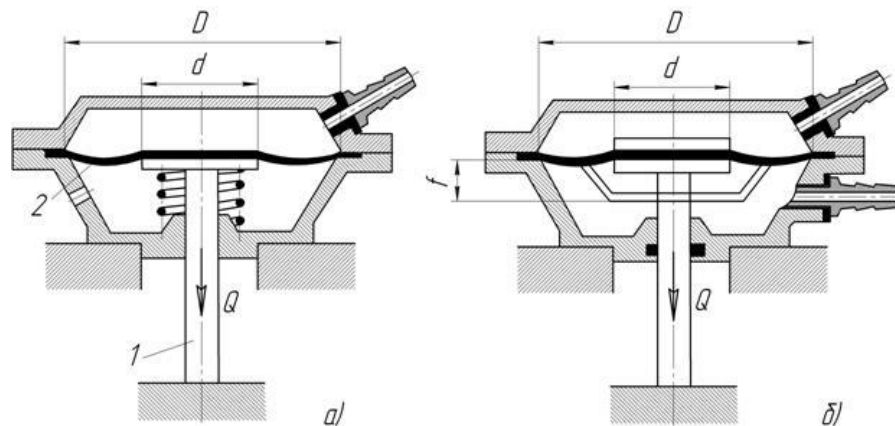
### **Діафрагмові приводи**

**Мембранні пневмоциліндри** можуть бути односторонньої і двосторонньої дії, а в залежності від числа робочих порожнин — одинарні, подвійні або вбудовані.

Конструкція таких циліндрів більш проста, ніж поршневих циліндрів.

Якість стисненого повітря не чинить істотного впливу на їх працездатність.

Недоліком є непостійність сили затиску, зменшується по мірі збільшення ходу штока в результаті прогину мембрани, опір якої буде тим більше, чим більше хід штока. Тому мембранні циліндри рекомендується застосовувати лише при невеликих ходах штока.



Основними параметрами, що визначають роботу мембранних пневмоциліндрів, є сила  $Q$  на штоку і довжина робочого ходу.

Сила  $Q$  змінюється при переміщенні штока з початкового стану в кінцеве.

Оптимальна довжина ходу штока, при якому сила  $Q$  змінюється незначно, залежить від розрахункового діаметра мембрани, її товщини, матеріалу, форми і діаметра опорного диска мембрани.

Наближено силу  $Q$  на штоку мембранного пневмоприводу двосторонньої дії для тарілчастих (опуклих) мембран при подачі стисненого повітря в безштокову порожнину можна визначити за наведеними нижче формулами:

у вихідному положенні штока:

$$Q = (\pi/16)(D+d)^2 p.$$

після переміщення штока на довжину  $0,3l$ :

$$Q = (0,75\pi/16)(D+d)^2 p.$$

де  $D$  – діаметр мембрани;  $d$  – діаметр опорного диска.

Оптимальна довжина ходу штока мембранного пневмоциліндра односторонньої дії з тарільчатою гумотканевою мембраною дорівнює  $(0,25...0,35)D$ , з плоскою гумотканевою мембраною  $(0,18...0,22)D$ .

Корпус камери і кришка відливаються з сірого чавуну або штамнуються з маловуглецевої сталі. Виготовляються також з алюмінієвого сплаву АЛ9В, АЛ10В із пластмаси волокніт.

Тарілчасті діафрагми пресуються в прес-формах. Матеріал чотиришарова тканина **бельтинг** з ГОСТ 2924-45, з двох сторін покрита мастиlostійкою гумою. Товщина діафрагм 6-7 мм.

Поряд з тарілчастими застосовуються плоскі діафрагми з листової технічної гуми з тканинною прокладкою товщиною до 3 мм. Можуть вирізатися також з транспортерної стрічки і ременя прогумованого товщиною від 4 до 6 мм.



В порівнянні з поршневыми приводами пневмокамери мають ряд переваг:

- 1) у камер односторонньої дії відсутні і виключаються витік повітря, а у камер двосторонньої дії потрібні ущільнення тільки штока;

- 2) камери компактні і мають невелику вагу; виготовлення їх простіше і дешевше;

- 3) діафрагми пневмокамер довговічні (витримують до 600 тис. включень), тоді як манжети циліндрів виходять з ладу приблизно за 10 тис. включень.

Основні недоліки пневмокамер — невеликий хід штока і непостійність розвивання зусиль.

У всіх випадках, коли не потрібно великих переміщень і сил на штоку, слід віддавати перевагу пневмокамерам.

#### ***Допоміжна апаратура для пневмоприводів:***

- повітродозподільні камери;
- регулятори тиску (редукційні клапани);
- регулятори швидкості (дроселі);
- запобіжні пристрої;
- реле часу;
- маслянки для подачі масла в пневмоциліндр;
- водовіддільники з фільтром.

#### ***Гідравлічні приводи, їх переваги і недоліки.***

При механізації та автоматизації виробничих процесів у ряді випадків треба застосовувати великі затискні зусилля.

Цим вимогам найбільше відповідають гідравлічні приводи, тому що вони можуть розвивати тиск до  $8\text{МПа}$ ; їх робоче середовище (масло) практично нестисливе, тому такі приводи можуть застосовуватися не тільки для керування силовими механізмами, але і для точних переміщень робочих органів верстата і рухомих частин пристрою. Масляне середовище в системі забезпечує належне змащення силових вузлів і апаратури, а також виключає неполадки, що виникають у пневматичних системах у результаті конденсації водяних пар (іржа і забруднення). Крім того, конструктивне виконання гідравлічних приводів при високому тиску в системі дозволяє застосовувати робочі циліндри невеликого діаметра (20...50мм), що забезпечує їх компактність у порівнянні з пневматичними приводами.

Для утворення тиску масла необхідно встановлювати гідравлічні насоси на верстаті, що має сенс у тих випадках, коли необхідно розвинути значні зусилля, а зовнішні розміри силових пристроїв повинні бути малими.

Гідравлічний привід — це ***самостійна установка***, що складається з:

- гідродвигуна;
- робочого циліндра;
- насоса для подачі масла в циліндр;

- бака для мастила;
- апаратури управління і регулювання;
- трубопроводів.

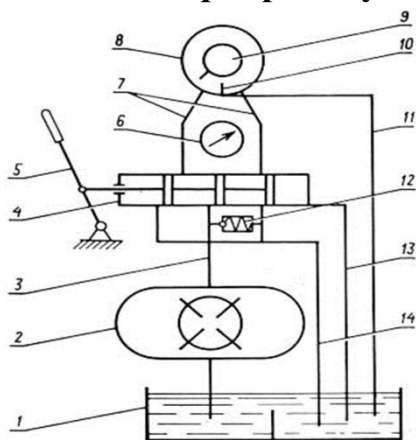
Залежно від призначення і потужності гідравлічний привід **може обслуговувати:**

- одне пристосування;
- групу з трьох - п'яти пристосувань на декількох верстатах;
- групу з 25...35 пристосувань, встановлених на різних верстатах цеху.

**Застосовується** в серійному, багатосерійному і масовому виробництвах.

Джерело енергії – **мінеральне масло**.

### Схема гідроприводу.



- 1 - бак;
- 2 - насос;
- 3 - поршень;
- 4 - золотник;
- 5 - рукоятка;
- 6 - манометр;
- 7, 13, 14 - трубопроводи;
- 8 - лопатевий насос;
- 9 - ротор;
- 10 - упор;
- 11 - маслопровід;
- 12 - клапан.

**Конструкції гідроциліндрів** і способи їх компоновання з пристосуванням такі ж, як і в пневмоциліндрі, і обумовлені тими ж стандартами.

### **Переваги гідроприводів:**

- виключається застосування механічних механізмів-підсилювачів і складних механічних передач;
- робоча рідина одночасно виконує і функції мастила, оберігаючи рухомі частини від зносу і корозії.
- підвищується ККД передачі;
- спрощується конструкція;
- скорочуються габаритні розміри пристроїв і їх маса;
- полегшується транспортування;
- значно зменшується площа, необхідна для зберігання.

У гідравлічних пристроях шляхом застосування індивідуальних циліндрів конструктивно просто здійснювати **багатоточкові затискачі**, тобто широко застосовувати пристосування для багатомісної і багатопозиційної обробки.

### **Істотні недоліки** гідроприводу:

- висока первісна вартість (за рахунок складності нагнітальних апаратів, керувальної та контрольно-регулюючої апаратури);
- підвищені вимоги до експлуатації в цілях попередження витіку масла.

У зв'язку з цим найбільш ефективно застосування в пристосуваннях, призначених **для гідрофіцированих верстатів**, при підключенні його до гідросистемі верстата.

Якщо верстат не гідрофіцирован, то створення спеціального гідроприводу для пристосування ефективно тільки в умовах **масового і багатосерійного** виробництва. Для використання гідроприводу в серійному виробництві використовується **агрегативання** гідроприводів, які обслуговують кілька пристосувань.

**Розрахунок сили на штоку** гідроциліндра виконується за наступними формулами:

- Для циліндрів двосторонньої дії:

- для штовхаючих циліндрів односторонньої дії:

$$Q = (\pi/4) D^2 p \eta - Q_1.$$

- для тягнучих циліндрів односторонньої дії:

$$Q = (\pi/4) (D^2 - d^2) p \eta - Q_1.$$

- Для циліндрів двосторонньої дії:

- при подачі масла в безштокову порожнину:

$$Q = (\pi/4) D^2 p \eta.$$

- при подачі масла в штокову порожнину:

$$Q = (\pi/4) (D^2 - d^2) p \eta.$$

В цих формулах:

$D$  - діаметр поршня в мм;

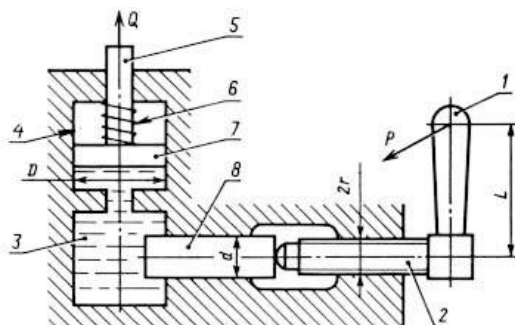
$p$  - тиск масла на поршень (2...7,5 МПа);

$\eta = 0,85...0,9$  - КПД гідроциліндра;

$Q_1$  - сила опору стиснутої пружини при крайньому робочому положенні поршня;

$d$  - діаметр штока, мм.

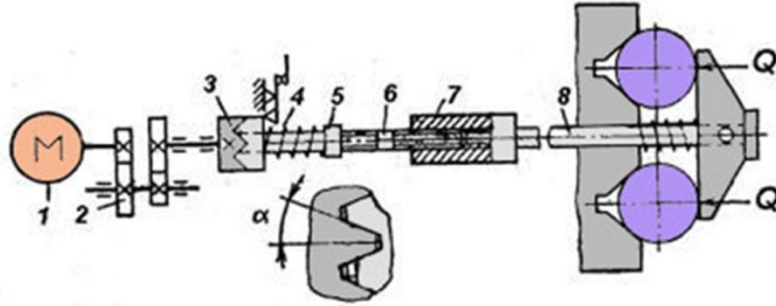
### **Механогідравлічні приводи.**



Застосовують у пристроях, що використовують ручний затискач, для підвищення сили затиску. Складаються з ручного гвинтового затискача і гідравлічного циліндра.

### **Електромеханічний привід.**

Застосовують для переміщення затискних пристроїв на токарно-револьверних, фрезерних, агрегатних верстатах і автоматичних лініях. Складається з електродвигуна, редуктора і гвинтової пари.

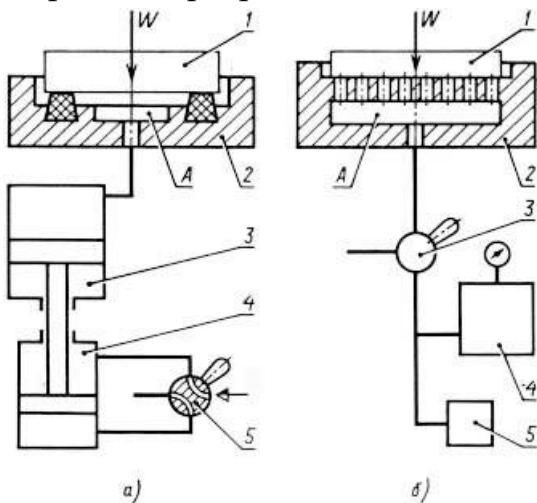


Привід являє собою електромеханічний пристрій з електродвигуном і з муфтою тарування крутного моменту. Ці приводи використовують у пристроях верстатів токарно-револьверної групи, агрегатних верстатів, в якості приводів гвинтових затискних пристосувань-супутників автоматичних ліній. Від електродвигуна 1 через редуктор 2, кулачкову муфту 3 обертання передається на гвинт 6, який переміщує гайку 7 з тягою затискного механізму 8. При досягненні на заготовки необхідної сили затиску права половина муфти 3 зупиняється і віджимається вправо, стискаючи пружину 4. Кінцевий вимикач відключає двигун. Величину вихідної сили на тязі 8 можна регулювати, змінюючи попередню затягування пружини гайкою 5. Задаючи момент, який має передати муфта 3 для отримання необхідної сили, можна визначити силу попереднього затягування пружини.

### **Вакуумні пристрої.**

Застосовують для безпосередньої передачі атмосферного тиску на деталь що закріплюється.

Для цього між базовою поверхнею і опорною поверхнею пристосування створюється розрідження.



У корпусі 2 пристосування є центруюче виточення, в яку плоскій базовою поверхнею встановлюють оброблювану заготовку 1.

Між нижньою поверхнею заготовки 1 і корпусом 2 пристосування утворюється ізольована від атмосфери порожнину "А", з'єднана каналом з вакуумним циліндром 3, що працює від пневмоциліндра 4 з розподільним краном 5.

При створенні вакууму в порожнині "А" надлишкова атмосферний тиск рівномірно притискає заготовку 1 до настановної поверхні корпусу 2 пристосування.

Герметичність порожнини "А" пристосування забезпечує гумовий ущільнювач 6. Після обробки порожнину "А" з'єднують з атмосферою і деталь звільняється.

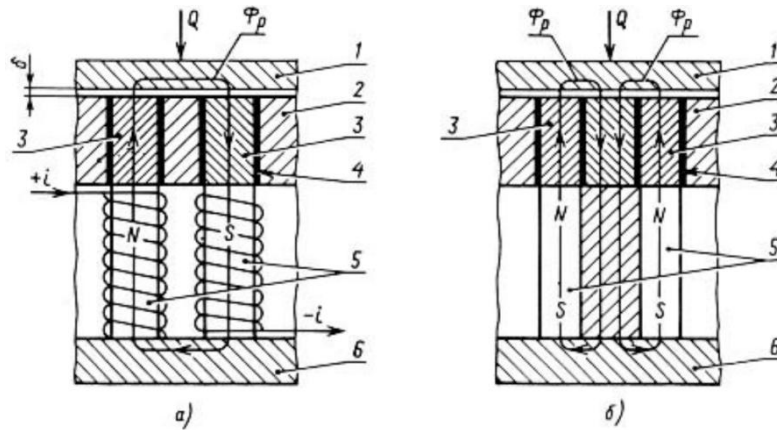
Сила притиску  $W$  заготовки в пристосуванні залежить від величини корисної площі вакуумної порожнини надлишкового тиску.

Застосовують для закріплення на верстатах при чистовій обробці плоских, увігнутих, тонкостінних, схильних до деформації заготовок які можуть деформуватися при додатку сил затиску на невеликих поверхнях.

В пристроях з вакуумним притиском між базовою поверхнею заготовки і порожниною пристосування створюється розрідження - вакуум і оброблювана заготовка притискується до опорних поверхонь пристосування надмірною атмосферним тиском.

### **Електромагнітні та магнітні приводи.**

Застосовують у вигляді електромагнітної і магнітної плит на горизонтально-фрезерних, плоскошліфувальних верстатах.

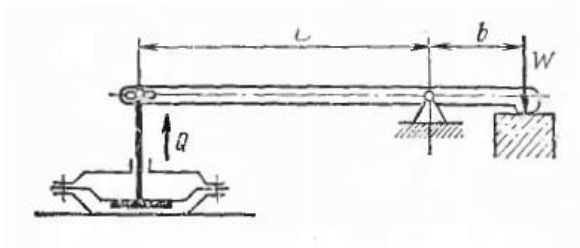


### **Механізми-підсилювачі затискачів.**

Механізми-підсилювачі служать для підвищення величини вихідної сили механізованого приводу і є проміжною ланкою, яка зв'язує привід з затискним пристроєм. Бувають важільні, клинові, шарнірно-важільні, плунжерно-клинові, гвинтові, комбіновані.

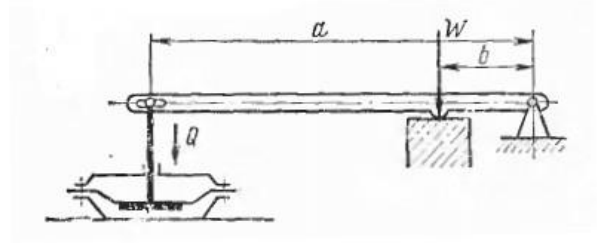
### **Одноважільні підсилювачі.**

*Важіль першого роду:*



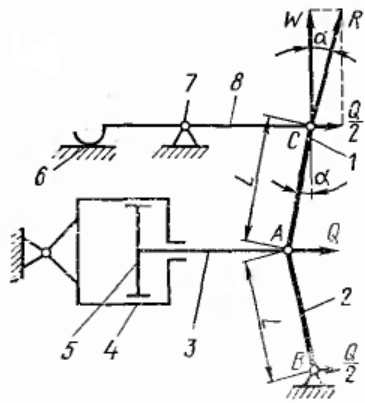
Сила затиску для важеля першого роду  $W=Q(a/b)$ .

*Важіль другого роду:*



Сила затиску для важеля другого роду  $W=Q(a+b)/b$ .

## Двохважільні підсилювачі.



### Двохважільний шарнірний механізм-підсилювач односторонньої дії

$$\text{Сила затиску } W = Q / [2 \operatorname{tg}(\alpha + \beta)],$$

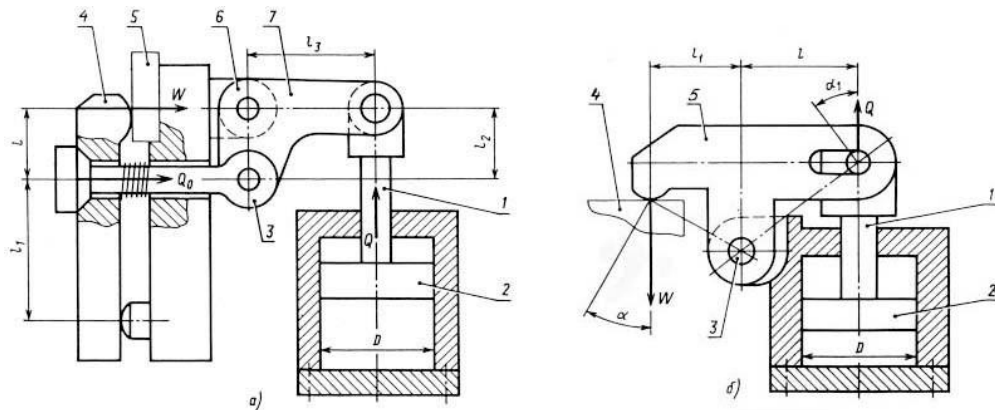
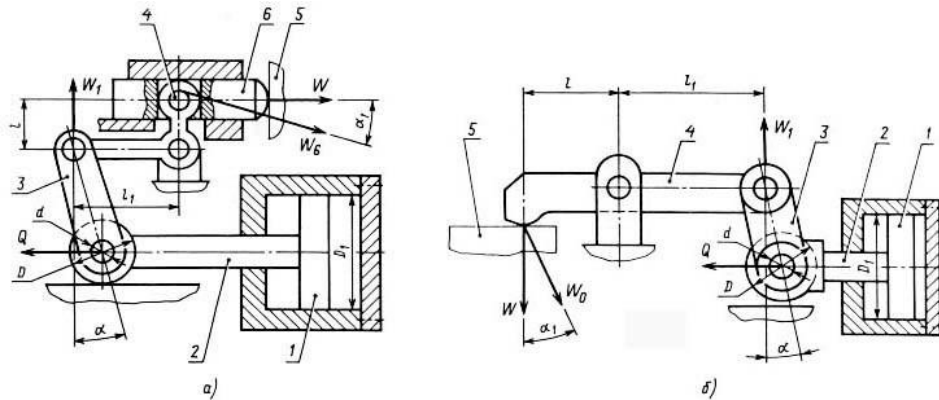
де  $\beta$  -- додатковий кут до кута нахилу  $\alpha$ , що враховує втрати на тертя ковзання в шарнірах важеля,  $\beta = \arcsin(fd/l)$ ;

$f \approx 0,1$  – коефіцієнт тертя ковзання на осі ролика і в шарнірах важеля;

$d$  - діаметр осей шарнірів і отвору ролика, мм;

$l$  - відстань між осями отворів важеля, мм.

## Важільні шарнірні підсилювачі з пневмоприводом.

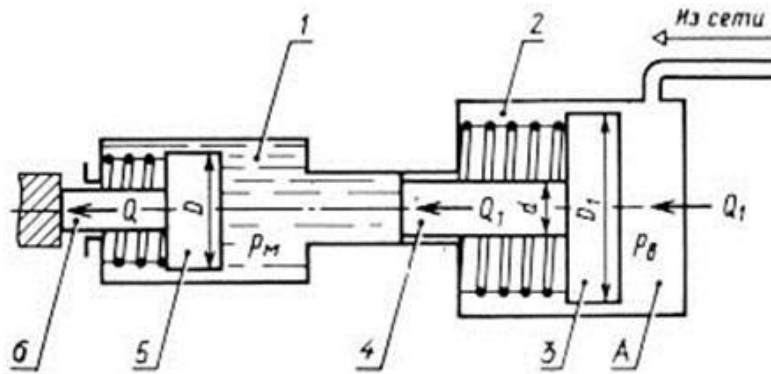


Існують також клинові, клиноплунжерні, багатоплунжерні, багатоланкові та інші механізми-підсилювачі.

### Пневмогідралічні приводи, їх призначення та схема роботи.

Для утворення великих зусиль у силових пристроях використовується повітря та масло. Такі пристрої зветься пневмогідралічними.

Пневмогідралічні приводи складаються з перетворювача, що підвищує тиск, апаратури і робочих гідроциліндрів, які затискають оброблювану заготовку. Принципова схема такого приводу показана на рисунку. Привод являє собою камеру, заповнену маслом. Шток 2 пневматичного циліндра, що є плунжером гідралічної системи, входить у камеру і витісняє масло, тиск якого передається робочому плунжеру 1 привода, який діє на затискний пристрій.



1 - гідравлічний циліндр;

2 - пневмоциліндр;

3 - поршень;

4 - шток;

5 - поршень гідроциліндра;

6 - шток гідроциліндра;

A - безштокова порожнина;

$Q$  - зусилля на штоку гідроциліндра;

$Q_1$  - зусилля на штоку пневмоциліндра;

$p_m$  - тиск масла;

$p_v$  - тиск повітря;

$D$  - діаметр поршня гідроциліндра;

$D_1$  - діаметр поршня пневмоциліндра;

$d$  - діаметр штока пневмоциліндра.

Силу  $Q$  на штоку гідроциліндра 4 розраховують наступним чином. Якщо пневмоциліндр 2 розвиває силу на штоку  $Q_1 = p(\pi D_1^2/4)\eta$  то в циліндрі 1 створюється тиск рідини.

$$Q = (\pi/4)D^2 p \eta - Q_1.$$

Так, наприклад, при  $D = 100$  мм та  $d = 25$  мм сила затискання, без урахування втрат на тертя, збільшується у **16 разів**.

Л. [1] с. 148...174

Л. [2] с.203...253

Л. [3] с. 64...83

**Презентація 1.7**

## Тема 1.8 Ділильне та поворотне обладнання.

### **Ділильні та поворотні пристрої. Призначення і конструкції.**

Ділильні пристрої пристосувань надають заготовці необхідні положення щодо інструменту. Переміщуються ці пристрої по напрямних. Точність позиціонування поворотних частин пристосувань забезпечують фіксатори.

По використанню на верстатах ділильні і поворотні пристрої поділяються на накладні (знімні), що встановлюються на стіл верстата, та стаціонарні, вбудовані у верстат і є одночасно його вузлом.

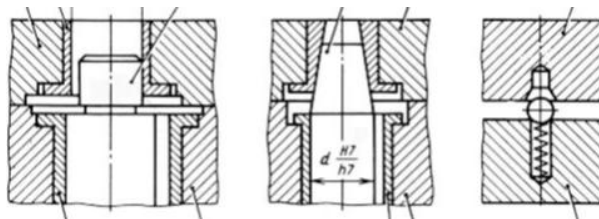
Особливу групу утворюють ділильні і поворотні пристрої верстатів з ЧПУ.

Ділильні і поворотні пристрої стаціонарних пристроїв, що встановлюються на столі верстата, забезпечують поворот заготовки відносно інструмента навколо горизонтальної або вертикальної осі. Вони зазвичай складаються з нерухомого корпусу (або стійок) та поворотної частини, несучої робочу частину пристосування з укріпленою на ній заготовкою. Такі пристосування, наприклад, у вигляді поворотного кондуктора, широко застосовуються на свердлильних верстатах.

Поворотні пристрої дозволяють обробляти заготовки в *полярній системі координат*, що в багатьох випадках значно зручніше, ніж перераховувати положення осей оброблюваних отворів в прямокутних системах координат.

Поворотні пристрої іноді оформляються у вигляді столів, що допускають поворот планшайби в радіусі  $360^\circ$  і її нахил до площини підстави на кут  $0...90^\circ$ , що забезпечує просторову обробку заготовок.

**Конструкції фіксаторів. Похибки ділення ділильних пристроїв, причини їх виникнення і шляхи зменшення.**



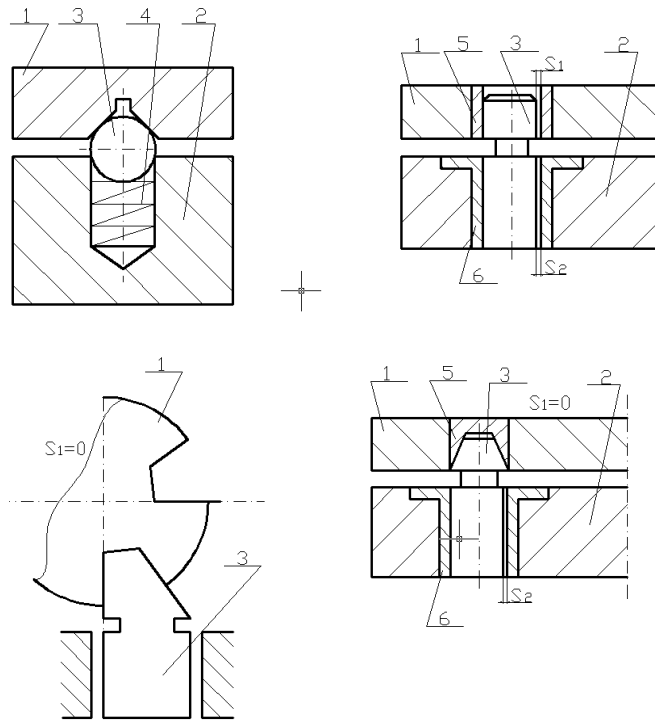
Найпростіший ділильний пристрій складається з диска, закріпленого на поворотній частині пристосування, нерухомої частини (корпусу) і фіксатора.

Фіксатори зазвичай являють собою стержні різної форми, які монтується на корпусі пристосування. В процесі обробки стержень знаходиться в одному з отворів, передбачених поворотною частиною і жорстко фіксують її відносно корпусу. Перед поділами фіксатор виводиться з отвору, поворотна частина переводиться в інше положення, після чого здійснюється подальша фіксація.

Кількість поділень або позицій визначається кількістю отворів рухомої частини пристосування. Управління фіксаторами здійснюється вручну або автоматично. Фіксатори виконуються з циліндричної, призматичної або



конічної робочою частиною, крім того, використовуються і кулькові фіксатори, однак, вони не забезпечують точного поділу та не сприймають моментів сил різання.



- де
1. Рухома поворотна частина.
  2. Корпус (нерухома).
  3. Фіксатор.
  4. Пружина.
  - 5, 6 Втулки.

Похибка поділу визначається за формулою:

$$\Delta = S_1 + S_2 + \delta + A$$

де  $S_1$  - зазор між фіксатором і втулкою, запресованої в рухому частину.  
 $S_2$  - зазор між фіксатором і направляючою втулкою, яка знаходиться в корпусі.

$\delta$  – допуск на відстань між осями 2-х сусідніх отворів рухомої частини.

$A$  – ексцентриситет втулок.

Управління фіксаторами найпростіших пристосувань здійснюється витяжною кнопкою, рукоятку з використанням зубчастої передачі або за допомогою педалі.

Крім простих фіксаторів використовуються відносно складні ділильні механізми, типу ділильних головок з механізмом мальтійського хреста, з використанням храпових, кулачкових, черв'ячних і рейкових механізмів. Вони мають механічний, гідравлічний або пневматичний привод.

### **Універсальна ділильна головка.**

Універсальна ділильна головка (УДГ) призначена для повороту оброблюваної деталі на задану величину при виконанні різних фрезерних, зубофрезерних, розточувальних, свердлильних, розмічальних та інших подібних робіт.

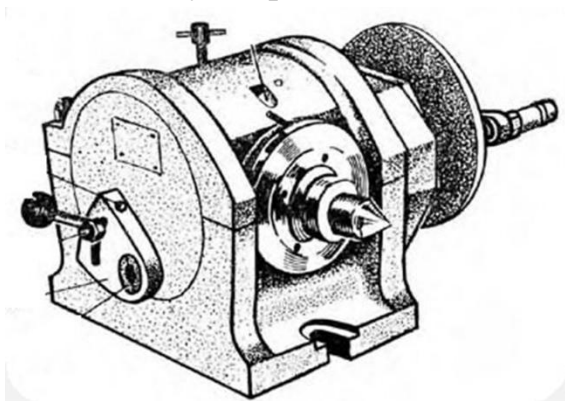
З допомогою УДГ можна ділити оброблювану деталь по колу на будь-яке число частин до 400 без інтервалів. На деяке число більш 400 з інтервалами.

Крім того, можна здійснювати фрезерування спіралі з кроком від 25 до 2880 мм.

Головка включає в себе корпус, чавунну основу зі стяжними дугами, ділильний диск із рукояткою, шпindelь.

Послабивши гайки, можна повертати корпус на певний кут.

Відлік кута проводиться за шкалою та ноніусом.



**Існує три типи поділу з допомогою УДГ:**

- безпосереднє;
- пряме;
- диференціальне.

**Безпосередній поділ** проводиться на 2, 3, 4, 6, 8, 12 і 24 частини в тих випадках, коли не потрібно великої точності.

Поворот і фіксація проводиться за допомогою лімбу безпосереднього ділення.

Поворот шпindelя здійснюється від руки.

**Просте ділення** кола на рівні і нерівні частини проводиться при нерухомому ділильному диску, зафіксованому стопором.

Шпindelь отримує обертання від рукоятки-фіксатора через пару шестерень, черв'як і черв'ячне колесо.

Величина повороту рукоятки відлічується по отворах на обраному колу ділильного диска.

На ділильному диску дванадцять рядів отворів (16, 17, 19, 21, 23, 30, 33, 37, 39, 41, 49, 54 отвори в ряду).

Величина повороту рукоятки-фіксатора визначається за формулою:

$$n=40/z;$$

де  $z$  – кількість частин, на які потрібно розділити закріплену в голівці деталь.

При **диференціальному поділі** кут повороту шпindelя визначається величиною повороту рукоятки-фіксатора щодо ділильного диска і величиною повороту самого диска, який одержує обертання через змінні шестерні,

встановлені на гитарі, і пару конічних шестерень. Передаточне число змінних шестерень визначається за формулою:

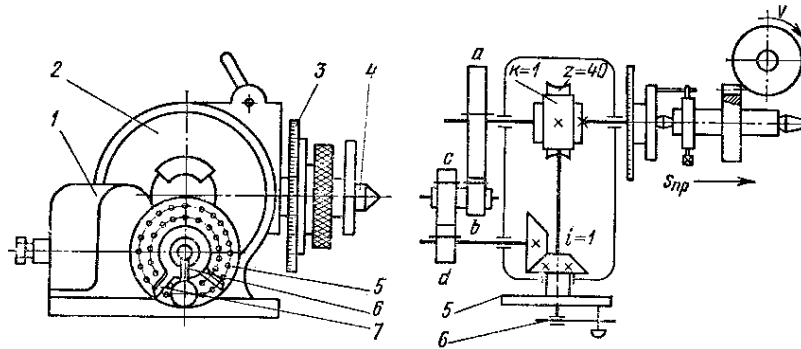
$$i=40/x(x-z);$$

де  $x$  – деяке допоміжне число;

$z$  – число частин кола.

Число  $x$  повинно мати найбільший загальний дільник з числом отворів на окружності диска.

**Кінематична схема УДГ.**



Л. [1] с. 217...221

Л. [2] с.266...274

**Презентація 1.8**

## **Тема 1.9 Корпуси та допоміжні елементи пристроїв.**

### ***Корпуси пристроїв, їх призначення. Вимоги до корпусів пристроїв.***

**Корпусні елементи** пристосувань є основною частиною пристосувань, на якій кріплять всі інші елементи. Вони сприймають всі зусилля, діючі на деталь при її закріпленні й обробці.

При конструюванні корпусів пристосувань враховують зручності установки і затиску оброблюваної деталі, зручність підведення інструментів і видалення стружки, а також умови, що забезпечують точність їх установки і закріплення на верстаті.

Корпус — це елемент, який об'єднує в єдину конструкцію окремі частини пристосування.

Корпус сприймає всі сили, що діють на заготовку в процесі її закріплення і обробки, і тому він повинен володіти достатньою міцністю, жорсткістю і вібростійкою.

Корпус повинен бути простий у виготовленні і забезпечувати безпеку роботи (неприпустимі гострі кути і малі просвіти між рукоятками і корпусом, що можуть викликати защемлення рук робітника).

Корпуси пересувних або пристосувань які кантуються повинні бути стійкими при різних положеннях на столі верстата. На всіх позиціях обробки центр тяжкості пристосування не повинен виходити за межі опорних елементів корпусу.

Найважливішими вимогами до конструкції корпусу є простота і, можливо, більш низька вартість її виготовлення.

### ***Конструкції корпусів, матеріал, способи їх виготовлення.***

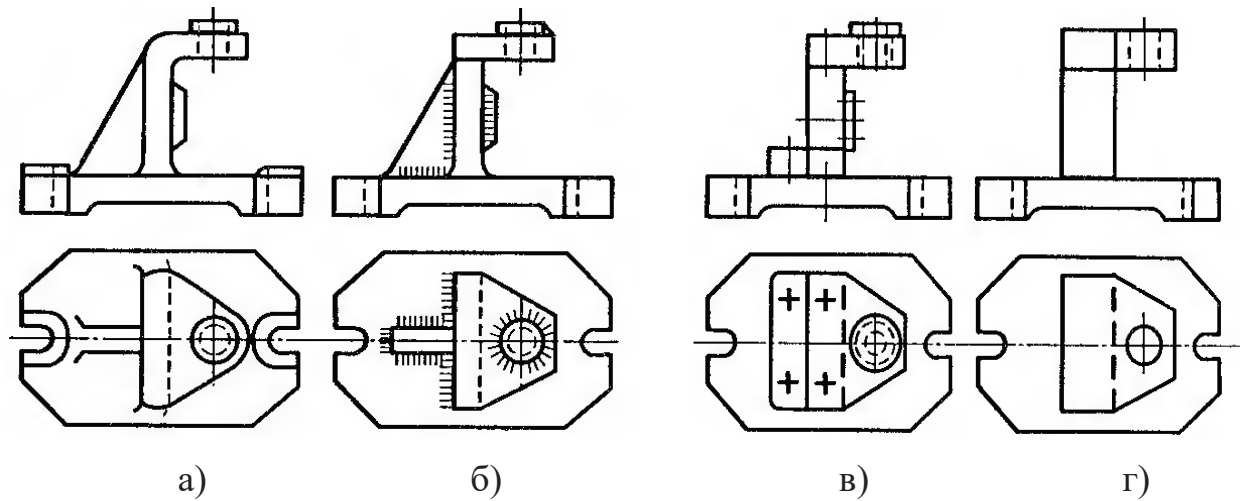
Конструктивні форми корпусів різноманітні. Корпуси можуть бути виконані у вигляді прямокутної плити, планшайби, косинця, тавра, корита і іншої форми.

Заготовки для корпусів можна отримати литтям, зварюванням, куванням, різкою із сортового матеріалу, а також зварюванням з окремих елементів.

Литтям виготовляють корпусу великих розмірів і складної конфігурації, при цьому можна отримати заготовку, мінімальну по масі, але з великою жорсткістю яка вимагає мінімальної механічної обробки. Проте терміни їх виготовлення виходять тривалими.

Литі заготовки отримують з чавуну СЧ12-28, СЧ15-32. В окремих випадках використовують легкі сплави на алюмінієвій і магнієвій основі.

Зварюванням можна отримати корпусу складної конфігурації. Вони можуть бути виготовлені швидше і дешевше, але мають поганий зовнішній вигляд. Крім того, зварювання викликає деформацію корпусу, а виникають у результаті таких деформацій внутрішні напруги впливають на міцність пристосування. Для зварюваних конструкцій використовують сталі марки ст.3 і ст. 25.



Варіанти конструкції корпусів пристосувань:

литого (а), зварного (б), збірного (в), кованого (г)

Куванням і різкою сортового матеріалу отримують корпусу невеликих розмірів простої конструкції. Збірні корпусу дозволяють використовувати заготовки найпростішої форми, але при цьому виникає потреба у механічній обробці і знижується жорсткість (за рахунок додаткових стиків). При будь-якому способі виготовлення корпусів його оброблені поверхні прагнуть зробити виступаючими над необробленими - для зменшення обсягу та спрощення механічної обробки.

Велике значення має стандартизація корпусу і заготовок. Набагато простіше стандартизувати заготовки корпусів. З єдиної стандартної заготовки можна шляхом знімання зайвого металу отримати достатньо велике число корпусів різної форми. Конструктивно досить складні корпусу можна виготовити із стандартних елементів шляхом складання. Таким чином, при проектуванні корпусу пристосувань для зниження найменшою його вартості він повинен "вписуватися" в стандартні заготовки або повинна існувати можливість збірки корпусу пристосування з мінімального числа стандартних елементів.

#### ***Встановлення пристроїв на столах та шпинделях верстатів.***

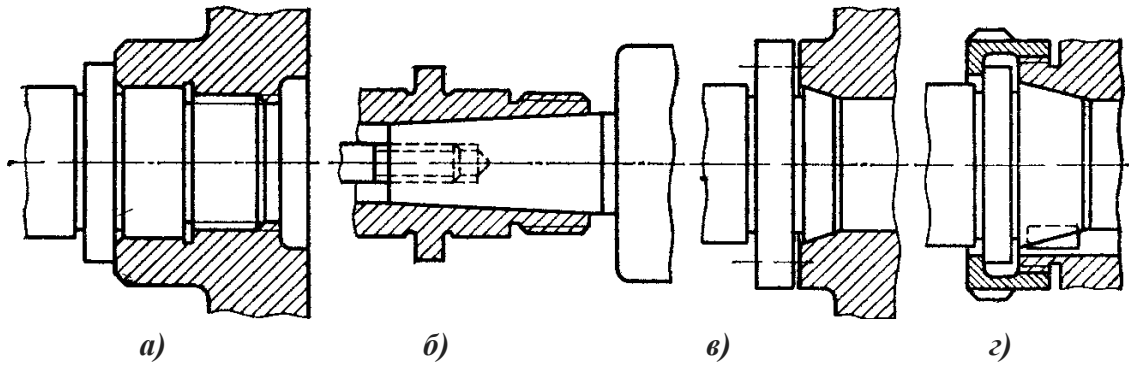
На корпусі повинні бути передбачені конструкторські бази для установки пристосування на верстат.

Конструкція корпусу повинна забезпечувати зручну і швидку установку пристосування на верстаті. Особливо це стосується пристосувань для серійного виробництва, коли на одному і тому ж верстаті періодично виконують різні операції.

Корпуси пристосувань для серійного виробництва повинні мати таку конструкцію, яка дозволяла б здійснювати установку на верстат без вивірки основної бази корпусу.

Для цього в корпусах пристроїв повинні бути передбачені базуючі елементи, виконані таким чином, щоб відповідати посадковим місцями верстатів. Наприклад, для токарних патронів основна база залежить від конструкції і розмірів кінця шпинделя. На рисунку показані приклади

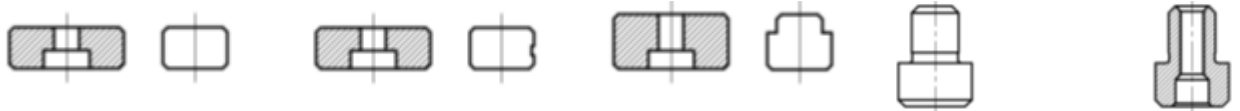
центрування і кріплення корпусів пристосувань на шпинделях верстатів токарної групи.



Приклади встановлення корпусів пристосувань на шпинделях токарних верстатів:

- по циліндричній поверхні та різьбі (а);
- по внутрішньому конусу (б);
- по зовнішньому конусу з гвинтовим кріпленням (в);
- по зовнішньому конусу з шпонкою і кріпильної гайкою (г).

Для фрезерних пристосувань основною базою є, як правило, опорні площини, шпонки або пальці, що входять у пази столу.

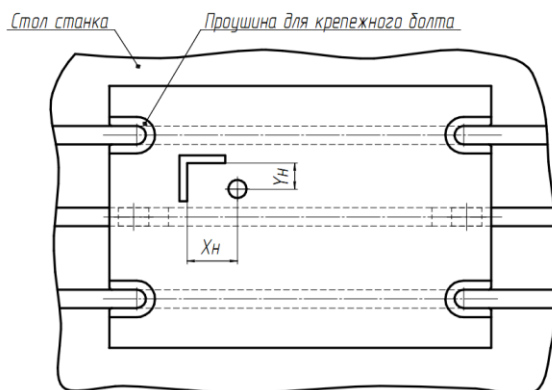
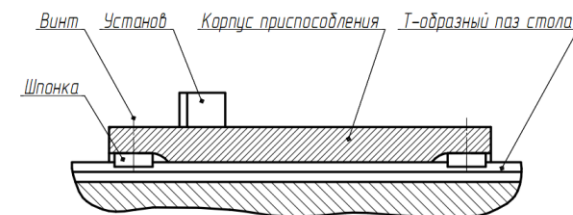
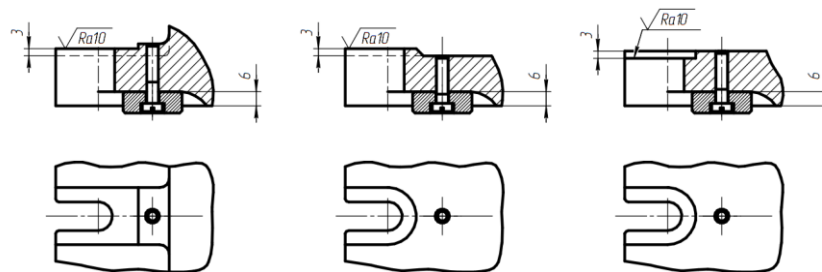


**Шпонки призматичні привертні (ГОСТ 14737-69)**

виконання 1      виконання 2      виконання 3

**Шпонки круглі (ГОСТ 14739-69)**

виконання 1 (без отвору)      виконання 2 (з отвором)



### ***Особливості встановлення пристроїв на верстатах з ЧПУ.***

Основною особливістю установки пристосувань на верстатах з ЧПК є необхідність **повного базування** пристосувань на столі верстата з жорсткою зв'язком з початком координат верстата, а також швидка зміна пристосувань на верстаті.

Повне базування пристосувань на столі верстата значно скорочує підготовчо-заклучний час, пов'язане зі зміною пристосувань, тому що виключає необхідність вивірки пристосувань на столі верстата і спрощує розробку програм обробки заготовок.

Для повного базування в пристосуваннях мають бути передбачені базуючі елементи, відповідно до посадкових місць верстатів і забезпечувати точне положення пристосувань на столах верстатів.

За наявності на столі верстата поздовжніх пазів і центрального поперечного паза пристосування базується за допомогою настановних шпонок або штирів по подовжньому і поперечному пазам.

Якщо на столі верстата є поздовжні пази і центральний отвір, пристосування базується циліндричним штирем по отвору і штирем по подовжньому пазу.

За наявності на столі верстата тільки поздовжніх пазів пристосування базується по пазу за допомогою двох шпонок. При цьому матиме місце неповне базування, оскільки пристосування буде позбавлене лише п'яти ступенів свободи. Додаткове базування по поздовжній осі столу може бути здійснено за допомогою упору, встановленого на столі верстата.

#### ***Допоміжні елементи пристосувань.***

До допоміжних елементів пристосувань відносять витовхувачі, засувки, замки, ручки та інші частини.

Л. [2] с.275...281

***Презентація 1.9***

## **Тема 1.10 Універсальні та спеціалізовані верстатні пристрої.**

### ***Стандартизація технологічного оснащення.***

Найважливішою особливістю сучасної організації конструкторської підготовки виробництва є широке використання стандартизації, що дає змогу уникнути необґрунтованого різноманіття в якості, типах і конструкціях виробів, у формах і розмірах деталей та заготовок, у профілях і марках матеріалів, у технологічних процесах, організаційних методах.

**Стандартизація** є одним з ефективних засобів прискорення науково-технічного прогресу, підвищення ефективності виробництва і зростання продуктивності праці конструкторів, скорочення строку підготовки виробництва.

Конструкторська **уніфікація** — це комплекс заходів, що забезпечують усунення необґрунтованого різноманіття виробів одного призначення, різнотипності їхніх складових і деталей, приведення до можливої однаковості способів їх виготовлення, складання й випробування.

Уніфікація є базою агрегування, тобто створення виробів шляхом їхнього компонування з обмеженої кількості уніфікованих елементів і конструкційної наступності.

Уніфікація доповнює стандартизацію — це свого роду конструкторська стандартизація.

Державна система стандартизації, визначивши основні положення в цій галузі, передбачає такі категорії стандартів:

- державні стандарти (ДСТ);
- галузеві стандарти (ГСТ);
- стандарти підприємств (СТП).

ДСТ — одна з основних категорій стандартів, установлених державною системою стандартизації.

ГСТ установлюються на продукцію, що не належить до об'єктів державної стандартизації, **наприклад на технологічне оснащення**, інструмент, специфічні для певної галузі технологічні процеси, а також на норми, правила, вимоги, строки і позначення, регламентація яких необхідна для забезпечення взаємозв'язку у виробничо-технічній діяльності підприємств і організацій галузі. ГСТ обов'язкові для всіх підприємств і організацій певної галузі.

Стандарти підприємств установлюються на продукцію одного або декількох підприємств (заводів).

Основним завданням заводської стандартизації є створення максимальної кількості геометрично подібних або аналогічних елементів у виробках не тільки одного, а й різних призначень.

***Універсальні безналадочні верстатні пристрої, призначення та область використання.***

**УБП** — універсально-безналадочні пристосування, для яких характерне застосування універсальних регульованих пристроїв, які не потребують змінних настановних і затискних елементів. Ця група включає в себе комплекси



універсальних пристосувань, що входять у комплекти оснащення, що подається машинобудівним підприємствам в якості приладдя до верстатів.

Рекомендується для одиничного і дрібносерійного виробництва.

### ***Приклади універсальних пристроїв.***



Універсальні безналадочні пристосування (УБП) - використовують для закріплення заготовок широкої номенклатури і різної конфігурації.

До них належать: універсальні патрони з нероз'ємними кулачками, універсальні фрезерні та слюсарні лещата.

### ***Універсально-налагоджувальні верстатні пристрої, їх призначення і конструктивні особливості.***

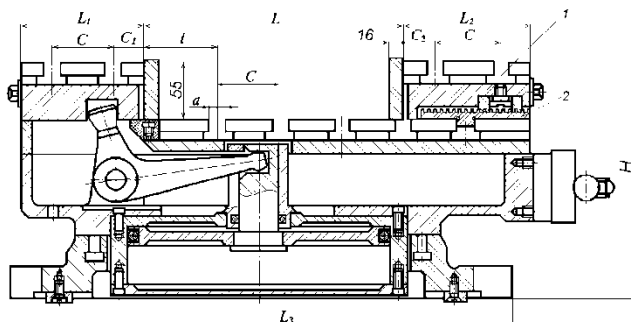
Універсально-налагоджувальні пристрої (УНП) застосовують для установки і закріплення певної групи схожих за формою заготовок деталей, оброблюваних на токарних, фрезерних, свердлильних та інших верстатах.

Універсально-налагоджувальні пристосування складаються з двох частин: універсальної (постійної) і налагоджувальної (змінної).

Універсальна частина включає в себе корпус, силовий привід і базові елементи для установки змінних наладок. Налагоджувальна частина складається з змінних наладок, що виготовляються відповідно з формою і габаритними розмірами оброблюваних деталей.

Трудомісткість виготовлення змінних наладок УНП на 60-70% менше трудомісткості виготовлення спеціальних пристосувань для встановлення таких самих деталей.

Універсальну частину УНП використовують багаторазово, що значно скорочує строки і вартість підготовки виробництва при випуску нових машин. Застосування УНП дозволяє значно збільшити оснащеність операцій технологічного процесу.



Л. [1] с. 275...279  
***Презентація 1.10***

## Тема 1.11 Універсально-збірні та збірно-розбірні пристрої.

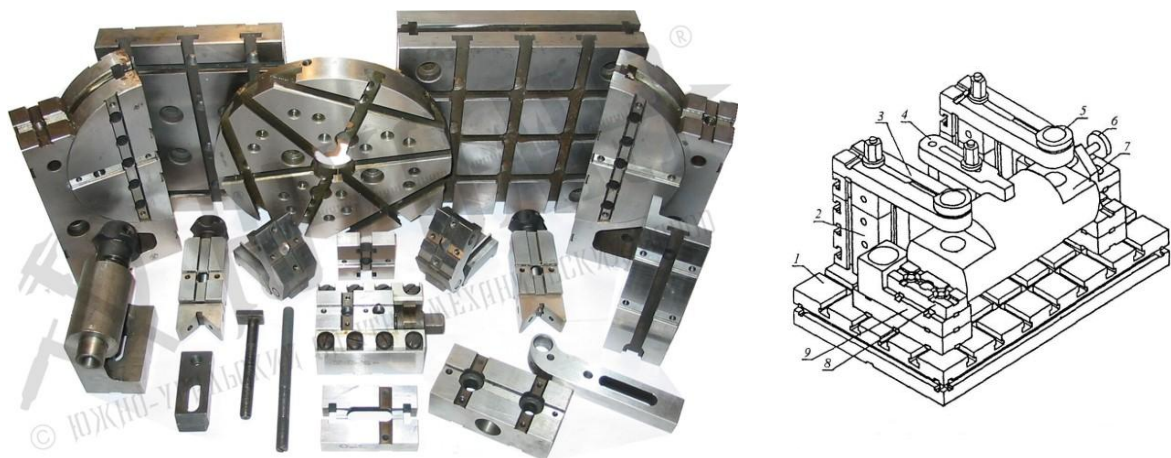
### *Універсально-збірні пристрої (УЗП), їх призначення та вимоги до них.*

Система універсально-збірних пристосувань (УЗП) запропонована в 1947 році В.С. Кузнецовим та В. А. Пономарьовим. Вона знайшла широке застосування в одиничному і дрібносерійному виробництві.

Універсально-збірні пристосування (УЗП) широко використовують на заводах з досвідним, дрібносерійним і одиничним типом виробництва, при освоєнні нової продукції в серійному виробництві.

Деталі і складальні одиниці призначені для складання пристосувань, використовуваних при різних видах механічної обробки і контролю деталей машин.

Швидкість збірки забезпечується універсальною конструкцією, високою точністю та взаємозамінністю елементів.



Після обробки заданої партії деталей компонування розбирається, а складові її елементи можуть бути використані для складання нових компонок, призначених для обробки інших деталей.

Комплекти УСП складаються з базових, опорних, установчих, направляючих, притискних, кріпильних та інших елементів, а також створених на їх основі складальних одиниць.

З елементів і складальних одиниць УСП можна компонувати спеціальні верстатні пристосування для фрезерних, розточувальних і свердловальних верстатів.

УСП збирають повністю із стандартних вузлів і деталей, заздалегідь виготовлених з підвищеною точністю і володіють підвищеною міцністю і зносостійкістю.

Набір стандартних елементів утворює так званий комплект УСП, який містить приблизно **200 типів і 2000 типорозмірів** стандартних деталей і вузлів.

В комплект входять деталі і вузли п'яти груп: базові, корпусні, установочно-напрямні, кріпильний-притискні і різні, а також нерозбірні вузли універсального призначення.

Основними елементами є **базові деталі**, на яких монтуються всі інші елементи. Базові деталі виконуються у вигляді круглих, квадратних і прямокутних плит, а також у вигляді кутників.

Вони мають шпонкові, а також Т-образні пази шириною 8,12 і 16 мм, відповідно до яких і шифрують комплекти: УСП-8, УСП-12, УСП-16.

Ширина пазів і крок між ними визначаються розміром і призначенням базової деталі.

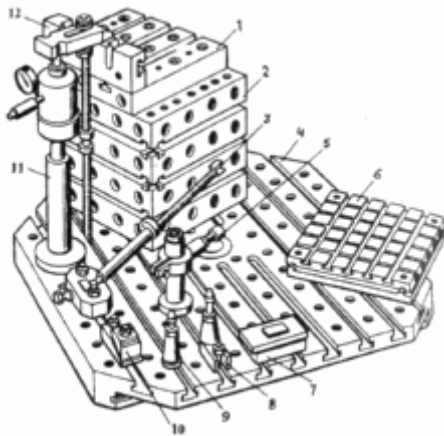
До **корпусних** деталей, найбільш чисельним за типами типорозмірами, відносяться: підкладки, опори, косинці, призми планки, накладки і т. д. Вони призначені для з'єднання корпусів і окремих вузлів. Корпусні деталі також мають шпонкові і Т-подібні пази, виконані з такими ж параметрами, як і у базових деталях.

**Установочно-напрямні деталі** - шпонки, пальці, кондукторні втулки, центри, валики, колонки тощо - виконують важливу роль при компонуванні УСП.

Маючи комплект елементів УСП, можна збирати кілька десятків компоновок пристосувань. Збірка пристосувань для конкретних випадків застосування, не потребує значних витрат часу на трудомістку розробку креслень і спеціального виготовлення, так як для таких випадків досить підібрати готові деталі і зібрати пристосування, що сприяє скороченню строків підготовки виробництва. Для складання пристосування середньої складності необхідно 2-3 години.

#### ***Конструктивні особливості збірно-розбірних пристроїв (ЗРП).***

Збірно-розбірні пристрої складаються з базових плит і базових секційних косинців, на які кріплять як модульні, так і спеціальні затиски та кріпильні елементи. Комплект елементів, представлений на рисунку, складається з базових плит і косинців, установчих, затискних і кріпильних елементів.



З комплекту компонують збірно-розбірні пристрої, призначені для базування та закріплення заготовок корпусних та плоских деталей при їх обробці на багатоцільових фрезерно-свердлильно-розточувальних верстатах з ЧПК в умовах серійного виробництва.

#### ***Переваги і недоліки універсально-збірних та збірно-розбірних пристроїв.***

Кожна компоновка УЗП володіє всіма основними властивостями спеціального пристосування. Вона призначена для обробки конкретної деталі на певній операції, забезпечує базування заготовки без вивірки і необхідну точність. Після закінчення потреби в такому пристосуванні воно розбирається

на складові деталі і вузли, які можуть бути багаторазово використані для компонування інших пристосувань.

**Переваги УЗП:**

- значне скорочення циклу технологічної підготовки виробництва та строків проектування та виготовлення оснастки;
- різке зниження трудомісткості та собівартості виготовлення оснастки для нового виробу;
- економія металу;
- швидка окупність системи (2 – 3 роки).

**Недоліками УЗП є:**

- низька жорсткість пристосувань із-за наявності великої кількості стиків деталей пристосування і в результаті низька точність обробки;
- низький рівень механізації через відсутність у комплекті універсальних швидкодіючих приводів;
- закріплення деталей вручну;
- високі вимоги до точності та шорсткості поверхонь деталей системи і в результаті висока початкова вартість комплекту.

Л. [1] с. 279...285

***Презентація 1.11***

**Розділ 2. Проектування верстатних пристосувань, методика проектування верстатних і вимірювальних пристроїв.**

**Тема 2.1 Методика проектування верстатних пристроїв.**

*Етапи проектування спеціальної технологічної оснастки.*

**Вихідні дані і вибір конструкції пристосування.**

Проектування пристосувань нерозривно пов'язане з розробкою технологічного процесу обробки заготовки.

Технолог і конструктор в роботі з проектування пристосувань вирішують цілком певні завдання.

Для технолога це:

- вибір технологічних баз;
- встановлення маршруту обробки;
- уточнення змісту технологічних операцій з розробкою ескізів обробки і зазначенням проміжних розмірів по кожній операції, що дають уявлення про базування і закріплення заготовки;
- вибір і розрахунок параметрів режиму обробки, включаючи сили і моменти обробки (різання);
- вибір типу і моделі верстата;
- попередня розробка схеми пристосування; нормування операцій.

У завдання **конструктора** входять:

- конкретизація запропонованої технологом схеми пристосування і базування заготовки;
- вибір конструкції та розмірів настановних елементів пристосування;
- визначення потрібних сил затиску;
- вибір схеми і розрахунок затискних пристроїв і приводів до них;
- визначення конструкції та розмірів напрямних елементів пристосування;
- загальне компонування пристосування з призначенням допусків на його збірку і на виготовлення деталей.

В результаті конструктор повинен видати готове креслення пристосування, оформлене відповідно до вимог стандартів, технічних умов на виготовлення та експлуатацію.

Вихідна інформація для розробки пристосування у відповідності з ГОСТ 14.303–73 підрозділяється на **базову, керівну і довідкову**.

**Базова** інформація включає дані конструкторської документації на виріб (креслення деталі та технічні вимоги її приймання) і програму випуску виробу.

В **керівну** інформацію входять дані з стандартів, нормативної документації на прогресивне оснащення і виробничих інструкцій.

Довідкова інформація включає дані, що містяться в чинних технологічних процесах, описах прогресивної оснастки, каталогах, номенклатурних

довідниках прогресивного технологічного обладнання і оснастки, матеріали по вибору технологічних нормативів (параметрів режиму обробки, розрахункових факторів для розрахунку пристосувань і т. д.), методичних матеріалах з конструювання і розрахунку пристосувань.

При проектуванні пристосування необхідні такі вихідні матеріали:

- креслення заготовки;
- креслення деталі та технічні вимоги на її приймання;
- операційні ескізи заготовки на попередню і виконувану операції;
- технологічний процес виготовлення даної деталі;
- стандарти і нормалі на деталі і складальні одиниці пристосувань;
- альбоми нормалізованих конструкцій і креслення подібних за призначенням пристосувань;
- дані по верстатах.

З технологічного процесу виготовлення деталі конструктор з'ясовує послідовність і зміст операцій, прийняте базування, верстат та інструменти, параметри режимів різання, норми часу і задану продуктивність, тривалість обробки.

***При проектуванні пристосування необхідні такі вихідні матеріали:***

- креслення заготовки;
- креслення деталі та технічні вимоги на її приймання;
- операційні ескізи заготовки на попередню і виконувану операції;
- технологічний процес виготовлення даної деталі;
- стандарти і нормалі на деталі і складальні одиниці пристосувань;
- альбоми нормалізованих конструкцій і креслення подібних за призначенням пристосувань;
- дані по верстатах.

***Порядок розробки спеціального верстатного пристрою.***

Розробку спеціального верстатного пристосування для обробки заготовок проводять в наступному порядку:

1. Вивчають робочі креслення заготовки і готової деталі;
2. Вивчають принципову схему базування і закріплення заготовки;
3. Вивчають операційний технологічний ескіз механічної обробки заготовки;
4. Конструктивно оформляють елементи пристосування і його загальну компоновку з необхідними проекціями, розрізами та окремими видами;
5. Розробляють технічні вимоги на виготовлення верстатного пристосування;
6. Складають специфікацію на спроектоване пристосування згідно складального креслення і привласнюють шифри на спеціальні деталі пристосування.

7. Виконують робочі креслення спеціальних деталей пристосування.

***Розробка загального виду пристосування.***

Розробку загального виду (складальної одиниці) пристосування починають з нанесення на лист вибраного формату контурів оброблюваної деталі ***в необхідній кількості проєкцій*** на такій відстані, щоб залишалось достатньо місця для розміщення на проєкціях всіх елементів (деталей) пристосування, розмірів і позицій.

При проектуванні пристроїв для проміжних операцій викреслюють ті контури деталі, які виконувалися ***на попередній операції***, у встановленому масштабі, а для першої операції – контури робочого креслення заготовки.

Загальні види проєкцій пристосування слід викреслювати ***в масштабі 1:1***, за винятком дуже дрібних або великих конструкцій пристосувань.

У процесі проектування пристосування спочатку креслять ***установчі елементи*** пристосування, потім елементи затискних і допоміжних пристроїв і визначають контури пристосування.

На закінчення встановлюють форму і розміри пристосування.

На складальному кресленні пристосування вказують необхідні розміри, які забезпечують точність розташування елементів пристосування, довідкові розміри (монтажні, встановлювальні та ін.).

На вільному полі креслення над штампом основного напису розміщують ***технічні вимоги*** на виготовлення верстатного пристосування.

На складальному кресленні пристосування всі складові частини (складальні одиниці і деталі) ***нумерують***.

Номери позицій розташовують паралельно до основного напису креслення поза контуром зображення і групують у стовпчик або рядок, ***по можливості, на одній лінії***.

На аркуші складального креслення пристосування ***допускається*** поміщати в правому верхньому куті ***операційний ескіз***.

У процесі проектування верстатного пристосування необхідно виконувати вимоги ЄСКД і державних стандартів на всі елементи проєктованого пристосування.

При проектуванні пристроїв необхідно використовувати ***стандартизовані і уніфіковані*** елементи пристосувань.

Після розробки складального креслення пристосування проводиться ***деталювання***.

Робочі креслення пристосування розробляють тільки на ***спеціальні деталі***.

При розробці креслення загального виду пристосування і його робочих креслень конструктор повинен ***встановити допуски розмірів***, які за точністю розбиваються на три групи.

*До першої групи* відносяться розміри елементів і сполучень, які безпосередньо визначають точність обробки (відстань між осями кондукторних втулок свердлильного пристосування, відхилення від паралельності площини настановних елементів і площини корпусу пристосування, контактуючого зі столом верстата, а також розміри настановних елементів. *У другу групу* входять розміри деталей і сполучень пристосувань, похибки яких не впливають на точність обробки (розміри сполучень затискних пристроїв і приводів, витовхувачів та інших допоміжних пристроїв).

*В третю* – розміри не сполучених оброблених і необроблених поверхонь деталей пристосувань.

***При конструюванні пристосування необхідно враховувати наступне:***

- передбачати можливість зручного очищення настановних поверхонь від стружки і мастильних матеріалів і охолодних рідин;
  - забезпечувати зручність при завантаженні і розвантаженні заготовок;
  - надавати конструкції просту і гладку форму зовнішніх поверхонь, що полегшує прибирання;
  - максимально використовувати в конструкції стандартні, нормалізовані, уніфіковані деталі та вузли, а також покупні вироби;
  - зручно розташовувати органи управління, забезпечуючи доступ до заготівлі для спостереження і контролю за обробкою;
  - при наявності різьбових з'єднань охороняти їх від самовідгвинчування;
  - передбачати захист поверхонь, особливо робочих, від корозії;
  - забезпечувати довговічність і зносостійкість пристосування і можливість без труднощів виконувати його контроль, регулювання і ремонт.
- Конструкція пристосування повинна забезпечувати:***
- безпеку в процесі експлуатації;
  - задану продуктивність;
  - надійність в експлуатації;
  - задану точність виготовлених деталей;
  - економічну доцільність.

***Розробка креслення верстатного пристрою.***

Креслення верстатних пристосувань повинні відповідати всім вимогам, що висуваються до складальних креслень.

Проте є ряд додаткових рекомендацій і вимог, що враховують особливості верстатних пристосувань:

1) Кількість проєкцій і виглядів на складальному кресленні пристосування повинна бути достатньою для розуміння конструкції пристосування, форми і розмірів всіх його деталей і принципу його роботи. Як



мінімум, повинні бути наведені **два вигляди**, а також всі необхідні розрізи і перерізи.

2) Пристосування на складальному кресленні показують **в робочому положенні** на верстаті із закріпленою заготовкою.

3) Заготовка показується **умовним контуром тонкими лініями**, вона вважається прозорою і не штрихується на розрізах і перерізах.

4) Затискні механізми (гвинти, прихвати і т. д.), а також силові приводи необхідно показувати в положенні, **яке відповідає моменту закріплення**.

5) Верстатне пристосування рекомендується зображати **в масштабі 1:1**. Тільки у разі великогабаритного пристосування допускається застосування масштабу зі зменшувальним коефіцієнтом.

6) Як і на будь-якому складальному кресленні, на кресленні верстатного пристосування повинні бути показані **габаритні, установчі, приєднувальні і довідкові розміри**.

7) Повинні бути задані допуски і посадки на основні з'єднання деталей пристосування.

8) Повинні бути задані допуски на взаємну непаралельність, неперпендикулярність, неплщинність установчих поверхонь і осей центрувальних елементів пристосування. Ці допуски вказуються на полі креслення текстом і **не повинні перевищувати половини відповідних допусків на розташування** базових поверхонь деталі, що з'єднуються з ними.

9) Повинні бути вказані діаметри отворів під робочу частину різального інструменту в кондукторних втулках (при їх наявності).

10) Рекомендується на складальному кресленні пристосування тонкими суцільними лініями схематично зображати місце верстата, на якому базується і закріплюється пристосування. **Наприклад, контур головки шпинделя верстата, перехідної планшайби, частина контуру столу з пазами під установчі шпонки і болти для закріплення пристосування**.

11) Над основним написом складального креслення наводять опис службового призначення пристосування, його технічні характеристики і, при необхідності, технічні вимоги.

Після відпрацювання схеми пристосування вибирають і обґрунтовують **параметри для розрахунку його на точність**.

Потім виконують цей розрахунок, закінчуючи його розбивкою значення розрахункового параметра на допуски розмірів деталей пристосування, що входять в розмірний ланцюг.

Після цього роблять **силовий розрахунок, розрахунки на міцність і економічну ефективність**.

***Розрахунок очікуваної похибки обробки, силовий розрахунок пристрою, забезпечення жорсткості та вібростійкості та розрахунок його на міцність.***

***Технічні вимоги*** до пристосувань витікають з їх службового призначення.

Оскільки пристосування призначене для базування об'єкта, то висуваються вимоги, які можна розділити на три групи:

1. ***Точність установчих елементів*** пристосування, що створюють комплект баз для базування об'єкта і комплект баз, якими встановлюється саме пристосування;

2. ***Точність відносного розташування*** комплектів баз;

3. ***Точність розміщення*** напрямних втулок, кінематичних елементів і їх відносного розташування. Крім того, пристосування повинне мати необхідну міцність, жорсткість, зносостійкість і теплостійкість.

***Розрахунки на міцність*** дозволяють оцінити здатність пристосування і його деталей витримувати прикладені до них зовнішні навантаження. Перевірка виконується на найбільш небезпечних перерізах і найнавантаженіших елементах. За допомогою розрахунків на міцність можна визначити розміри різних деталей пристосування, передавальних сил або крутних моментів.

Силовий розрахунок має ілюструватися схемою із зазначенням сил обробки і затиску, реакцій опор, сил тертя, що діють моментів, плечей дії сил та інших даних, необхідних для визначення потрібних сил затиску.

Для розрахунку на міцність вибирають одну-дві найбільш навантажені деталі пристосування.

Закінчують силовий розрахунок розрахунком ***затискного пристрою і приводу пристосування.***

***Обґрунтування економічної ефективності застосування пристосувань.***

Економічний ефект від застосування засобів визначають ***шляхом зіставлення*** річних витрат та річної економії для порівнюваних варіантів виготовлення деталей.

Застосування пристосувань економічно вигідно в тому випадку, якщо ***річна економія*** від його застосування, ***більше річних витрат***, пов'язаних з його експлуатацією.

Економічна ефективність будь-якого пристосування визначається також величиною ***терміну окупності***, тобто терміну, протягом якого витрати на пристосування будуть відшкодовані за рахунок економії від зниження собівартості оброблюваних деталей.

Необхідно відзначити, що в деяких випадках з метою досягнення високої точності обробки застосовують пристосування, ***незалежно від їх економічної ефективності.***

При техніко-економічних розрахунках, виконаних при виборі відповідної конструкції пристосування, необхідно **зіставляти економічність різних конструктивних варіантів** пристроїв для конкретної операції.

Вважаючи, що витрати на різальний інструмент, амортизацію верстата і електроенергію для цих варіантів однакові, визначають і порівнюють лише ті елементи собівартості операції, які залежать від конструкції пристосування.

Отже, елементи собівартості обробки, залежні тільки від конструкції пристосування, для порівнюваних варіантів "а" і "б" при використанні нового (модернізованого) (собівартість  $S_a$ ) і старого (собівартість  $S_b$ ) засобів визначають за формулами:

$$C_a = Z_a(1+H/100)+S_a\Pi(1/A+q/100).$$

$$C_b = Z_b(1+H/100)+S_b\Pi(1/A+q/100).$$

де  $S_a$  - витрати на виготовлення пристосування за варіантом "а", грн.;

$S_b$  - витрати на виготовлення пристосування за варіантом "б", грн.;

$Z_a$  - штучна заробітна плата верстатника при обробці деталей пристосування за варіантом "а", грн.;

$Z_b$  - штучна заробітна плата верстатника при використанні для обробки деталей пристосування за варіантом "б", грн.;

$H$  — цехові накладні витрати у відсотках до заробітної плати робітників;

$\Pi$  — річна програма випуску деталей, шт.;

$A$  — строк амортизації пристосування, років;

$q$  - витрати, пов'язані з експлуатацією пристосування (ремонт, утримання, регулювання), у відсотках від їх вартості.

Спроекований пристрій повинен відповідати наступним **вимогам безпеки**:

- зовнішні елементи конструкцій пристрою не повинні мати гострих кромок, кутів. Вони повинні бути закруглені або мати фаски;
- елементи пристрою не повинні виходити за габарити столу, щоб не заважати роботі верстата і доступу к органам керування;
- з'єднання пристрою з столом верстата повинно виключати можливість послаблення його кріплення і можливості зсуву у процесі роботи;
- повинна забезпечуватись безпека встановлення і зняття заготівель, щоб вони не падали при цьому;
- при гвинтовому (різьбовому) механізмі затиску він повинен забезпечувати самогальмування, щоб у процесі обробки не було послаблення затиску;
- пристосування масою більше 16 кг повинні мати цапфи або рим-болти для встановлення їх на стіл верстат вантаж підйомними механізмами.

### ***Технічне завдання на проектування пристосувань.***

Вихідними даними для проектування пристосування є:

1. Робоче креслення оброблюваної деталі з усіма технічними умовами на виготовлення.

### ***2. Технічне завдання на проектування пристосування.***

3. Альбоми нормалізованих конструкції пристосувань, які застосовуються на підприємстві.

4. Паспортні дані верстата, на якому проводиться операція.

Технічне завдання на проектування пристосування ***розробляє технолог***, який проектує технологічний процес для даної деталі.

Перед початком конструювання пристосування технічне завдання розглядається спільно технологом і конструктором, після чого воно видається конструктору, який здійснює проектування пристосування.

Технічне завдання повинно містити:

- опис операції, послідовність і зміст переходів;
- операційний ескіз оброблюваної заготовки з зазначенням схеми базування і закріплення;
- розміри технологічних баз їх точність і шорсткість;
- розміри оброблених поверхонь і точність їх виконання;
- вказівка про верстаті, на якому проводиться операція, інструменті, режими різання і сили різання, що застосовується;
- вказівки технолога з вибору типу пристосування, ступеня універсальності пристосування, рекомендовані затискні пристрої;
- штучний та допоміжний час для виконання операції.

Якщо в результаті глибокого опрацювання вихідних даних конструктор створює більш раціональну схему пристосування, поліпшуючу побудову операції, то після узгодження з технологом ці зміни вносяться в технологічний процес.

Л. [1] с. 256...270

Л. [2] с.281...312

Л. [3] с. 83...104

***Презентація 2.1***

## **Тема 2.2 Методика проектування вимірювальних пристроїв.**

### ***Призначення та типи контрольно-вимірювальних пристроїв.***

Контрольно-вимірювальні пристосування.

Сучасне виробництво характеризується постійно зростаючими вимогами до точності геометричних параметрів деталей, що виготовляються. Перевірка точності цих параметрів зумовлює застосування спеціальних та оригінальних засобів контролю.

Контроль точності виконується як на проміжних етапах обробки (операційний контроль), так і на етапі остаточного приймання продукції (остаточний контроль).

Багато деталей мають складну конструктивну форму і малі допуски. Тому для їх контролю часто застосовують контрольно-вимірювальні пристосування (КВП), які є спеціальними виробничими засобами вимірювання та контролю, що є конструктивним поєднанням базувальних, затискних і вимірювальних пристроїв, а також калібрів.

Їхнє основне призначення полягає у вимірюванні похибки або контролі геометричних параметрів деталей і складальних одиниць при їх виготовленні на етапах проміжного і остаточного контролів.

За допомогою контрольно-вимірювальних пристроїв перевіряють:

- лінійні розміри: зовнішні і внутрішні діаметри, висоту, ширину, глибину, виступи, довжину різних елементів деталей, які неможливо або недоцільно вимірювати граничними калібрами або універсальними вимірювальними засобами;

- точність форми поверхонь;

- точність розташування поверхонь;

- параметри зчеплення зубчастих коліс, різьбових з'єднань, фасонних поверхонь і деталей зі складним профілем.

Також за допомогою КВП можна:

- виконувати активний контроль розмірів заготовок безпосередньо при обробці на верстатах;

- перевіряти одночасно декілька параметрів деталей;

- виконувати сортування деталей за точністю параметрів на групи в межах заданого допуску;

- налаштовувати різальний інструмент на заданий розмір і здійснювати контроль розмірів заготовок при обробці на верстатах з ЧПК.

Основними вимогами, що висуваються до конструкції контрольно-вимірювальних пристроїв, є:

- забезпечення оптимальної точності та продуктивності контрольних операцій;
- зручність в експлуатації;

- технологічність у виготовленні;
- зносостійкість та економічна доцільність.

### ***Правила базування деталей у контрольних пристроях.***

Аналогічно базуванню у верстатних пристроях.

### ***Елементи контрольних пристроїв.***

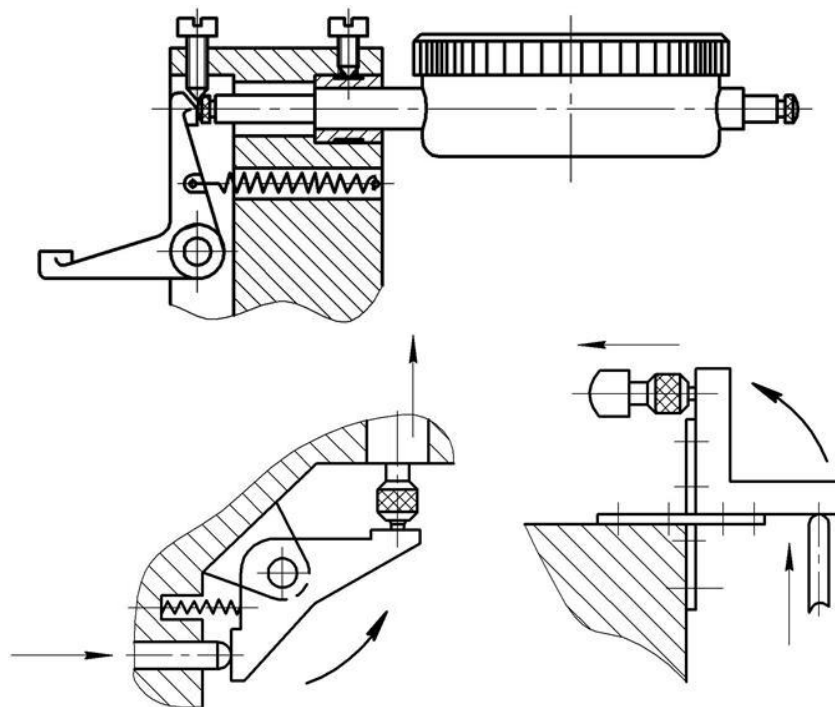
Не дивлячись на велику різноманітність контрольно-вимірювальних пристосувань, всі вони мають загальну структуру, яку можна подати у вигляді сукупності елементів, які розрізняються за функціональним призначенням.

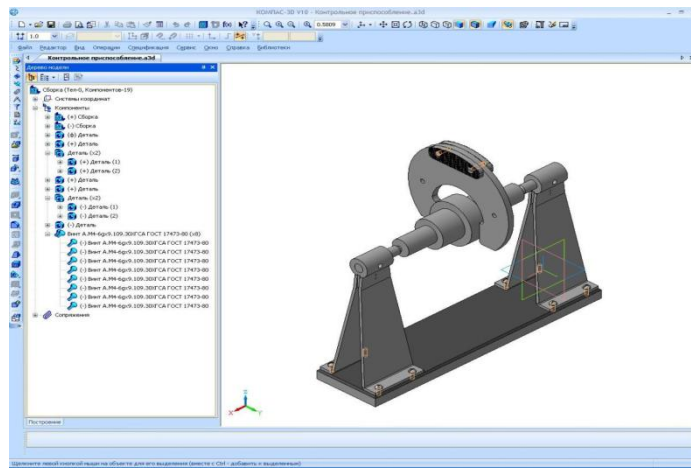
Кількість елементів в структурі пристосування невелика і їх можна об'єднати в такі основні групи:

- установчі (базувальні);
- затискні;
- передавальні;
- вимірювальні пристрої;
- рухомі (для обертання або лінійного переміщення контрольованої деталі або вимірювального пристрою);
- допоміжні;
- корпусні.

Основою будь-якого контрольно-вимірювального пристосування є корпус, на ньому монтується решта елементів, які можуть відрізнятися розмірами і конструктивним виконанням, залежно від конструкції і призначення КВП, причому в його структуру може входити як весь комплекс елементів, так і елементи з окремих груп.

### ***Конструкції контрольно-вимірювальних пристроїв.***





Л. [1] с. 242...255

Л. [2] с. 368...395

**Презентація 2.2**

### Розділ 3. Технологічне оснащення універсальних та автоматизованих верстатів.

#### Тема 3.1 Пристрої для токарних, кругло- і внутрішньо-шліфувальних верстатів.

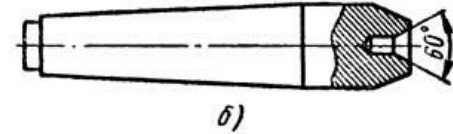
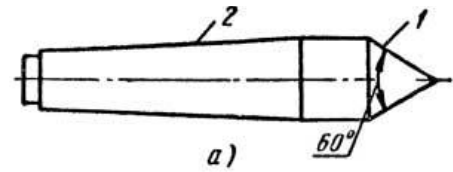
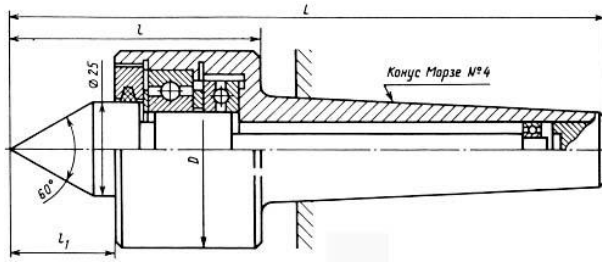
##### *Типи пристроїв для обробки на токарних, кругло- і внутрішньо-шліфувальних верстатах.*

На токарних верстатах використовуються наступні види пристосувань:

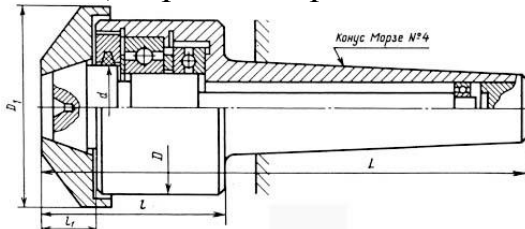
- центри упорні - використовуються для установки деталей по центровим заглибленням. Центри упорні бувають наступних видів:
  - стандартний з кутом  $\alpha = 60^\circ$ ;
  - підсилений з кутом  $\alpha = 90^\circ$  для обробки важких деталей;
  - зрізаний, використовують при підрізці торців;
  - центр з кулькою використовують при обробці конусів зі зміщенням задньої бабки;
  - зворотній центр використовують при обробці деталей малого діаметру;
  - центр який обертається використовують при обробці деталей на високих обертах.
- повідкові патрони та хомутики;
- самоцентруючі патрони - зазвичай виготовляються трьохкулачковими, використовуються для закріплення деталей симетричної форми;
- чотирьохкулачкові патрони - мають незалежне переміщення кожного кулачка по радіальному пазу корпусу патрона, використовуються для закріплення заготовок складної несиметричної форми;
- планшайби - використовуються у тих випадках коли деталь незручно затискати у кулачковому патроні (так звана "обробка зі складною установкою");
- пневматичні патрони - переміщують кулачки за допомогою стиснутого повітря, забезпечують затискання заготовки з постійним зусиллям;
- гідравлічні патрони - переміщують кулачки за допомогою стиснутого масла, забезпечують затискання заготовки з постійним зусиллям, мають менші зовнішні розміри у порівнянні з пневматичними;
- електромагнітні патрони - використовуються для закріплення нежорстких деталей, тонких та незручних для кріплення у кулачкових патронах;
- люнети рухомі та нерухомі - необхідні для додаткової підтримки недостатньо жорстких валів під час обробки;
- конусні лінійки - призначені для отримання пологих конусів з кутом нахилу до  $10^\circ$  тощо.



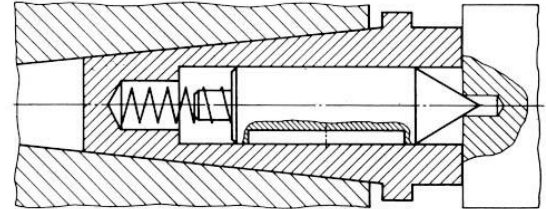
**Центри, центрові оправки, повідкові пристосування.**



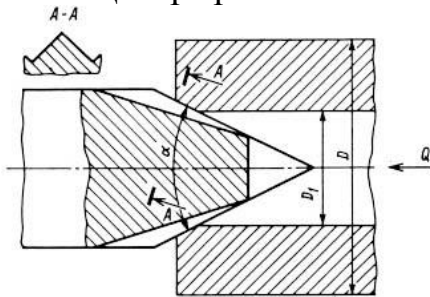
**Центр, що обертається.**



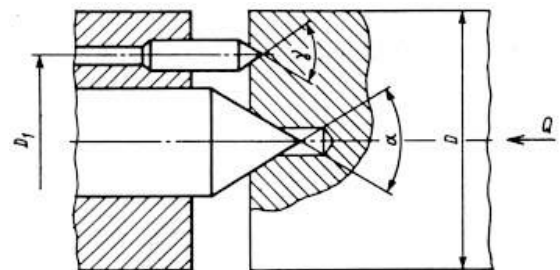
**Центр жорсткий та центр зворотний.**



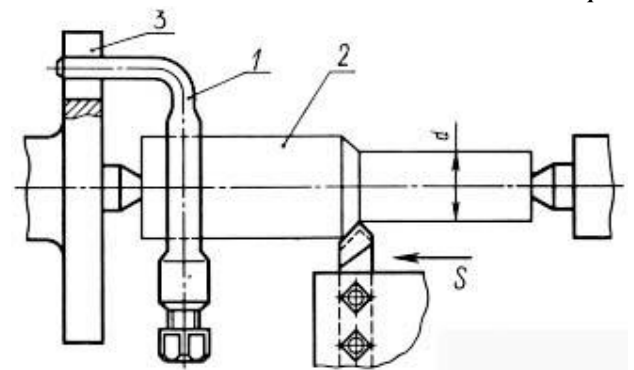
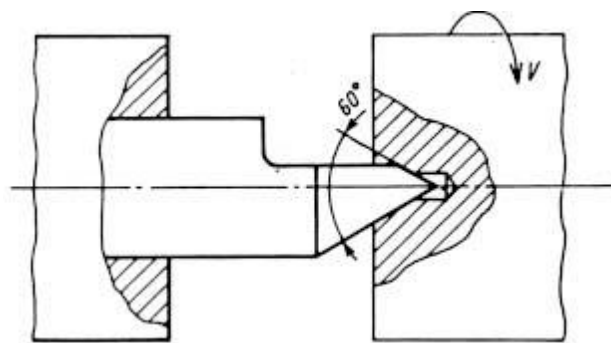
**Центр грибоквий.**



**Центр плаваючий.**

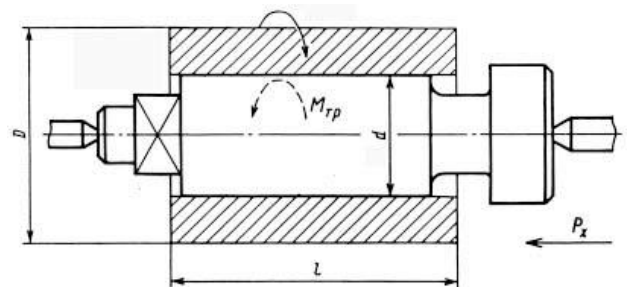
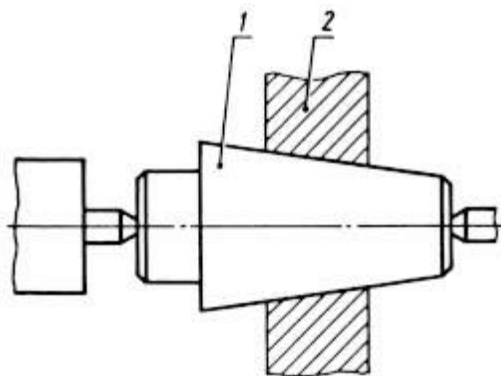


**Рифлений центр та центр жорсткий з торцевим пристроєм для передання  $M_{кр}$ .**



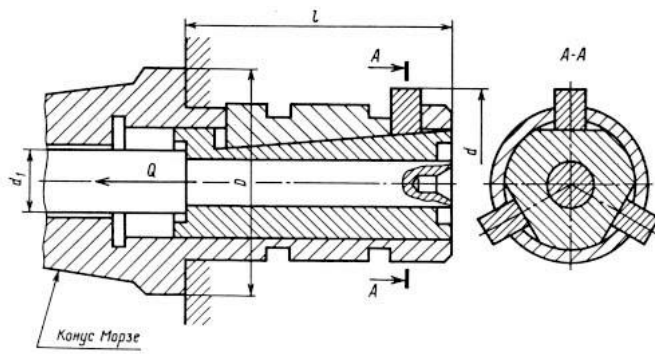
**Полуцентр.**

**Приклад наладки для обробки в центрах.**



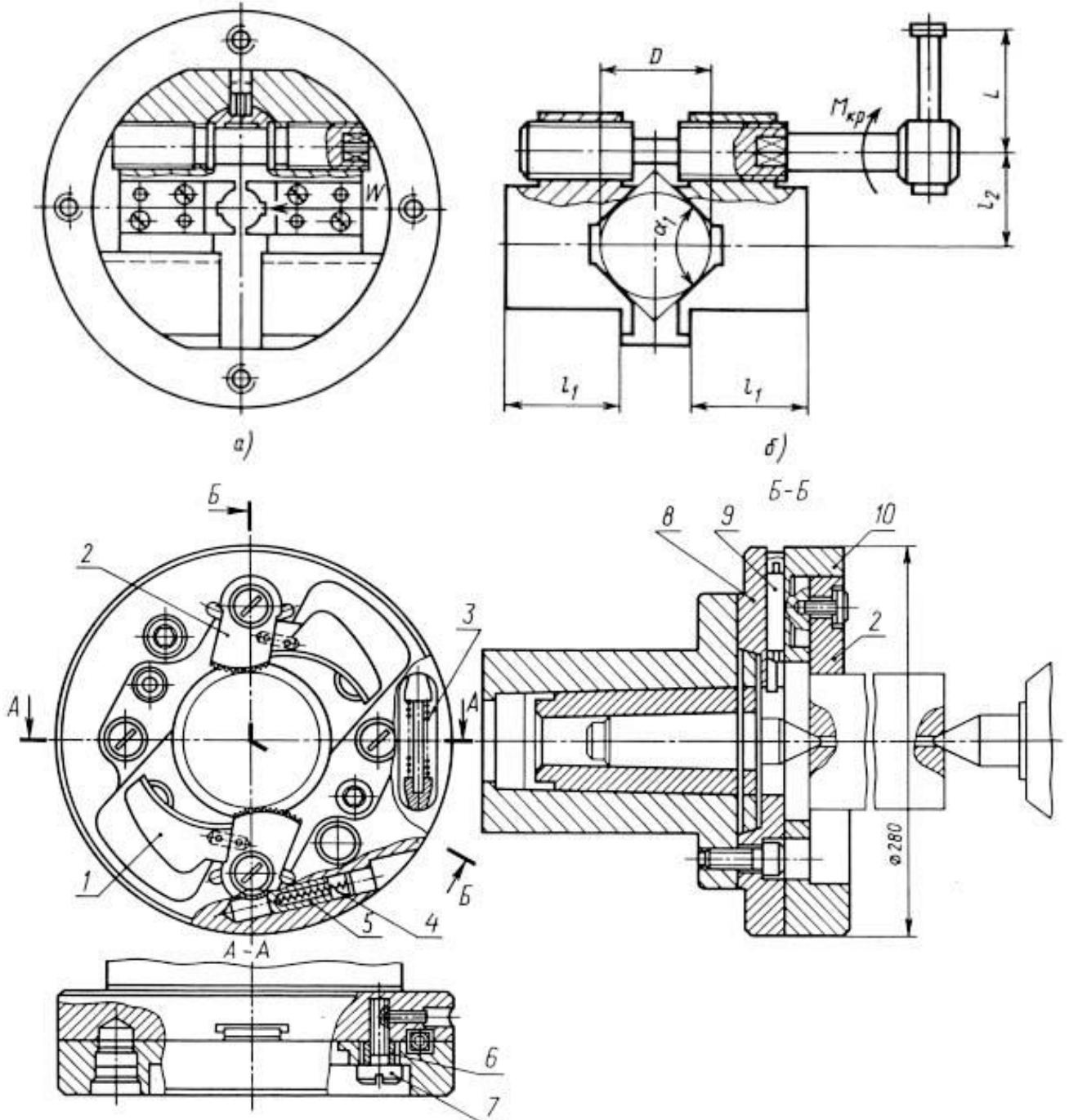
**Оправка центрера конічна.**

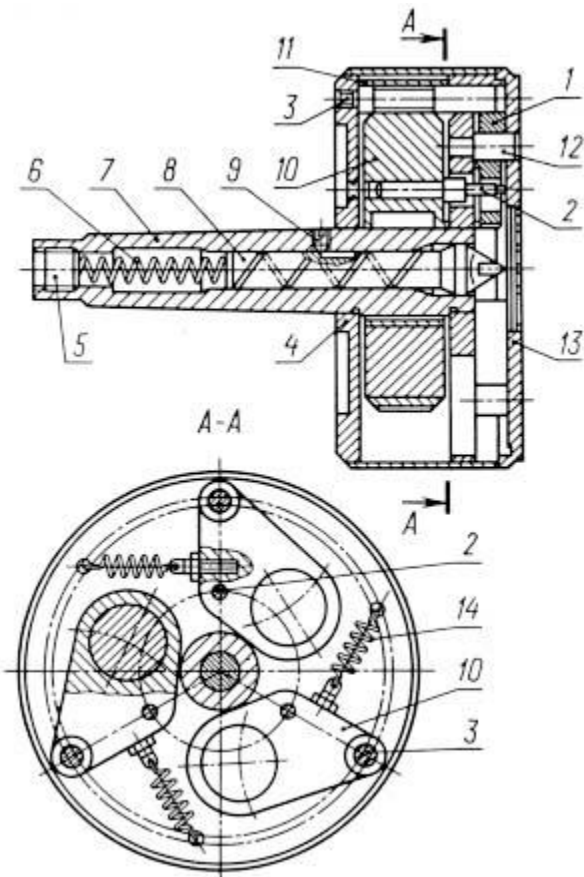
**Оправка центрера беззазорна.**



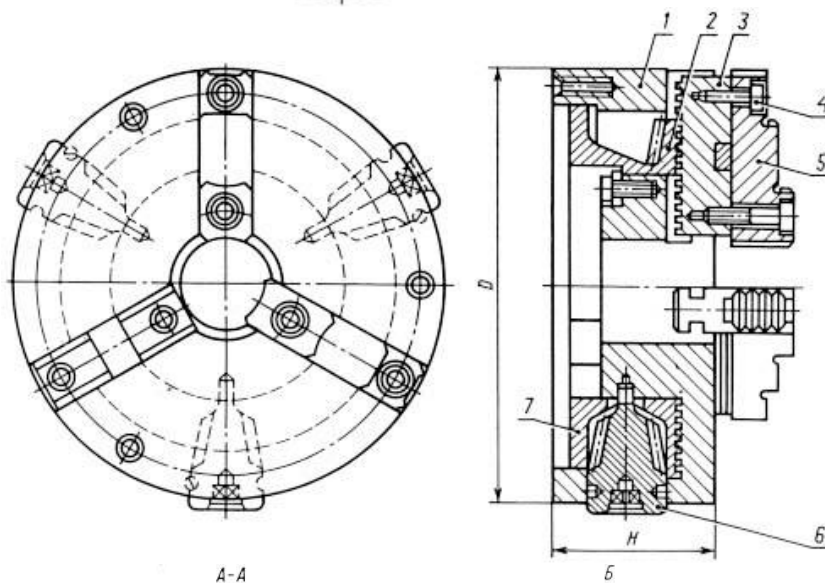
Оправка розжимна.

**Патрони двох-, трьох-, чотирьохкулачкові.**

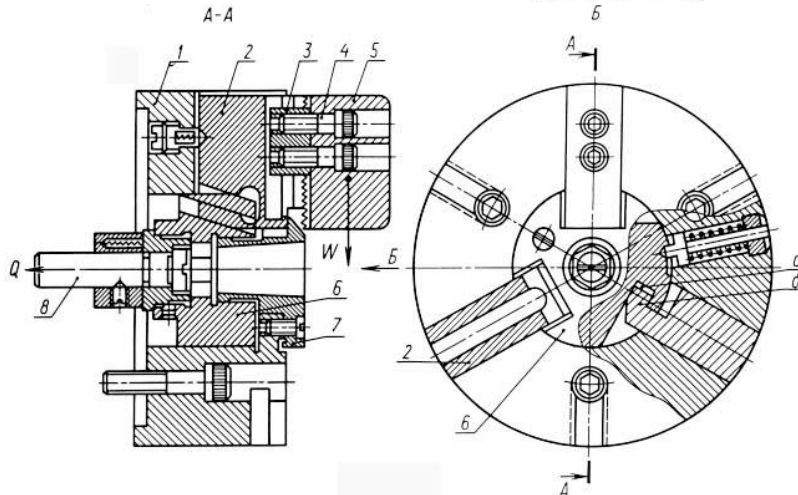




Патрон самозатискний трьохкулачковий з плаваючим центром для передавання  $M_{кр}$  на деталі класу валів.

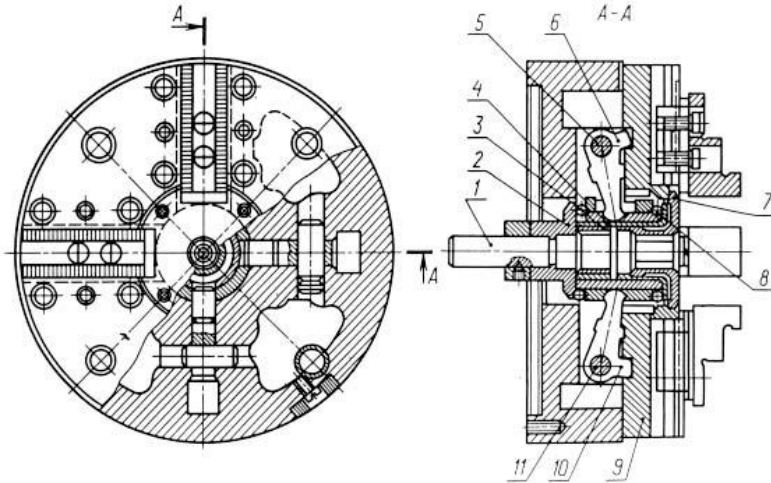


Патрон самоцентруючий трьохкулачковий універсальний.

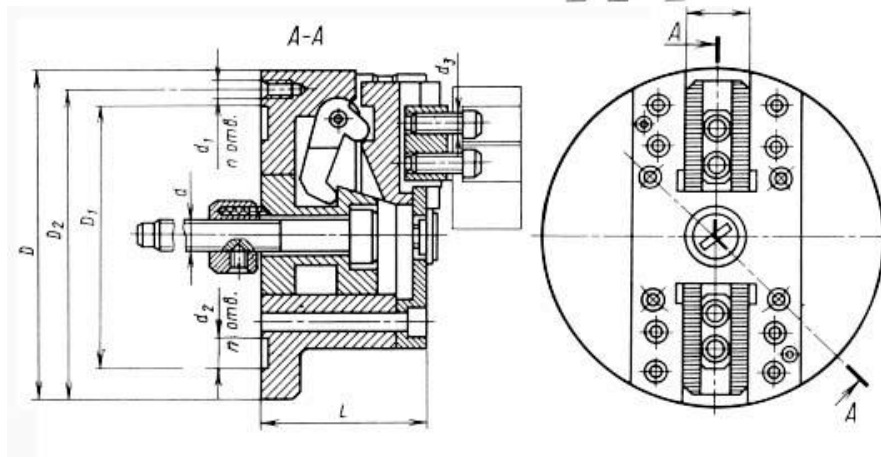


Патрон самоцентруючий трьохкулачковий клиновий.

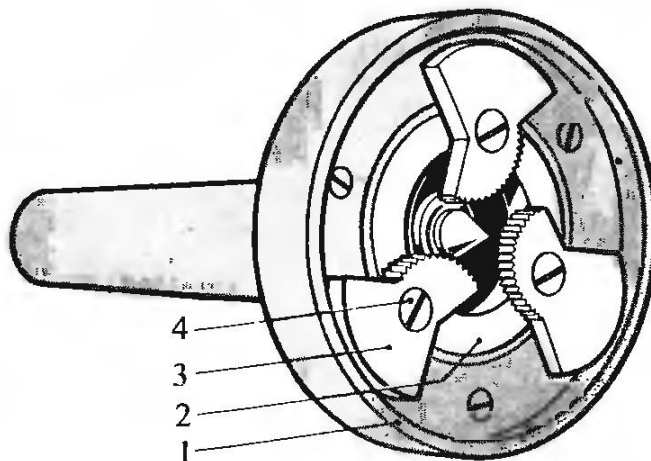
Патрон трьохкулачковий клиновий має високу точність та одночасне переміщення усіх трьох кулачків, а також високу точність базування.... Патрон трьохкулачковий клиновий призначений для використання на верстатах токарної групи особливо підвищеної продуктивності (напівавтоматів з ЧПК). Для кінцевої обробки посадочних поверхонь зубчатих коліс використовуються спеціалізовані конструкції патронів з установкою заготовки по криволінійним поверхням зубів.



Патрон чотирьохкулачковий важільний.

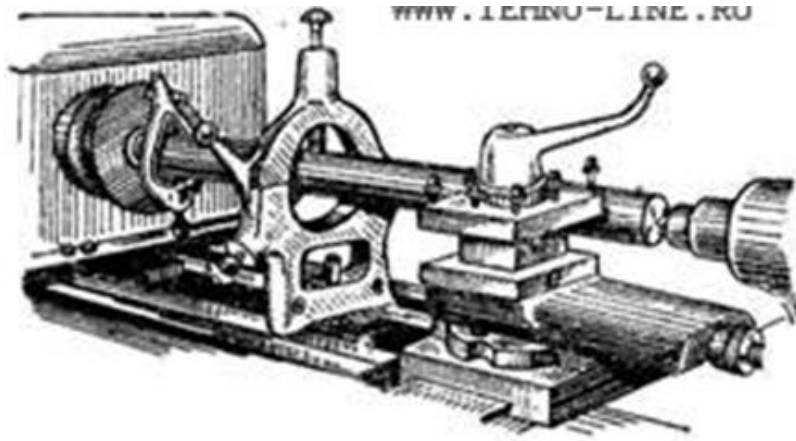


Патрон двохкулачковий важільний.

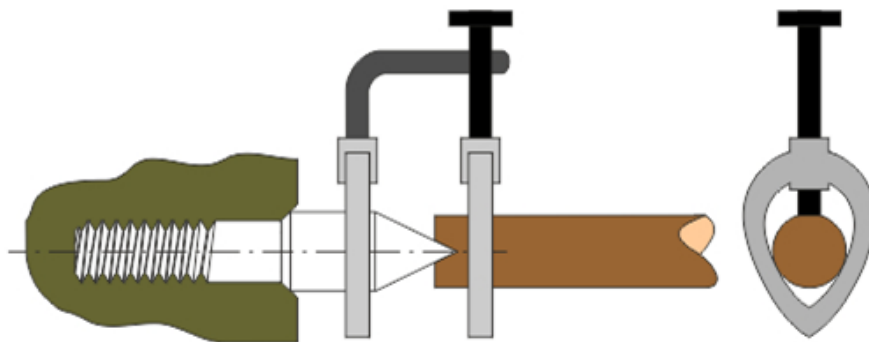


Загальний вид патрона трьохкулачкового для передавання  $M_{кр}$  на деталі класу валів.

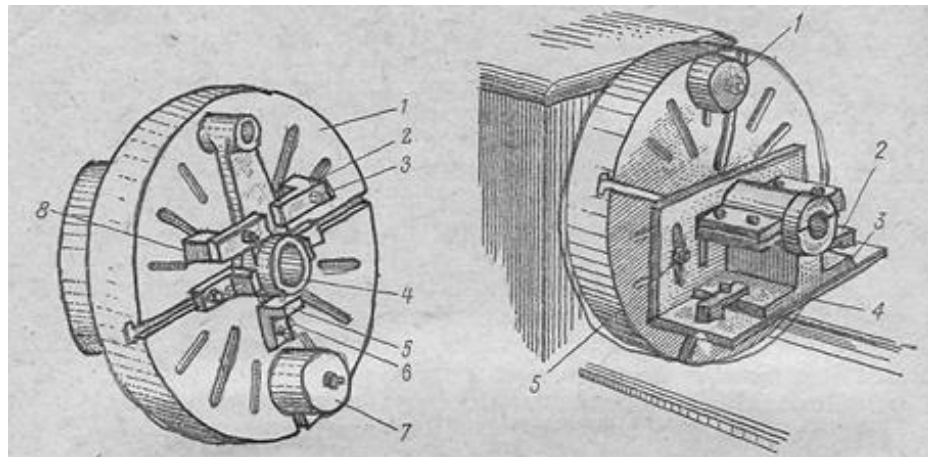
**Спеціальні пристрої.**



Обробка вала з використанням нерушливого люнета

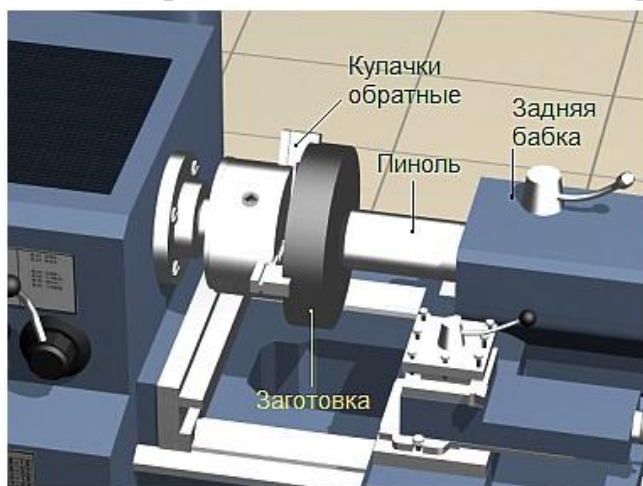


Використання повідкового хомутика



Обробка на планшайбі.

Обробка з використанням косинці.



Приклад використання зворотних кулачків.

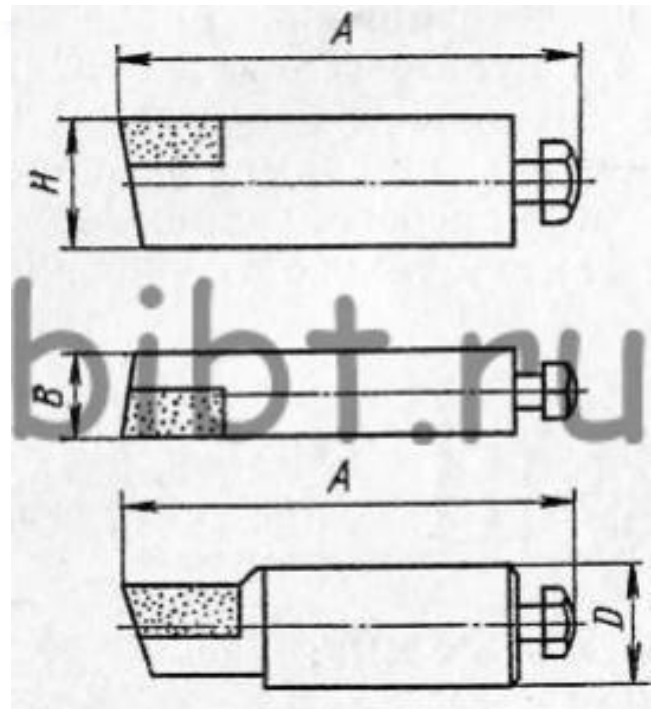
### **Допоміжний інструмент.**

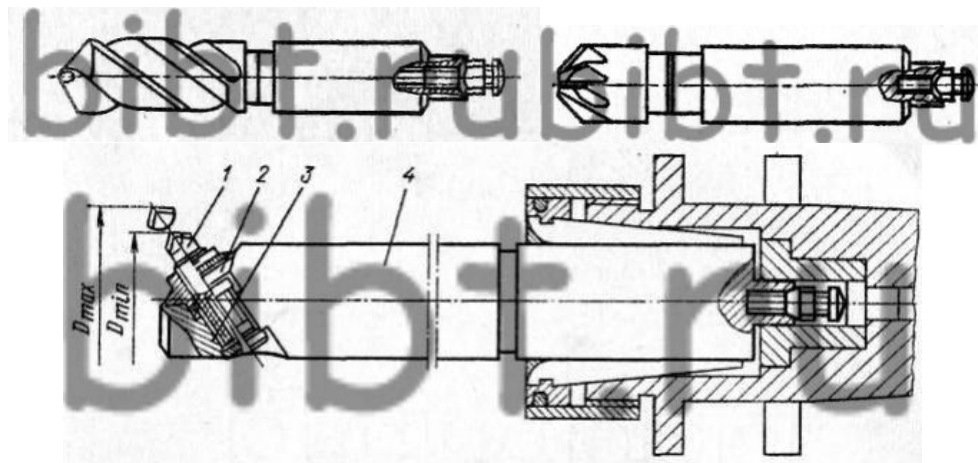
Допоміжний інструмент *токарних верстатів* повинен забезпечувати кріплення різців, свердел (з конічним і циліндричним хвостовиком), зенкерів, розгортки, мітчиків і плашок і задовольняти наступним основним вимогам: бути достатньо жорстким;

- мати високу точність і стабільність базування і кріплення різального інструменту;
- дозволяти виконувати всі технологічні операції, передбачені технічною характеристикою верстата;
- легко і швидко встановлюватися і зніматися;
- мати міжрозмірну уніфікацію;
- забезпечувати налаштування інструменту поза верстатом.

У верстатах з ЧПУ застосовують ріжучий інструмент загального призначення, тобто інструмент, яким зазвичай працюють на верстатах з ручним управлінням. Однак до інструменту, призначеного для застосування у верстатах з ЧПУ, пред'являються підвищені вимоги по жорсткості, взаємозамінності, якості заточування, зносостійкості і т. д.

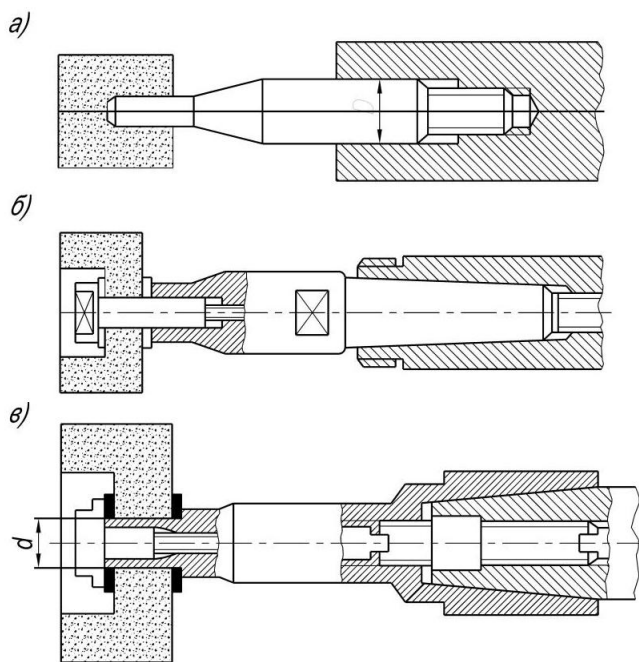
Для кріплення інструменту застосовуються інструментальні державки і різцеві оправки. Ріжучий інструмент налаштовують, змінюючи положення його в інструментальній державці. Якщо в супорті верстата або револьверної голівці закріплені різцеві оправки, то в них встановлюють налаштовані на розмір малогабаритні різцеві вставки.



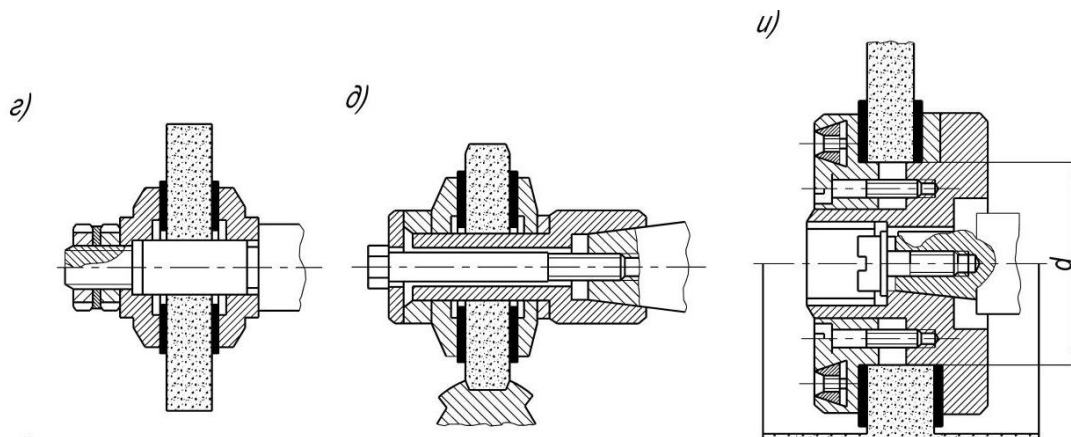


Установлення та закріплення шліфувальних кругів:

– для внутрішнього шліфування



– для зовнішнього шліфування



Л. [1] с. 175...191, 200...205

Л. [2] с.348...350

**Презентація 3.1**

### **Тема 3.2 Пристрої для свердлильних верстатів.**

#### ***Характерні конструктивні особливості свердлильних пристроїв.***

Пристосування для свердлильних і розточувальних верстатів становлять до 20 % загального парку верстатних пристосувань.

До них відносяться машинні лещата з різними приводами, призми, косинці, кондуктори, поворотні столи і т. п.

Конструкції свердлильних пристосувань відрізняються наявністю кондукторних плит та положенням, яке займає заготівля в процесі обробки.

Виходячи з цього, розрізняють пристосування:

- стаціонарні (при обробці в ньому заготовка залишається нерухомою);
- пересувні;
- відкидні кондуктори (які в процесі свердління отворів, розташованих в різних площинах, доводиться повертати разом із заготівлею);
- поворотні (застосовують для обробки заготовок, що мають велике число отворів, розташованих по колу).

У всіх цих пристосувань, крім стаціонарних, є один недолік - витрачається додатковий час на переміщення і кантування (поворот заготовки), що збільшує оперативне час, а значить, і трудомісткість виготовлення деталей.

Для усунення цього недоліку застосовують багатошпindelні свердлильні головки.

#### ***Типи пристроїв.***

Багатошпindelні головки можуть бути спеціальними і універсальними.

У багатосерійному і масовому виробництві в основному застосовуються спеціальні багатошпindelні головки, тобто головки з незмінним розташуванням шпинделя.

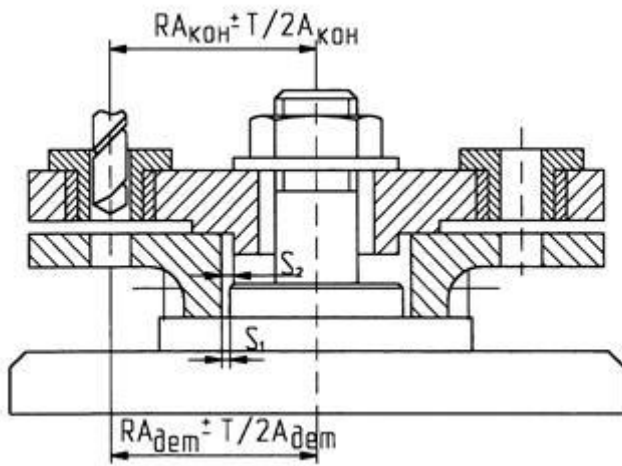
Спеціальні багатошпindelні головки проектується як для обробки отворів в одній деталі, так і для позиційної обробки отворів в кількох деталях одночасно.

В серійному і особливо дрібносерійному виробництві отримали широке застосування універсальні багатошпindelні свердлильні головки і багатошпindelні свердлильні групові (переналаджувальні) блоки, які розробляються або для певної групи деталей (спеціально підібраних), або у вигляді універсальних, що дозволяють змінювати координати розташування шпинделів.

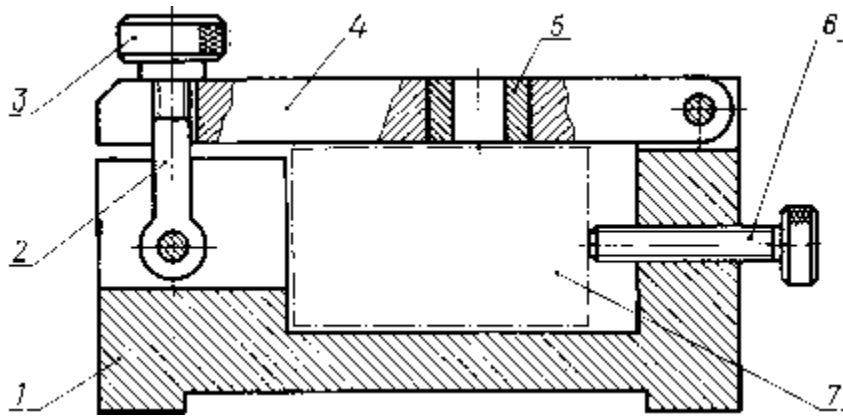
Для послідовної обробки отворів кількома інструментами (свердло, зенкер, чорнова розгортка, чистова розгортка) доцільно застосовувати багатопозиційні головки револьверного типу, що мають до шести-семи шпинделів. При використанні цих головок ріжучий інструмент вступає в роботу послідовно, відповідно до наміченої черговістю переходів.



**Кондуктори та їх елементи.**

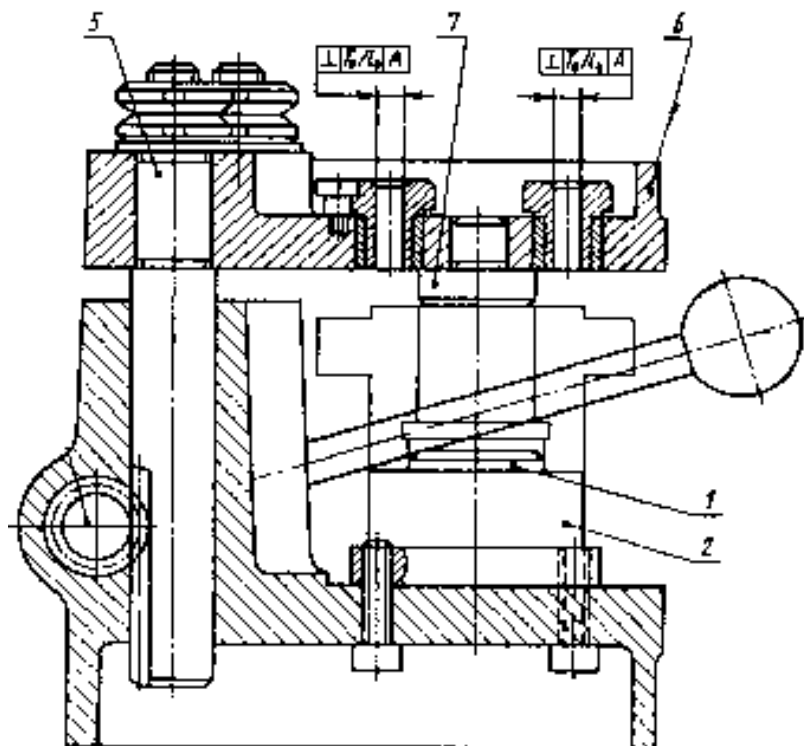


Приклад кондуктора з накладною плитою кондукторною.



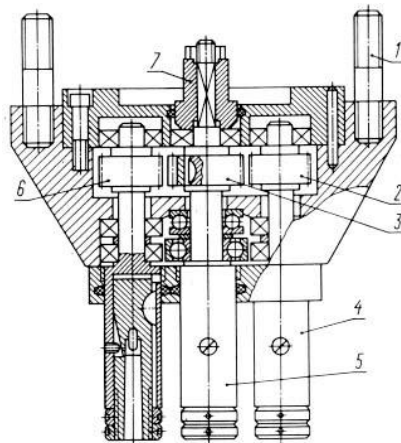
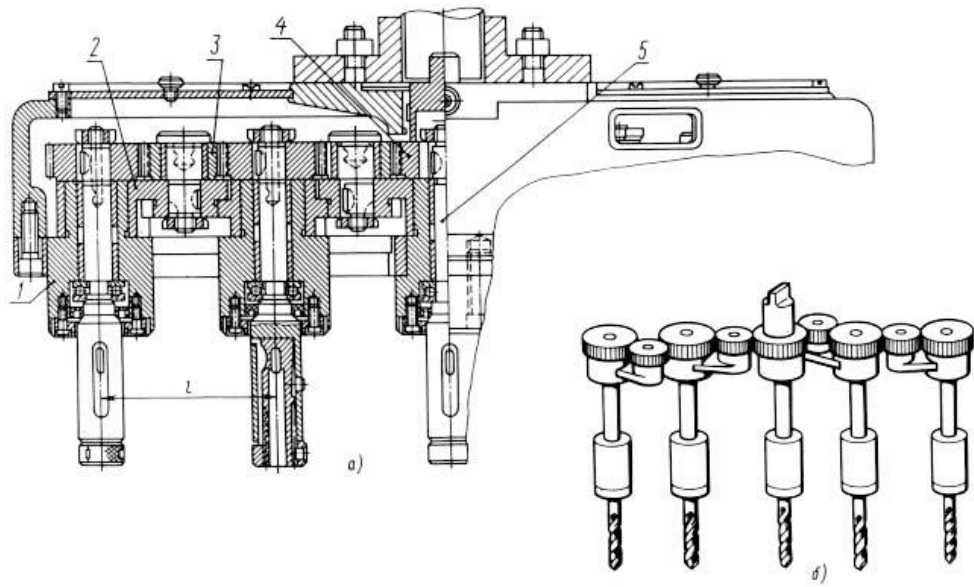
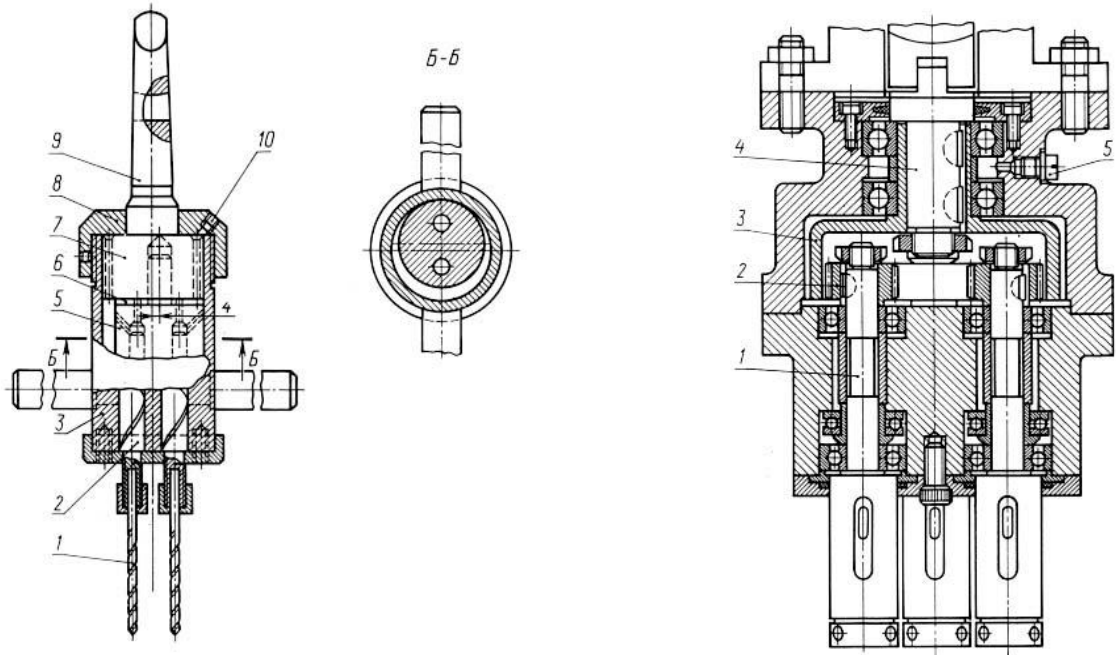
Приклад кондуктора з відкидною кондукторною плитою

**Скальчаті кондуктори.**



Приклад скальчатого кондуктора.

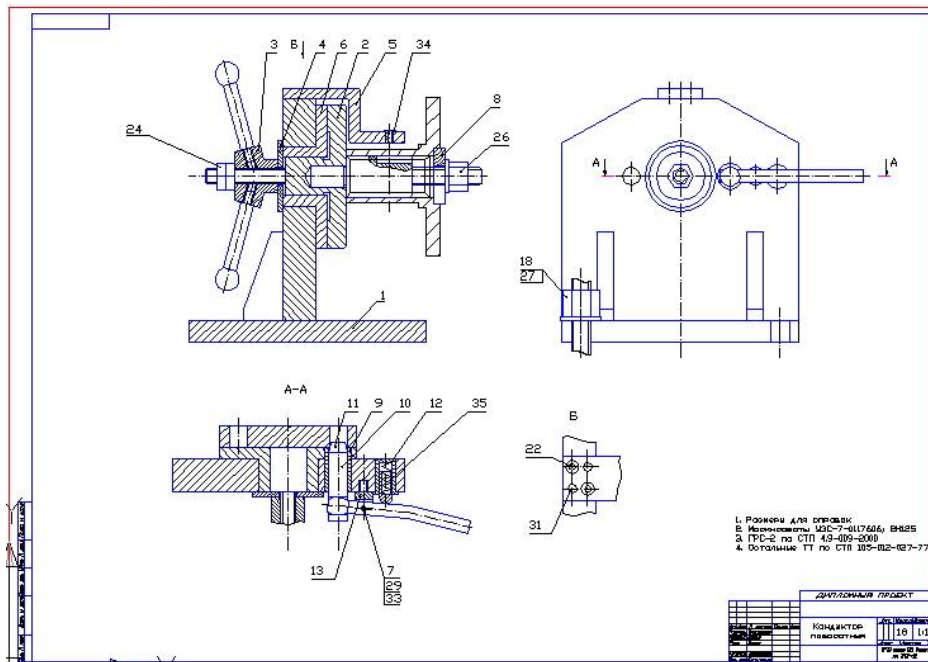
*Багатошпindelні головки. Приклади конструкцій.*



*Поворотні пристрої.*



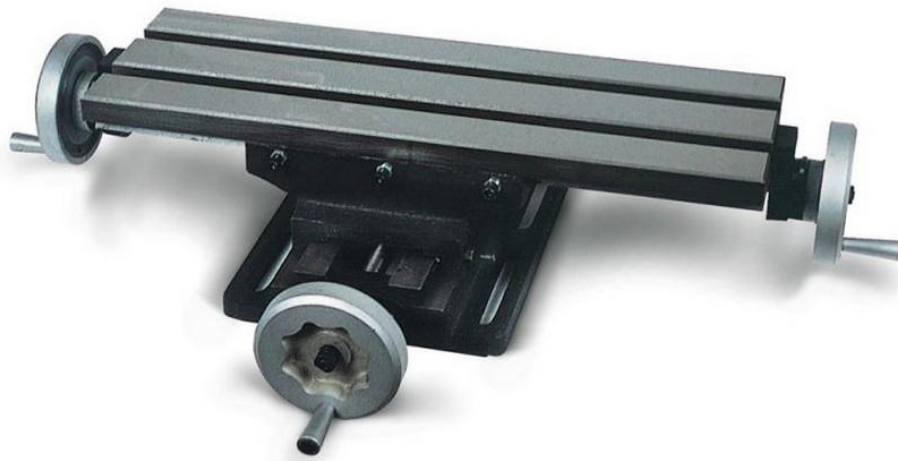
Стіл поворотний.



Кондуктор поворотний.

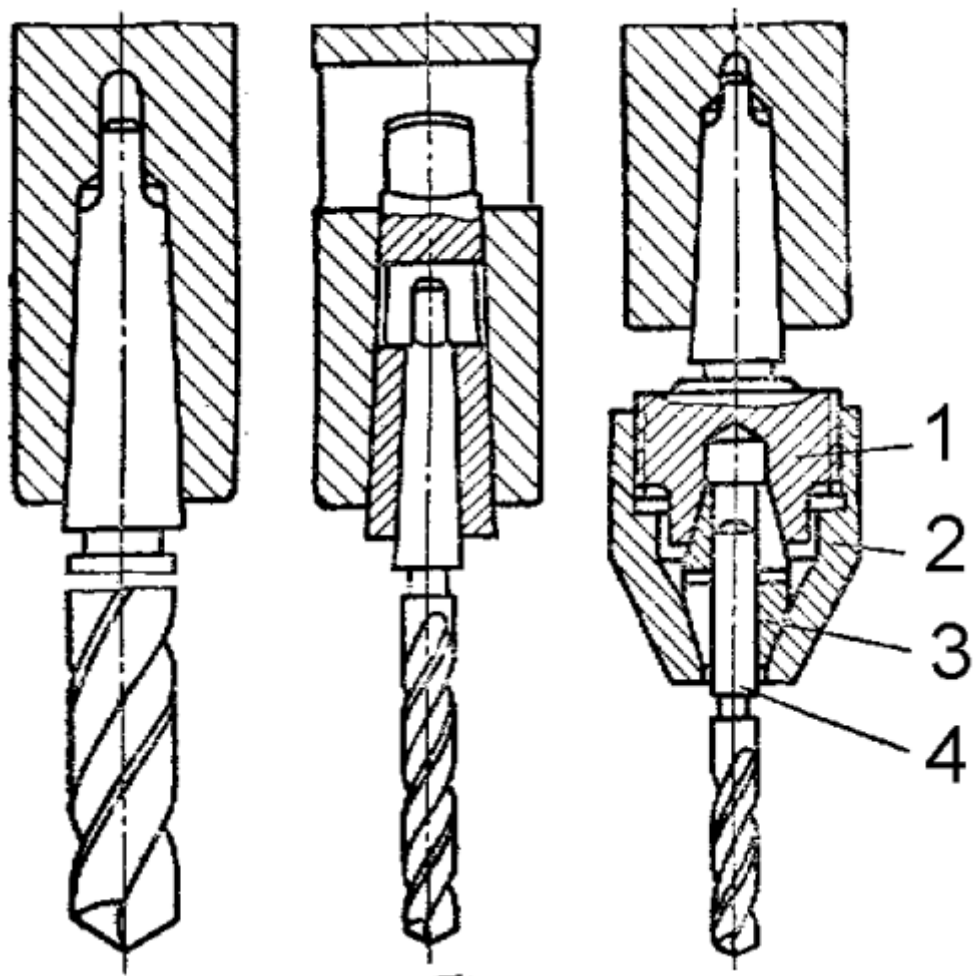


Лещата поворотні.



Стіл хрестовий  
для  
свердильних  
робіт.

*Допоміжний інструмент для свердильних верстатів.*



Л. [1] с. 192...199, 205...207

Л. [2] с.348...350

**Презентація 3.2**

### **Тема 3.3 Пристрої для фрезерних верстатів.**

#### ***Особливості фрезерних пристроїв.***

Фрезерні пристрої в залежності від виду подачі поділяються на:

- а) пристосування для роботи з прямолінійною подачею без використання машинного часу на зміну оброблюваних деталей;
- б) пристосування для фрезерування з прямолінійною подачею з використанням машинного часу на зміну оброблюваних деталей;
- в) пристосування для безперервного фрезерування з круговою подачею.

Фрезерні пристрої, як і всі інші пристосування, що складаються з затискних, настановних і направляючий деталей, розміщених у корпусі.

Поворотні фрезерні пристрої можуть мати самостійний ділильний механізм, але найчастіше вони виконуються у вигляді наладок на поворотні столи.

Вивірка фрезерних пристосувань спрощується завдяки наявності в їх основі шпонок-сухарів, які заводяться в середній *T - подібний паз* стола верстата, і, таким чином, пристосування правильно орієнтується.

Основним призначенням фрезерних засобів є правильне базування деталі і жорстке її закріплення.

Так як при фрезеруванні зусилля різання зазвичай бувають досить значними і спрямовані інакше, ніж при свердлінні, то і застосовувані пристосування повинні бути більш жорсткими за конструкцією.

Пристосування встановлюються на верстатах в строго певному положенні відносно різального інструменту за допомогою напрямних шпонок, установів (габаритів) і настановних шаблонів/

#### ***Пристрої типа машинних лещат.***

Машинні лещата застосовують для закріплення заготовок невеликих розмірів, оброблюваних на фрезерних верстатах. Лещата закріплюють на столі болтами, головки яких вводять в T-образні пази столу.

Лещата бувають декількох видів. Найбільш простими за устроєм і найбільш жорсткими є лещата з однією рухомою губкою.

Поворотні лещата менш жорсткі, але закріплену в них заготовку можна повернути та встановити під будь-яким кутом до напрямку руху інструменту.

Універсальні лещата можуть повертатися в горизонтальній і вертикальній площинах, що дозволяє встановити закріплену в лещатах заготовку в будь-якому по відношенню до інструменту положенні. Недоліком універсальних лещат є їх недостатня жорсткість. Тому їх застосовують для опоряджувальних робіт при невеликих перетинах стружки.

При серійному виробництві для кріплення заготовок застосовують ексцентрикові або пневматичні лецата, магнітні столи і багатомісні пристосування.



### **Багатомісні пристрої.**

Багатомісні пристосування до фрезерних верстатів для паралельного і паралельно-послідовної обробки підвищують продуктивність праці за рахунок скорочення основного і перекриття допоміжного часу.

Багатомісні пристосування часто виконуються з гидропластом і з пневматичним або гідравлічним приводом.

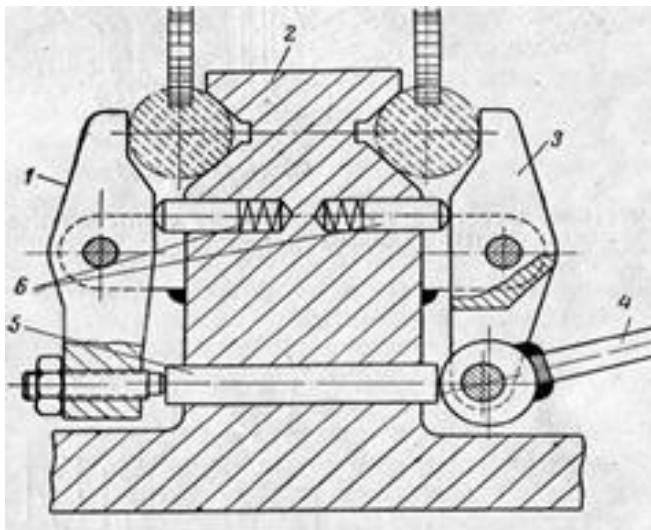
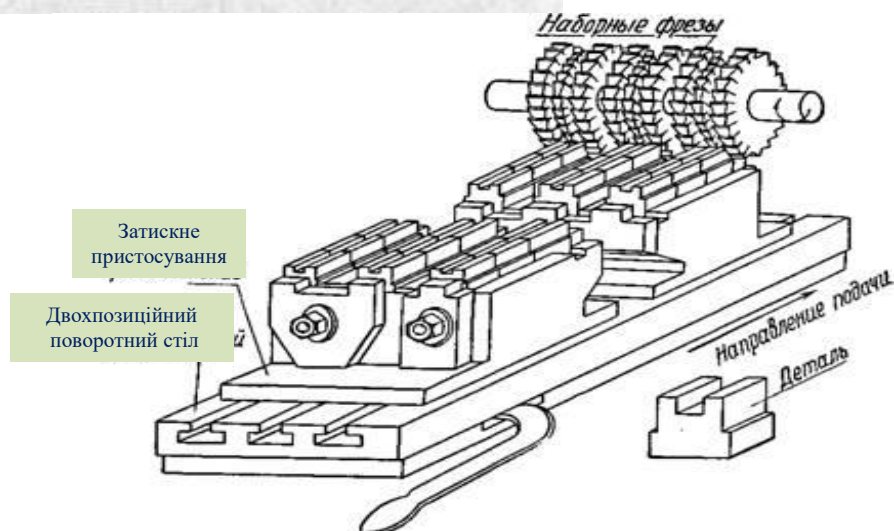


Схема двомісного пристосування для затиску двох валиків при фрезеруванні шпонкових канавок.



Фрезерування з використанням двоьпозиційного столу.

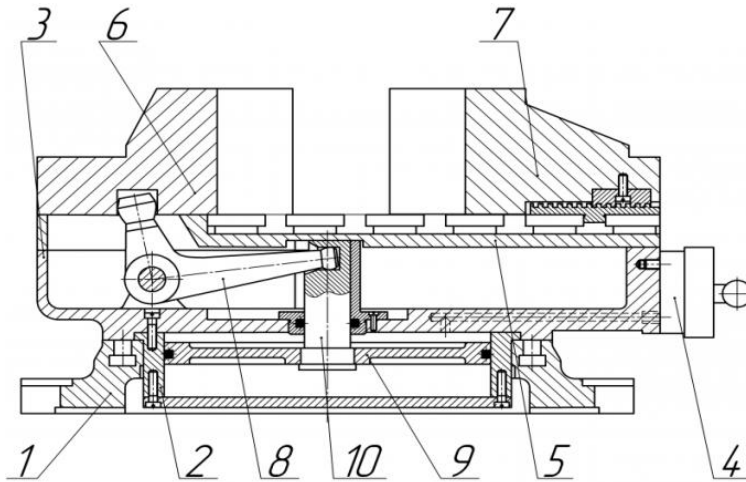
### ***Переналагоджувані пристрої.***

Переналагоджувані пристосування складаються з постійної (базової) частини і комплекту змінних наладок.

Кожне пристосування замінює від декількох штук до декількох десятків спеціальних пристосувань.

Призначені для установки і закріплення груп деталей, подібних за конструктивним і технологічним параметрам.

Ці пристосування допускають порівняно нескладне переналагодження при переході від обробки однієї деталі до іншої. Застосовуються вони в серійному і дрібносерійному виробництві.



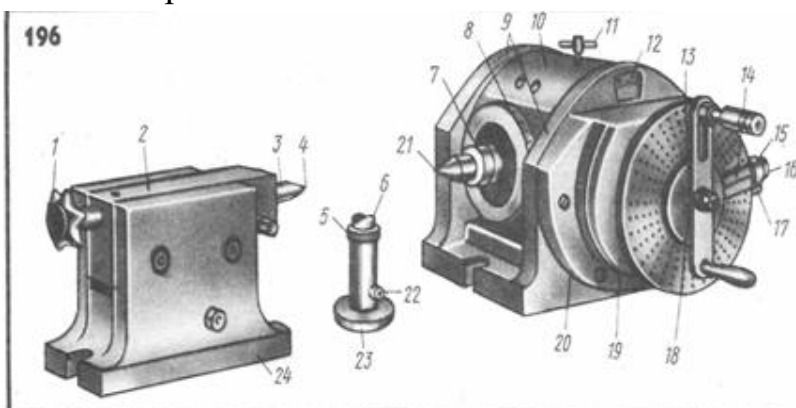
Універсальні поворотні  
лещата з вбудованим  
поршневим  
пневмоприводом.

### ***Ділильні головки.***

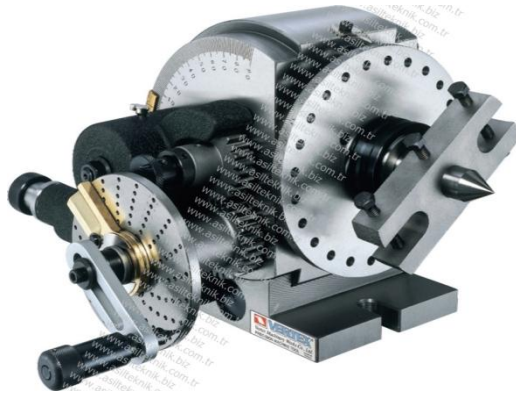
Ділильна головка — горизонтальне верстатне пристосування, що є важливою приналежністю фрезерних і координатно-розточувальних верстатів.

Застосовується для періодичного повороту заготовки (поділ) на рівні або нерівні кути, наприклад при нарізуванні зубців, фрезерування багатогранників, западин між зубцями коліс, канавок ріжучих інструментів; для більш точного переміщення столу (наприклад при виготовленні зубчастих рейок) тощо, а також для безперервного обертання заготовки узгодженої з поздовжньою (осьовою) подачею (наприклад, при нарізуванні спіральних канавок у свердел, зенкерів і т. п., або при фрезеруванні косозубих зубчастих коліс).

Заготовки закріплюються в патроні, довгі — з упором центру задньої бабки і використанням люнета.



Універсальна ділильна  
головка.



**Допоміжний інструмент для фрезерних верстатів.**

Для закріплення різального інструменту на фрезерних верстатах застосовують різний допоміжний інструмент.

Він дозволяє закріплювати на верстатах як консольне працюючий інструмент (хвостові, кінцеві фрези, фрезерні головки та ін.), так і інструмент, закріплений на оправках, один кінець яких встановлюють в шпинделі, другий – у втулці серезки (дискові відрізні, модульні фрези та ін.).

Конструкція допоміжного інструменту залежить від **кріпильно-приєднувальної частини** фрези і конструктивних **особливостей шпинделя**.

Наприклад, фрези, які мають конічний хвостовик закріплюються безпосередньо в шпинделі або через перехідну конусну втулку.

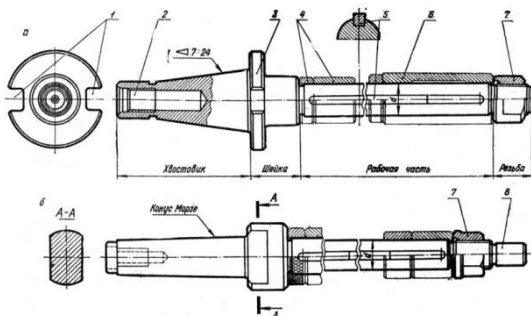
Кінець отвору шпинделя фрезерного верстата для таких фрез має **конус Морзе № 3,4,5**.

Крутний момент інструменту від шпинделя передається через сухарі, закріплені на шпинделі, які входять у пази на торцевій частині втулки або оправки.

Оправку з фрезою або набором фрез кріплять одним кінцем в шпинделі, а іншим – в серезці або підвісці. У разі консольного закріплення оправлення встановлюють тільки в посадковому отворі.



Оправка для закріплення  
циліндричних та дискових  
фрез.

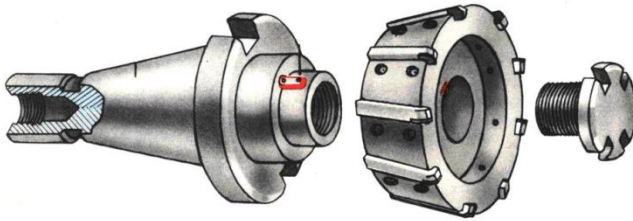


Типи оправок:  
а) з конусом 7:24,  
б) з конусом Морзе.



**Насадні фрези** (торцеві, дискові, відрізні і ін.) базують по отвору на оправці, яка має шпонку для передачі крутного моменту.

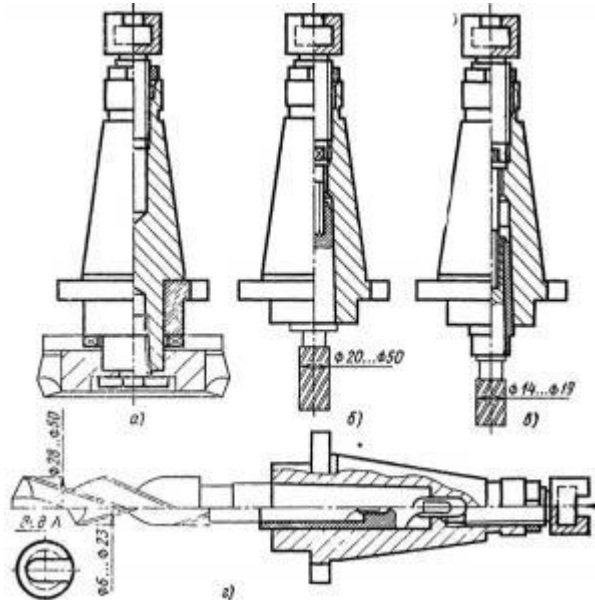
Приклад закріплення торцевої фрези.



**Фрези з конічним хвостовиком**, розмір якого збігається з розмірами конічного гнізда шпинделя верстата, вставляють хвостовиком в шпиндель і закріплюють у ньому допомогою **затяжного гвинта (шомпола)**. Це найпростіший спосіб закріплення фрези як горизонтально, так і вертикально-фрезерного верстатів.

Якщо розмір конуса хвостовика фрези менше розміру конуса гнізда шпинделя, то вдаються до **перехідних втулок**. Зовнішній конус такої втулки відповідає параметрам гнізда шпинделя верстата, а внутрішній - хвостовика фрези.

Перехідну втулку з вставленою фрезою встановлюють у шпиндель і затягують за допомогою затяжного гвинта.



Закріплення фрез з циліндричним хвостовиком проводиться за допомогою цангових патронів, який забезпечує передачу крутного моменту і сприйняття осьової і радіальної сил, що діють при фрезеруванні.

Л. [1] с. 199...200, 205...207

Л. [2] с.346...348

**Презентація 3.3**

### Тема 3.4 Пристрої для зубообробних та протяжних верстатів.

#### **Конструктивно-технологічні особливості зубообробних верстатів.**

Конструкція пристосувань для зубооброблювальних верстатів визначається схемою базування, яка залежить від конструкції заготовки.

Основне призначення затискних пристосувань – точна та стабільна фіксація зубчастого колеса під час нарізання зуб'їв.

Тому пристосування повинні бути:

- досить жорсткими;
- повинні мати високу точність поверхонь, які створюють комплект баз при базуванні (шийки, торці, отвори тощо);
- не допускати зміщення заготовки відносно центруючих елементів;
- простими, зручними для встановлення та зняття заготівлі та швидкодіючими (скорочується допоміжний час).

Основною особливістю пристроїв є застосування в них розтискних центруючих елементів (частіше для беззорного центрування) і затиску заготовки.

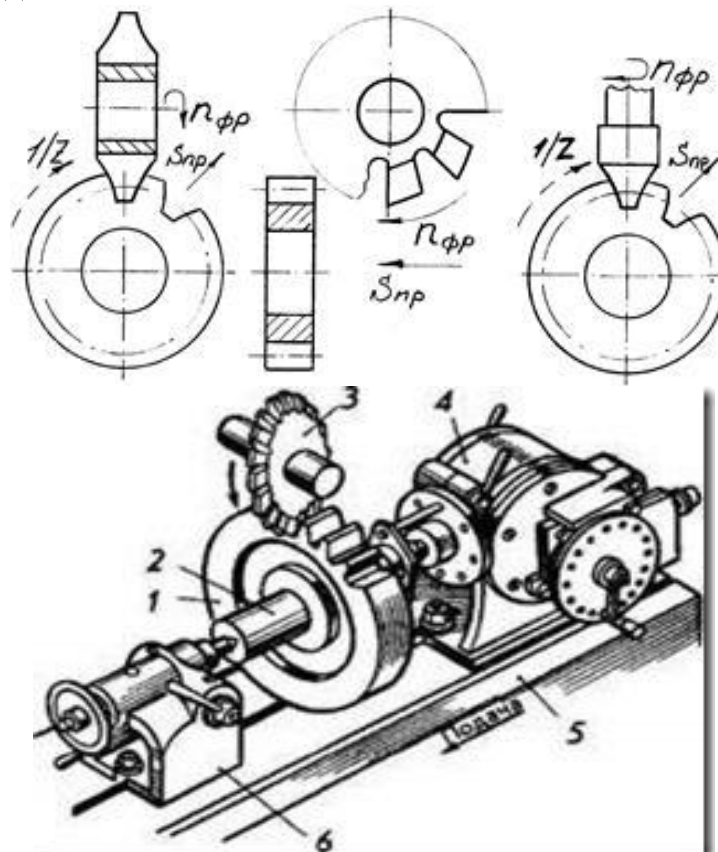
Пристосування для шевінгування, хонінгування і шліфування зубчастих коліс характеризуються простотою і являються універсальними нормалізованими або типовими. Як правило, це патрони, центру, втулки, оправки.

Основна особистість пристосувань та, що в них виконується **беззорна** установка заготовок.

#### **Процеси зубофрезерування і зубодовбання, пристосування до них.**

##### **Зубофрезерування.**

Метод копіювання.



Приклад налагодження на фрезерування зубів методом копіювання.

## Метод обкатування (огинання).

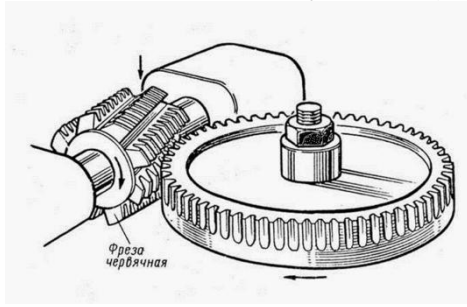
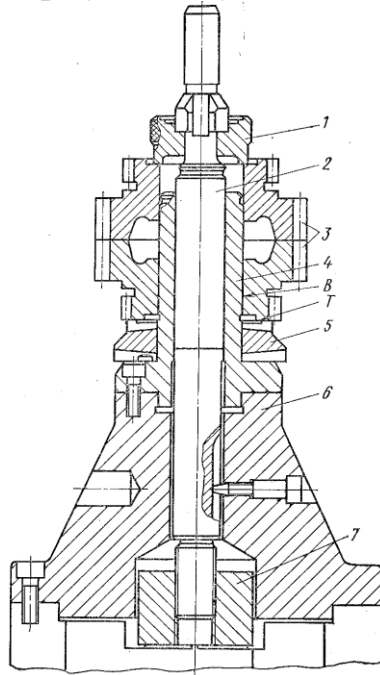


Схема нарізування зубчастого колеса черв'ячною модульною фрезою.

Прийстроєння для закріплення двох циліндричних коліс на зубофрезерному верстаті.



### Зубодовбання.

Нарізання зуб'їв циліндричних зубчастих коліс на зубодовбальних верстатах проводиться двома методами:

- обкатуванням - круглими довб'яками або зубчастою рейкою;
- копіюванням - спеціальної різцевої голівкою.

Найбільше застосування в промисловості отримав метод обкатування круглими довб'яками.

Обробку проводять на зубодовбальних верстатах з одним вертикальним інструментальним шпинделем або на верстатах з двома протилежно розташованими горизонтальними шпинделями.

Метод обкатування круглою гребінкою більш універсальний, його технологічні можливості значно ширше, ніж при зубофрезеруванні черв'ячними фрезами.

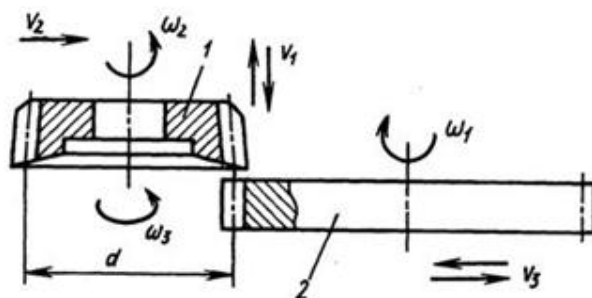
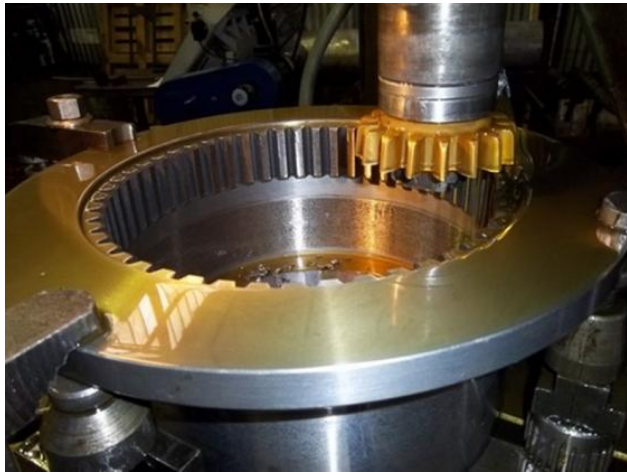
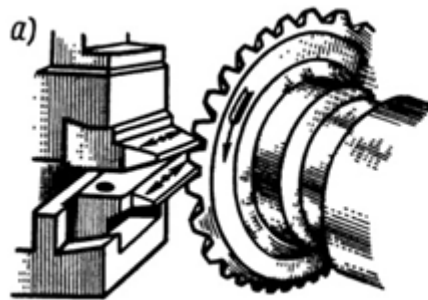


Схема нарізування зубчастого колеса циліндричним долб'яком.

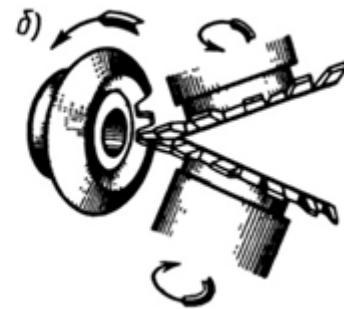


Довбання зубів у  
зубчастих колесах з  
внутрішнім зачепленням.

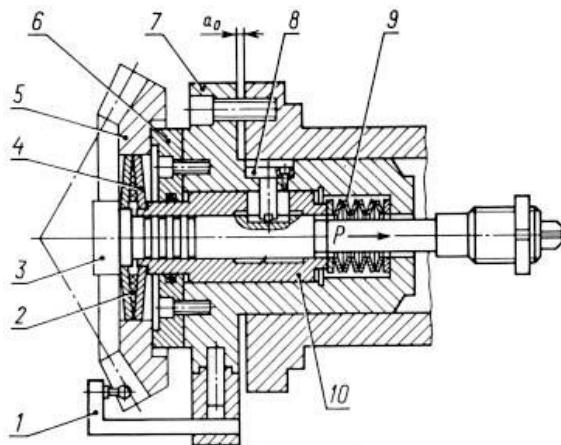
*Нарізання конічних зубчастих коліс.  
Зубоштругання.*



а) зубоштругання



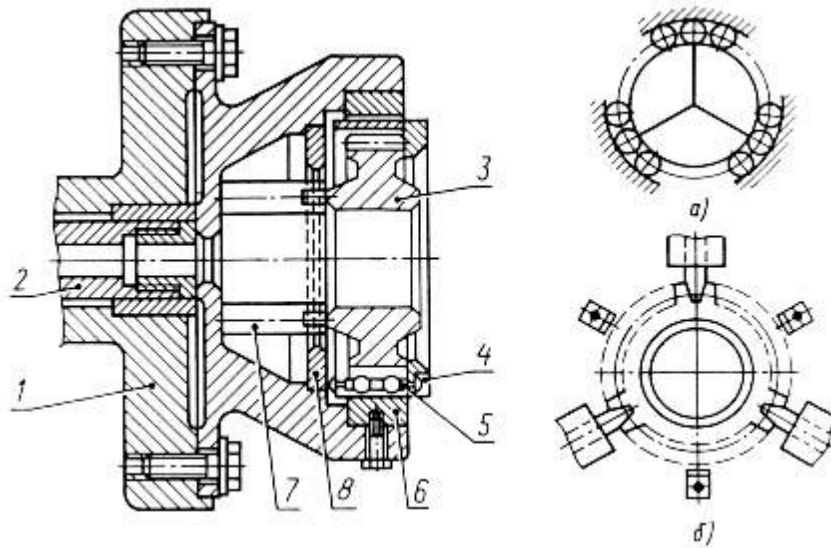
б) зубофрезерування



Прийом для  
чистої обробки зуб'їв  
конічних коліс.



Фрезерування  
гвинтозубих коліс.



Пристосування для  
внутрішнього  
шліфування отвору  
зубчатого колеса.

### **Особливості конструкції пристроїв для протягування. Приклади пристроїв.**

Пристосування для внутрішнього протягування не мають спеціальних затискних пристроїв або механізмів.

Характерною особливістю їх є простота конструкції, так як оброблювана заготовка центрується (крім координатного протягування) шийкою протяжки і силою різання притискається до опорної поверхні планшайби верстата через проміжні жорсткі або самоустановлювальні фланці або змінні втулки.

Для протягування плоских і фасонних поверхонь і шпонкових канавок на вертикально-протяжних верстатах застосовують типові або спеціальні пристосування з пневматичним, гідравлічним або пневмогідравлічним приводом.

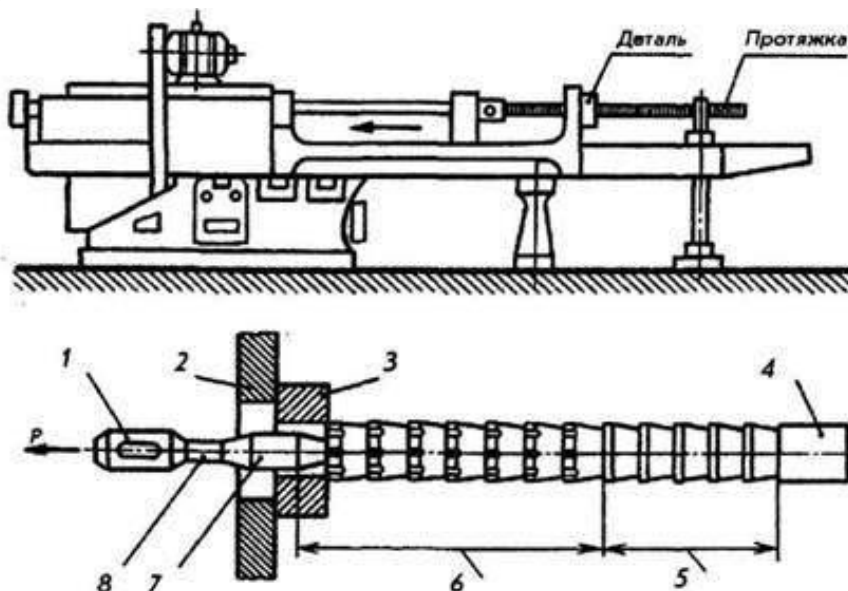
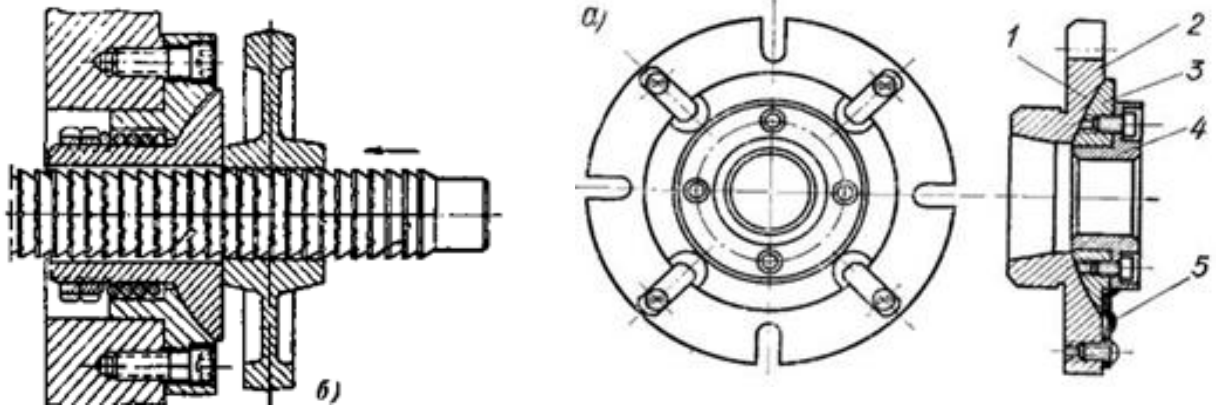
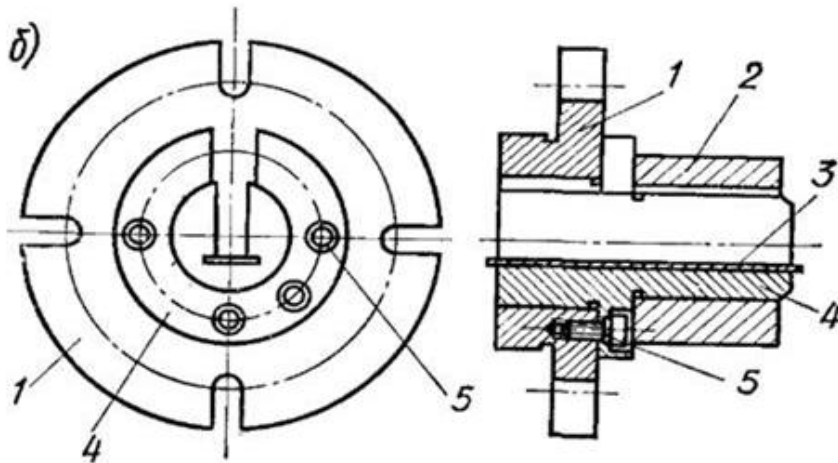


Схема роботи  
горизонтально-  
протягувального  
верстата.

Для протягування отворів в деталях з **необробленими** базовими торцями необхідно застосовувати пристосування зі **сферичними самоустановлювальними** опорами. При користуванні жорсткими опорами протяжка може зламатися.



Прийстроєння для протягування отворів в деталях з необробленими торцями.



Прийстроєння для протягування шпонкового пазу (адаптер).

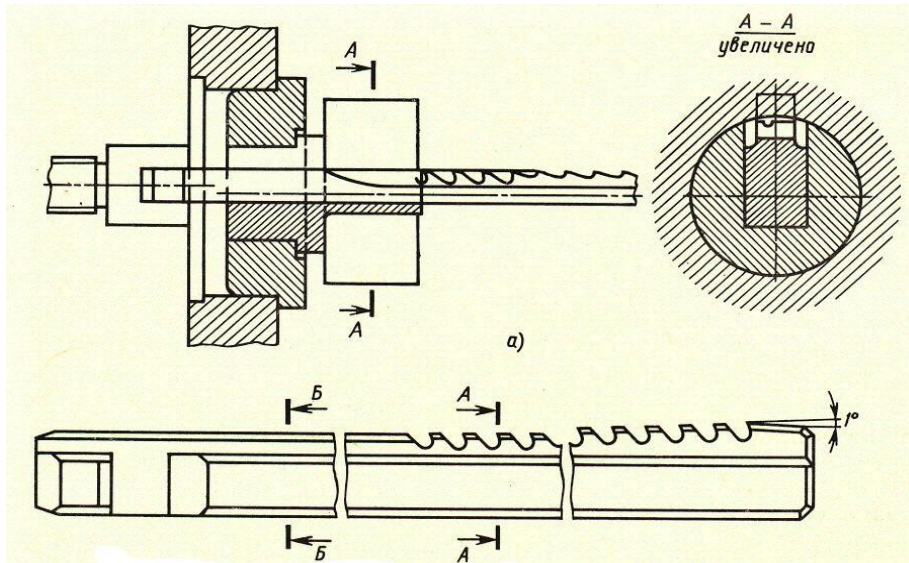
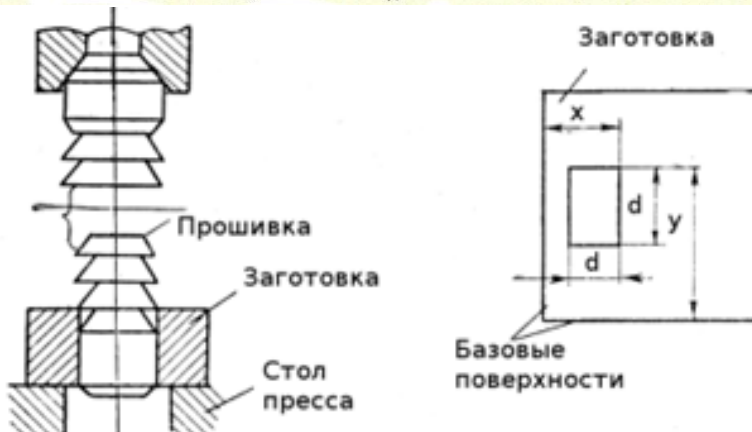
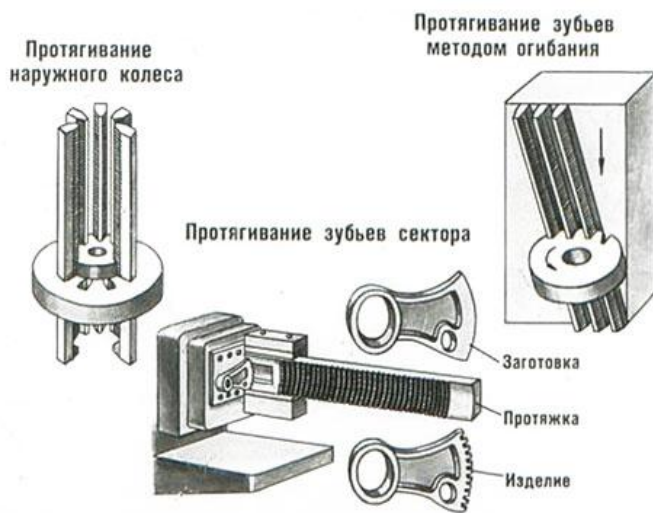


Схема протягування шпонкового пазу та протяжка шпонка.



Схеми прошивання прямокутного отвору.



Приклади  
протягування  
складних  
поверхонь.

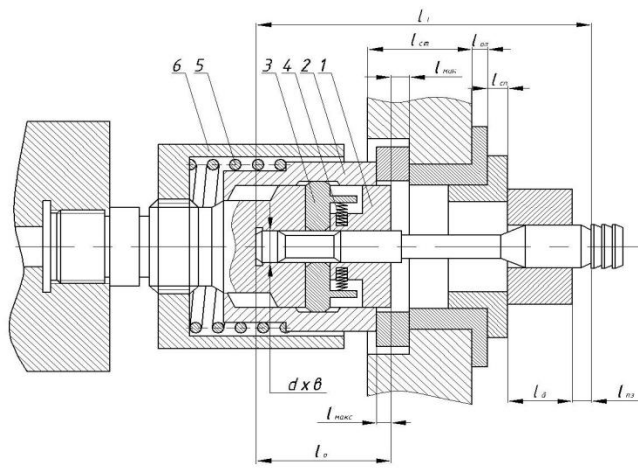
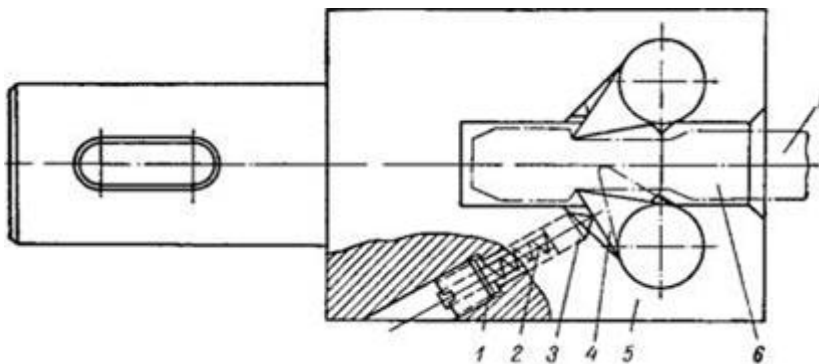


Схема закріплення  
протяжки в патроні.



Швидкодіючий патрон  
для закріплення  
шпонкової протяжки.

**Презентація 3.4**

### Тема 3.5 Пристрої для верстатів з ЧПУ.

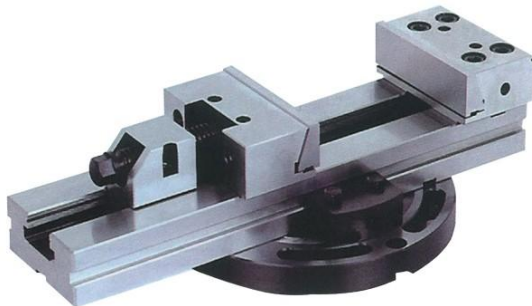
#### *Основні особливості оснащення, що застосовується на верстатах з ЧПУ. Приклади пристроїв.*

Для ефективного використання верстатів зі ЧПУ до верстатних пристосувань пред'являється ряд специфічних вимог, що обумовлюються особливістю верстатів з ЧПУ:

- для забезпечення високої точності обробки заготовель **пристрій повинен бути виконано підвищеної точності**;
- погрішності базування й закріплення, виникаючі при установці заготовель у пристроях, повинні бути **зведені до мінімуму (по можливості до нуля)**;
- конструкція пристрою **не повинна бути найбільш податливою ланкою системи** верстат - пристрій - інструмент - заготівля, щоб використовувати повну **потужність** верстата на чорнових операціях і забезпечити **високу точність** на чистових операціях;
- пристрій повинен забезпечувати **повне базування заготовель**, тобто позбавлення їх усіх шести ступенів свободи;
- необхідно **повне базування пристрою на верстаті**, що забезпечує строго певне положення пристрою щодо нульової крапки верстата;
- пристрій повинен забезпечувати **скорочення часу затиску - розтиску** заготовель, оскільки цей час є домінуючим при зміні заготовель;
- для скорочення часу переналагодження верстатів пристрій повинен забезпечувати можливість його **швидкої заміни або переналагодження**;
- на таких верстатах найбільш ефективно застосовувати **переналагоджувані пристрої**, які забезпечують шляхом їхнього переналагодження або перекомпонування на обробку широкої номенклатури заготовель.

Недотримання цих вимог значно знижує переваги, які можуть бути отримані від застосування верстатів з ЧПУ.

Спеціальні пристрої доцільно застосовувати лише **як виключення** при неможливості застосування переналагоджуваних.



Модульні верстатні лещата для верстатів з ЧПУ.



Приклад оснащення до верстатів з ЧПУ.



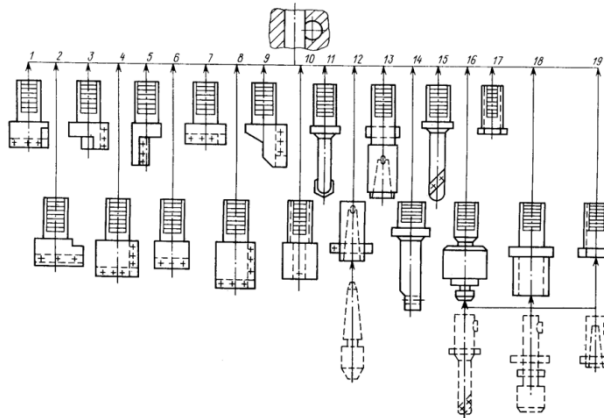
## **Особливості конструкції допоміжного інструмента. Приклади допоміжного інструмента.**

Допоміжний інструмент для верстатів з ЧПУ має уніфіковану хвостову частину для установки на верстаті, і стандартні параметри частини приєднувальної до різального інструменту.

Зміна інструментів проводиться на верстатах вручну.

Існує дві системи базування. Одна система – для шпинделя верстата з конусністю 7:24, друга – з конусом Морзе.

При необхідності частій зміни інструментів в ході виконання операції на свердлильному або фрезерному верстаті, а також для полегшення праці наладчиків, застосовують швидкозмінні системи допоміжного інструменту.



Конструктивно вони досить різноманітні, наприклад, є система для свердлильних верстатів з ЧПК на основі патрона з **кульковим захопленням**.

Головка револьверна.

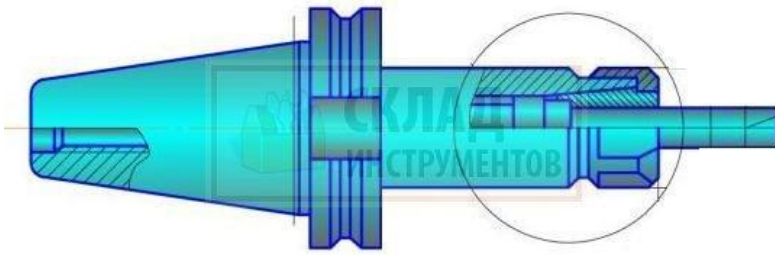


Набір державок до різучого інструменту.

Патрони різні до  
верстатів з ЧПУ з  
конусом 7:24.



Патрони цангові.  
Застосовуються на  
верстатах з ЧПУ типу  
"обробувальний центр".



Л. [1] с. 186...191; 200...206

Л. [2] с. 408...411

**Презентація 3.5**

## **Розділ 4. Автоматизоване проектування верстатних пристроїв**

### **Тема 4.1 Автоматизоване робоче місце конструктора.**

#### ***Основні принципи проектування.***

Процес проектування розглядається як початковий етап створення нового виробу і полягає в отриманні і перетворення вихідного опису об'єкта в остаточний опис на основі виконання комплексу робіт дослідницького, розрахункового і конструкторського характеру.

Проектування, при якому проектні рішення отримують шляхом взаємодії людини, ЕОМ і комплексу програмних та інших засобів автоматизації його діяльності, називають **автоматизованим** (також буває: **ручне** – реалізується без участі ЕОМ; **автоматичне** – без участі людини).

Система, що реалізує автоматизоване проектування, являє собою **систему автоматизованого проектування (САПР)**.

#### ***Проектування і виготовлення засобів технологічного оснащення (ЗТО).***

До ЗТО належать верстатні пристосування, ріжучі, вимірювальні та допоміжні інструменти.

Проектування технологічної оснастки включає в себе вирішення завдань конструкторського і технологічного характеру.

Основні напрямки автоматизації вирішення цих завдань:

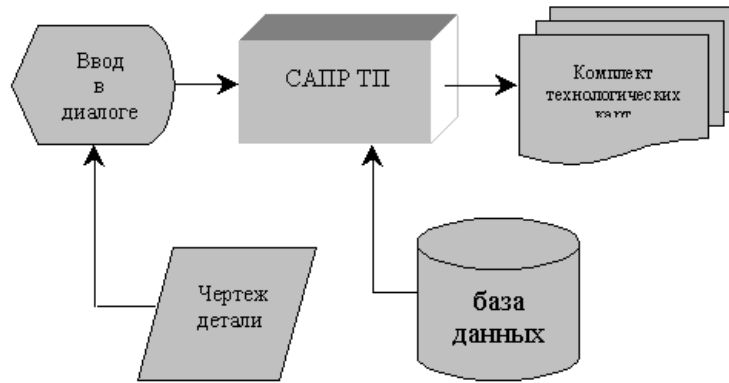
- **типізація** конструктивних і технологічних рішень;
- **відділення** проблемної частини від інваріантної;
- **створення банків даних** конструкторсько-технологічного призначення;
- **використання діалогових методів** проектування.

На цій основі розробляються спеціальні підсистеми автоматизованого проектування технологічної оснастки.

#### ***Функції та засоби автоматизації ТПП.***

Автоматизувати ТПП – це в комплексі автоматизувати наступні її функції:

- аналіз та забезпечення технологічності конструкції виробів;
- технологічний аналіз виробництва;
- **проектування засобів технологічного оснащення (СТО)**;
- підготовку керуючих програм (УП) для верстатів з ЧПУ;
- нормування праці і матеріалів;
- проектування дільниць, цехів;
- планування ТПП та управління процесом ТПП;
- **виготовлення СТО.**



Процес проектування в САПР ТП.

### **Системний підхід та системотехніка.**

Проектування складних об'єктів засноване на застосуванні ідей і принципів, викладених у ряді теорій і підходів.

Найбільш загальним підходом є **системний підхід**, ідеями якого пронизані різні методики проектування складних систем.

Основний загальний принцип системного підходу полягає в розгляді **частин явища** або **складної системи** з урахуванням їх взаємодії.

В техніці дисципліну, в якій досліджуються складні технічні системи і їх проектування частіше називають **системотехнікою**.

Системи автоматизованого проектування відносяться до числа найбільш складних сучасних штучних систем.

Їх проектування і супровід неможливі без системного підходу. Тому ідеї і положення системотехніки входять складовою частиною до дисципліни, яка присвячена вивченню сучасних автоматизованих систем і технологій їх застосування.

Наприклад, системний підхід до моделювання передбачає **можливість повторного використання** інформації та напрацювань в ході проектування складних машинобудівних конструкцій.

Інші компоненти системотехніки, такі як: структурний, блочно-ієрархічний, об'єктно-орієнтований підходи включають в себе основні положення системного підходу.

### **Проектування і конструювання.**

Розробка нового об'єкта здійснюється не тільки шляхом проектування, але і шляхом конструювання. Проектування і конструювання є взаємопов'язаними процесами, які доповнюють один одного.

**Проектування** прийнято розглядати як процес побудови загальної схеми установки, агрегату, їхніх вузлів і систем.

**Конструювання** – як більш детальне опрацювання цієї схеми з урахуванням технології виготовлення.

Конструкційна форма об'єкта уточнюється застосуванням методів проектування – розрахунків параметрів, міцнісних розрахунків, оптимізації та ін.

Результатом проектування є **проект виробу**, який потрібно виготовляти.

В результаті конструювання створюється конкретна, однозначна **конструкція виробу**.

У процесі конструювання виконується:

- формування технічних вимог до виробу та його частин;
- створення моделей, зображень, видів виробу;
- розрахунок комплексу розмірів з допустимими відхиленнями;
- формування вимог до поверхонь;
- створення технічної документації.

**Машинобудівні САПР (MCAD англ. *mechanical computer-aided design*) -** автоматизоване проектування механічних пристроїв.

Застосовуються в автомобілебудуванні, суднобудуванні, авіакосмічній промисловості, при створенні нафтогазового обладнання для видобутку, транспортування, зберігання та переробки, при виробництві товарів народного споживання і т. д.

Включають в себе розробку деталей і механізмів з використанням параметричного проектування на основі конструктивних елементів, технологій поверхневого та об'ємного моделювання.

Для перекладу САПР на англійську мову використовується термін САПР (англ. автоматизованого проектування), що передбачає використання комп'ютерних технологій у проектуванні. У ГОСТ 15971-90 термін «Комп'ютерне проектування» наводиться як стандартизований англomовний еквівалент терміна «автоматизоване проектування». Поняття САПР може позначати як програмні та апаратні засоби, так і апаратно-програмні комплекси автоматизації проектування. Поняття CAD не є повним еквівалентом САПР, як організаційно-технічної системи. Термін САПР на англійську мову може також перекладається як САПР, системи автоматизованого проектування, системи САПР.

#### **Класифікація САПР.**

Класифікацію САПР за **цільовим призначенням** та його функції ГОСТ 23501.108-85 встановлює наступні ознаки класифікації САПР:

- тип об'єкта проектування;
- різновид об'єкта проектування;
- складність об'єкта проектування;
- рівень автоматизації проектування;
- комплексність автоматизації проектування;
- характер випущених документів;
- кількість випущених документів;
- кількість рівнів в структурі технічного забезпечення.

#### **Автоматизоване робоче місце конструктора.**

Поява графічних редакторів призвела до переходу **від кульманів до комп'ютера.**

На перших порах така робота практично копіювала прийоми роботи з олівцем і гумкою.

Креслення (файл) виходив чистим і без помарок. Однак об'єкти на полі креслення представляли собою ті ж лінії і написи без всякої їх структуризації.

Однак, тільки уява конструктора дозволяла осмислити зображення і представити об'єкт в цілому.

При автоматизованому проектуванні різні частини різних креслень стали **доступними для комбінування**, що забезпечило можливість швидко та безпомилково будувати нові креслення.

Саме таким чином виконується приблизно 98% усіх проектних робіт.



Чим зручніше графічний редактор, **чим більш майстерним є конструктор**, чим більш розвинена база креслень, тим **ефективніше процес проектування на підприємстві**.

**Доцільність створення автоматизованих робочих місць.**

Оснащення технологічних процесів необхідною оснасткою зводиться **до вибору її із числа наявної** універсальної або нормалізованої оснащення або до її проектування.

При автоматизованому проектуванні спеціальної технологічної оснастки можливі два основних варіанти:

- 1) проектування оснастки ведеться **автономно** і вирішується як ізольоване завдання;
- 2) проектування оснастки є **частиною загального автоматизованого процесу** і вирішується у взаємозв'язку з вирішенням інших завдань АСТПП.

**У першому випадку** вихідні дані для проектування оснастки готуються технологом і вводяться в ЕОМ для кожного випадку проектування.

**В другому випадку** вихідні дані поступово накопичуються і формуються автоматично у процесі проектування технології, головним чином при проектуванні одиничних технологічних процесів (другий випадок характерний для більш високого ступеня розвитку АСТПП).

Вихідними даними для вибору або проектування різної оснастки можуть бути не тільки **остаточні результати** проектування типових, групових або одиничних технологічних процесів, але й **ряд проміжних даних**, отриманих на різних етапах проектування і не входять у кінцеву технологічну документацію.

В автоматизованій системі проектування основний зміст складає **умовно-постійна інформація**, яка готується заздалегідь з урахуванням специфічних особливостей досвіду і традицій конкретного виробництва і вводиться в ЕОМ одночасно з програмою проектування.

При автоматизованому проектуванні найбільш зручною є **класифікація** пристроїв та їх елементів за **функціональними ознаками і ступенем нормалізації і уніфікації**. При цьому вибір класів, підкласів, груп і типорозмірів роблять в залежності від номенклатури застосовуваних на даному виробництві пристосувань, оброблюваних деталей і їх характеристик і від ряду інших ознак, які можуть значно відрізнятися у різних виробничих умовах.

При проектуванні спеціальної технологічної оснастки значну частину умовно-постійної інформації, збереженої в ПС, складають відомості про основні характеристики стандартних, нормалізованих, уніфікованих і повторюваних конструктивних елементів оснащення, що описують їх з достатнім ступенем повноти.

Цю частину умовно-постійної інформації прийнято називати **бібліотекою конструктивних елементів**.

Розробка бібліотеки конструктивних елементів є одним з найбільш відповідальних і трудомістких етапів підготовки до автоматизованого проектування оснащення.

Обробка інформації в САПР проводиться в **інтерактивному режимі** (взаємодія користувача з комп'ютером у діалоговому режимі). При цьому дуже важлива роль належить програмному забезпеченню САПР.

АРМ слід розглядати як **систему**, структура якої визначається функціональним призначенням.

Функціонування АРМ може дати бажаний ефект за умови правильного розподілу функцій і навантаження між людиною і машинними засобами обробки інформації, ядром яких є комп'ютер.

Створення такого «гібридного» інтелекту може принести відчутні результати, т. к. АРМ стане засобом підвищення не тільки продуктивності праці і ефективності управління, але і соціальної комфортності фахівців. При цьому людина в системі АРМ повинен залишатися провідною ланкою.

Система АРМ, що є *людино-машинною*, повинна бути відкритою, гнучкою і пристосованою до постійного розвитку і вдосконалення.

У такій системі повинні бути забезпечені:

- максимальна наближеність спеціаліста до машинних засобів обробки інформації;
- робота в діалоговому режимі;
- оснащення АРМ відповідно до вимог ергономіки;
- висока продуктивність комп'ютера;
- максимальна автоматизація рутинних процесів;
- моральна задоволеність фахівців умовами праці, стимулює їх творчу активність;
- можливість самонавчання фахівців.

Структура АРМ – це сукупність його підсистем і елементів. До забезпечуючих в першу чергу слід віднести підсистеми:

- технічна;
- інформаційна;
- програмна;
- організаційна.

**Технічне забезпечення** являє собою комплекс технічних засобів, основою якого служить ПК, що передбачає роботу фахівця без посередника (професійного програміста). В комплект ПК входять процесор, дисплей, клавіатура, магнітні та оптичні накопичувачі інформації, друкувальний пристрій, сканер і плоттер.

До комплексу технічних засобів слід віднести засоби комунікації, тобто обчислювальні мережі, локальні та глобальні.

**Інформаційне забезпечення** – це масиви інформації, що зберігаються в локальних базах даних, управління якими здійснюється з допомогою СУБД, яка виробляє запис інформації, пошук, зчитування, коригування та рішення інформаційних завдань.

**Організаційне забезпечення** включає засоби і методи організації, функціонування, вдосконалення і розвитку АРМ, підготовки та підвищення кваліфікації кадрів, а також адміністрування АРМ.

**Програмне забезпечення** АРМ складається з *системного і прикладного* ПЗ.

Основою системного ПЗ є *операційна система Windows*.

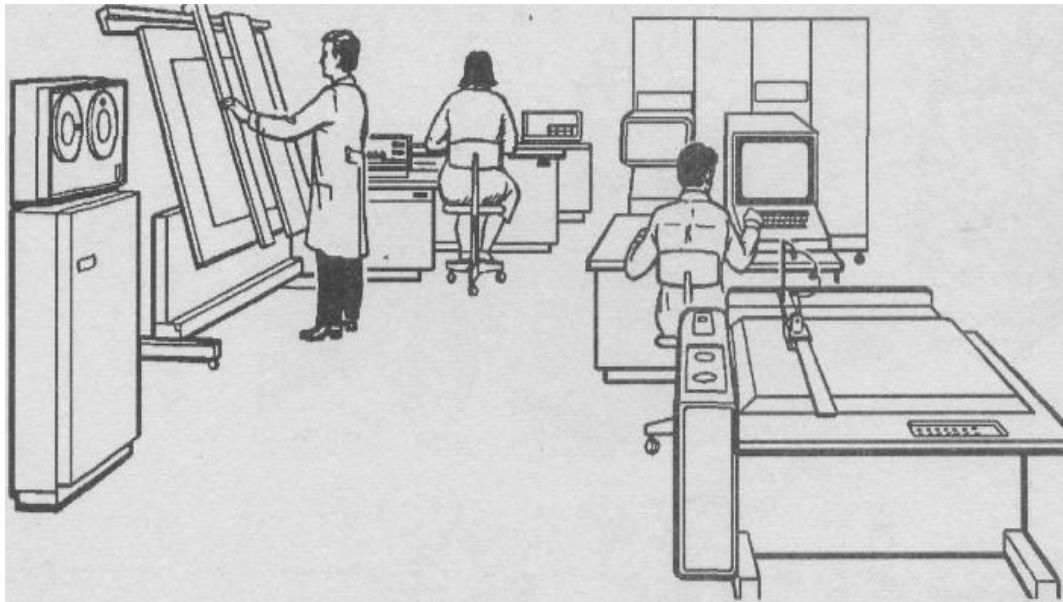
Прикладне ПО складають стандартні програми користувачів і *пакети прикладних програм* (ППП) різного призначення.

ППП є основним видом проблемного програмного забезпечення. Вони дозволяють формувати алгоритми, змінювати умови розв'язання задачі даного



класу, контролювати хід режиму, вносити корективи в алгоритми та ін. При роботі на АРМ ППП реалізується в діалоговому режимі. **Прикладом ППП Компас 3D.**

**Оснащення автоматизованого робочого місця конструктора.**



Система КОМПАС-3D дозволяє реалізувати класичний процес тривимірного параметричного проектування - від ідеї до асоціативної об'ємної моделі, від моделі до конструкторської документації.

Ключовою особливістю КОМПАС-3D є використання власного математичного ядра і параметричних технологій, розроблених фахівцями **АСКОН**.

Основні компоненти КОМПАС-3D – система тривимірного твердотільного моделювання, універсальна система автоматизованого проектування КОМПАС-Графік і модуль проектування специфікацій.

Всі вони легкі в освоєнні, мають російськомовні інтерфейс і довідкову систему.

Базові можливості системи включають в себе функціонал, який дозволяє спроектувати виріб будь-якого ступеня складності в 3D, а потім оформити на це виріб комплект документації, необхідний для його виготовлення відповідно з діючими стандартами (ДСТУ, СТП та ін.).



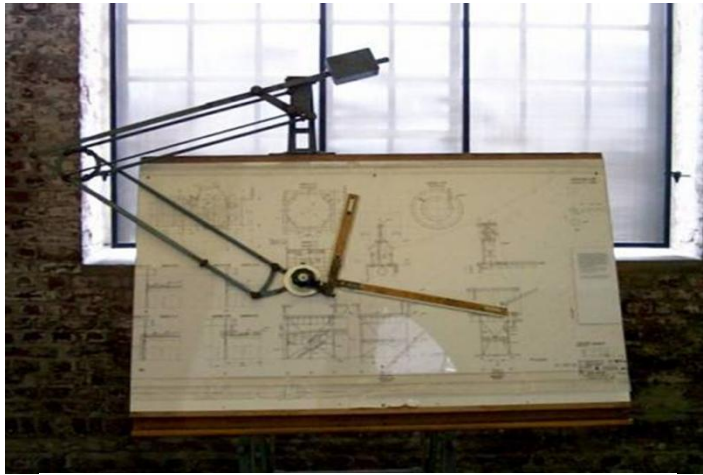
Місце конструктора. Комплекс МКК-01.

### ***Автоматизація проектування затискних пристосувань.***

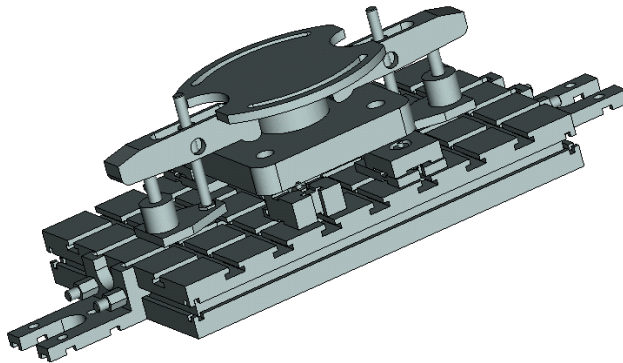
Автоматизація проектування верстатних пристосувань надає можливість:

- істотно **знижити** витрати матеріальних коштів і часу на проектування та виготовлення оснастки;
- значно **скоротити** цикл підготовки виробництва що оснащує вироби і знизити їх собівартість;
- **підвищити** рівень нормалізації конструкцій пристосувань;
- **поліпшити** якість проєктованих конструкцій і одержуваної при цьому технічної документації;
- **допомогтися** алгоритмічної стабілізації створюваних конструкцій і технологічних рішень при їх виготовленні;
- **забезпечити** можливість швидкого отримання достовірної інформації для якісного управління виробництвом пристосувань і створення в ньому на цій основі системи наукової орієнтації праці;
- **розширити** сферу застосування верстатів з ЧПУ на виробництво пристосувань;
- **підвищити** ступінь оснащеності виробничих процесів, особливо в дрібносерійному виробництві.

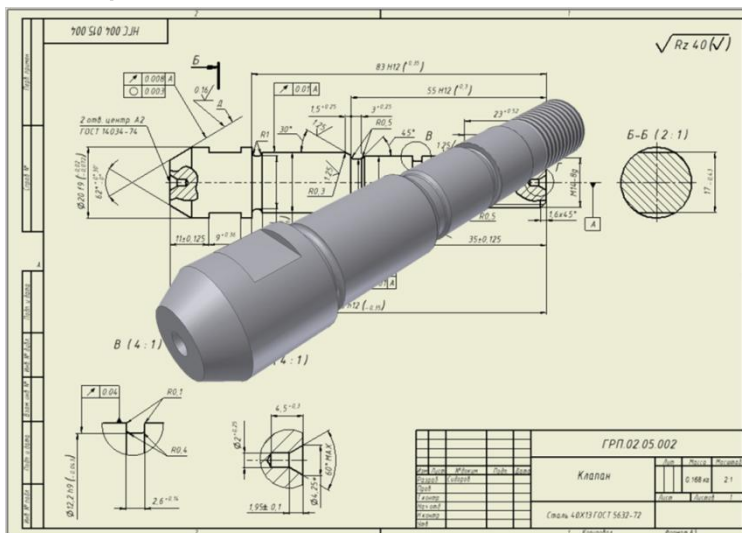
### ***Організація процесу конструювання.***



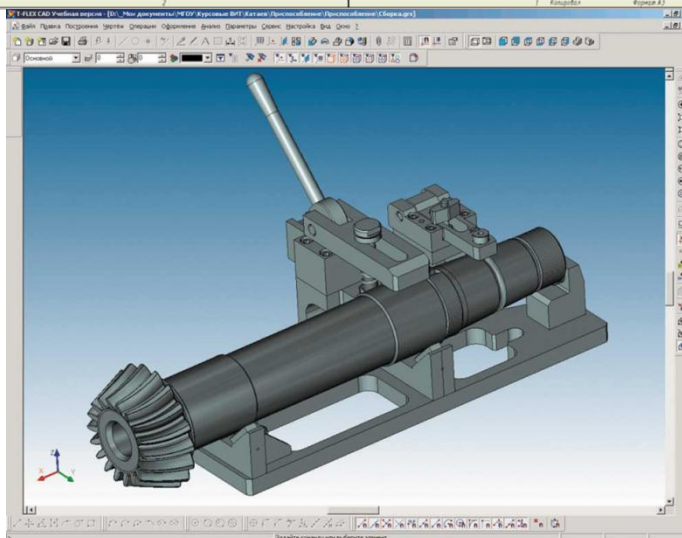
Робоче місце конструктора з використанням пристосування для креслення.



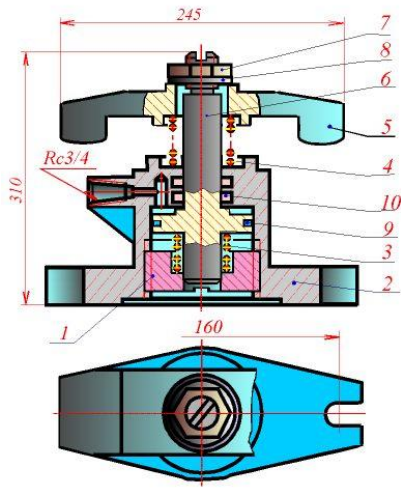
Графічне представлення результатів синтезу проектування пристосування УЗП.



3D модель та робоче креслення деталі.



3D модель верстатного пристосування.



Пример заполнения спецификаций

Формат	Вид	Изм.	Обозначение	Наименование	Воз.	Примеч.
				Документация		
А1			АТ-230.07.07.12.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
АА	1		АТ-230.07.07.12.01	Стяжка	1	
АА	2		АТ-230.07.07.12.02	Корпус	1	
АА	3		АТ-230.07.07.12.03	Пружина	1	
АА	4		АТ-230.07.07.12.04	Пружина	1	
АА	5		АТ-230.07.07.12.05	Сюба	1	
АА	6		АТ-230.07.07.12.06	Поршень	1	
				Стандартные изделия		
				Гайка М30.5		
				ГОСТ 5915-70	1	
				Шайба 30.04.019		
				ГОСТ 11371-78	1	
				Кольцо Н1-80х10-1		
				ГОСТ 9832-77	1	
				Кольцо Н1-35х28		
				ГОСТ 9832-77	2	
				АТ-230.07.07.12.00		
				Прихват		
				гидравлический		
				Проектирование		

Приклад заповнення специфікації.

Презентація 4.1

## Розділ 5. Пристрої складальні

### Тема 5.1 Пристрої складальні.

#### *Призначення та типи складальних пристроїв.*

**Складальні пристосування (СП)** - пристрої, що забезпечують необхідне розташування, фіксацію та з'єднання складальних одиниць і вхідних у них деталей із заданою точністю й жорсткістю, що вимагається конструкцією, яка збирається.

Складальні пристосування прийняте класифікувати по двох основних ознаках:

- технологічному - залежно від призначення СП, виду виконуваних з'єднань й операцій, виду складальної одиниці;
- конструктивному - залежно від конструктивно-силової схеми й інших конструктивних особливостей: стаціонарні, нероз'ємні, поворотні й т.ін.

З погляду **універсальності** всі СП можна розділити на три категорії:

1. Універсальні, виділювані іноді в тип збірно-розбірних.

2. Спеціальні - для складання конкретної складальної одиниці.

3. Спеціалізовані (групові) - для складання однотипних по конструктивно-технологічним ознакам складальних одиниць (складаються майже повністю зі стандартизованих і нормалізованих елементів).

**За призначенням**, залежно від виконуваних складальних робіт розрізняють:

1. Пристосування для вузлового складання.

2. Пристосування для агрегатного складання.

Як перша, так і друга групи СП можуть бути:

1. Операційними - ведеться, наприклад, комплектація вузла або агрегату, їхнє з'єднання засобами кріплення, свердління, герметизація, випробування й т.п. Знаходять застосування й доцільні у серійному та багатосерійному виробництві;

2. Універсальними - ведеться складання об'єкта від початку до кінця. Широко використовуються у дрібносерійному виробництві.

За конструктивними та експлуатаційними ознаками СП можуть класифікуватись:

1. Сбірно-розбірні;

2. Нероз'ємні (зварені, клепані);

3. Стаціонарні, пересувні (переносні);

4. Поворотні;

5. Операційні й багатоопераційні;

6. Комплектувальні;

7. Комбіновані.

Наведена класифікація говорить про різноманіття варіантів СП залежно від розв'язуваних ними технологічних завдань, що визначає їхню структуру й состав конструктивних елементів.

Методика конструювання складальних *приспосувань аналогічна методиці конструювання верстатних приспосувань*, але має деякі специфічні особливості.

При конструюванні складальних приспосувань необхідно враховувати *базування деталей, що сполучаються*. Залежно від необхідної точності їх взаємного положення в момент складання і в готовому вузлі призначають допуски на розміри настановних і направляючих деталей складального приспосування на основі аналізу розмірної ланцюга даної технологічної системи.

Особливу специфіку створюють методи збирання, при яких деталі вузла *піддаються нагріву* (зварювання, пайка, склеювання з використанням клеїв гарячого затвердіння). До приспосувань, призначених для цих цілей, пред'являються додаткові вимоги.

Найбільша точність збірки виходить в тому випадку, коли сполучаються деталі орієнтуються щодо один одного по центруючим елементам *без зазору*. У цьому випадку приспосування не впливає на точність сполучення по їх концентричності.

У приспосуваннях для склеювання слід передбачати періодичну *очистку їх деталей від накопичуються слідів клею*. Так як більшість клеїв не вдається видалити-якими розчинниками, то потрібно передбачати швидке знімання (або розбирання) приспосування для його нагрівання до температури, при якій клей втрачає свої властивості (близько 350 ° С). Після цього очищення проводиться механічним способом (щітками, скребками та ін.) В даний час велика увага приділяється автоматизації складальних операцій і відповідно автоматизованим складальним приспосуванням.

*Універсальні та спеціальні, нерухомі та пересувні пристрої. Приклади конструкції.*

За ступенем спеціалізації складальні приспосування підрозділяють на універсальні і спеціальні.

**Універсальні приспосування** застосовують переважно в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва. До них відносяться плити, складальні балки, призми і косинці, струбцини, домкрати і різні допоміжні деталі й пристрої (підкладки, клини, гвинтові прихвати та ін.).

**Плити** служать для установки, вивірки і закріплення зібраних машин або окремих вузлів.

**Призми і косинці** служать для установки і закріплення вузлів або базових деталей.

**Струбцини** використовують для тимчасового скріплення деталей і вузлів зібраних машин, а також для виконання деяких допоміжних робіт (правки, запресування, розпресування тощо).

**Домкрати** служать для вивірки і підтримки громіздких і важких деталей і вузлів.

**Спеціальні пристосування** застосовують в умовах багатосерійного або масового виробництва для виконання певних складальних операцій.

За призначенням розрізняють два типи спеціальних пристосувань:

1. Пристосування для кріплення базових деталей і вузлів виробу, що збирається.

2. Пристосування для точної і швидкої установки деталей і вузлів, які з'єднуються. Такі пристосування застосовують для зварювання, пайки, клепки, склеювання, розвальцьовування, посадки з натягом, гвинтових і інших видів складальних з'єднань. Вони є необхідними пристроями при автоматизації складальних процесів.

Пристосування обох типів можуть бути одно- і багатомісними, стаціонарними і рухливими. **Рухливі** пристосування застосовуються при великому випуску дрібних і середніх вузлів в умовах конвеєрного складання. Вони характерні для збірки методом пайки та склеювання. **Стаціонарні** пристосування використовуються при вузловій і загальної збірці масивних виробу.

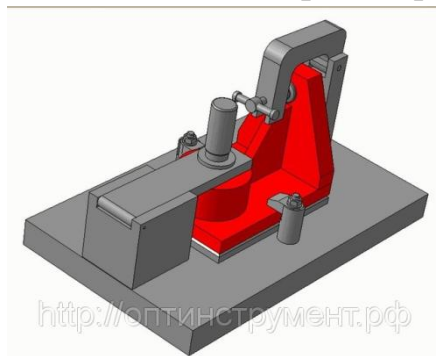
При виконанні складальних робіт використовуються також пристосування для **попереднього деформування** пружних елементів (пружин-ресор, розрізних кілець і т.д.), а також для виконання з'єднань з натягом, коли при збірці необхідно додаток великих сил.

Пристосування цього типу також полегшують працю складальників, підвищують продуктивність праці.

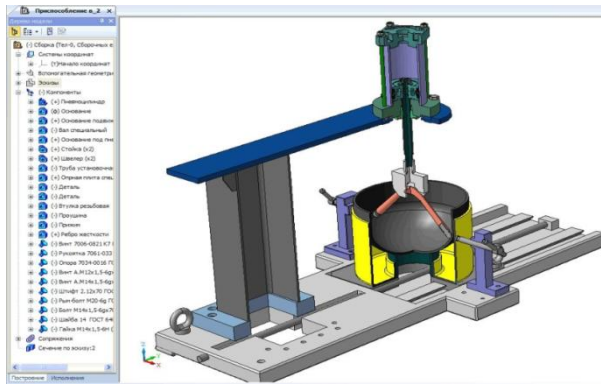
Спеціальні складальні пристосування складаються з корпусу і змонтованих на його основі настановних елементів, затискних пристроїв.

Призначення настановних і затискних елементів те ж, що і в СП.

До допоміжних пристроїв складальних пристосувань відносяться поворотні і ділильні механізми, фіксатори, виштовхувачі та інші елементи.



Приклад  
конструювання  
складального  
пристрою.



Пристосування  
складально-  
зварювальне для  
виготовлення вузла  
балона.

Л. [1] с. 222...230

Л. [2] с. 350...368

**Презентація 5.1**

### **Рекомендована література**

#### **Основна:**

1. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування технологічного спорядження. Посібник. Львів. – Світ, 2001. – 296 с.
2. Боровик А.І. Проектування технологічного оснащення. Навчальний посібник. Київ, 1996. – 488 с.
3. Пересунько М.П., Башкатова Н.М., Любов В.О., Воєводін А.Б. Проектування технологічного оснащення. Навчальний посібник. Київ, 1996. 228 с.
4. Схіртладзе А. Р. Технологічне оснащення машинобудівних виробництв: навчальний посібник /— Старий Оскол : ТНТ, 2008.
5. Верстатні пристосування. Довідник. У 2-х т. Том 1. Під ред. Вардашкина Б. В. М. – Машинобудування, 1984. – 592 с.
6. Верстатні пристосування. Довідник. У 2-х т. Том 2. Під ред. Вардашкина Б. В. М. – Машинобудування, 1984. – 656 с.
7. Довідник технолога-машинобудівника. Довідник. У 2-х т. /Під. ред. А. Р. Косилової, Р. К. Мещерякова./ Том 1. – Машинобудування, 1985. – 656 с.
8. Довідник технолога-машинобудівника. Довідник. У 2-х т. /Під. ред. А. Р. Косилової, Р. К. Мещерякова./ Том 2. – Машинобудування, 1985. – 496 с.
9. Обробка металів різанням. Довідник технолога /Під заг. ред. А. А. Панова./ – Машинобудування, 1988. – 736 с.
10. Робота в графічних редакторах КОМПАС-ГРАФІК та T-FLEX CAD : навчальний посібник /[Козлов Л. Г., Буренніков Ю. А., Смеречинський А. М., Хапокниш А. С.] – Вінниця : ВНТУ, 2003. – 94 с.



### **Додаткова:**

1. Горошкин А. К. Пристосування для металорізальних верстатів. Довідник. М. – Машинобудування, 1979. – 303 с.
2. Альбом з проектування пристосувань /Базарів В. М., Сорокін А. В., Губар Ст. А. та ін./ М. – Машинобудування, 1991. – 121 с.
3. Блюмберг Ст. А., Близнюк В. П. Переналагоджувальні верстатні пристосування. Л. – Машинобудування, 1978. – 360 с.
4. Ковальов Ю. І., Маслов А. Р., Байків А. Н. Оснастка для верстатів з ЧПУ. Довідник. – Машинобудування, 1990. – 512 с.
5. Ковальов Ю. І., Сафраган Н. Е., Гончаренко Б. А. Верстатні пристосування для металорізальних верстатів з ЧПУ. К., 1984. – 156 с.
6. Добриднєв А. Р. Курсове проектування з технології машинобудування. – М: Машинобудування, 1985.
7. Ракович А. Р. САПР верстатних пристосувань. – М: Машинобудування, 1986.
8. Худобин Ст. Л., Гурьянихин В. Ф., Березін В. Р. Курсове проектування з технології машинобудування. М: Машинобудування, 1989.
9. Шурко Ст. Н. Основи автоматизації і промислові роботи. – М: Машинобудування, 1990.
10. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Л. – Машиностроение, 1975. – 654 с.
11. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. М. – Высшая школа, 1974. – 263 с.
12. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. М. – Машиностроение, 1983. – 215 с.
13. Альбом по проектированию приспособлений /Базаров В.М., Сорокин А.И., Губарь В.А. и др./ М. – Машиностроение, 1991. – 121 с.
14. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ. Справочник. – Машиностроение, 1990. – 512 с.
15. Кузнецов Ю.И., Сафраган Р.Э., Гончаренко Б.А. Станочные приспособления для металлорежущих станков с ЧПУ. К., 1984. – 156 с.

### **Інтернет-ресурси:**

1. <http://www.ic-tm.ru/> - Видавничий центр "Технологія машинобудування", доступні журнали "Технологія машинобудування".
2. <http://www.i-mash.ru/> - Спеціалізований інформаційно-аналітичний інтернет-ресурс, присвячений машинобудуванню. Доступні для скачування стандарти.
3. <http://www.fsapr2000.ru/> - Найбільший російськомовний форум, присвячений тематиці CAD/CAM/CAE/PDM-систем, обговорення виробничих питань і конструкторсько-технологічної підготовки виробництва.
4. <http://www.lib-bkm.ru/> - "Бібліотека машинобудівника". Для ознайомлювального використання доступні посилання на технічну, навчальну та довідкову літературу.

5. Посилання на сторінки Youtube:

<https://www.youtube.com/watch?v=qng3dN427sI>

<https://www.youtube.com/watch?v=oYgqFTJ9rhs>

<https://www.youtube.com/watch?v=mcvsPADJSkY>

<https://www.youtube.com/watch?v=UN3EUz-IRA0>

<https://www.youtube.com/watch?v=3O2m3qCo6N0>

<https://www.youtube.com/watch?v=hOcmZwLNRjI>

<https://www.youtube.com/watch?v=BC2qQyRjNd4>

[https://www.youtube.com/watch?v=Wo\\_jodq41hY](https://www.youtube.com/watch?v=Wo_jodq41hY)

Міністерство освіти і науки України  
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ «БЕРДЯНСЬКИЙ  
МАШИНОБУДІВНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
Національного університету «Запорізька політехніка»

Циклова комісія професійних дисциплін спеціальності 133

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ**

Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	133 Галузеве машинобудування
ОПП	Обробка матеріалів на верстатах і автоматичних лініях

2022р.

## ЗМІСТ

Вступ	14
<b>Розділ 1 Загальні відомості про пристосування</b>	<b>15</b>
<b>Тема 1.1</b> Загальні відомості про пристосування, їх класифікація	15
<b>Лекція 1</b> Загальні відомості про пристосування, їх класифікація.	15
Основні конструктивні елементи пристосувань.	
<b>1</b> Основні поняття і класифікація верстатних пристосувань	15
<b>2</b> Система верстатних пристосувань	16
<b>3</b> Вибір верстатних пристосувань	17
<b>4</b> Графічне позначення елементів верстатних пристосувань	19
<b>5.</b> <i>Структура і компоновка верстатних пристосувань.</i>	21
<b>Тема 1.2</b> Базування заготовок у верстатних пристосуваннях	24
<b>Лекція 2</b> Поняття про базування, бази. Класифікація та призначення баз	24
<b>1</b> База, базування.	24
<b>2</b> Види баз.	24
<b>3</b> Правило шести крапок, що використовується при базуванні.	26
<b>4</b> Принципи базування, схеми базування.	27
<b>5.</b> <i>Особливості базування заготовок, обробляємих на верстатах з ЧПК</i>	30
<b>Тема 1.3</b> Настановні елементи пристосувань	34
<b>Лекція 3</b> Настановні елементи пристосувань. Призначення та технічні вимоги до настановних елементів.	34
<b>1</b> Настановні елементи. Загальні відомості.	34
<b>2</b> Вимоги до настановних елементів.	34
<b>Лекція 4</b> Основні та допоміжні опори	36
<b>3</b> Основні і допоміжні опори.	36
<b>4.</b> <i>Опори для деталей, які встановлюють циліндричними поверхнями</i>	36
<b>5.</b> <i>Класифікація установчих елементів пристроїв</i>	38

<b>Лекція 5</b> Площинні опори. Настановні елементи пристроїв для встановлення заготовок по зовнішнім і внутрішнім циліндричним поверхням.	40
6. Площинні опори. Теоретичні відомості.	40
7. Установка заготовок по зовнішнім циліндричним поверхням	42
8 Установка заготовок по внутрішнім циліндричним поверхням	43
9. Базування деталей на поверхні центрових отворів	45
10. Графічне зображення опор і настановних пристроїв.	47
11. Похибки установки заготовок	51
<b>Лекція 6</b> Приклади розрахунку похибок встановлення заготовок на типові настановні елементи.	54
12. Похибка установки, її складові.	54
13. Величина допуску при виготовленні пристосувань.	55
14. Установка заготовок зубчастими поверхнями.	56
<b>Розділ 2 Затискні механізми та настановно-затискне обладнання пристосувань</b>	58
<b>Тема 2.1</b> Затискні механізми пристосувань	58
<b>Лекція 7</b> Затискні механізми пристосувань. Призначення та технічні вимоги до затискних механізмів	58
1 Загальна характеристика затискних елементів пристосувань.	58
2 Вимоги, що пред'являються до затискних елементів	58
3 Види затискних елементів, силові приводи.	59
4 Методика розрахунку сил затискання.	59
<b>Лекція 8</b> Графічні позначки затискачів. Схеми дії сил. Формули для визначення зусиль затиску заготовок у пристроях з різними типами затискачів.	62
5 Графічні позначення затискачів.	62
6 Схеми дії сил. Формули для визначення сил затискання	62
<b>Лекція 9</b> Гвинтові затискачі. Конструкція та розрахунок зусиль	66

затиску	
<b>7</b> Загальна характеристика гвинтових затискачів.	66
<b>8</b> Матеріал затискних гвинтів	67
<b>9</b> Швидкодіючий затискний пристрій з подвійним гвинтом для машинних лещат.	68
<b>10</b> Сила затискання для гвинтових затискачів.	69
<i>11 Ексцентрикові затискачі, розрахунок зусиль затиску</i>	71
<i>12 Клинові затискачі. Конструкція та розрахунок зусиль затиску</i>	78
<b>Лекція 10</b> Прихвати. Схеми прихватів конструкції.	83
<b>13</b> Прихвати. Схеми прихватів конструкції.	83
<b>14</b> Приклади використання прихватів	86
<i>15 Центруючі затискні елементи</i>	88
<b>Тема 2.2</b> Настаново-затискне обладнання пристосувань	91
<b>Лекція 11</b> Конструкції пневматичних приводів. Формули для визначення сил на штоці пневмоциліндру.	91
<b>1</b> Загальна характеристика настановчо-затискного устаткування пристосувань	91
<b>2</b> Пневмоприводи, загальна характеристика	92
<b>3</b> Пневмодвигуни односторонньої та двосторонньої дії	94
<b>4</b> Розрахунок осьової сили $P_v$ на штоку пневмоциліндра	95
<b>Лекція 12</b> Конструкції пневматичних приводів. Формули для визначення сил на штоці пневмокамер	98
<b>5</b> Пневмоциліндри, що обертаються і не обертаються. Принцип дії	98
<b>6</b> Діафрагмові пневматичні двигуни. Їх види, конструкції. Переваги, недоліки	100
<b>7</b> Формули для визначення сил на штоку пневмокамер.	102
<b>Лекція 13</b> Конструкції гідравлічних, комбінованих та інших приводів верстатних пристроїв.	105
<b>8</b> Гідравлічний привод. Загальна характеристика. Переваги, недоліки	105

гідравлічного приводу	
<b>9</b> <i>Гідронасоси та гідромашини</i>	109
<b>10</b> Пневмогідравлічні приводи. Загальна характеристика. Вживання, переваги і недоліки	111
<b>11</b> Вакуумні приводи. Загальна характеристика, принцип дії.	114
<b>12</b> <i>Електромеханічні, електромагнітні та магнітні приводи</i>	116
<b>Лекція 14</b> Схеми і формули для розрахунку затиску заготовок в пристроях з різними приводами	121
<b>14</b> Схеми і формули для розрахунку закріплення заготовок в пристосуваннях з гідравлічним приводом	121
<b>15</b> Схеми і формули для розрахунку закріплення заготовок в пристосуваннях з пневмогідравлічним приводом	123
<b>16</b> Схеми і формули для розрахунку закріплення заготовок в пристосуваннях з вакуумним приводом.	126
<b>Лекція 15</b> Механізми – підсилювачі затиску	128
<b>17</b> Загальні відомості	128
<b>18</b> Важельні механізми-підсилювачі	129
<b>19</b> <i>Важельно-шарнірні механізми-посилювачі з пневмоприводом</i>	134
<b>20</b> <i>Клинові підсилювачів</i>	141
<b>21</b> <i>Багатоплунжерні самоцентруючі механізми, механізми з гідропласмасою</i>	146
<b>Розділ 3</b> <b>Напрямні та настроючі елементи пристосувань</b>	151
<b>Тема 3.1</b> <b>Напрямні та настроючі елементи пристосувань</b>	151
<b>Лекція 16</b> Кондукторні втулки різного типу, їх призначення. Матеріал кондукторних втулок, їх термообробка	151
<b>1</b> Напрямні елементи пристосувань. Вживання	151
<b>2</b> Кондукторні втулки різного типу, їх вживання	152
<b>3</b> <i>Копіри. Їх призначення</i>	155

<i>4 Етапи проектування копіру для загального випадку</i>	156
<b>Тема 3.2</b> Ділильне та поворотне обладнання	160
<b>Лекція 17</b> Ділильне та поворотне обладнання, призначення. Конструкції фіксаторів, їх особливості	160
<b>1</b> Ділильні і поворотні пристосування. Вживання	160
<b>2</b> Автоматизовані ділильні пристрої	162
<b>3</b> Механічні затискні пристрої	165
<b>4</b> Допоміжні пристрої верстатних пристосувань	166
<b>Тема 3.3</b> Корпуси та допоміжні елементи пристосувань	168
<b>Лекція 18</b> Корпуси та допоміжні елементи пристосувань. Призначення, конструкція корпусів	168
<b>1</b> Корпуси пристосувань	168
<b>2</b> Матеріал, конструкції корпусів, засоби їх виготовлення	170
<b>3</b> Допоміжні елементи пристосувань	
<b>Лекція 19</b> Методи центрування і засоби закріплення корпусів на верстатах	174
<b>4.</b> Засоби закріплення корпусів на верстатах	174
<b>Розділ 4</b> Універсальні та спеціалізовані пристосування	178
<b>Тема 4.1</b> Універсальні та спеціалізовані верстатні пристосування	178
<b>Лекція 20</b> Універсальні та спеціалізовані верстатні пристосування	178
<b>1</b> Універсально – налагоджувальні пристосування. Загальні відомості	178
<b>2</b> Застосування УНП на виробництві	178
<b>3</b> Розрахунок річних витрат на виготовлення універсально-налагоджувального пристосування	181
<b>Лекція 21</b> Пристрої для токарних і шліфувальних робіт: центри, поводкові пристосування, оправки для обробки полих деталей, центрові оправки	183
<b>4</b> Пристосування для токарних і шліфувальних верстатів. Загальні відомості	183



5 Центри. Конструкції, використання	183
6 Повідкові пристосування і самозажимні повідкові патрони. Загальна характеристика, конструкції	185
7 Оправки для обробки порожнистих деталей і деталей з центральним отвором. Центрові оправки. Конструкції, використання	189
<b>Лекція 22</b> Універсальні кулачкові та мембранні патрони. Застосування, конструкції	194
8 Універсальні кулачкові патрони. Загальні відомості	194
9 Двокулачкові патрони, універсальні трикулачкові самоцентруючі патрони з ручним затиском торцевим ключем, універсальні чотирьохкулачкові патрони, Трикулачкові самоцентруючі патрони з механізованим приводом. Конструкція, принцип дії	195
10 Розрахунок сумарної сили затиску $W$ в кулачкових патронах і осьової сили $Q$ на штоку механізованого приводу	203
11 Мембранні патрони. Конструкція, принцип дії	207
<b>Лекція 23</b> Патрони цангові. Люнети. Конструкції	212
12 Патрони цангові. Коротка характеристика	212
13 Люнети. Конструкція В. К. Семінського	214
<b>Лекція 24</b> Різцеві блоки. Загальна характеристика	216
14 Різцеві блоки. Загальна характеристика	216
15 Збірно – модульний інструмент концерну "Сандвік". Коротка характеристика	217
16 Інструментальні системи "Hertel - Ft", "Multiflex". Конструкції. Коротка характеристика	218
<b>Лекція 25</b> Діагностика ріжучого інструменту	220
17 Діагностика ріжучого інструменту. Загальна характеристика	220
18 Прямі і непрямі методи активного контролю	221
19 Класифікація засобів механізації та автоматизації контролю	223

<b>Лекція 26</b> Пристрої для фрезерних робіт, машині лещата	229
<b>20</b> Пристосування для фрезерних верстатів. Загальні відомості	229
<b>21</b> Лещата. Загальні відомості, конструкції	230
<b>Лекція 27</b> Ділильні столи, ділильні головки	234
<b>22</b> Універсальні ділильні переналагоджувані столи. Конструкції	234
<b>23</b> Ділильні головки. Використання, конструкції	236
<b>Лекція 28</b> Пристрої для обробки отворів: кондуктори скальчати, накладні. Стационарні пристрої для свердління отворів	240
<b>24</b> Кондуктори скальчати, накладні. Основні положення. Принцип дії	240
<b>25</b> Стационарні пристосування для свердління отворів. Конструкція, принцип дії	243
<i>Технологічне оснащення для верстатів з ЧПК</i>	246
<b>26</b> <i>Основні відомості</i>	246
<b>27</b> <i>Класифікація пристосувань для верстатів з ЧПК</i>	251
<b>Лекція 29</b> Допоміжні інструменти для свердлильних верстатів	264
<b>28</b> Допоміжні інструменти для свердлильних верстатів. Загальні відомості	264
<b>29</b> Швидкозмінні патрони для установки і затиску свердл, зенкерів, розгорток; самоцентруючий патрон для закріплення мітчиків. Коротка характеристика.	265
<b>Лекція 30</b> Багатошпindelні та револьверні свердлильні головки	269
<b>30</b> Багатошпindelні і револьверні свердлильні головки. Загальна характеристика	269
<b>31</b> Конструкція і принцип дії спеціальної свердлильної чотиришпindelної головки	270
<b>32</b> Конструкція і принцип дії багатошпindelної свердлильної головки з підвісною кондукторною плитою	271
<b>33</b> Конструкція і принцип дії шестишпindelної револьверної головки	273

<i>34 Опори жорсткості, плаваючі. Їх конструкція, застосування</i>	275
<i>35 Магнітні та електромагнітні патрони</i>	279
<i>36 Допоміжний інструмент. Допоміжний інструмент для токарних верстатів</i>	281
<i>37 Допоміжні інструменти для свердлильних та фрезерних верстатів</i>	283
<i>38 Вимоги до допоміжного інструмента</i>	287
<b>Лекція 31</b> Пристрої для закріплення зубчастих коліс при шліфуванні отворів	311
<b>39</b> Пристосування для затискання зубчастих коліс. Загальні відомості	311
<b>40</b> Конструкції патронів для установки і затискання циліндричних і конічних зубчастих коліс	312
<b>Лекція 32</b> Пристосування для зуборізних та протяжних верстатів	317
<b>41</b> Пристосування для зуборізних і протяжних верстатів. Коротка характеристика	317
<b>42</b> Пристосування для зуборізних верстатів. Конструкції, принцип дії	318
<b>43</b> Пристосування для протяжних верстатів. Конструкції, принцип дії	321
<b>Розділ 5 Методика проектування верстатних пристосувань</b>	324
<b>Тема 5.1</b> Універсально-збірні та збірно-розбірні пристосування	324
<b>Лекція 33</b> Призначення та вимоги до УЗП та ЗРП. Конструктивні особливості. Типові пристрої на базі комплектів УЗП та ЗРП	324
<b>1</b> Збірно – розбірні пристосування. Застосування і вимоги до ЗРП	324
<b>2</b> Універсально – збірні пристосування. Використання і вимоги УЗП. Конструктивні особливості. Типові пристосування на базі комплексів УЗП і ЗРП	325
<b>3</b> <i>Нормалізація та універсалізація пристосувань. Роль та призначення нормалізації</i>	331
<b>4</b> <i>Напрямки та етапи нормалізації пристосувань</i>	335
<b>5</b> <i>Пристосування для групової обробки</i>	335

<b>Тема 5.2</b> Методика проектування верстатних пристосувань	338
<b>Лекція 34</b> Методика проектування верстатних пристосувань	338
Початкові данні для проектування пристроїв	
1 Вихідні дані для проектування	338
2 Етапи проектування спеціального кондуктора	340
<b>Лекція 35</b> Необхідність і економічне обґрунтування розробки та проектування пристроїв	344
3 Техніко – економічне обґрунтування вживання верстатних пристосувань. Загальна характеристика	344
4 Методики розрахунку економічного ефекту і річних витрат при виготовленні пристосування	347
<b>Лекція 36</b> Послідовність проектування спеціальних пристосувань	350
5 Загальні вимоги для проектування пристосування	350
6.Послідовність проектування пристосування	351
7 Забезпечення точності пристосувань	354
<b>Розділ 6</b> Проектування вимірювальних пристроїв	357
<b>Тема 6.1</b> Проектування вимірювальних пристроїв	357
<b>Лекція 37</b> Проектування вимірювальних пристроїв	357
1 Вимірювальні пристосування. Загальна характеристика	357
2 Наставочні елементи вимірювальних пристосувань	359
3 Затискні та вимірювальні елементи вимірювальних пристосувань	360
4 Допоміжні елементи вимірювальних пристосувань. Корпуси вимірювальних пристосувань	363
5 <i>Контрольні пристосування. Основні елементи пристосувань.</i>	364
6. <i>Методи проектування вимірювальних пристроїв</i>	368
<b>Лекція 38</b> Автоматизація проектуємих пристроїв	372
7 Автоматизація пристосувань. Загальні відомості	372
8 Види автоматизованих пристосувань	375
9 <i>Ризик параметричної відмови технологічної складальної системи</i>	

<i>10 Основи керування технологічними процесами та системами</i>	
<i>11 Методи та засоби керування технологічним процесом</i>	
<i>12 Точність вимірювальних пристосувань</i>	
<b>Лекція 39</b> Пристосування для автоматичних ліній	378
<b>13</b> Стаціонарні пристосування для автоматичних ліній. Загальні відомості, схеми	378
<b>14</b> Пристосування – супутники. Загальні відомості, схеми	380
<b>Лекція 40</b> Специфіка виготовлення пристосувань	385
<b>15</b> Специфіка виготовлення пристосувань. Загальні відомості	385
<b>16</b> Специфіка виготовлення деталей в пристосуванні з точно координованими отворами	387
<i>17 Науково-технічна творчість та її особливість</i>	
<i>18 Методи пошуку рішень науково– технічних задач. Метод контрольних запитань</i>	
<i>19 Раціоналізація та винахідливість. Визначення понять.</i>	
<i>20 Порядок подання розглядання та визначення раціональної пропозиції до використання</i>	
<b>Лекція 41</b> Авторське право	391
<b>21</b> Авторське право загальні відомості	391
<b>22.</b> Становлення авторського права в Україні	393
<i>23 Основи патентоведення. Сутність патентоведення. Відкриття та винахідливість.</i>	
<b>Лекція 42</b> Приймка та періодичний контроль пристосувань в процесі їх експлуатації	396
<b>24</b> Приймка і контроль пристосувань. Коротка характеристика	396
<b>25</b> Схема перевірки розточувального пристосування по еталонній деталі	397
<b>Лекція 43</b> Техніко-економічне обґрунтування використання верстатного пристосування	400

	13
<b>26</b> Поряд виконання розрахунків	400
<b>Література</b>	403
	с

## ВСТУП

Машинобудування – найважливіша галузь промисловості. Його продукція – машини різноманітного призначення, які використовуються всіма галузями народного господарства. Подальше зростання промисловості та народного господарства залежить від рівня розвитку машинобудування.

Будівництво матеріально-технічної бази суспільства та необхідність безперервного підвищення продуктивності труда на основі сучасних засобів виробництва ставить перед машинобудуванням відповідальні задачі. До їх числа відносяться підвищення якості машин ( надійності, довговічності, точності та других експлуатаційних показників), зниження трудомісткості та собівартості, нормалізація та уніфікація їх елементів, впровадження поточних методів роботи, механізація та автоматизація виробництва, а також скорочення підготовки виробництва нових об'єктів.

Досягнення цих цілей забезпечується покращенням конструкції машин, вдосконаленням технології їх виробництва, використанням прогресивного технологічного оснащення.

Велике значення в удосконаленні виробництва машин має технологічне оснащення. Використання пристосувань сприяє: підвищенню продуктивності та точності обробки, складанню та контролю; полегшенню умов праці робочих; строго регламентувати тривалість виконуваної операції; підвищенню безпеки праці та винятку аварій. Використання пристосувань розширює можливості використання універсальних верстатів.

Технологічне оснащення - один з найважливіших розділів технічних наук, що надає інформацію, необхідну для ознайомлення з науковими основами верстатних пристроїв і основи їх проектування.

Знання та навички в галузі технологічного оснащення є необхідною складовою частиною професійної підготовки фахівців в галузі машинобудування.

## **РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПРИСТОСУВАННЯ**

### **Тема 1.1 Загальні відомості про пристосування, їх класифікація.**

#### **Основні конструктивні елементи пристосувань**

#### **Лекція 1 Загальні відомості про пристосування, їх класифікація.**

#### **Основні конструктивні елементи пристосувань.**

#### **План**

- 1** Основні поняття і класифікація верстатних пристосувань
- 2** Система верстатних пристосувань
- 3** Вибір верстатних пристосувань
- 4** Графічне позначення елементів верстатних пристосувань
- 5.** *Структура і компоновка верстатних пристосувань.*

#### **1 Основні поняття і класифікація верстатних пристосувань.**

Верстатними пристосуваннями в машинобудуванні називають додаткові пристосування до металорізальних верстатів, що застосовуються для установки та закріплення деталей, що оброблюються на металорізальних верстатах.

Вибір верстатних пристосувань залежить від форми, габаритних розмірів та технічних вимог, що застосовуються до деталей, що оброблюються, а також від типу виробництва та програми випуску виробів.

За типом верстатів пристосування поділяються на токарні, свердлильні, фрезерні і т.д. По мірі спеціалізації пристосування поділяються на універсальні, переналагоджувальні (групові) і спеціальні. По мірі механізації і автоматизації: ручні, механізовані, напівавтоматичні, автоматичні. Універсальні пристосування поділяються на безналагоджувальні та налагоджувальні.



## 2 Система верстатних пристосувань

Верстатні пристосування — це механізми які служать для розширення технологічних можливостей верстатів.

Виділяють шість систем верстатних пристосувань:

1. Універсальне безналагоджувальні пристосування (УБП);
2. Універсальне налагоджувальне пристосування (УНП);
3. Універсальне збірне пристосування (УЗП);
4. Спеціальне налагоджувальне пристосування (СНП);
5. Нерозбірне спеціальне пристосування (НСП);
6. Збірно – розбірне пристосування (ЗРП).

УБП - ці пристосування є закінченими агрегатами з незмінними настановними пристосуваннями. УБП служить для установки заготовок декількох класів, багатьох типорозмірів (верстатні універсальні лещата, трикулачковий патрон, що центрується). Ця система не вимагає часу для її підготовки до роботи. Точність установки заготовок 11-12 квалітет.

УЗП - конструкції верстатних пристосувань можуть бути із стандартних деталей, а в деяких випадках і з вузлів. Після зборки таке пристосування стає спеціальним. Точність установки заготовок 9-10 квалітет. Термін зборки пристосування 3-4 години.

УНП - конструкція є синтезом базового агрегату і змінних наладок. Змінна наладка — це механізм або деталь, яка розширює технологічні можливості базового агрегату. Базовий агрегат - універсальний механізм, який з'єднується, як правило, з верстатом і є основою для розробки універсальних верстатних пристосувань (універсальні тиса, патрон). Ця система служить для установки заготовок декількох класів і декількох типорозмірів. Термін розробки, складки, випробування - 15 годин. Точність установки заготовки - 8 квалітет.

СНП - складаються із спеціального базового агрегату і змінної наладки. СНП служить для установки деталей, як правило, одного класу і

багатьох типорозмірів. Інші характеристики аналогічні УНП (ділильні головки, ділильні столи, поворотні столи).

ЗРП - складаються із стандартних механізмів довгострокового вживання. У ЗРП можуть встановлюватися заготовки багатьох класів і багатьох типорозмірів. Термін проектування, створення, зборки, випробування складає 25 годин. Точність установки — 7 квалітет.

НСП — є закінченою конструкцією верстатного пристосування тривалого використання для установки деталі лише одного класу і типорозміру. Ці деталі прості, тому точніші. Точність установки — 7 квалітет. Термін розробки, виготовлення, складання і випробування приблизно 90 годин (мембранний патрон, гідропластмасові пристосування).

### 3 Вибір верстатних пристосувань.

Вибір верстатних пристосувань виконують по серійності, точності і конструктивним особливостям:

1) по серійності

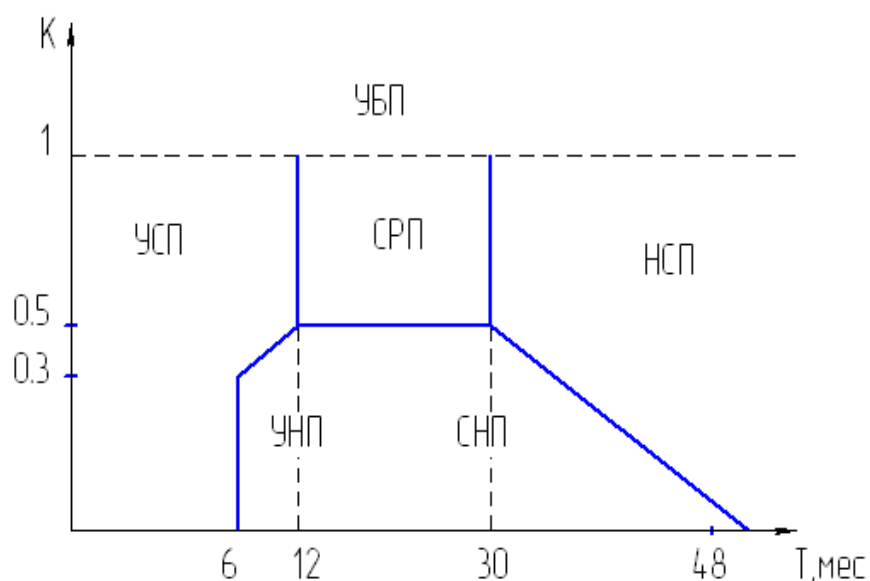


Рисунок 1 – Графік серійності

2) по точності

Дані наведені в таблиці 1.

3) по конструивним особливостях.

$$K_T = \frac{1}{q} + \frac{1}{p} + \frac{1}{k},$$

де q- кількість деталей в пристосуванні;

p - кількість стиків між деталями;

k - кількість рухливих з'єднань

Вибирають ті пристосування, в яких  $K_T$  мінімальне.

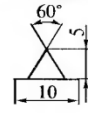


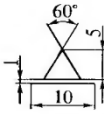


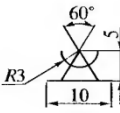


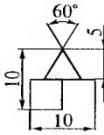


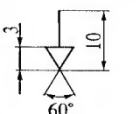


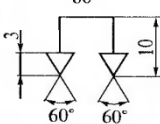
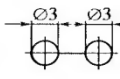

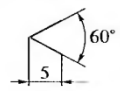
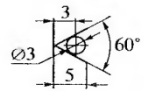
Таблиця 1 - Вибір верстатних пристосувань по точності

Системи	Квалітети			
	11-12	9-10	7-8	6
УБП	Установка заготовки без і з вивірянням	Встановлюється заготовка за допомогою контрольно – вимірювальних пристосувань		
УСП	Збірка пристосувань з використанням компенсаторів			
УНП	Збірка пристосувань без компенсаторів		Устан. загот. допо-міжн. спосо бом	Доопрацювання поверхні, яка контактує із заготовкою після установки пристосування на верстат
СНП	Збірка пристосувань без компенсаторів			
СРП	Збірка пристосувань без компенсаторів			
НСП	Виготовляється деталь зі встановленою точністю			Доопрацюван ня по місцю

#### 4. Графічне позначення елементів верстатних пристосувань.

Графічне позначення елементів верстатних пристосувань за ГОСТ

3.1107-81

Элемент приспособления	Обозначение на видах чертежа		
	спереди, сбоку, сзади	сверху	снизу
Опора:			
неподвижная			
подвижная			
плавающая			
регулируемая			
Зажим:			
одиночный			
двойной			
Установочный элемент:			
центр неподвижный			
центр вращающийся			
		Без обозначения	

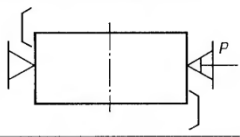
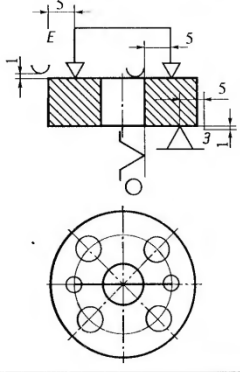
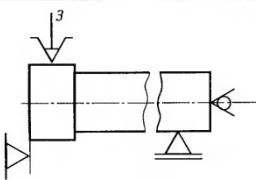
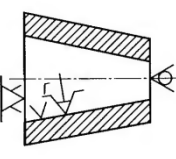
Элемент приспособления	Обозначение на видах чертежа		
	спереди, сбоку, сзади	сверху	снизу
центр плавающий			
Оправка цилиндрическая			
Оправка шариковая (роликовая)			
Патрон поводковый			

Приклади графічних позначень опор, затискачів та настановчих елементів:

Приспособление	Обозначение на чертеже
Центр неподвижный (гладкий)	
Центр рифленый	
Центр плавающий	
Центр вращающийся	
Центр обратный вращающийся с рифленой поверхностью	

Приспособление	Обозначение на чертеже
Патрон поводковый	
Люнет подвижный	
Люнет неподвижный	
Оправка цилиндрическая	
Оправка коническая роликовая	
Оправка резьбовая цилиндрическая с наружной резьбой	
Оправка шлицевая	
Оправка цанговая	

Приклади графічних позначень способів установки заготовок:

Способ установки заготовки	Обозначение на чертеже
В тисках с призматическими губками и пневматическим зажимом	
В кондукторе с центрированием на цилиндрический палец, упором на три неподвижные опоры и применением электрического привода устройства двойного зажима, имеющего сферические рабочие поверхности	
В трехкулачковом патроне с механическим устройством зажима, упором в торец, поджимом вращающимся центром и креплением в подвижном люнете	
На конической оправке с гидропластовым устройством зажима, упором в торцевую рифленую поверхность и поджимом вращающимся центром	

### **5. Структура і компоновка верстатних пристосувань.**

Незважаючи на велику різноманітність конструкцій пристосувань, всі вони мають практично однакову структуру.

- 1 встановлювальні елементи;
- 2 елементи для закріплення заготовки;
- 4 елементи для напрямку руху різального інструменту;
- 5 поворотні й ділильні механізми;

Встановлювальні елементи служать для орієнтації заготовок у просторі при виконанні операцій обробки, складання, контролю. За функціональними ознаками вони поділяються на основні та допоміжні.

Основні – забезпечують орієнтацію заготовки та її базування за правилом «6-ти крапок», наприклад, пластини опорні (табл. 4). Допоміжні

– служать для підвищення жорсткості й усталеності заготовки. При цьому вони не повинні порушувати положення заготовки, зайнятого під час базування на основних встановлювальних елементах.

Допоміжні елементи можуть бути рухомими і нерухомими. Рухомі – можуть переміщуватись під час обробки, а також настраюватись на необхідний розмір.

Елементи для закріплення заготовок це механізми, які поділяються на важільні й клинові.

Елементи для забезпечення напрямку руху ріжучого інструменту поділяються на три види:

1 елементи для настроювання положення інструменту на виконуваний розмір (установи, шаблони);

2 елементи для забезпечення напрямку руху кінцевого інструменту (кондукторні втулки);

3 елементи для забезпечення необхідної траєкторії переміщення інструменту (копіри).

Елементи пристосувань для настроювання інструменту на виконуваний розмір скорочують час налагодження верстатів. При цьому в конструкцію пристосування вводять елемент, який визначає положення інструменту.

Корпуси пристосувань є базовими деталями верстатних пристосувань. На них монтуються всі деталі та механізми пристосування. Крім цього, корпуси сприймають сили різання й сили закріплення при обробці заготовки.

### **Контрольні питання:**

- 1 Дайте визначення – верстатне пристосування?
- 2 Наведіть основну класифікацію верстатних пристосувань?
- 3 Яким чином виконують вибір верстатних пристосувань?
4. Що належить до технологічного оснащення?

**5** Які завдання вирішуються в машинобудуванні за допомогою пристосувань?

**6** Які вимоги пред'являються до верстатних пристосувань?

**7** Як класифікуються верстатні пристосування за ступенем їхньої спеціалізації, за цільовим призначенням?

**Література:**[ (Б1), с.6 – 11 (Д2), с. 26 – 33]



## Тема 1.2 Базування заготовок у верстатних пристосуваннях

### Лекція 2 Поняття про базування, бази. Класифікація та призначення баз

#### План

- 1 База, базування.
- 2 Види баз.
- 3 Правило шести крапок, що використовується при базуванні.
- 4 Принципи базування, схеми базування.
5. *Особливості базування заготовок, обробляємих на верстатах з ЧПК*

#### 1 База, базування.

База — це поверхня або сукупність поверхонь, вісь або крапка, які належать заготовці і використовуються для базування.

Базування — надання необхідного положення відносно вибраної системи координат.

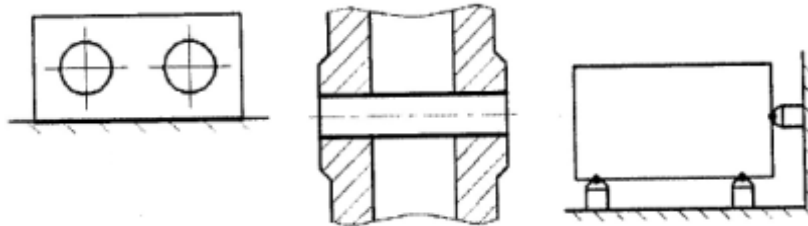


Рисунок 1 – Схеми базування

#### 2 Види баз.

За призначенням розрізняють бази:

- 1 конструкторські;
- 2 технологічні;

З вимірювальні.

Конструкторська база — це база деталі або складальної одиниці, відносно якої визначають на кресленнях розрахункове положення інших деталей, сборочних одиниць.

Технологічна база — це база, яка використовується для визначення положення заготовки в процесі виготовлення або ремонту.

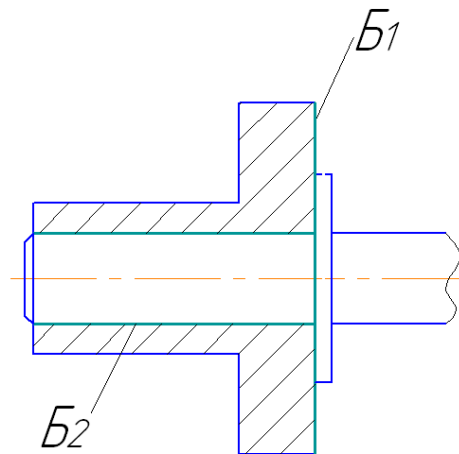


Рисунок 2 – Приклад зображення конструкторської бази

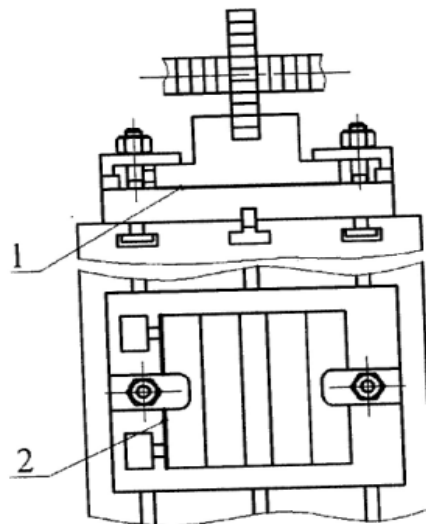


Рисунок 3 – Приклад зображення технологічної бази (1,2)

Вимірювальна база — база деталі або збірної одиниці, від якої виконується відлік вимірюваних деталей при обробці або збірці виробу або перевірці відносного положення поверхонь деталі або елементів деталі.

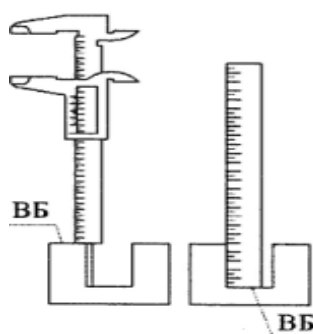


Рисунок 4 – Приклад зображення вимірювальної бази

### 3 Правило шести крапок, що використовується при базуванні

Сукупність трьох баз, створюючих систему координат називають комплектом баз.

Положення будь-якого тіла в просторі характеризується шістьма мірами свободи.

Для позбавлення одній, два або всіх мір свободи накладають певну кількість зв'язків.

Зв'язок - в думках нероз'ємне з'єднання базових поверхонь деталі з відповідними пристосуваннями або вузлами верстата.

Схема базування — схема розташування опорних крапок.

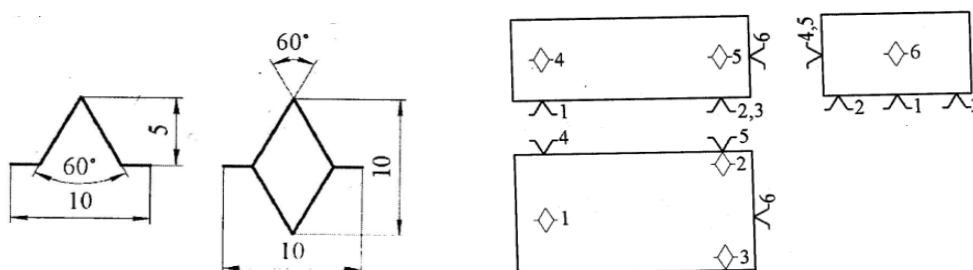


Рисунок 5 – Опорні крапки, теоретична схема базування

#### 4 Принципи базування, схеми базування

Якщо конструкторська база використовується як технологічна або вимірвальна - принцип поєднання баз.

В разі порушення цього принципу виникає помилка базування або похибка базування.

Похибка базування - називають різницю граничних відстаней вимірвальної бази відносно встановленого на заданий розмір ріжучого інструменту.

Всі або більшість операцій обробки виконують від одних і тих же баз. Це підвищує точність відносного розташування оброблюваних поверхонь, сприяє уніфікації настановних і силових елементів пристосувань, що у свою чергу спрощує виготовлення і експлуатацію пристосувань - принцип постійності баз.

Базування призматичного тіла (рис. 6).

Призматичним називається тіло, проекції якого на координатні осі є прямокутниками.

Базування здійснюється шляхом установки заготовки на настановні елементи пристосувань: штирі, пластини.

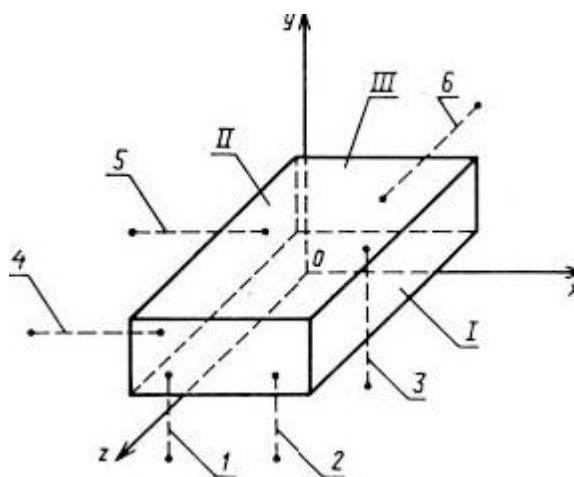


Рисунок 6 – Схема базування

- 1 - обмежує переміщення уздовж вісі OY;
- 2 - обмежує обертання довкола OZ;
- 3 - обмежує обертання довкола OX;
- 4 - обмежує переміщення уздовж вісі OX;
- 5 - обмежує обертання уздовж вісі OY;
- 6 - обмежує переміщення уздовж вісі OZ.

Базування циліндричного тіла (рис. 7).

Циліндричне тіло — це тіло, в якого довжина циліндричної поверхні більше діаметру.

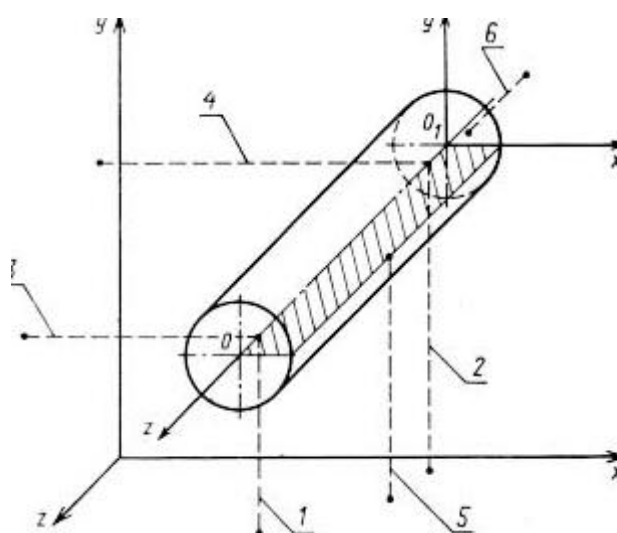


Рисунок 7 – Схема базування

Реалізація теоретичної схеми базування циліндричних тіл здійснюється найчастішим за допомогою призм (рис. 8).

Призма — настановний елемент з робочою поверхнею у вигляді паза, створеного двома площинами, нахиленими один до одного під кутом 60, 90, 120, 180 град.

Найбільш поширені призми з кутом 90 град. Коли базування здійснюється по неповній циліндричній поверхні, використовуються

призми з кутом 120 град. При значних силах різання, що діють паралельно основі призми, використовують призми з кутом 90 град.

Базування диска (рис. 9).

Диск — циліндрове тіло, в якого довжина циліндрової поверхні менше діаметру.

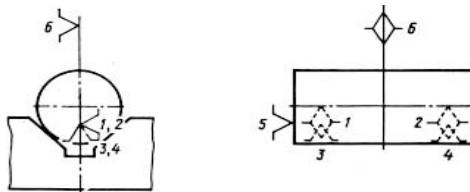


Рисунок 8 – Схема базування циліндричного тіла за допомогою призм

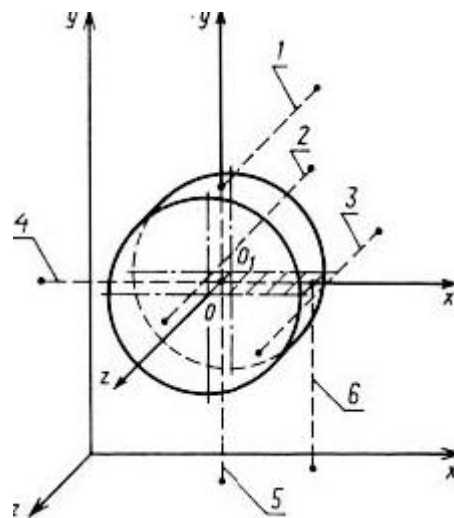


Рисунок 9 - Схема базування

- 1 - обмежує переміщення уздовж вісі OZ;
- 2 - обмежує обертання довкола OY;
- 3 - обмежує обертання довкола OX;
- 4 - обмежує переміщення уздовж вісі OY;
- 5 - обмежує обертання уздовж вісі OX;

б - обмежує переміщення уздовж вісі ОХ.

### ***5. Особливості базування заготовок, обробляємих на верстатах з ЧПК***

При проектуванні технологічних процесів для верстатів з ЧПУ питання базування, послідовності і змісту переходів, вибору пристосування, інструменту, призначення режимів різання і нормування мають свої особливості.

Базування деталей в умовах програмної обробки ускладнюється. Особливості пов'язані з тим, що на відміну від обробки на універсальних верстатах, коли точність розмірів витримується відносно технологічних баз, при обробці заготовель на верстатах з ЧПУ точність розмірів забезпечується відносно початку відліку координатної системи верстата. При виборі базування велике значення має правильний вибір і взаємна ув'язка системи координат. На верстатах з ЧПУ розрізняють три системи координат. Система координат верстата. Система координат деталі. Система координат інструменту.

Система координат верстата (СКВ) в якій визначається положення робочих органів верстата і інших систем координат, є основним. Переміщення робочих органів верстата по трьох перпендикулярним напрямленням з нулем відліку є СКВ. Початок СКВ називають нулем верстата. Положення нуля верстата стандартами не встановлене. Зазвичай нуль верстата поєднують з базовою точкою вузла, що несе заготовлю, щоб усі переміщення робочих органів верстата описувалися в позитивних координатах.

Базовими точками служать :

- Для шпинделя - точка перетину торця з віссю обертання;
- Для хрестового столу - точка перетину діагоналей;

-Для поворотного столу - точка перетину площини з віссю обертання .

Система координат деталі (СКД) служить для завдання координат опорних точок оброблюваних поверхонь.

Опорними називають точки початку, кінця перетину або торкання геометричних елементів, з яких утворені контур деталі і траєкторія руху інструменту при обробці. очку на деталі, відносно якої задані її розміри, називають нуль деталі. При виборі СКД слідуює:

- Приймати напрями осей такими ж, як напрями осей в СКС;
- Нуль деталі розташовувати так, щоб все або велика частина координат опорних точок мали позитивне значення;
- Координатні площини СКД поєднувати або розташовувати паралельно технологічним базам деталі;
- Координатні осі поєднувати з як можна більшим числом розмірних ліній або осей симетрії.

Система координат інструменту (СКІ) призначена для завдання положення різального леза. Осі СКІ паралельні і спрямовані в ту ж сторону, що і СКС. Зв'язки систем координат при обробці деталей на різних верстатах з ЧПУ приведені в роботі.

Задане розташування поверхонь деталі буде досягнуте в двох випадках: якщо заготівля і інструмент встановлені в певному положенні в системі координат верстата, і якщо усі системи поєднані. Таким чином, технологічні бази, повинні задовольняти умові поєднання координатних осей заготівлі і осей координат системи верстата. Це спрощує програмування і полегшує ув'язку нуля заготівлі з нулем верстата. Базування деталей типу тіл обертання має свої особливості . це пов'язано з тим, що при установці їх в центрах потрібна постійність положення базового торця. Тому при установці заготівлі в центрах на токарних верстатах з ЧПК застосовуються двух- і трьох кулачкові повідкові патрони



з плаваючим центром. Прийнята схема базування визначає конструкцію пристосування, яка для верстатів з ЧПК має ряд особливостей:

1. Пристосування для верстатів з ЧПУ повинно мати підвищену точність і жорсткість для забезпечення високої точності обробки при максимальному використанні потужності верстата.

2. Пристосування повинні забезпечувати вільний підхід інструменту до усіх оброблюваних поверхонь. Це витікає з того, що верстати з ЧПУ дозволяють обробляти заготовлю послідовно з декількох сторін. Наприклад, на токарних верстатах з ЧПУ для обробки валів без переустановлення застосовують спеціальні повідкові центру, такі, що обертають заготовлю за торець.

3. Пристосування повинні допускати зміну заготівель під час роботи верстата. Для цього необхідно передбачати можливість швидкого знімання і установки пристосування для зміни заготівлі поза верстатом під час обробки заготівлі в пристосуванні-дублерові.

4. Пристосування мають бути швидкозмінними і переналагоджуваними.

Найбільш ефективно застосування переналагоджуваних пристосувань, які забезпечують обробку широкої номенклатури заготівель за рахунок перекомпоновки, зміну або регулювання настановних і затискних елементів.

До пристосувань, вживаних на верстатах з ЧПК, відносять наступні:

- універсально-безналагоджувальні (центри, оправляння, патрони), - універсально-налагоджувальні;
- універсально-складальні;
- універсально-складальні механізовані;
- збірно-розбірні.

У серійному виробництві можуть застосовуватися спеціалізовані налагоджувальні пристосування, які забезпечують базування і закріплення типових по конфігурації заготівель різних розмірів в заданому діапазоні.

Нерозбірні спеціальні пристосування застосовують лише в тих випадках, якщо не підходить жодна з універсальних переналагоджуваних систем.

**Контрольні питання:**

- 1 Дайте визначення – базування?
- 2 Що може виступати в якості бази?
- 3 Яким чином здійснюють базування призматичного тіла?
- 4 Основні принципи базування?
5. Які особливості базування заготовок, обробляємих на верстатах з ЧПК?

**Література:** [(Б1), с.12...18 (Д1), с. 143...156]

## **Тема 1.3 Настановні елементи пристосувань.**

### **Лекція 3 Настановні елементи пристосувань. Призначення та технічні вимоги до настановних елементів.**

#### **План**

- 1** Настановні елементи. Загальні відомості.
- 2** Вимоги до настановних елементів.

#### **1 Настановні елементи. Загальні відомості.**

Обробка різанням здійснюється при відносному русі оброблюваної заготовки і ріжучого інструменту. Аби забезпечити задану точність обробки, заготовка має бути встановлена в певному положенні відносно ріжучого інструменту. Після установки оброблювану заготовку закріплюють, що запобігає її зсуву під дією сил, що виникають в процесі обробки.

Настановчі елементи (опори) пристосувань служать для установки на них базовими поверхнями оброблюваних деталей. Опори розділяють на основні і допоміжні.

#### **2. Вимоги, що пред'являються до настановчих елементів:**

1. Кількість і розміщення настановчих елементів в пристосуванні повинні забезпечувати необхідне базування заготовки, стійкість і жорсткість закріплення.
2. Відстань між опорами вибирають якомога ближче, аби додати заготовці стійкості.
3. Робочі поверхні настановчих елементів мають бути невеликих розмірів.
4. Настановчі елементи не повинні псувати бази заготовки при установці на оброблювальні поверхні.

5. Настановчі елементи мають бути жорсткими, деформація і прогин не допускається.

6. Конструкції настановчих елементів повинні забезпечувати швидку їх заміну.

7. Робочі поверхні настановчих елементів повинні мати високу зносостійкість.

Настановчі елементи виготовляються з вуглецевих сталей марок У7А– У10А з твердістю HRC 50...55 або із сталі марки 20, 20Х з цементованими поверхнями на глибину 0,8 – 1,2 мм з твердістю HRC 50...55. Інколи робочі поверхні настановних елементів наплавляють твердим сплавом.

#### **Контрольні питання:**

1 Що відноситься до наставних елементів?

2 Які вимоги пред'являються до наставних елементів?

3 З якого матеріалу виготовляються наставні елементи?

**Література** (Б1), с.18...31

## Лекція 4 Основні та допоміжні опори

### План

3 Основні і допоміжні опори.

4. *Опори для деталей, які встановлюють циліндричними поверхнями*

5. *Класифікація установчих елементів пристроїв*

### 3 Основні і допоміжні опори.

Основні опори — це опори, які позбавляють загооівку при установці всіх або декількох мір свободи, т.б. основні опори визначають положення заготовки в просторі.

Вони використовуються у вигляді штирів, пластин, призм, пальців і т.д. Опорні штирі (ГОСТ13440-68 і 13441-68) для установки деталей виготовляють з плоскою, сферичною і насіченою голівками (ГОСТ13442-68). Деталі з обробленими поверхнями встановлюються в пристосуванні на штирі з плоскою голівкою. Деталі з необробленими базовими поверхнями встановлюють на штирі з сферичною або насіченою голівкою.

Опорні пластини (ГОСТ4743-68) застосовують двох типів: плоскі і з похилими пазами. Деталі великих розмірів з обробленими базовими поверхнями встановлюють на пластини, деталі невеликих і середніх розмірів — на штирі.

Допоміжні опори — називають механізми або деталі, які використовуються лише для віддання заготовки додатковій жорсткості або стійкості в процесі обробки.

4. *Опори для деталей, які встановлюють циліндричними поверхнями*

По зовнішнім циліндричним поверхням заготовки встановлюються в призми. Для чисто оброблених баз застосовують широкі призми, для чорнових — вузькі.

Призми (рис. 1) виготовляють із сталі 45 або з цементуємих сталей з гартуванням бічних поверхонь до твердості HRC 50...60. Призми великих розмірів виготовляють з сірого чавуну з прикрученими щоками.

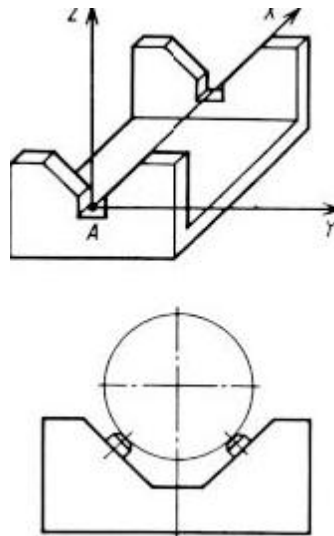


Рисунок 1 – Зображення призми

Установку заготовок з базуванням по отворах виконують на пальці або оправки. Оправки рекомендується виконувати із загартованої сталі і ретельно шліфувати.

При обробці заготовок плит, рам, станин, корпусних і інших деталей застосовують установку на два отвори з паралельними осями і перпендикулярну ним площину. Базову площину заготовки обробляють начисто, а отвори розгортають по 7 - му квалітету. Настановчі елементи: два пальці і опорні планки.

При обробці валів і деяких інших заготовок, що мають базові поверхні у вигляді центрових гнізд, як настановчі елементи використовують центри: жорсткий, зрізаний, обертальний, повідковий, плаваючий.

При шліфуванні осьових отворів зубчастих коліс застосовують базування по робочих поверхнях зубів. Як настановчі елементи використовують рейки, ролики, зубчасті сектори, важелі в спеціальних патронах, що коливаються.

## 5. Класифікація установчих елементів пристроїв.

Опори діляться на жорсткі, такі, що самоустановлюються і регульовані.

Жорсткі опори є основними в настановній системі і застосовуються у вигляді штирів і пластинів.

Жорсткі опори:

1. Опорные штирі (виконуються з плоскою сферичною або насіченою голівкою).
2. Опорные пластини ( виготовляються двох типів :плоскі і з косими пазами).
3. Опорные призми
4. Пальцы
5. Жесткие оправляння
6. Центры.

Основні опори, які самовстановлюючі, мають дві, рідше три опорні точки і вводяться іноді в конструкцію замість однієї або двох жорстких опор. Опори, які самовстановлюючі, ускладнюють пристосування і застосовуються лише

В спеціальних випадках, так, наприклад, при базуванні площинами бобишек, розташованих у вигляді чотирикутника, необхідно одну з основних жорстких опор замінювати двоточновою. Іноді така необхідність виникає при базуванні ступінчастою площиною і тому подібне. Регульовані гвинтові опори, застосовуються в якості основних або допоміжні опори, які самовстановлюючі і підводяться, застосовуються додатково до основних і використовуються у випадках, коли необхідно підвищити жорсткість і стійкість деталі.

### Контрольні питання:

- 1 Дайте визначення – основні та допоміжні опори?

2 Наведіть приклади основних опор?

3 В яких випадках використовують допоміжні опори?

4. Дайте характеристику опор для деталей, які встановлюють циліндричними поверхнями

5. Приведіть класифікацію установчих елементів пристроїв?

**Література:** (Б3), с.34...35 , (Б2), с.34...35, (Д1), с.124...133



**Лекція 5 Площинні опори. Настановні елементи пристроїв для встановлення заготовок по зовнішнім і внутрішнім циліндричним поверхням.**

**План**

6. Площинні опори. Теоретичні відомості.
7. Установка заготовок по зовнішнім циліндричним поверхням
- 8 Установка заготовок по внутрішнім циліндричним поверхням
9. Базування деталей на поверхні центрових отворів
10. Графічне зображення опор і настановних пристроїв.
11. Похибки установки заготовок.

**6. Площинні опори. Теоретичні відомості.**

Для установки плоских заготовок використовують основні і допоміжні опори.

Основні опори запресовують в корпус пристосування і при зносі міняють (штирі з плоскою, сферичною і насіченою головками).

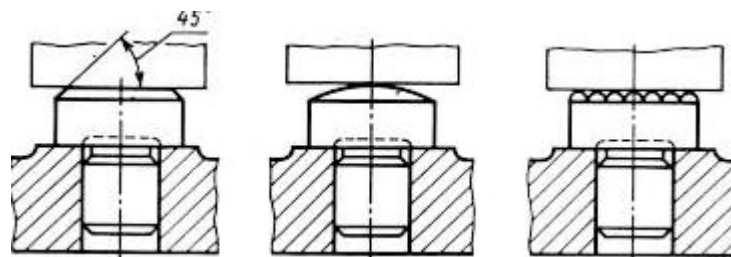


Рисунок 2 – Штирі

Установку чисто обробленими базовими поверхнями здійснюють на опорні пластинки. Опорні пластини бувають двох типів: плоскі (рис.3а) і з похилими пазами (рис3б).

Деталі великих розмірів з обробленими базовими площинами встановлюють на пластини, деталі невеликих і середніх розмірів – на штирі.

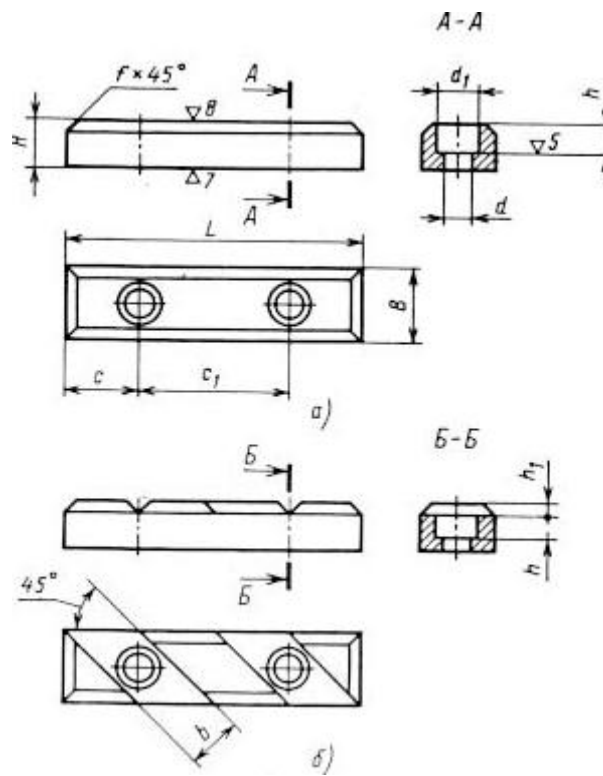


Рисунок 3 – Опорні пластинки

Отже, вибір типу основних жорстких опор залежить від габаритних розмірів і вигляду базових поверхонь оброблюваних деталей. Кількість опор і їх розташування в корпусі залежать від габаритних розмірів і форми оброблюваних деталей, величини сили різання і точок їх застосування.

Додаткові опори застосовують разом з основними опорами для підвищення жорсткості і стійкості деталі в пристосуванні при її обробці на верстаті.

Розглянемо вживання додаткових опор на прикладі рис. 3.

На рис. 4 змальована схема установки деталі, яка має шість мір свободи, тобто шість опорних крапок, які не забезпечують правильного і стабільного положення заготовки в процесі обробки отвору. Деталь в разі малої жорсткості заготовки може перекинутися або деформуватися. Для

того, щоб ліквідувати цей недолік, в схему вводять додаткову опору 7, яка сприймає силу подачі під час свердління. Додаткова опора не повинна порушувати положення заготовки, яке досягнуте установкою на основні опори. Тому вона має бути рухливою і жорстко зафіксована лише після установки заготовки на основні опори

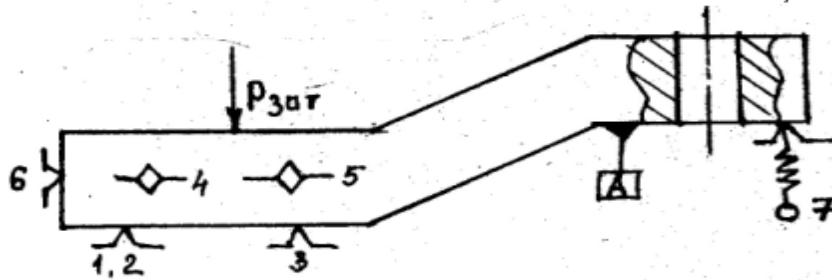


Рисунок 4 – Схема використання додаткової опори

#### 7. Установка заготовок по зовнішнім циліндричним поверхням.

При установці заготовок на зовнішні циліндрові поверхні використовують наступні настановні елементи: призми, двух-, трьох-, чотирихкулачкові і цангові патрони, втулки розрізні.

У пристосуваннях найчастіше використовують призми з кутом 90 град. Для точності установки призм на корпусі пристосування використовують контрольні штирі, а закріплюють призми за допомогою гвинтів.

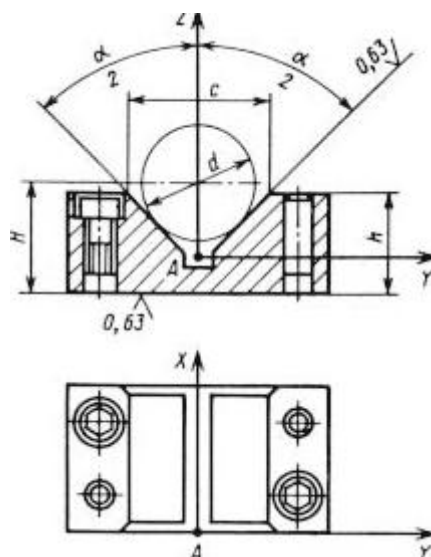


Рисунок 5 – Установка за допомогою призм

### 8 Установка заготовок по внутрішнім циліндричним поверхням.

При базуванні деталей по отвору як настановчі елементи використовують пальці, оправки.

Конусні оправки дають високу точність центрування. Отвір деталі оброблюють по 6-7 квалитету точності. Отвором деталь насаджується на оправку легким постукуванням і міцно стримується від обертання. Завдяки розклинюючій дії оправки добиваємося збіг осей оправки і базового отвору. Завдяки натягу заготовка стримується від обертання і затискати її не потрібно.

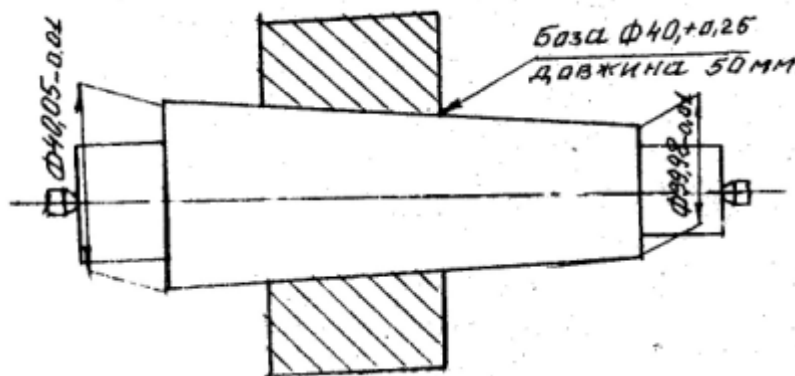


Рисунок 6 – Оправка конічна

Встановлюючи заготовку внутрішньою циліндричною поверхнею на оправки з буртом, торець заготовки координує її положення по довжині, а всілякі елементи (канавки, шпонки, шліци, отвори, лиски) визначають її кутове розташування.

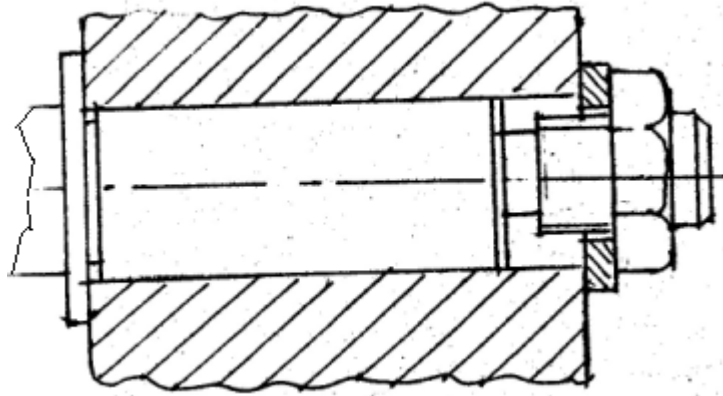


Рисунок 7 – Оправка з буртом

В цьому випадку деталь встановлюють із зазором, внаслідок чого виникає похибка базування.

При установці деталі на шліцьову оправку деталь встановлюється із зазором, внаслідок чого виникає похибка базування.

Оправка цангова розтискна. При переміщенні штока з конічною голівкою вліво, пелюстки цанги розсуються і передають зусилля затиску внутрішній поверхні деталі. В цьому випадку відбувається закріплення деталі. При переміщенні штока вправо, пелюстки цанги займають своє первинне положення. В цьому випадку відбувається розкріплення деталі.

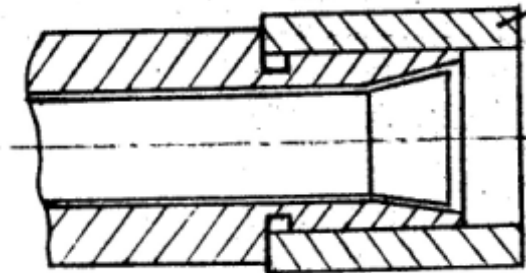


Рисунок 8 – Оправка цангова розтискна

## 9. Базування деталей на поверхні центрових отворів.

Цей метод базування використовують, при обробці деталей класу «вал». Чистову базу у вигляді центровий отворів, як правило, можна дістати на першій операції.

Установочним елементом пристрою є центри (рис. 9).

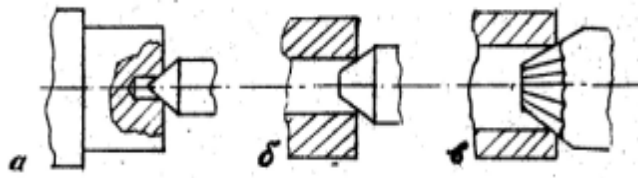


Рисунок 9 – Схема базування оброблюваних деталей на центрових отворах

У випадку установлення валів на короткі центри похибка базування для лінійних розмірів залежатиме від точності виконання центрових отворів (ГОСТ 14034-74). Якщо довжина центрального отвору обумовлена допуском  $\delta$ , то похибка базування на лінійні розміри від лівого торця вала дорівнюватиме цьому допуску. З метою підвищення точності за довжиною необхідно застосовувати плаваючий передній центр (рис. 10). У даному разі змінна довжина центрального отвору не впливатиме на осьову орієнтацію деталі, що обробляється. При цьому торець оброблюваної деталі упирається в торець проміжної втулки і плаваючого центра, внаслідок чого сполучаються технологічна і вимірювальна бази, тобто витримується умова  $\delta = 0$ .

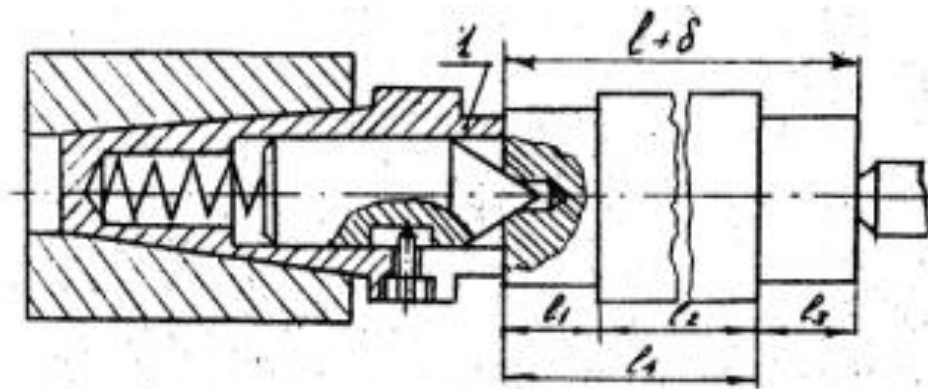


Рисунок 10 – Схема установки деталі "вал" на плаваючий передній центр

Згідно з рисунком похибка базування для величин  $l_1$   $l_2$   $l_3$  дорівнюватиме:  $l_1=0$ ,  $l_2=0$ ,  $l_3= \delta$ .  $l_4=0$ .

У випадку установки вала на два центри він позбавляється п'яти ступенів вільності. Шостий ступінь вільності - обертання навколо власної вісі.

Встановлення вала за двома центровими отворами дозволяє сполучати вісь деталі з віссю центрів, тобто звести до нуля похибку установки деталі, а отже, сполучати технологічну базу з вимірною.

Така схема установки дає змогу зберегти принцип єдності або отсталості баз на всіх наступних операціях. Недоліком такої схеми обробки є обробка додаткових центрових отворів, не передбачених кресленням. Установочним елементом слугують центри жорсткості, обертальні повідкові. Обертальний центр має занижену жорсткість порівняно з жорстким, але не зношується і не псує базових поверхонь, оскільки обертається разом із заготовкою. Обертальний центр має два радіальних підщипи й один упорний. При установці на центри заготовка зберігає один ступінь вільності - змогу обертатися навколо вісі центрів. Застосовують центри грибокві, повідковий рифлений, які передають момент через рифлення, що вдавлюються у торцеву площину заготовки. Основні похибки виникають від неточності виготовлення установочної бази - центрових отворів, їх незбігання за віссю. Поверхні центрових отворів мають бути детально

оброблені й не повинні мати задирок, а для остаточної обробки потрібно мати запобіжну фаску під кутом  $120^\circ$ .

У разі установаження заготовок на жорсткий центр похибка базування для осьових розмірів залежить від точності виконання центрових отворів. Якщо глибина отвору передбачена допуском, то похибка базування для розміру від лівого (від передньої бабки) торця для будь-якого уступу, що підрізається на верстаті, дорівнює цьому допуску.

Для точної установки за довжиною застосовують плаваючий передній центр. Заготовка у цьому разі незалежно від глибини центрального гнізда впирається в торець проміжної втулки. Креслення плаваючого переднього центра зображене на рис. 9.

### ***10. Графічне зображення опор і настановних пристроїв.***

На технологічних ескізах ці позначення служать покажчиками баз, а важливість базування переоцінити важко. В технологічній документації зображують опори, затиски і настановні пристрої згідно ГОСТ 3.1107-81 вони приведені в темі 1.1. Приведемо приклади позначення опор в картах ескізів.

Декілька позначень однойменних опор на схемах на кожному виді допускається замінювати одним з позначенням їх числа справа. Крім того допускається позначення рухливою, плаваючою і регульованою опор на вигляді зверху і знизу зображувати як позначення нерухомої опори на аналогічних видах. Як приклад можна привести вал, встановлений в трикулачковому патроні, з упором в торець і з кріпленням в рухливому люнеті.



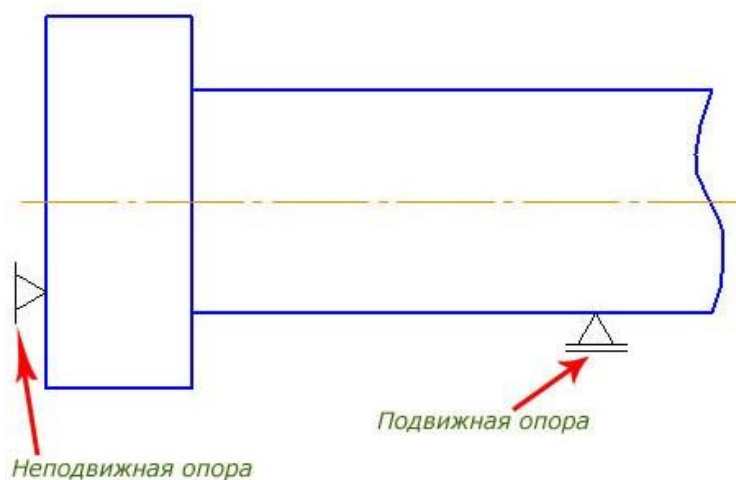


Рисунок 11 – Приклад позначення опор

Позначення подвійного затиску на вигляді спереду або ззаду при збігу точок прикладення сил допускається зображувати як позначення поодинокого затиску на аналогічних видах. Як приклад позначення затисків можна привести деталь, встановлену в кондукторі, з упором на три нерухомі опори, і із застосуванням облаштування (електричного, пневматичного) подвійного затиску.

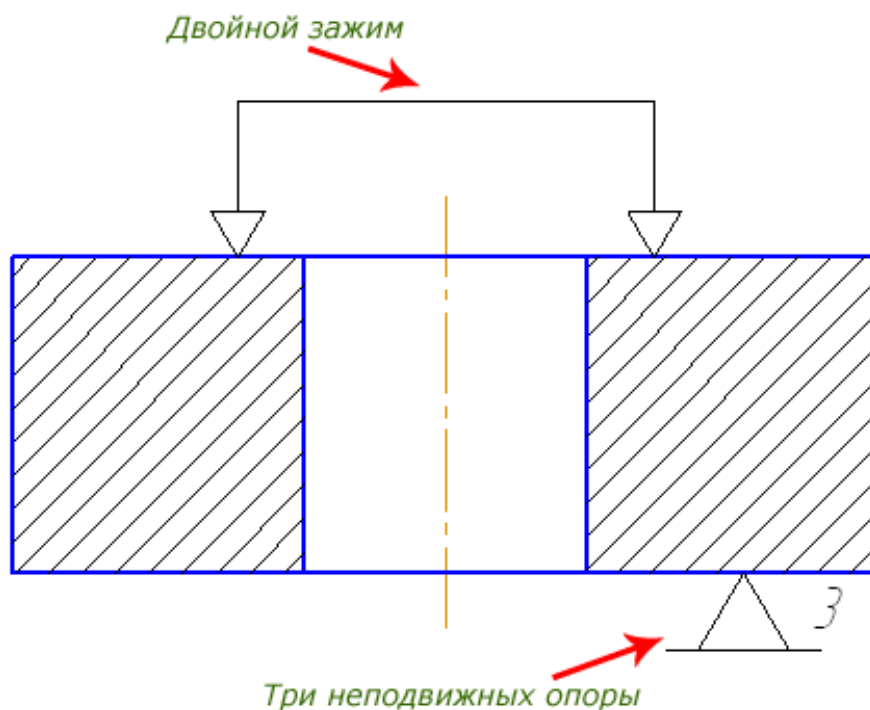




Рисунок 12 – Приклад позначення зитискачів

Якщо пристрій настановно-затискний то його означають поєднанням позначень затисків і настановних пристроїв. Позначення опор і

настановних пристроїв, за винятком центрів, допускається наносити на виносні лінії відповідних поверхонь. Зворотні центру виконуються в дзеркальному зображенні. Цангові оправляння (патрони) слід означати 

Для базових настановних поверхонь допустимо застосовувати позначення .

Як приклад позначення настановних пристроїв, можна привести деталь встановлену в цанговому патроні з механічним облаштуванням затиску, з упором в торець, з підтиском що обертається центром і з кріпленням в рухливому люнеті.

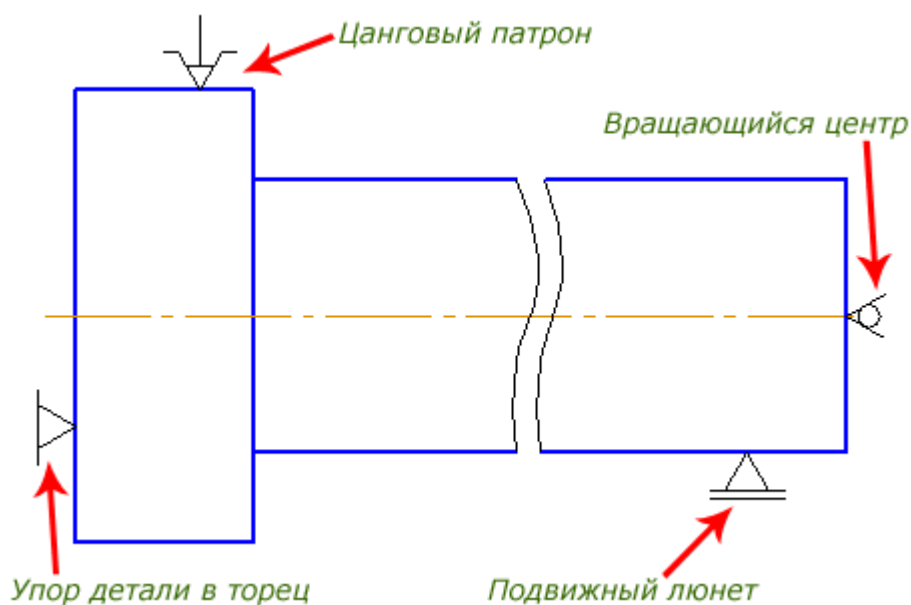



Рисунок 13 – Приклад позначення центра

Рифлена, різьбова, шліцьова і так далі поверхні опор, затисків і настановних пристроїв позначаються відповідно до креслення .

Позначення форм робочих поверхонь слід наносити зліва від позначення опори, затиску або настановного пристрою.

Для позначення пристроїв затиску використовують позначення із таблиці 1.

Таблица 1 – Позначення пристроїв затиску

<i>Зажимы.</i>	<i>Обозначение устройства зажима</i>
<i>Пневматические</i>	<i>P</i>
<i>Гидравлические</i>	<i>H</i>
<i>Электрические</i>	<i>E</i>
<i>Магнитные</i>	<i>M</i>
<i>Электромагнитные</i>	<i>EM</i>
<i>Прочие</i>	<i>Без обозначения</i>

Позначення видів облаштувань затисків наносять зліва від позначення затисків. Як приклад позначення форм робочої поверхні опор, затисків і настановних пристроїв, можна привести деталь яка закріплюється за допомогою пневматичного затиску, з циліндричною рифленою робочою поверхнею.

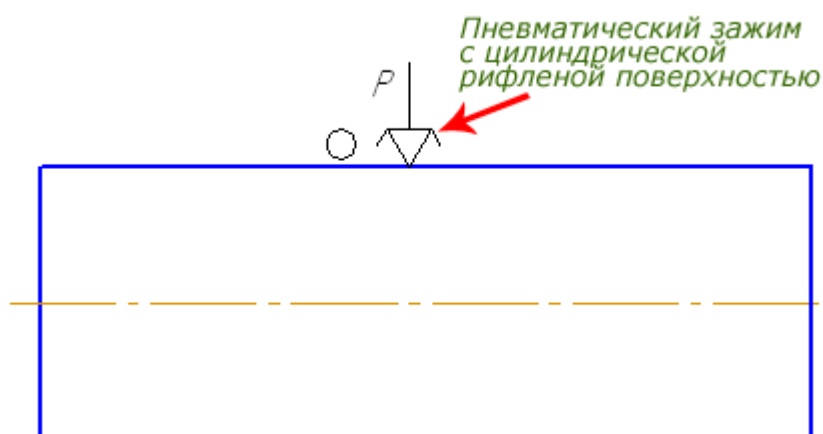


Рисунок 14 – Приклад використання затискачів

Якщо схема має декілька проєкцій, допускається на окремих проєкціях не вказувати позначення опор, затисків і настановних пристроїв відносно виробу, якщо їх положення однозначно визначається на одній проєкції.

## 11. Похибки установки заготовок

Похибка установки оброблюваних деталей складається з похибки базування, похибки закріплення і похибки, що обумовлена неточністю виготовлення елементів пристосування, його установкою і фіксацією на верстаті.

Враховуючи, що похибки є випадковими, результат знаходимо за правилом квадратного кореня:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_a^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_i^2}$$

Похибка базування. В процесі базування заготовці додають необхідну орієнтацію відносно вибраної системи координат, а незмінність цього положення при обробці забезпечують закріпленням.

Похибка базування – це відхилення фактичного положення від необхідного.

Похибка закріплення. Вона виникає у зв'язку з тим, що під дією затискних зусиль можливі деформації заготовки і елементів пристосувань.

Розглянемо це на прикладі (рис.15). На рисунку показана схема закріплення деталі в пристосуванні при фрезеруванні відкритого паза довжиною  $l$ .

Під дією сили закріплення  $Q$ , що створюється пневмоприводом 1, упор 2 разом з настановними елементами 3 деформуються. Внаслідок цього змінюється положення технологічної бази при постійному

положенні фрези, виникає похибка і замість розміру  $l$  фактично маємо розмір  $l_1 = l + \varepsilon_c$ .  $\varepsilon_c$  є погрішністю, яка обумовлена закріпленням деталі в пристосуванні.

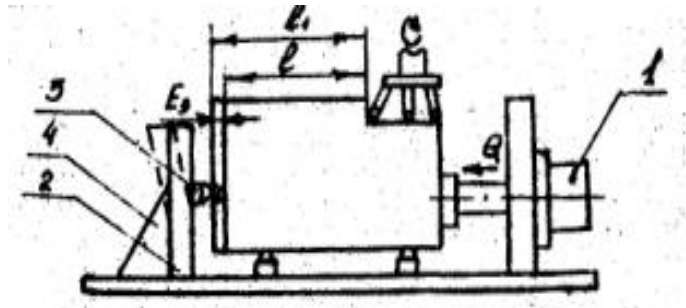


Рисунок 15 – Схема визначення погрішності установки

Якщо видозмінити конструкцію пристосування, встановивши ребро жорсткості 4, то похибки закріплення можна уникнути.

Похибка закріплення виникає при зсуві вимірювальної бази, який відбувається в результаті деформації окремих ланок ланцюга, через який відбувається передача сили затиску (заготовки, настановчих елементів і корпусу пристосування).

Похибка, пов'язана з виготовленням пристосування. Ця похибка виникає внаслідок неточності виготовлення пристосування, його установки і фіксації на верстаті і настановчих елементах.

### Контрольні питання:

1. Приведіть теоретичні відомості про площинні опори.
2. За допомогою яких пристосувань виконати установка заготовок по зовнішнім циліндричним поверхням. Дайте характеристику пристосування.

8 За допомогою яких пристосувань виконати установка заготовок по внутрішнім циліндричним поверхням. Дайте характеристику пристосування.

9. Дайте характеристику базування деталей на поверхні центрових отворів.

10. Приведіть графічне зображення опор і настановних пристроїв.

11. Що в себе включає похибка установки заготовок.

12. Приведіть формулу для розрахунку похибки установки.

**Література :** (Б1), с.18...31 (Б3), с.27...42 (Д1), с.27...42, (Б3) с.22...26

## **Лекція 6 Приклади розрахунку похибок встановлення заготовок на типові настановні елементи**

### **План**

**12.** Похибка установки та її складова

**13.** Величина допуску при виготовленні пристосувань.

**14** Установка заготовок зубчастими поверхнями

### **12. Похибка установки та її складова**

Похибка установки оброблюваних деталей складається з похибки базування, похибки закріплення і похибки, що обумовлена неточністю виготовлення елементів пристосування, його установкою і фіксацією на верстаті.

Враховуючи, що похибки є випадковими, результат знаходимо за правилом квадратного кореня:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_a^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_i^2}$$

**Похибка базування.** В процесі базування заготовці додають необхідну орієнтацію відносно вибраної системи координат, а незмінність цього положення при обробці забезпечують закріпленням.

Похибка базування – це відхилення фактичного положення від необхідного.

**Похибка закріплення.** Вона виникає у зв'язку з тим, що під дією затискних зусиль можливі деформації заготовки і елементів пристосувань.

Розглянемо це на прикладі (рис.1). На рисунку показана схема закріплення деталі в пристосуванні при фрезеруванні відкритого паза довжиною  $l$ .

Під дією сили закріплення  $Q$ , що створюється пневмоприводом 1, упор 2 разом з настановчими елементами 3 деформуються. Внаслідок цього змінюється положення технологічної бази при постійному положенні фрези, виникає похибка і замість розміру  $l$  фактично маємо розмір  $l_1 = l + \varepsilon_\zeta$ .  $\varepsilon_\zeta$  є погрішністю, яка обумовлена закріпленням деталі в пристосуванні.

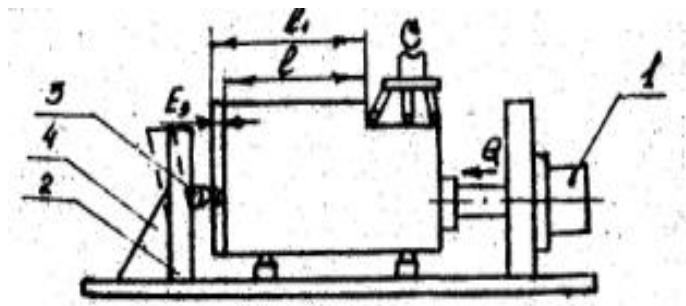


Рисунок 1 – Схема визначення погрішності установки

Якщо видозмінити конструкцію пристосування, встановивши ребро жорсткості 4, то похибки закріплення можна уникнути.

Похибка закріплення виникає при зсуві вимірювальної бази, який відбувається в результаті деформації окремих ланок ланцюга, через який відбувається передача сили затиску (заготовки, настановчих елементів і корпусу пристосування).

Похибка, пов'язана з виготовленням пристосування. Ця похибка виникає внаслідок неточності виготовлення пристосування, його установки і фіксації на верстаті і настановчих елементах.

### **13. Величина допуску при виготовленні пристосувань.**

При виготовленні пристосування величина допуску співвісності, перпендикулярності, паралельності вибирають залежно від відповідного



допуску деталі. Для пристосування допуск зазвичай в 2-4 рази менше, ніж на відповідний розмір деталі.

Наприклад, якщо для деталі втулка, в якій шліфується зовнішня поверхня, допуск співвісності зовнішньої поверхні і отвору складає 0,05мм, то для оправки, на якій вона шліфується, допуск складає 0,01...0,025 мм.

Пристосування можуть встановлюватися на верстат з вивіркою і без. Тому в двох випадках можливе виникнення похибки розміщення посадочних поверхонь пристосування відносно посадочного місця верстата. Як правило, вона виникає при установці пристосування без вивірювання.

#### **14 Установка заготовок зубчастими поверхнями.**

При шліфуванні осьових отворів циліндричних зубчастих коліс застосовують базування по робочим поверхням зубів. Установку і закріплення шліфованих зубчастих коліс виконують в спеціальні патрони. Як настановчі елементи застосовують ролики, зубчасті ексцентрикові сектори і т.д.

При шліфуванні роликів і шариків застосовують самоцентруючі патрони мембранного і клинового типів.

При конструюванні мембранних і клинових патронів визначають діаметр ролика  $d$  і відстань  $l$  між осями ролика і патрона за формулами:

$$d = 2(r_0 \operatorname{tg}(\gamma + \alpha_2) - r_2 \sin \alpha_2),$$

де  $r_0$ - радіус основного кола, мм;

$r_2$  - відстань крапки контакту ролика від вісі патрона, мм;

$\alpha_2$  - кут зачеплення, град.;

$\gamma$  - допоміжний кут для розрахунку, град.

$$l = \frac{r_0}{\cos \alpha_3},$$

де  $\alpha_3$  - кут зачеплення, град.

Радіус основного кола розраховується за формулою:

$$r_0 = r_a \cos \alpha_1,$$

де  $r_a$  - радіус ділильного кола, мм

$\alpha_1$  - кут зачеплення, град.

Відстань крапки контакту ролика від осі патрона визначаємо за формулою:

$$r_2 = r_e - 0,3m,$$

де  $r_e$  - радіус кола виступів, мм;

$m$  - модуль зачеплення, мм

### **Контрольні питання:**

1 Що в себе включає величина допуску при виготовленні пристосувань.

2. Яким чином виконується установка заготовок зубчастими поверхнями.

**Література** (Б2), с.15...22, (Б3), с.22...26, (Б2), с.62...63

## **РОЗДІЛ 2 ЗАТИСКНІ МЕХАНІЗМИ ТА НАСТАНОВО-ЗАТИСКНЕ ОБЛАДНАННЯ ПРИСТОСУВАНЬ**

### **Тема 2.1 Затискні механізми пристосувань.**

#### **Лекція 7 Затискні механізми пристосувань. Призначення та технічні вимоги до затискних механізмів.**

##### **План**

- 1** Загальна характеристика затискних елементів пристосувань.
- 2** Вимоги, що пред'являються до затискних елементів
- 3** Види затискних елементів, силові приводи.
- 4** Методика розрахунку сил затискання.

#### **1. Загальна характеристика затискних елементів пристосувань.**

В процесі механічної обробки заготовка повинна зберігати постійне положення відносно настановчих і опорних елементів. Для цього її необхідно надійно закріпити за допомогою затискних елементів різних конструкцій.

Основним завданням затискних механізмів пристосувань є забезпечення постійності контакту базових поверхонь заготовки з настановчими і опорними елементами верстатного пристосування.

#### **2 Вимоги, що пред'являються до затискних елементів**

До затискних механізмів пристосувань пред'являють наступні вимоги:

- 1.** В процесі закріплення заготовок не повинне порушуватися їх положення, яке вже досягнуте базуванням на настановчі елементи пристосування.
- 2.** Затискний механізм не повинен викликати деформації

закріплених заготовок і їх зсув.

3. Затискний механізм має бути простим (по конструкції), максимально зручним і безвідмовним в роботі, оскільки виривання заготовки під час обробки може привести до травмування верстатника.

4. Сила закріплення має бути мінімально необхідною, але достатньою для забезпечення надійного положення заготовки відносно настановчих і опорних елементів.

### **3 Види затискних елементів, силові приводи.**

У сучасних пристосуваннях використовують такі види затискачів: гвинтові, важельні, клинові, ексцентрикові, пристосування рейко-рычажні і настановчо-затискні.

Для створення сили закріплення використовують наступні силові приводи:

1. Ручний привод – вимагає мускульної сили.
2. Пневматичні, поршневі, діафрагмові.
3. Гідравлічні.
4. Пневмогідравлічні.
5. Вакуумні.
6. Електромеханічні, магнітні, електромагнітні.
7. Відцентрово – інерційні і приводи від рухливих органів верстата.

### **4 Методика розрахунку сили закріплення.**

Вихідні дані для визначення сили закріплення:

1. схема установки і закріплення заготовки;
2. точки контакту, величина і напрям сил, що виникають в процесі обробки деталі;

### 3. точка контакту сили закріплення і її напрям.

В процесі обробки на заготовку можуть діяти сили: різання, інерційні, центробіжні, тертя.

Сили різання за значенням, напрямом і точкою контакту – змінні. Сили різання обчислюють за формулами теорії різання металів або вибираються за довідником. Оскільки сили різання змінні, в процесі їх розрахунку необхідно їх збільшувати, використовуючи коефіцієнт запасу  $K$ , гарантуючи при цьому надійність закріплення оброблюваної деталі.  $K$  вибирають за ГОСТ 12.2.029-77.

Інерційні сили виникають, коли оброблювана деталь здійснює поворотньо – поступальний ход, також в разі швидкої зміни швидкості різання.

Центробіжні сили виникають тоді, коли центр тяжіння заготовки зміщений відносно вісі обертання заготовки.

Інерційні і центробіжні сили розраховуються за формулами теоретичної механіки.

Сили тертя в пристосуваннях виникають на поверхні контакту заготовки з настановчими і затискними елементами. Ці сили перешкоджають повороту заготовки, тобто їх можна назвати силами опору переміщенню. По величині вони невеликі і їх прийнято виражати через коефіцієнт тертя  $f$ , який вибирається за спеціальними таблицями.

При проектуванні пристосування необхідно правильно вибрати точку контакту і напрям сили закріплення. Тобто необхідно:

1. сила закріплення не повинна порушувати рівновагу заготовки, яка досягнута базуванням на настановчі елементи, і не повинна створювати перевертаючого і вигинаючого моментів, які приводять до появи похибки закріплення;

2. крапка контакту сили закріплення має бути розміщена як можна ближче до місця обробки, а по напрямом – перпендикулярною до поверхні настановчих елементів;

3. для попередження зрушення необхідно передбачити упори, які дозволять зменшити силу закріплення і змінити її напрям.

Для розрахунку сили закріплення необхідно на схемі базування відображувати всі сили, що діють, на заготовку: сили і моменти різання, сили закріплення, реакції опор і сили тертя. Далі складаємо рівняння сил моментів. Вирішуючи рівняння визначаємо силу закріплення  $Q$ . Після визначення  $Q$  необхідно вибрати вид затискного пристосування, який залежить від виду виробництва, розмірів і конфігурації оброблюваної заготовки, характеру виконуваної операції.

Затискні елементи пристосувань прийнято поділяти на прості (гвинтові, важельні, клинові, ексцентрикові) і складні (комбіновані), такі, що складаються з декількох простих.

Наступним етапом є розрахунок параметрів силового приводу і підбір їх найближчих значень до розрахованих величин відповідно до державного стандарту.

#### **Контрольні питання:**

1 Приведіть загальну характеристика затискних елементів пристосувань.

2 Які вимоги пред'являються до затискних елементів

3 Приведіть види затискних елементів, силові приводи.

4 Що включає в себе методика розрахунку сил затискання.

**Література:** (БЗ), с.44...46

## Лекція № 8 Графічні позначки затискачів. Схеми дії сил. Формули для визначення зусиль затиску заготовок у пристроях з різними типами затискачів

### План

5 Графічні позначення затискачів.

6 Схеми дії сил. Формули для визначення сил затискання.

5 Умовні позначення затисків приведені на рис. 1.

Найменування зажима	Обозначення зажима на видах		
	спереди, ззади	зверху	знизу
1. Одиночний			
2. Двойной			

Рисунок 1 - Умовні позначення затискачів

6 Схеми дії сил. Формули для визначення сил затискання.

Затискний пристрій, що попереджує зсув заготовки від дії сили:

1 Сили обробки  $P$  і затиску  $Q$  притискають заготовку до опор пристосування (рис.1а).

При постійному значенні  $P$  сила  $Q = 0$ . Цій схемі розрахунку відповідають: обточування в центрах, протягання отворів і ін. випадки обробки.

При нестабільному  $P$  (фрезеруванні)  $Q > 0$ .

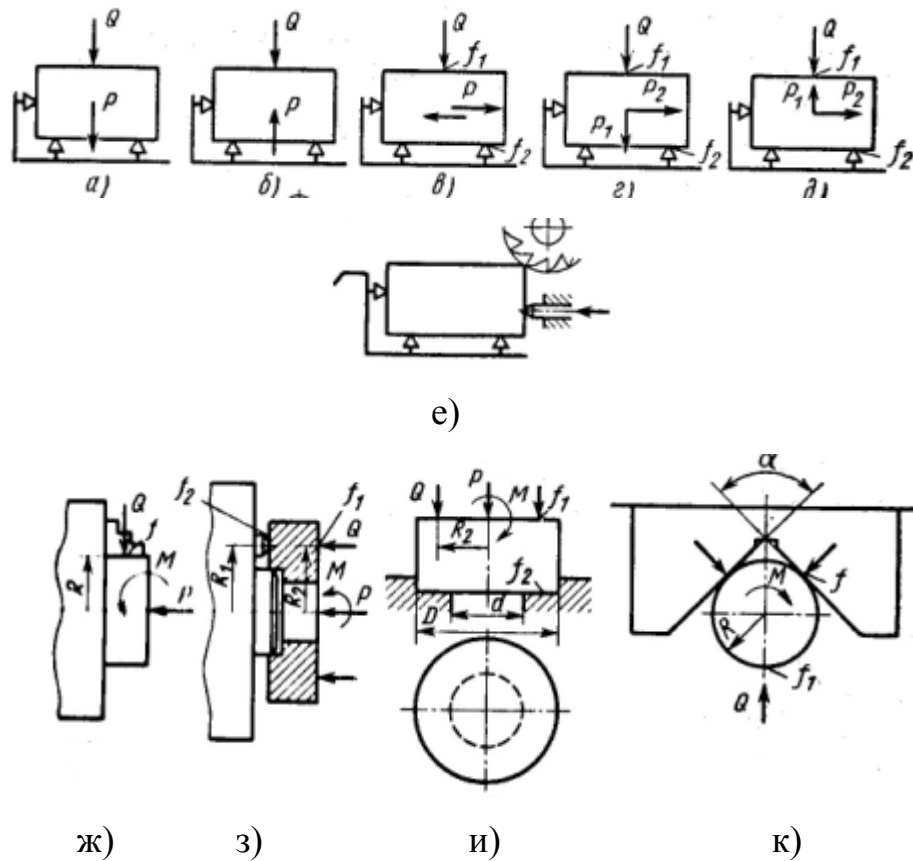


Рисунок 1- Схеми до розрахунків сили затиску

Сила закріплення:  $Q = KN$ ,  $K$  – коефіцієнт запасу ( $K > 1$ ).

2 Сила обробки  $P$  направлена проти затискного пристрою. Для затискного пристрою другого типу повинна дотримуватися умова  $Q = KP$  (рис.1 б).

Сила закріплення:  $Q = KP(j_2/j_1 + j_2)$ ,  $j_1, j_2$  – жорсткості настановчих і затискних елементів.

3 Сили обробки прагнуть зрушити заготовку від настановчих елементів (рис.1в).

Схема характерна при величині подачі, що змінюється (маятникове фрезерування). Зсув заготовки попереджається силами тертя, що виникають в місцях контакту заготовки з настановчими і затискними елементами, відповідно  $P < Qf_1 + Qf_2$ ,  $f_1, f_2$  – коефіцієнти тертя заготовки з настановчими і затискними елементами.

Сила закріплення:  $Q = KP/f_1 + f_2$



Ця розрахункова схема застосовується для випадку установки на два пальці і перпендикулярну ним площину.

4 Сили обробки направлені проти опор (P1) і прагнуть зрушити заготовку в бічному напрямі (P2) (рис. 1г). За наявності затискного пристрою другого типа:  $P2 < (Q+P1)f2 + Qf1$ , звідки  $Q = (KP2-P1f2)/(f1+f2)$ .

За наявності затискача першого типа:  $Q = KP/2f$ ,  $f1 = f2 = f$ .

5 У відмінності від попереднього випадку сила P1 направлена проти затискного пристрою. Сила затиску має бути достатньою, аби заготовка не зрушувалася у напрямі дії сили P2 (рис. 1 д).

Використовуючи затискний пристрій другого типа отримаємо:  $Q1 = K1P1$ ;  $Q2 = (P1f2+P2K2)/(f1+f2)$ . З Q1 і Q2 вибираємо більше і приймаємо за розрахункову величину.

6 Схема обробки заготовки, закріпленої в пристосуванні горизонтально прикладеною силою Q (рис. 1е).

Затискний пристрій, що попереджує прокручування заготовки від дії моменту:

1 Заготовка, встановлена в трикулачковому патроні, знаходиться під дією моменту M і осьової сили P. Сила затиску  $W(Q) = KM/3fr$ , r – радіус заготовки, f – коефіцієнт тертя її поверхні в кулачках (рис. 1ж).

2 Заготовка, що центрується по виточці, притискається до трьох опор двома або декількома прихватами (рис. 1з). В процесі обробки виникає зрушуючий момент M і осьова сила P, тоді  $W(Q) = (KM-f2Pr)/(f1r2 + f2r1)$ .

3 Заготовка встановлюється на торцеву кільцеву поверхню (рис. 1и).

Сила закріплення визначається за формулою:

$$Q = \frac{KM - \frac{1}{3}f_2P \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}}{\frac{1}{3}f_2 \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} + f_1R_2},$$

де D, d – діаметри заготовки і кільця, мм;

$R_2$  – відстань від вісі заготовки до точки прикладання сили закріплення, мм

4 Циліндрична заготовка закріплена в призмі з кутом  $\alpha$  (рис. 1к). Без врахування тертя на торці:  $W(Q) = KM / (f_1 r + (f_2 r / \sin \alpha / 2))$ .

Якщо заготовка зрушується осьовою силою  $P$  уздовж призми:  $W(Q) = KP / f_1 + f_2 (1 / \sin \alpha / 2)$ .

При обточуванні досить довгої заготовки, консольно – закріпленою в трикулачковому патроні, сила закріплення має бути такою, аби утримати її в кулачках:

$$Q = KPzL / 1,5rf,$$

де  $Pz$  – сила різання, Н;

$L$  – довжина заготовки, мм;

$r$  – радіус заготовки, мм.

### Контрольні питання:

- 1 Наведіть приклади позначення затискних елементів на схемах?
- 2 Наведіть формулу розрахунку сили закріплення заготовки при встановленні її на торцеву кільцеву поверхню?
- 3 Наведіть формулу розрахунку сили закріплення циліндричної заготовки, що закріплена в призмі з кутом  $\alpha$ ?

**Література:** Б2), с.71...91, (Д2), с. 26...27

## Лекція № 9 Гвинтові затискачі. Конструкція та розрахунок зусиль затиску

### План

- 7 Загальна характеристика гвинтових затискачів.
- 8 Матеріал затискних гвинтів
- 9 Швидкодіючий затискний пристрій з подвійним гвинтом для машинних лещат.
- 10 Сила затискання для гвинтових затискачів.
- 11 Ексцентрикові затискачі, розрахунок зусиль затиску
- 12 Клинові затискачі. Конструкція та розрахунок зусиль затиску

### 7 Загальна характеристика гвинтових затискачів

Гвинтові затискачі використовуються в пристосуваннях з ручним закріпленням заготовок, в пристосуваннях механізованого типу (з пневмоприводом), а також на автоматичних лініях при використанні пристосувань – супутників. Вони прості і надійні в роботі.

Затиск здійснюється або гвинтом при нерухомій різьбовій втулці, або гайкою при нерухомій шпильці.

При розрахунку сили, яка розвивається гвинтовими затискачами, необхідно враховувати додаткові витрати на тертя в області контакту гвинта або гайки з поверхнею заготовки.

Сила, яка необхідна для затиску деталі гвинтовими затискачами, залежить від довжини рукоятки, сили  $P_v$ , прикладеної до неї, форми затискного торця гвинта (сферичного, плоского, з черевиком) і виду різі (рис.1 а, б, в).

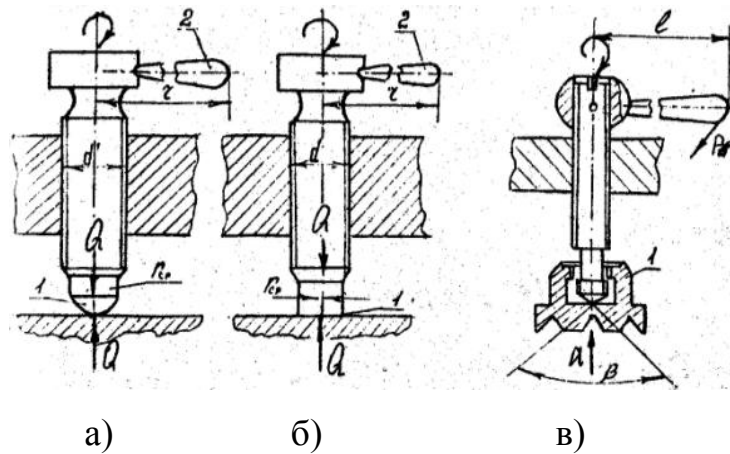


Рисунок 1 – Гвинтові затискачі

У цих затискачах для закріплення деталі сила створюється за рахунок пари гвинт – гайка.

У пристосуваннях застосовуються гвинтові затискачі з розміром різі М8...М42, з передачею гвинт – гайка, яка перетворює обертальний рух в рух поступальний. Закріплення деталей гвинтовими затискачами здійснюється ключами, ручками, гайками. Деталі гвинтових затискачів стандартизовані.

Перевагою гвинтових затискачів є їх простота, невелика вартість і велика надійність в роботі. Недоліком – значний додатковий час закріплення і розкріплювання заготовки, великі витрати мускульної сили, непостійність сили закріплення і можливість зсуву деталі від сили тертя на торці гвинта.

## 8 Матеріал затискних гвинтів

Матеріал затискних гвинтів – сталь 35...45 ГОСТ 1050 – 74 з подальшою термообробкою до твердості HRC 40...45. П'ята, гвинти, гайки, втулки повинні піддаватися оксидуванню.

## 9 Швидкодіючий затискний пристрій з подвійним гвинтом для машинних лещат

Розглянемо швидкодіючий затискний пристрій з подвійним гвинтом для машинних лещат, що представлений на рис. 2.

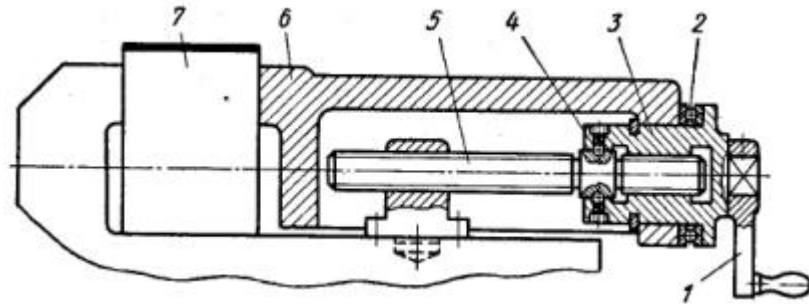


Рисунок 2 - Швидкодіючий затискний пристрій з подвійним гвинтом для машинних лещат

При обертанні закріпленою на гайці 3 рукоятки 1 момент через підпружинені кульки 4 передається на гвинт 5, що має з правого боку дрібну і з лівою – велику різь. При підводі рухливої губки 6 до заготовки 7 працює ліва сторона гвинта, що здійснює швидке переміщення, після підходу рухливої губки до заготовки момент зростає, кульковий пристрій спрацьовує і гвинт зупиняється. При подальшому обертанні рукоятки 1 починає працювати права сторона гвинта, швидкість переміщення губки зменшується, а сила затиску збільшується. Упорний шарикопідшипник 2 зменшує тертя на торцевій поверхні гайки. При відкріпленні заготовки пристрій працює в зворотному порядку.

У даному пристрої швидкість підведення і відведення рухливої губки зростає в стільки раз, в скільки крок лівої різі більше кроку правої. Момент для даного пристосування:

$$M = Q_1 r_{\text{н}} \operatorname{tg}(\alpha_1 + \rho) = Q_2 r_{\text{н}} \operatorname{tg}(\alpha_2 + \rho),$$

де  $Q_1, Q_2$  – сили закріплення, Н;

$r_{cp}$  – середній радіус різі, мм;

$\alpha_1, \alpha_2$  - кути підйому різі, град.;

$\rho$  - кут тертя в різі, град.;

Застосовують даний пристрій головним чином для прискорення підведення і відведення рухливої губки.

### 10 Сила затискання для гвинтових затискачів.

Силу закріплення гвинтового затискача з черевиком визначають за формулою:

$$Q = \frac{P_a l}{r_n \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{na}) + f R_c \operatorname{tg} \frac{\psi}{2}},$$

де  $P_v$  – вихідне зусилля, Н;

$Q$  – сила закріплення, Н;

$l$  – плече, на яке прикладається зусилля  $P_v$ , мм;

$r_c$  – радіус середнього діаметру різі гвинта, мм;

$\alpha$  - кут підйому різі, град.;

$\varphi_{na}$  - зведений кут тертя різі ( $10^0 30'$ )

Силу закріплення гвинтового затискача з сферичним торцем визначають:

$$Q = \frac{P_a l}{r_n \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{na})}.$$

Для даного випадку витрати на тертя відсутні, оскільки контакт здійснюється в крапці.

Для гвинтів з плоским торцем необхідно враховувати момент тертя на опорному торці гвинта:

$$M_{\text{од}} = \frac{1}{3} Q f \ddot{A}_{\zeta},$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя між опорним торцем і заготовкою (0,1.0,16);

$D_3$  – зовнішній діаметр опорного торця, мм

Тоді з врахуванням моменту тертя сила закріплення розраховується за формулою:

$$Q = \frac{P_a l}{r_{\bar{n}} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\bar{n}a}) + \frac{1}{3} f \ddot{A}_{\zeta}}.$$

$$P_B = 14 \dots 20H, l = 1,5d.$$

При використанні в гвинтових затискачах гайки (рис. 3), силу закріплення визначають за формулою:

$$Q = \frac{P_a l}{r_{\bar{n}} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\bar{n}a}) + \frac{1}{3} f \frac{\ddot{A}_i^3 - d^3}{\ddot{A}_{\zeta}^2 - d^2}}.$$

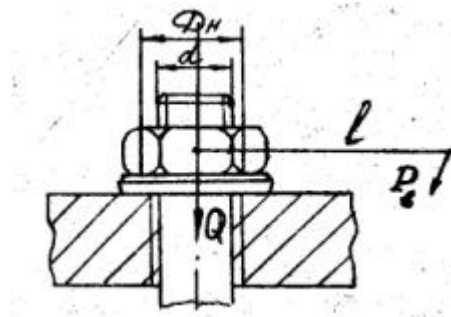


Рисунок 3 – Схема закріплення гайкою

При закріпленні за допомогою зірочки (рис. 4) силу закріплення визначають як:

$$Q = \frac{P_a l}{0,1d + 0,05 \frac{D_3^3 - d^3}{D_3^2 - d^2}},$$

де  $D_3$  – зовнішній діаметр опорного торця гайки, мм

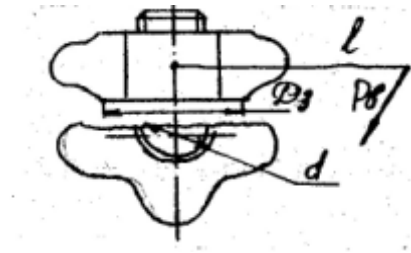


Рисунок 4 – Схема закріплення зірочкою

### ***11 Ексцентрикові затискачі, розрахунок зусиль затиску***

Ексцентриковий затиск є затискним елементом вдосконалених конструкцій. Ексцентрикові затиски (ЕЗМ) використовуються для безпосереднього затиску заготівель і в складних затискних системах. Ручні гвинтові затиски прості по конструкції, але мають істотний недолік - для закріплення деталі робітник повинен виконати велику кількість обертальних рухів ключем, що вимагає додаткових витрат часу і зусиль і в результаті знижує продуктивність праці. Приведені міркування примушують, там де це можливо, замінювати ручні гвинтові затиски швидкодіючими. Найбільше поширення отримали ексцентриковий і шарнірно-важільний затиски. Ексцентриковий затиск хоча і відрізняється швидкодією, але не забезпечує великої сили затиску деталі, тому його застосовують лише при порівняно невеликих силах різання.

Переваги:

- простота і компактність конструкції;



- широке використання в конструкції стандартизованих деталей;
- зручність в наладці; здатність до самоторможению;
- швидкодія (час спрацьовування приводу близько 0.04 мін).

Недоліки:

- зосереджений характер сил, що не дозволяє застосовувати ексцентрикові механізми для закріплення нежорстких заготовель;
- сили закріплення круглими ексцентриковими куркульками нестабільні і істотно залежать від розмірів заготовель;
- знижена надійність у зв'язку з інтенсивним зношуванням ексцентрикових кулачків.

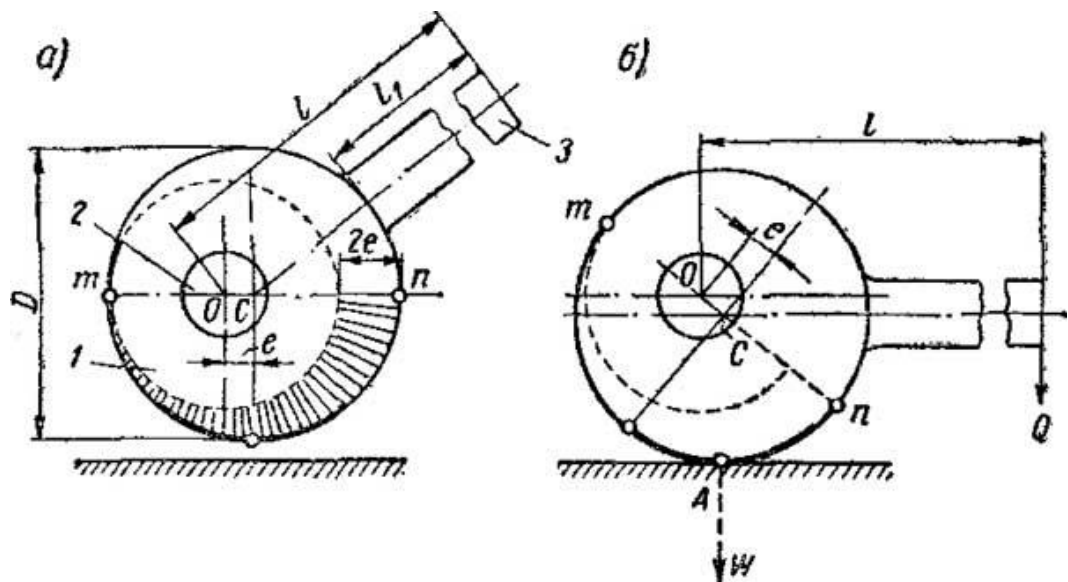


Рисунок 5 - Круглий ексцентрик

Конструкція ексцентрикового затиску Круглий ексцентрик 1, диск, що  $\epsilon$ , зі зміщеним відносно його центру отвором, показаний на рис. 5, а. Ексцентрик вільно встановлюється на осі 2 і може обертатися навколо неї. Відстань  $e$  між центром 3 диска 1 і центром Про вісь називається ексцентриситетом. До ексцентрика прикріплено руків'я 3, поворотом якої здійснюється затиск деталі в точці А (рис. 5, б). З цього малюнка видно, що ексцентрик працює як криволінійний клин (див. заштриховану ділянку). Щоб уникнути відходу ексцентриків після затиску вони мають бути такими, що самотормозящим і. Властивість самоторможения ексцентриків забезпечується правильним вибором відношення діаметру  $D$  ексцентрика

до його ексцентриситету  $e$ . Відношення  $D/e$  називається характеристикою ексцентрика.

При коефіцієнті тертя  $f = 0,1$  (кут тертя  $5^{\circ}43'$ ) характеристика ексцентрика повинна бути  $D/e \geq 20$ , а при коефіцієнті трення  $f = 0,15$  (кут тертя  $8^{\circ}30'$ )  $D/e \geq 14$ .

Таким чином, всі ексцентрикові затискачі, у яких діаметр  $D$  більше ексцентриситета  $e$  в 14 разів, мають властивості самоторможения, т. б. забезпечують надійний затиск.

До складу ексцентрикових затискних механізмів входять ексцентрикові куркульки, опори під них, цапфи, руків'я і інші елементи.

Розрізняють три типи ексцентрикових кулачків :

- круглі з циліндричною робочою поверхнею; криволінійні,
- робочі поверхні яких обкреслені по спіралі Архімеда (рідше - по евольвенті або логарифмічній спіралі);
- торцеві.

Круглі ексцентрики

Найбільше поширення, із-за простоти виготовлення, отримали круглі ексцентрики. Круглий ексцентрик (відповідно до малюнка 5.5а) є диском або валиком, що повертається навколо осі, зміщеної відносно геометричній осі ексцентрика на величину  $A$ , що називається ексцентриситетом. Криволінійні ексцентрикові куркульки (відповідно до малюнка 5.5б) в порівнянні з круглими забезпечують стабільну силу закріплення і більший (до  $150^{\circ}$ ) кут повороту.

Матеріали кулачків.

Ексцентрикові куркульки виготовляють із сталі 20Х з цементациєю на глибину 0.8.1.2 мм і загартуванням до твердості HRCэ 55-61. Видів ексцентрикових затисків.

Ексцентрикові куркульки розрізняють наступних конструктивних виконань: круглі ексцентрикові (ГОСТ 9061-68), ексцентрикові (ГОСТ 12189-66), ексцентрикові здвоєні (ГОСТ 12190-66), ексцентрикові вильчаті

(ГОСТ 12191-66), эксцентрики двоопорні (ГОСТ 12468-67). Практичне використання ексцентрикових механізмів в різних затискних пристроях показано на рисунку 6.

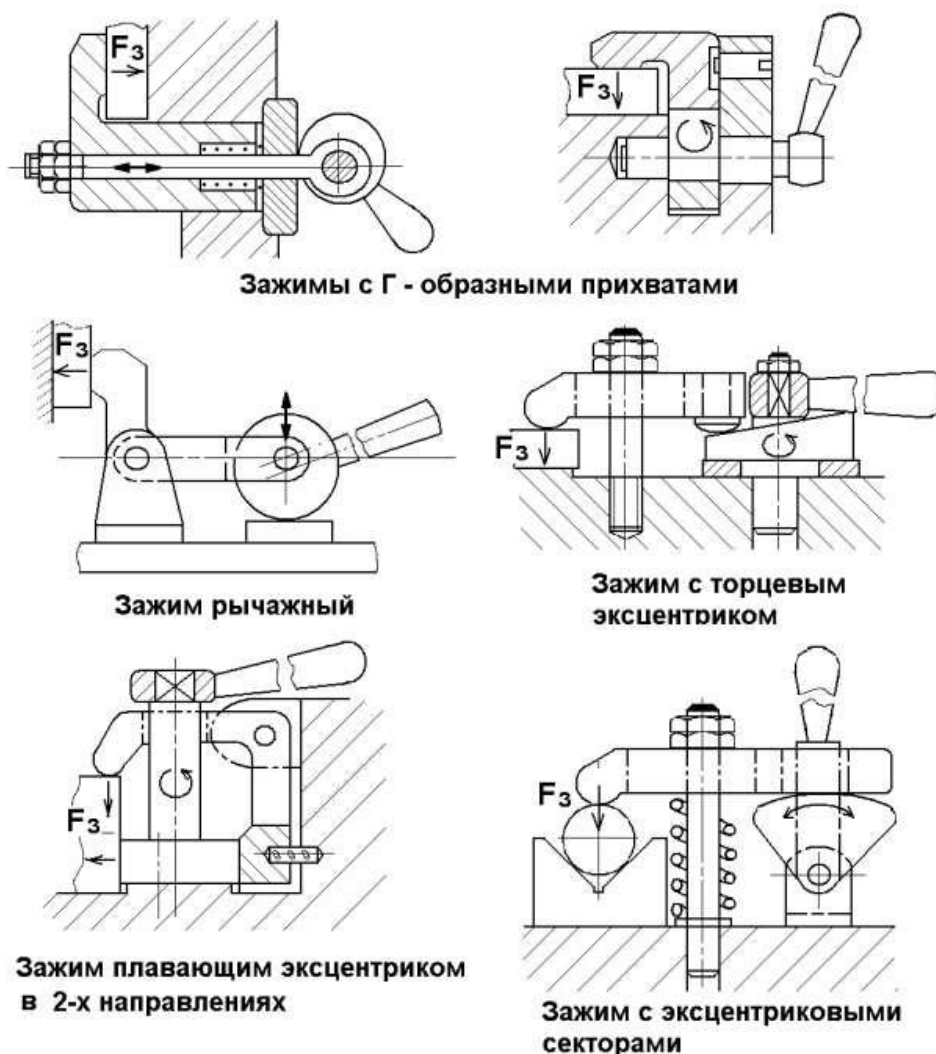


Рисунок 6 - Практичне використання ексцентрикових затискачів

Розрахунок ексцентрикових затисків.

Початковими даними для визначення геометричних параметрів ексцентриків є: допуск  $\delta$  розміру заготівлі від її настановної бази до місця додатка затискної сили; кут  $\alpha$  повороту ексцентрика від нульового (початкового) положення; потрібна сила  $F_3$  затиску деталі. Основними конструктивними параметрами ексцентриків є: ексцентриситет  $A$ ; діаметр

$d_c$  і ширина  $b$  цапфи (осі) ексцентрика; зовнішній діаметр ексцентрика  $D$ ; ширина робочої частини ексцентрика  $B$ .

Розрахунки ексцентрикових затискних механізмів виконують в наступній послідовності:

Розрахунок затисків із стандартним ексцентриковим круглим кулачком (ГОСТ 9061-68)

1. Визначають хід  $h_k$  ексцентрикового кулачка, мм. : Якщо кут повороту ексцентрикового кулачка не має обмежень ( $\alpha \leq 130^\circ$ ), то

$$h_k = \delta + \Delta_{gap} + \frac{F_3}{J} + \Delta h_k,$$

де  $\delta$  - допуск розміру заготовки в напрямку затиску, мм;

$\Delta_{gap} = 0,2 \dots 0,4$  мм – гарантований зазор для зручної установки і зняття заготівлі;

$J = 9800 \dots 19600$  кН/м – жорсткість ексцентрикового ЕЗМ;

$D = 0,4 \dots 0,6 h_k$  мм – запас ходу, який враховує знос та погрішності виготовлення ексцентрикового кулачка.

Якщо кут повороту ексцентрикового кулачка обмежений ( $\alpha \leq 60^\circ$ ), то

$$h_k = \delta + \Delta_{gap} + \frac{F_3}{J}.$$

2. Користуючись таблицями 1 і 2 підбирають стандартний ексцентриковий кулачок. При цьому повинні дотримуватися умови:  $F_3 \leq F_{3, \max}$  і  $h_{до} \leq h$  (розміри, матеріал, термічна обробка і інші технічні умови по ГОСТ 9061-68. Перевіряти стандартний ексцентриковий кулачок на міцність немає необхідності.

3. Визначають довжину руків'я ексцентрикового механізму, мм

$$L \geq \frac{M_{\max} F_3}{F_{np} F_{3\max}}$$

Значення  $M_{\max}$  і  $F_{3\max}$  вибираються по таблиці 2. Для приводів з ручним приводом рекомендується  $F_{np} \leq 150h$  і  $80 \leq L \leq 320$  мм. Для механізованого приводу  $L \leq 100$  мм.

Таблиця 2 - Куркульки ексцентрикві круглі (ГОСТ 9061-68).  
Розміри, мм.

Обозначение исполнения		Для исполнений 1 и 2				Для исполнения 1						Для исполнения 2			
1	2	D	B	A	H	d	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	h	h <sub>1</sub>	Масса, кг, не более	d <sub>3</sub>	b	t	Масса, кг, не более
7013-0171	7013-0172	32	14	1.7	31.0	10	8	2.9	11	5	0.074	10	4	11.6	0.079
7013-0173	7013-0174	40	16	2.0	38.5	12	10		14	6	0.133			12	13.6
7013-0175	7013-0176	50	18	2.5	48.0	16	16	3.9	18	8	0.245	16	5	18.1	0.452
7013-0177	7013-0178	60	22	3.0	58.0				22	10	24			0.650	6
7013-0179	7013-0180	70	25	3.5	68.0	30	20	5.8	28	12	0.960	20	6	22.6	1.032
7013-0181	7013-0182	80	28	4.0	78.0				28	12	0.960			20	6

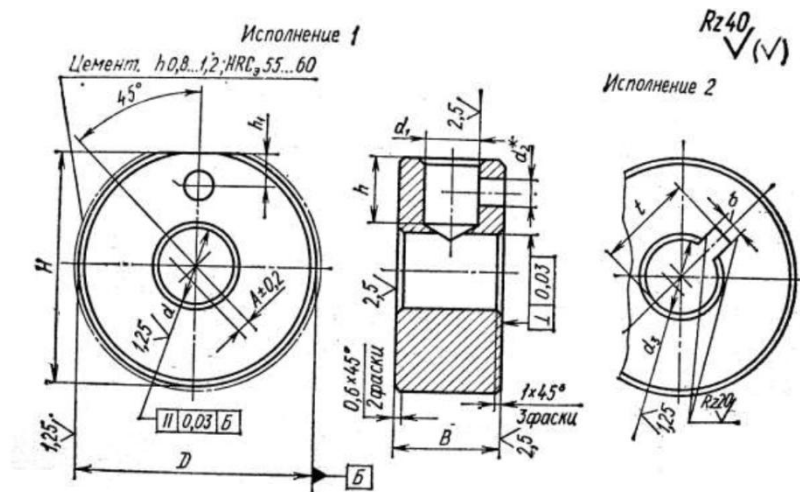


Рисунок 7 - Ексцентрик

Таблица 1 -Стандартный круглый эксцентриковый кулачок (ГОСТ 9061-68)

Позначення	Зовнішній діаметр ексцентрикового кулачка, мм	Ексцентриситет, А, мм	Ход кулачка h, мм, не меньше		Fз max, Н	Mmax, Кут Нмм
			Кут повороту обмежений $\alpha \leq 60^\circ$	Кут повороту обмежений $\alpha \leq 130^\circ$		
7013-0171	32	1,7	0,85	3,17	2700	9300
7013-0172						
7013-0173	40	2,0	1,0	3,73	3700	15000
7013-0174						
7013-0175	50	2,5	1,25	4,66	4200	21100
7013-0176						
7013-0177	60	3,0	1,4	5,59	6860	41100
7013-0178						
7013-0179	70	3,5	1,75	6,53	9000	62700
7013-0180						
7013-0181	80	4,0	2,0	7,46	7800	62700
7013-0182						

Примітка: Для эксцентрикових кулачків 7013-0171.1013-0178 значень Fз max і Mmax вчислені по параметру міцності, а для інших - з урахуванням вимог ергономіки при граничній довжині руків'я L=320 мм.

## ***12 Клинові затискачі. Конструкція та розрахунок зусиль затиску***

Клинові затиски - це різновид затискних елементів, коли заготовлю закріплюють за допомогою звичайного клину. Клиновий затиск застосовується в пристосуваннях, коли необхідно отримати значне затискне зусилля або змінити його напрям. Вони дозволяють збільшувати і змінювати напрям передаваної сили.

Клинові затиски: А)зажимной клин не обертається,

Б)зажимной клин може обертатися відносно осі, що сприяє плавнішому і надійнішому затиску при русі штанги вниз.

Клинові затиски застосовують для мідних і алюмінієвих дротів перерізом від 35 до 95 і для сталевих тросів. Затиск складається з корпусу і клину, який залежно від матеріалу дроту виготовляють з бронзи, алюмінієвого сплаву або ковкого чавуну.

Перевагою клинового затиску є невелика вартість його виготовлення.

Недолік його полягає в тому, що затискне зусилля діє тільки в один бік. Цей недолік усунений в затиску з двома клинами.

Клинові затиски прості у виготовленні, легко розміщуються в пристосуванні, дозволяють збільшити і змінювати напрям передаваної сили. У пристосуваннях в основному застосовують плоскі клинові механізми, які бувають одно і двускосими, з тертям ковзання, кочення або комбінованого тертя.

При розрахунку клинового механізму вирішуються наступні завдання:

- Вибирається робочий кут нахилу клину  $\alpha$ .

- Визначається необхідне затискне зусилля  $W$ , що дозволяє отримати необхідну силу затиску  $Q$ .

- Розраховується величина переміщення клину, залежно від довжини ходу плунжерів.

Зазвичай при конструюванні пристосування прагнуть створити самотормозящий клиновий механізм.

При цьому повинна забезпечуватися умова самоторможения, при якому

$$\alpha \leq \varphi_1 + \varphi_2,$$

де  $\varphi_1$ - кут тертя між плунжером і клином;

$\varphi_2$ - кут тертя між клином і опорною поверхнею.

Для клинового механізму з тертям ковзання в двох ланках  $\alpha \leq 15^\circ$  ; при комбінованому терті  $\alpha \leq 8^\circ 30'$  ; при терті кочення в двох парах  $\alpha \leq 5^\circ 40'$ . Застосування роликів дозволяє збільшити к.к.д. механізму, зробити його роботу плавною без заїдань і зривів. Але при цьому механізм виходить складніше.

Розглянемо методику визначення затискного зусилля односконого клинового механізму (Рис.8). Затискний механізм при закріпленні заготівлі в пристосуванні знаходиться в стані силової рівноваги. Наше завдання знайти співвідношення між початковою силою  $W$  і силою затиску  $Q$  (без урахування тертя в тих, що направляють плунжера).

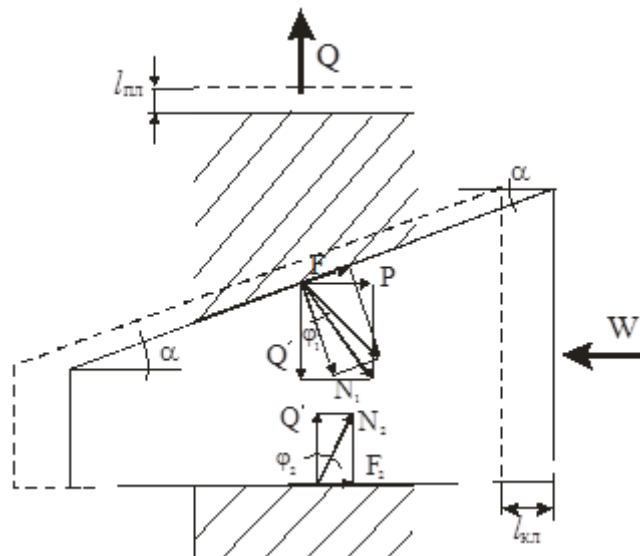


Рисунок 8 – Розрахункова схема клина



$$W = P + F_2,$$

де  $P$  – опір переміщенню клину з боку плунжера

$$P = Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1)$$

$F$  – сила тертя в парі «клин - опора»

$$F_2 = Q \cdot \operatorname{tg}\varphi_2$$

Тоді

$$W = Q \cdot [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2]$$

Визначення переміщення клина  $l_{\text{кл}}$  виконується за довжиною ходу плунжера  $l_{\text{пл}}$  із прямокутного трикутника з катетами  $l_{\text{пл}}$  та  $l_{\text{кл}}$ .

Так як  $\operatorname{tg}\alpha = \frac{l_{\text{пл}}}{l_{\text{кл}}}$ , то  $l_{\text{кл}} = \frac{l_{\text{пл}}}{\operatorname{tg}\alpha}$

Розрахунок початкового зусилля при обліку втрат на тертя в плунжері виконується за розрахунковою схемою (рис.9)

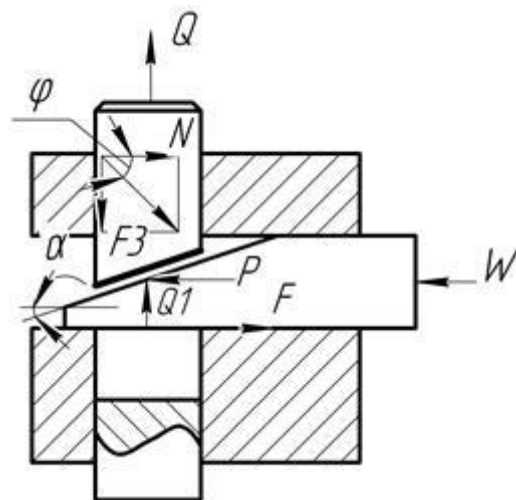


Рисунок 9 – Розрахункова схема для клинового механізму

При цьому виходимо з того, що  $P = N$

З розглянутої раніше схеми на рисунку 9 визначимо

$$Q_1 = \frac{W}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2}$$

$$P = (N) = Q_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1)$$

тоді

$$Q = \frac{W}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2} - \frac{W}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2} \cdot \operatorname{tg}\varphi_3 (\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1))$$

$$Q = W \cdot \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) \cdot \operatorname{tg}\varphi_3}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2},$$

де  $\varphi_3$  – кут тертя між плунжером і опорною поверхнею

Розглянемо клин двосторонньої дії (Рис.10). В цьому випадку початкове зусилля  $W$  розподіляється на два плунжери, і сили затиску  $Q$  визначатиметься залежно від кутів  $\alpha$ .

$$W = Q \cdot [\operatorname{tg}(\alpha_1 + \varphi_1) + \operatorname{tg}(\alpha_2 + \varphi_2)],$$

де  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  – кути нахилу робочих поверхонь;  $\varphi_1$  та  $\varphi_2$  – кути тертя на цих поверхнях.

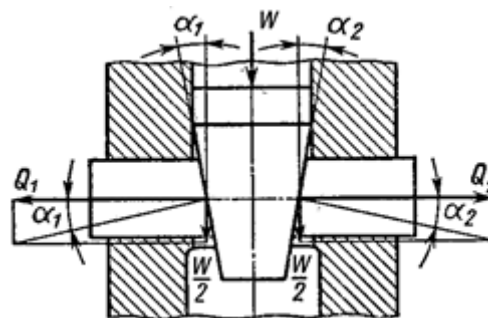


Рисунок 10 – Клин двохсторонньої дії.

### Контрольні питання:

1 Назвіть основні види гвинтових затискачів?

2 Наведіть формулу розрахунку сили закріплення заготовки при використанні гвинтового затискача з плоским торцем?

3 Наведіть формулу розрахунку сили закріплення заготовки при закріпленні за допомогою зірочки?

4 Дайте характеристику ексцентрикового затискачу.

5 Які види ексцентриків бувають?

6 Приведіть методику розрахунку ексцентрикового затискача.

7 Дайте поняття клиновий затискач. Перевага та недоліки клинових затискачів.

8 Види клинових затискачі.

9 Методика розрахунку клинового затискачу.

**Література:** (Б2), с.92...96, (Б3), с. 47...50, (Б1), с.37...40, (Б1), с.40...43.

## Лекція 10 Прихвати. Схеми прихватів конструкції.

### План

**13** Прихвати. Схеми прихватів конструкції.

**14** Приклади використання прихватів

**15** *Центруючі затискні елементи*

### 13 Прихвати. Схеми прихватів конструкції

Прихвати - універсальні пристосування призначені для закріплення різних заготовок. Їх застосовують головним чином в одиничному і дрібносерійному виробництві. Прихвати являють собою затискні пристрої для кріплення заготовок в пристроях з допомогою важелів, що приводяться в дію гвинтом, гайкою, клином або ексцентриком. Важелі прихватів — це прямі або зігнуті планки, якими затискають заготовку.

Прихвати повинні забезпечувати зручність установки заготівлі в пристосуванні, для чого їх потрібно виконувати так, щоб вони могли відходити або повертатися завдяки наявності в планці поздовжнього паза або інших пристроїв.

Прихвати використовують для закріплення заготовок складної форми або великих габаритів безпосередньо на столі верстата.

Існують різні типи прихватів:

- плиткові,
- вилкообразные ,
- коритоподібного ,
- вигнуті універсальні.

Всі прихвати мають овальні отвори для переміщення прихвата відносно оброблюваної заготовки. Головка болта заводиться у Т-подібний паз стола через отвір прихвата. Загортаючи ключем гайку , тим самим

притискають прихват до заготівлі, кріплять її. В якості підкладки під прихвати використовують ступінчасті підставки, різні бруски необхідної висоти або спеціальні опори для плиткових прихватів. Досить зручним у роботі є регульований по висоті вигнутий універсальний прихват. Таким прихватом можна притискати різні по висоті заготовки. Кріплення заготовок на столі верстата з допомогою прихватів є найпростішим випадком установки. Тим не менше при такому способі кріплення необхідно дотримувати наступні правила:

- болт, що кріпить прихват, необхідно встановлювати по можливості ближче до заготівлі;

- прихват повинен спиратися на підкладку однакової висоти з заготівлею;

- кінець прихвата, що спирається на заготівлю, не повинен знаходитись над тією її частиною, яка не спирається на стіл.

Розглянемо конструкції прихватів (рис.1). Прихват (рис.1, а) характерний наявністю довгастого отвору, що дозволяє відсунути його убік і, звільнивши деталь, вийняти останню з-під прихвата. Таке ж призначення і прихвата, показаного на рис.1, в, що легко видаляється після послаблення затискної гайки. Призначення прихвата, представленого на рис.1, б, ясно з фігури. Кутовий прихват (рис.1, г) служить для закріплення деталі з боку зворотної місцю кріплення. Відкидний шарнірний прихват (рис.1, д) встановлюється на осі в проушине пристосування і закріплює деталь таким, що нагвинчує гайки на відкидний болт. Сила затиску такого прихвата в два рази перевершує силу, що передається гайкою у разі, якщо затиск сухаря прихвата розташований точно по його середині. Сухар може повертатися в циліндричному ліжку прихвата, розташовуючись усією своєю площиною на поверхні деталі, і надійно її закріплювати.

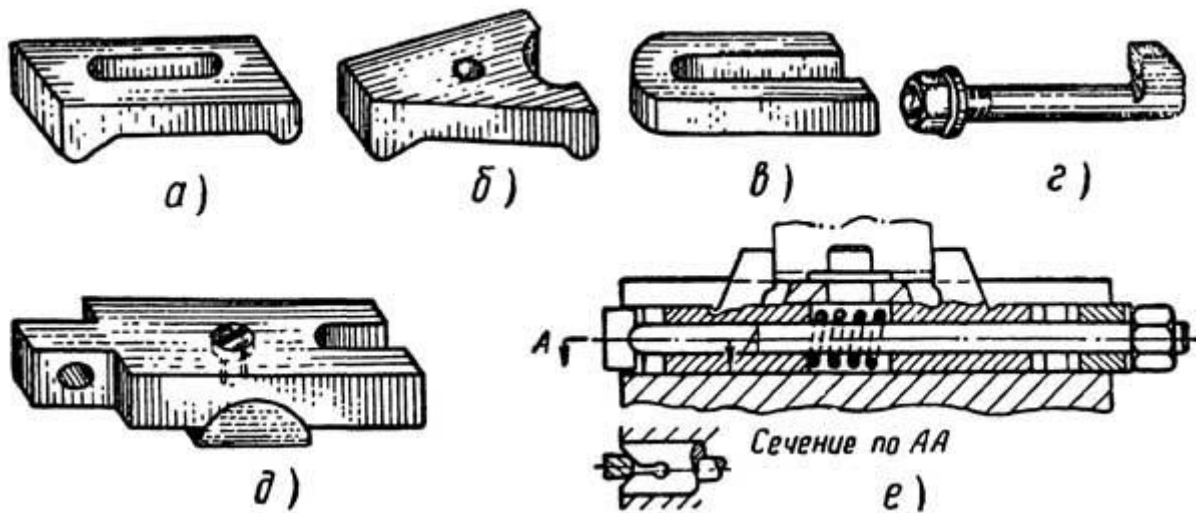


Рисунок 1 – Види прихватів

Призначення плаваючого прихвата (рис.1, е) - зажать деталь і потім нерухомо з'єднати її з корпусом, не змінюючи її положення відносно настановних поверхонь пристосування. Кутові прихвати при обертанні гайки стягуються і закріплюють деталь. При подальшому намотуванні гайки закруглені місця голівки болта і спеціального кулачка розтискають надрізані частини прихватів і створюють жорсткий зв'язок деталі з пристосуванням. Широко використовуються в пристосуваннях ексцентрикові прихвати. Вони діють значно швидше, ніж гвинтові, але менш універсальні і тому застосовуються при невеликих відхиленнях розмірів предметів, що затискаються.

Скоротити час закріплення деталей дозволяють різні конструкції багаторазових прихватів. З їх допомогою вдається створити рівномірний тиск по всіх місцях оброблюваної деталі. Це досягається наявністю вільних зв'язків між деталями прихватів, ретельністю їх виконання, а іноді і застосуванням еластичних середовищ, здатних передавати рівномірний тиск (гідропласту, гуми, воску, стеарину).

## 14 Приклади використання прихватів.

Для закріплення заготовок на фрезерних верстатах застосовують універсальні та спеціальні пристрої. До універсальних пристроїв відносяться прихвати, косинці, призми, машинні лещата.

При обробці великої кількості однакових заготовок виготовляють спеціальні пристрої, які придатні тільки для установки та закріплення цих заготовок на даному верстаті. Важливим приладдям фрезерних верстатів є ділильні головки. Вони служать для періодичного повороту заготовок на необхідний кут і для безперервного їхнього обертання при фрезеруванні гвинтових канавок.

У найпростішому випадку заготовку закріплюють безпосередньо на столі верстата. Для кріплення заготовки до стола користуються прихватами (рис. 2), які притискають болтами 2, заведеними в Т-подібні пази стола.

На рис. 2 показані різні форми прихватів і спосіб закріплення заготовки прихватом (рис. 2). Прихват 3 одним кінцем спирається на заготовку 1, а іншим на підкладку 4. Загортаючи ключем гайку, притискають один кінець прихвата до підкладки, а інший до заготовки.

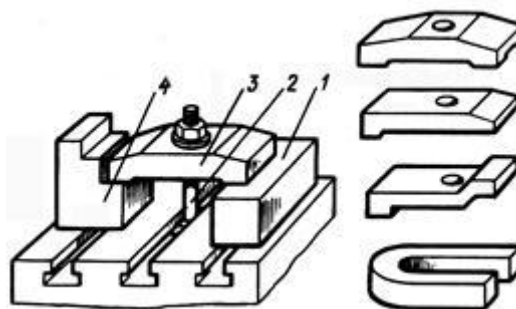


Рисунок 2 - Прихвати для закріплення заготовок на фрезерному верстаті

При закріпленні заготовки прихватами необхідно дотримуватися наступних правил: болт, що кріпить прихват, треба встановлювати якомога

ближче до заготовки; прихват повинен опиратися на підкладку однакової висоти із заготовкою або мати вигнутий виступ для опори на стіл або підкладку меншої висоти; кінець прихвата, що опирається на заготовку, не повинен знаходитися над її частиною, яка не торкається щільно поверхні стола; чим більший припуск фрезерується із заготовки, тим сильніше повинні бути затягнуті болти.

При фрезеруванні заготовки, дві оброблювані сторони якої повинні бути розташовані під певним кутом, користуються кутовими плитами (косинцями), які можуть бути жорсткими (рис. 2), поворотними (рис. 2) і універсальними (рис.2). Заготовку закріплюють на кутовій плиті за допомогою прихватів або струбцинок (рис. 3).

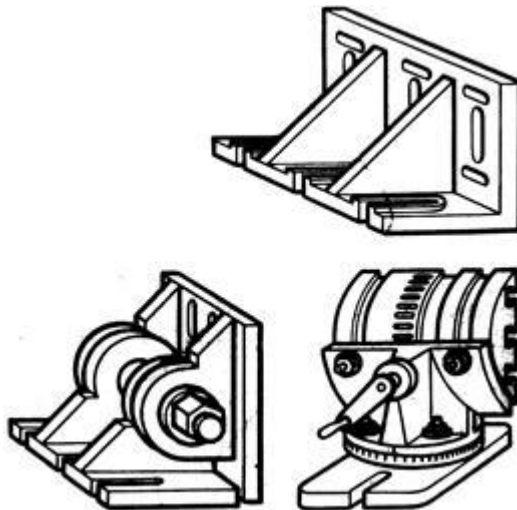


Рисунок 2 - Кутові плити для закріплення заготовок на столі фрезерного верстата

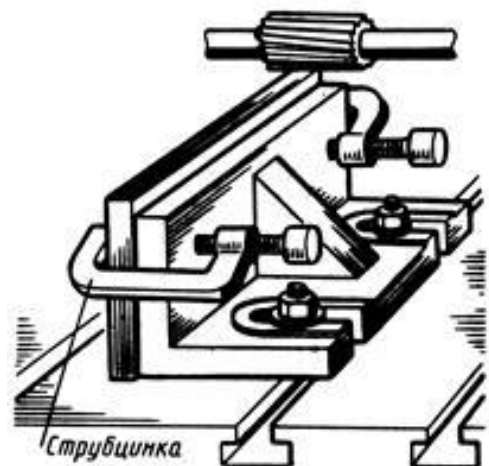


Рисунок 3 - Закріплення заготовки на кутовій плиті

Циліндричні заготовки для фрезерування в них шпонкових канавок, пазів і лисок зручно закріплювати в призмах, які разом з оброблюваною заготовкою кріплять до стола верстата прихватами (рис. 4).



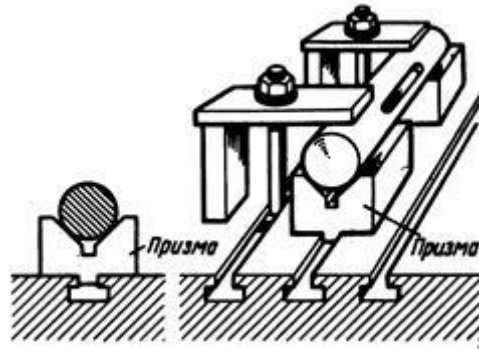


Рисунок 4 - Закріплення вала в призмах

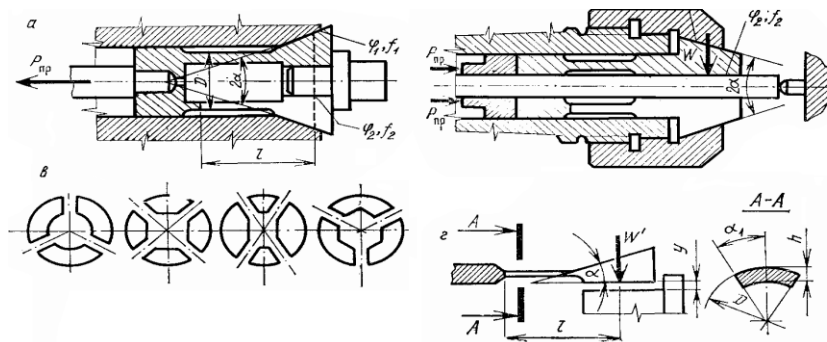
### ***15. Центруючі затискні елементи***

Центруючі затискні елементи виконують одночасно функції настановних і затискних елементів. Тому настановні елементи таких механізмів мають бути рухливими у напрямі затиску, а для збереження настановних властивостей закон їх відносного переміщення має бути заданий і реалізований в конструкції пристосування з достатньою точністю. До самоцентрируючих пристроїв відносяться патрони (трикулачкові, цангові, клиноплунжерные, клиношариковые, мембранні, пружні з гідропластмасою); лещата з рейково-зубчастим або гвинтовим механізмами; оправляння з різними розтискними елементами. Як настановно-затискні елементи пристроїв використовуються куркульки, цанги, кульки, гофровані кільця, тонкостінні втулки, тарілчасті пружини п т. п..

Цангами називаються різні пружинячі втулки, які можуть центрувати заготовлі по зовнішніх і внутрішніх циліндричних поверхнях. Подовжні прорізи перетворюють кожну пелюстку цанги на консольно закріплену балку, яка отримує радіальні пружні переміщення при подовжньому русі за рахунок взаємодії конусів цанги і корпусу. Оскільки радіальні переміщення усіх пелюсток цанги відбуваються одночасно і з однаковою швидкістю, то механізм набуває властивість

самоцентрування. Для збереження працездатності цанги деформація її пелюсток не повинна виходити за межі пружної зони. Це визначає підвищені вимоги до точності виконання діаметру базової поверхні заготовлі, який має бути виконаний не грубіше 9-го квалитета точності.

Кожна пелюстка цанги є односкосний клином. Тому для розрахунку сили тяги (приводу)  $P$  цанги можна користуватися формулами для розрахунку клину. Але розрахована таким чином сила тяги повністю не відповідатиме фактично потрібній силі  $P$ , оскільки вона повинна витратитися і на деформацію пелюсток цанги на величину  $y$ , рівну половині проміжку між цангою і заготівлею.



Цанговые механизмы: а — с цангой, работающей при зажиме на растяжение; б — с цангой, работающей на сжатие; в — разновидности цанг в зависимости от профиля зажимаемых заготовок;

Рисунок 5 – Цанговий механізм

Силу тяги (приводу) цанги при роботі без упору можна визначати по формулі

$$P_{np} = (W + W') \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1)$$

де  $W$  - потрібна сила затиску заготівлі, Н;

$W'$  - сила стискування пелюсток цанги для вибору проміжку між її губками і заготівлею, Н;

$\alpha$  - половина кута конуса цанги, град;

$\varphi_1$  - кут тертя в стику конічних поверхонь цанги і корпусу, град.

### Контрольні питання:

1. Дайте поняття прихвату?

2. Види прихватів.
3. Конструкція прихватів.
4. Де використовують прихвати. Наведіть приклади.
5. Дайте характеристику центруючим затискним механізмам.

**Література:** (Б1), с.37...43

## **Тема 2.2 Настаново-затискне обладнання пристосувань**

### **Лекція №11**

#### **Конструкції пневматичних приводів. Формули для визначення сил на штоці пневмоциліндру**

##### **План**

**1** Загальна характеристика настановчо-затискного устаткування пристосувань

**2** Пневмоприводи, загальна характеристика

**3** Пневмодвигуни односторонньої та двосторонньої дії

**4** Розрахунок осьової сили  $P_v$  на штоку пневмоциліндру

##### **1 Загальна характеристика настановчо-затискного устаткування пристосувань.**

Основним призначенням використання силового приводу в пристосуваннях є створення вихідної сили тяги  $P$ , яка необхідна для закріплення заготовки із зусиллям  $Q$ . Крім того, силові приводи використовуються для механізації завантаження і вивантаження заготовок, повороту пристосування, видалення стружки, транспортування деталей.

Силовим агрегатом приводу є перетворювач будь - якого виду енергії в механічну, необхідну для роботи затискних механізмів. У зв'язку з цим приводи розрізняються по видах перетвореної енергії.

У пристосуваннях використовують такі приводи: пневматичні, гідравлічні, пневмогідравлічні, електричні, електромагнітні, магнітні, вакуумні. По виду автоматизації виділяють механізовані і автоматизовані приводи. Особливістю автоматизованого приводу є звільнення працівника від управління ним.

## 2 Пневмоприводи, загальна характеристика

Пневматичні приводи. Вихідною енергією в пневматичних приводах є енергія стислого повітря. Пневмопривод широко застосовується в пристосуваннях через свою швидкість, простоти конструкції, легкості управління, надійності і стабільності в роботі.

Пневмоприводи також мають і недоліки: непланне переміщення штока, великі габаритні розміри силових агрегатів, шум при випуску відпрацьованого повітря.

Пневмопривод складається з:

1 Джерело стислого повітря – цехова або заводська компресорна установка.

2 Силовий агрегат – пневмодвигатель, який перетворює енергію стислого повітря на силу  $P$  на штоку.

3 Пневмоапаратура – контролюючі прилади.

4 Розподільні і запобіжні пристосування.

5 Повітряпроводи.

Пневмопривод встановлюють на корпусі пристосування. Останні елементи розміщують поза пристосуванням, а за допомогою повітряпроводів їх з'єднують з пристосуванням.

Пневмодвигателі бувають трьох видів:

1 Поршневі (пневмоциліндри) (рис.1).

2 Діафрагмові (пневмокамери) (рис.2).

3 Сільфони (рис.3).

Робоча камера двигуна сільфону є гафрованою замкнутою камерою з тонколистової корозійностійкої сталі, латуні або фосфористої бронзи, яка розширюється у напрямі робочого ходу штока під дією стислого повітря.

Тому робочий хід штока пневмокамери сільфону обмежений величиною можливої деформації, тоді як в пневмоциліндрі він може бути будь-яким.

Пневмоциліндр для герметизації робочої порожнини вимагає ущільнювачі на поршні і штоку, які досить швидко зношуються (найчастіше термін їх служби не перевищує 10 тис. циклів).

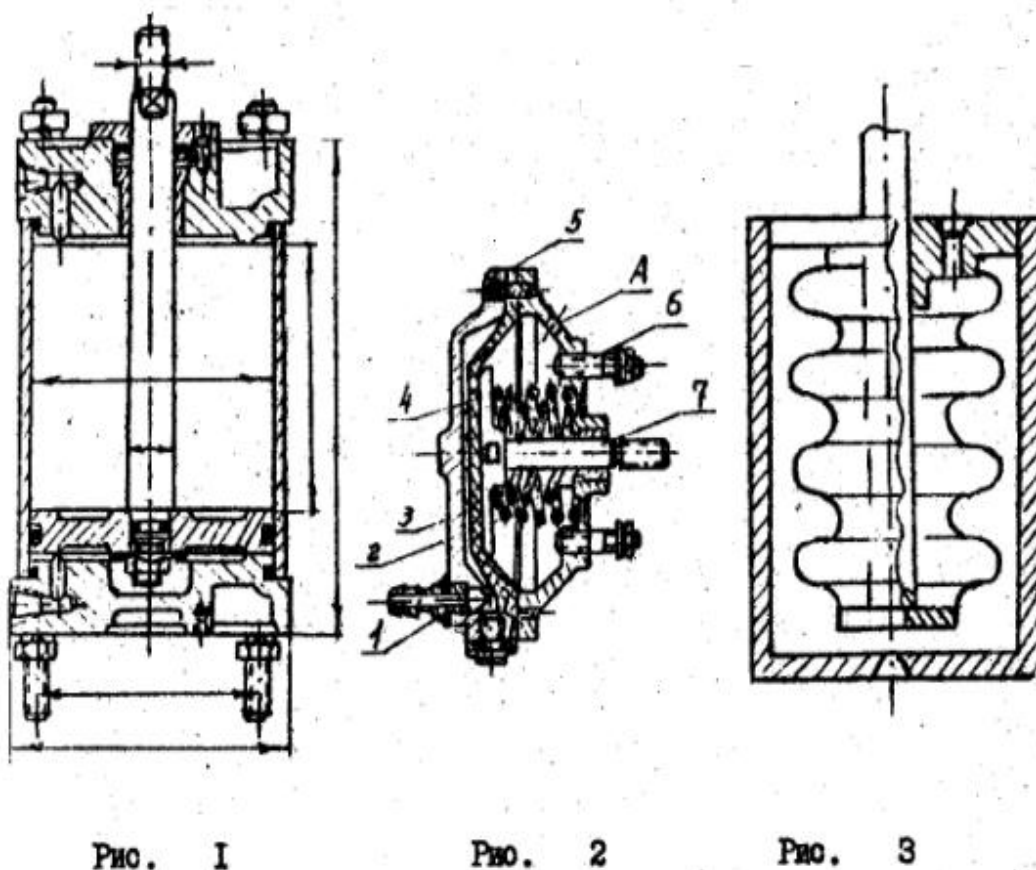


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Діафрагми довговічніші. Вони витримують до 600 тис. циклів. У сиффонах ущільнювачі не використовуються.

Як ущільнювачі можуть використовуватися манжети V – образного перетину з малостійкої гуми ГОСТ 6969-64 і кільця круглого перетину з малостійкої гуми ГОСТ 9833-73.

Залежно від джерела енергії зворотнього ходу розрізняють пневмодвигуни односторонньої дії, в яких робочий хід здійснюється стислим повітрям, холостий – зусиллям пружини двосторонньої дії і приводи двосторонньої дії.

### 3 Пневмодвигуни односторонньої та двосторонньої дії

Пневмодвигун односторонньої дії застосовуються в таких випадках: коли не потрібний великий хід штока, коли на зворотному ході не потрібна велика сила для відведення затискних елементів у вихідне положення.

Схема привода односторонньої дії приведена на рис. 4.

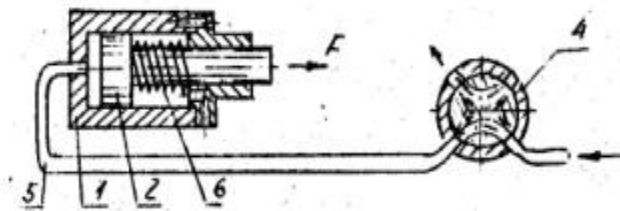


Рисунок 4 – Схема привода односторонньої дії

У цих пневмоприводах стиснуте повітря подається лише в одну порожнину і поршень 2 разом з штоком переміщається вправо при закріпленні деталі.

При розкріплюванні деталі поршень 2 разом з штоком відводиться вліво пружиною 6, а стиснуте повітря через золотник крану розподілу повітря 4 виходить в атмосферу. Такі пневмоприводи односторонньої дії необхідно застосовувати тоді, коли при закріпленні деталі необхідна сила більше, ніж при розкріплюванні.

Пневмодвигуни двосторонньої дії застосовуються в пристосуваннях з самотормозящими затискними пристосуваннями, тобто коли необхідна велика сила затиску при закріпленні і розкріплюванні деталей (ексцентрикові, клинові затискачі), оба ходу мають бути робочими.

Схема пневмопривода двосторонньої дії приведена на рис.5.

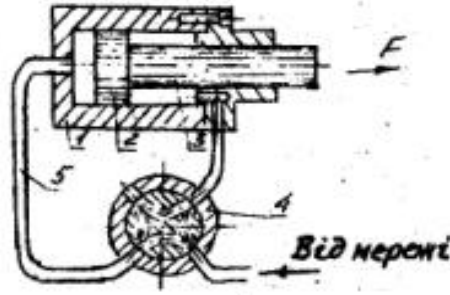


Рисунок 5 – Схема привода двосторонньої дії

Конструкції і основні розміри стаціонарних пневмоциліндрів стандартизовані за ГОСТ 15608-81.

При визначенні потужності поршневого двигуна необхідно враховувати витрати зусиль на стискування затискної пружини. Параметри пружин розраховуються за спеціальними формулами або вибираються за таблицями.

#### 4 Розрахунок осьової сили $P_v$ на штоку пневмоциліндра

При розрахунку пневмоприводів необхідно визначити осьову силу  $P_v$  на штоку, яка залежить від діаметру пневмоциліндра і тиску стислого повітря.

Для пневмоциліндра однобічної дії сила:

$$P_{\hat{A}} = P \frac{\pi D^2}{4} \eta - q,$$

звідки

$$D = 2 \sqrt{\frac{P_{\hat{A}} + q}{\pi P \eta}},$$



де  $P$  – тиск стислого повітря в системі,  $P = 0,4$  МПа;

$D$  – діаметр поршня, см;

$\eta$  - ККД = 0,85-0,9, який враховує втрати в пневмоциліндрі;

$q$  – сила опору стислої пружини зворотного ходу, Н

Для пневмоциліндра двосторонньої дії, в яких стисле повітря поступає то в праву порожнину, то в ліву, силу на штоку визначають при тиску стислого повітря на поршні:

- у безштокову порожнину:

$$P_{\dot{A}} = P \frac{\pi D^2}{4} \eta .$$

- у штокову порожнину:

$$P_{\dot{A}} = P \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \eta ,$$

звідки

$$D = \sqrt{\frac{4P_{\dot{A}}}{\pi P \eta} + d^2} ,$$

де  $d$  - діаметр штока.

Внутрішній діаметр пневмоциліндрів може складати 50,75, 100,125,150,200,250,300,350,400 мм.

### Контрольні питання:

1 Принцип дії пневмодвигуна односторонньої дії?

**2** Принцип дії пневмодвигуна двосторонньої дії?

**3** Наведіть формулу розрахунку сили на штоці для пневмопривода двосторонньої дії?

**Література:** (Б3), с.64...69

## Лекція 12

### Конструкції пневматичних приводів. Формули для визначення сил на штоці пневмокамер

#### План

5 Пневмоциліндри, що обертаються і не обертаються. Принцип дії

6 Діафрагмові пневматичні двигуни. Їх види, конструкції. Переваги, недоліки

7 Формули для визначення сил на штоку пневмокамер

#### 5 Пневмоциліндри, що обертаються і не обертаються. Принцип дії.

Пневмоциліндри поділяються на ті, що обертаються і не обертаються. Пневмоциліндри, що обертаються, застосовуються як силовий вузол для патронів, оправок і інших пристосувань на токарних, круглошліфувальних і інших верстатах. Конструкції і основні розміри цих пневмоприводів регламентовані ГОСТ 21821-76.

Як правило їх проектують двосторонньої дії. На рис. 1 представлений пневмоциліндр двосторонньої дії, що обертається.

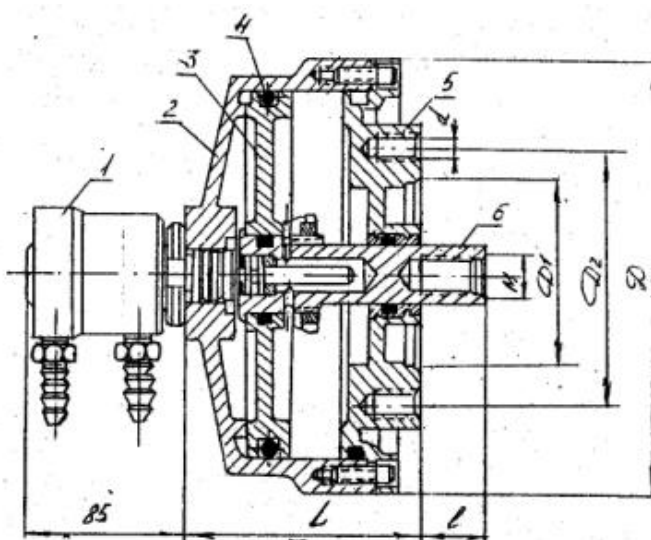


Рисунок 1 - Пневмоциліндр двосторонньої дії, що обертається

Пневмоциліндр встановлюють на задній стороні шпинделя верстата і обертаються вони разом. За допомогою воздухопідводимої муфти 1 пневмоциліндр з'єднується з сіткою подач стислого повітря. Поршень і шток пневмоциліндра через проміжні елементи переміщують кулачки при закріпленні і розкріплю ванні деталей, що обробляються на верстаті.

Пневмоциліндри, що обертаються, з'єднуються з пневмосіткою через воздухопідводимі муфти.

Пневмоциліндр складається з конуса 2, кришки 5, поршня 3 з штоком 6 і воздухопідводимої муфти 1.

При подачі стислого повітря через лівий приєднувальний отвір воздухопідводимої муфти 1 він поступає в праву порожнину циліндра, і поршень з штоком переміщуються в крайнє ліве положення.

При перемиканні розподільного крану стисле повітря поступає в правий приєднувальний отвір і таким чином потрапляє в ліву порожнину циліндра, переміщуючи поршень управо. якщо шток 6 пов'язаний з тягою, то через проміжні складові патрона вона може переміщати кулачки в центр, при цьому деталь закріплюється або розкріплюється. Розміри циліндрів, що обертаються, приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Розміри циліндрів, що обертаються

Марка циліндра	Д	l	L	Д1	Д2	М	d
ЦО-150	190	30	129	100	140	М20	М12/4отв.
ЦО-200	240	30	129	100	140	М20	М12/6отв.
ЦО-250	290	40	152	125	170	М24	М16/6отв.
ЦОС-200	240	30	210	100	140	М20	М12/6отв.
ЦОС-250	290	40	252	125	170	М24	М16/6отв.

## 6 Діафрагмові пневматичні двигуни. Їх види, конструкції. Переваги, недоліки.

Діафрагмовий пневматичний двигун є замкнутою камерою, розділеною еластичною діафрагмою на дві ізольовані одна від одної порожнини. Корпус діафрагмового пневмопривода є конструкцією з двох литих або штампованих чашок, між якими затиснута діафрагма з прогумованої тканини або гуми (рис.2, рис.3). До діафрагми за допомогою опорної шайби кріпиться шток. Переміщення штока походить від натиснення діафрагми, яка прогинається під дією стислого повітря. Робочий тиск на штоку пневмокамери завжди менший, ніж на штоку пневмоциліндра, оскільки частина сили стислого повітря передається на деформацію діафрагми. Тому зусилля на штоку діафрагми не є постійним, а змінюється при переміщенні. Зусилля змінюється за рахунок пружних деформацій діафрагми.

Діафрагмовий пневматичний двигун доцільно застосовувати вбудованим в корпус пристосування, але вони громіздкі і погано компануються при кріпленні. Їх переваги: простота конструкції і дешевизна виготовлення.

Залежно від конструкції і принципу дії діафрагмові двигуни бувають: односторонньої і двосторонньої дії (рис.2, рис.3).

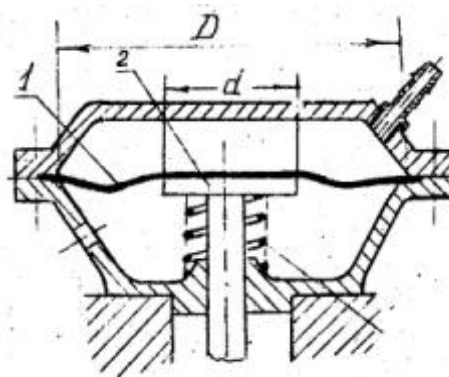


Рисунок 2 – Діафрагмовий двигун однієї дії

Недоліки діафрагмових пневмодвигателів:

1 Можливість миттєвого падіння затискного зусилля до нуля у момент розриву діафрагми.

2 Непостійність затискного зусилля, яке зменшується у міру прогину діафрагми.

3 Громіздкість конструкції.

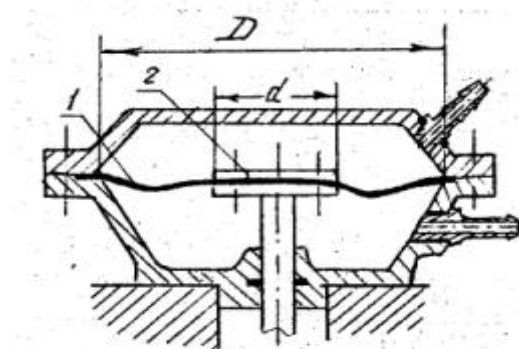


Рисунок 3 - Діафрагмовий двигун двосторонньої дії:

1- діафрагми, 2 – диск

Діафрагмові двигуни доцільно застосовувати в невідповідальних системах, де досить невеликий хід штока і де необхідне велике зусилля, не використовуючи підсилювачі.

Діафрагмові двигуни односторонньої дії поширеніші, ніж діафрагмові двигуни двосторонньої дії. У них робочий хід штока здійснюється у момент прогину діафрагми під дією стислого повітря, а відхід за допомогою пружини.

У діафрагмових двигунах двосторонньої дії робочий і зворотній хід штока здійснюється у момент прогину діафрагми під дією стислого повітря.

Допускається виготовлення діафрагми з чотирьохслойної тканини і покритою з двох сторін маслостійкою гумою або з листової технічної гуми, а також з транспортерної стрічки.

Товщина діафрагми  $h = 4 \dots 8$  мм.

У пневмокамерах діаметри вибирають відповідно до ГОСТ 9887-70: 75, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500 мм.

### 7 Формули для визначення сил на штоку пневмокамер

Сила на штоку для пневмокамер односторонньої дії:

$$P_{\hat{A}} = \frac{\pi}{16} (D + d)^2 P - q,$$

звідки

$$D = 4 \sqrt{\frac{P_{\hat{A}} + q}{0.75\pi P}} - d,$$

де  $q$  – зусилля зворотної пружини.

Для того, щоб забезпечити постійну роботу пневмокамер, необхідно витримати такі співвідношення між діаметром  $D$  діафрагми і ходом штока (рис.4):

1 для тарілчастих діафрагм хід не перевищує  $0,25 \dots 0,35D$  в один бік від початкового положення;

2 для плоских діафрагм з прорезининою тканини хід складає  $0,05 \dots 0,07D$  в обидві сторони від первинного положення;

3 для плоских діафрагм з гуми з тканинною прокладкою –  $0,1 \dots 0,22D$  в обидва кінця від початкового положення.

Силу  $P_B$  на штоку для пневмокамер двосторонньої дії для випадку подачі стислого повітря в безштокову порожнину:

$$P_{\dot{A}} = \frac{\pi}{16} (D + d)^2 P.$$

При подачі стислого повітря в штокову порожнину:

$$P_{\dot{A}} = \frac{\pi}{16} [(D + d)^2 - d_1^2] P,$$

де  $d_1$  – діаметр штока, мм;

$d$  – діаметр опорної шайби, мм

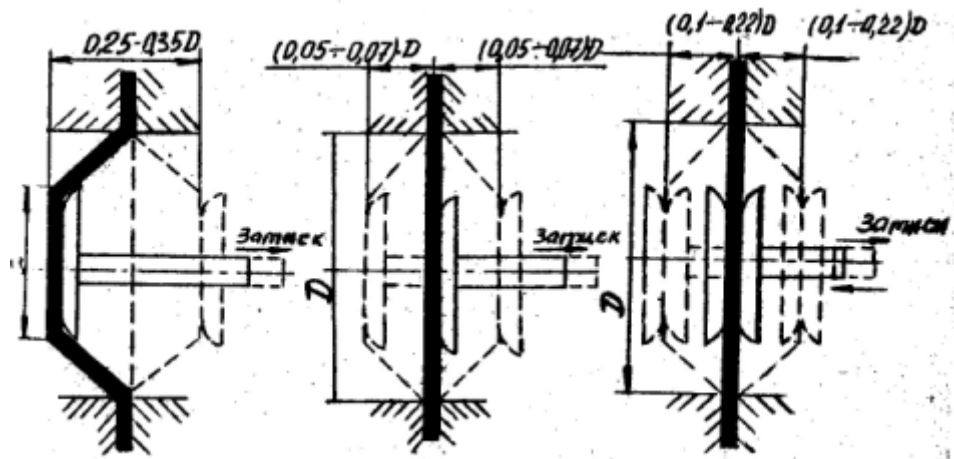


Рисунок 4 – Схеми пневмокамер

При конструюванні діафрагмових двигунів необхідно дотримуватися таких співвідношень між діаметрами діафрагми  $D$  і опорною шайбою  $d$ :

1 для гумовотканинних діафрагм:  $d = 0,7D$  мм;

2 для гумових діафрагм  $d = D - 2C - (2...4)$  мм, де  $C$  – товщина діафрагми, мм.

### Контрольні питання:

- 1 Принцип дії пневмокамери односторонньої дії?
- 2 Принцип дії пневмокамери двосторонньої дії?



**3** Наведіть формулу розрахунку сили на штоці для пневмокамери односторонньої дії?

**Література:** (Б3), с.69...74

## Лекція 13

### Конструкції гідравлічних, комбінованих та інших приводів верстатних пристроїв

#### План

**8** Гідравлічний привод. Загальна характеристика. Переваги, недоліки гідравлічного приводу.

*9 Гідронасоси та гідроциліндри*

**10** Пневмогідравлічні приводи. Загальна характеристика. Вживання, переваги і недоліки

**11** Вакуумні приводи. Загальна характеристика, принцип дії

*12 Електромеханічні, електромагнітні та магнітні приводи*

*13 Допоміжна апаратура електроприводів*

**8** Гідравлічний привод. Загальна характеристика. Переваги, недоліки гідравлічного приводу

Гідравлічний привід – це самостійна установка, що складається з електродвигуна, робочого гідроциліндра, насоса для подачі масла в циліндр, бака для масла, апаратури управління і регулювання, і трубопроводу. Залежно від призначення і потужності гідравлічний привод може обслуговувати одне пристосування, групу з трьох – п'яти пристосувань на декількох верстатах або групу з 25 – 35 пристосувань, встановлених на різних верстатах.

На рис. 1 дана схема установки гідроприводу на токарному верстаті. Гідропривод є гідроагрегатом 1, що складається з електродвигуна, лопастного насоса, бака для масла, маслопроводів 2, гідроциліндра 3, шток якого через тягу і проміжні ланки переміщає кулачки 5, патрона 4 і розподільного крану 6.

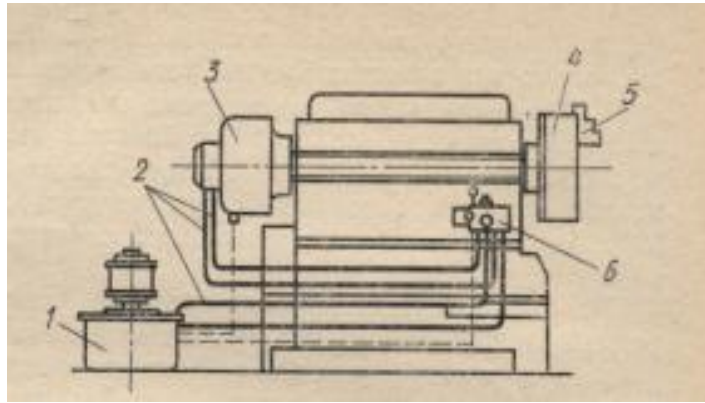


Рисунок 1 – Схема установки гідроприводу на токарному верстаті

На рис. 2а приведені відповідно конструкція лопастного гідравлічного гідроциліндра і схема роботи гідроприводу. Лопастний гідроциліндр встановлений на лівому кінці шпинделя токарного верстата і обертається разом з ним. Гідроциліндр 8 складається із статора (корпус) 1 з упором 2, кришками 7 і 10 і однолопастного ротора 3 з лопастю 4, закріпленого шпонками на гайці 9. Гайка встановлена в статорі на конічних роликотідшипниках 13 і пов'язана з гвинтом 11; у правий його кінець угвинчена тяга 12, яка через проміжні ланки переміщає кулачки патрона при затиску і розтиску деталі. При подачі масла в одну з порожнин статора 1 ротор 3 з лопастю 4 обертається до упору 2 і обертає гайку 9, яка переміщає гвинт 11 з тягою 12 управо або вліво. Гвинт 11, переміщаючись в шліцьовому отворі кришки 10, не обертається. Масло з гумових шлангів подається через отвір в приймальну муфту, що не обертається 5, встановлену на шарикотідшипниках, що сидять на валу 6, який запресований в кришку 7. Вал 6 має канали для проходу масла в одну з порожнин статора. Гідроагрегат з електродвигуном і насосом включають лише під час зупинки верстата, а сила затиску деталі кулачками патрона зберігається при обробці деталі унаслідок самоторможення гвинтової пари: гайки 9 і гвинта 11.

На рис. 2 б показана схема роботи гідроприводу. При переміщенні рукоятки 5 в крайнє положення перемикається золотник 4 і включається електродвигун насоса 2. Масло з бака 1 по трубопроводу через лопастний насос 2, що працює від електродвигуна, і трубопроводу 3 під тиском 6,5МПа подається в золотник 4. З нього масло по трубопроводах 7 поступає в праву або ліву порожнину лопастного циліндра 8. При подачі масла в праву порожнину циліндра лопать з ротором 9 обертається до упору 10 і витісняє масло з лівої порожнини. Масло через лівий трубопровід 7, золотник 4 по трубопроводу 14 стікає в бак 1. При перемиканні рукоятки 5 золотника 4 в іншу сторону масло поступає в ліву порожнину циліндра 8, а з його правої порожнини і золотника 4 по трубопроводу 14 зливається в бак 1. Масло, яке просочилося із золотника 4, відводиться по трубопроводу 13 в бак. Необхідний тиск масла в гідросистемі регулюється клапаном 12 і визначається манометром 6. Всі підшипники кочення змащуються маслом, яке скупчується від витоку в прикріпленому до муфти 5 кожусі 8 (рис. 2а) і по маслопроводу 11 відводиться в бак 1 (рис. 2б). Даний гідропривод може через тягу і проміжні ланки здійснювати переміщення кулачків в важельних і клинових патронах токарних верстатів.

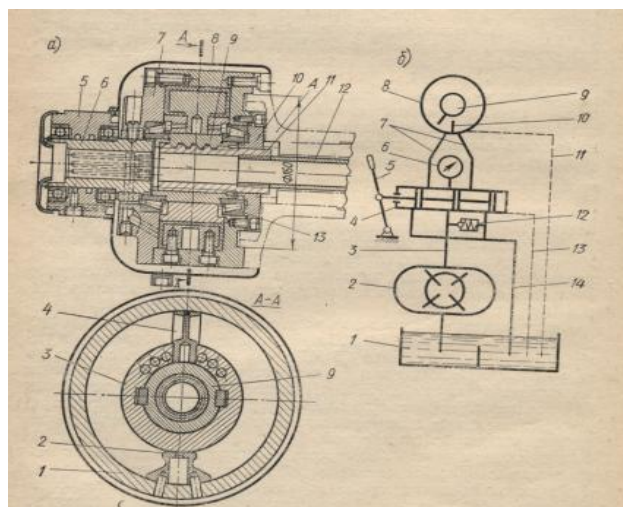


Рисунок 2 – Лопастний гідроциліндр (а) і схема роботи гідравлічного приводу (б)

Гідроциліндри, що обертаються, по конструкції поділяються на лопастневі і поршневі. Гідроприводи з поршковими гідроциліндрами, що обертаються, порівняно з лопастними циліндрами забезпечують велику довжину ходу тяги і кулачків патрона, простіші у виготовленні і мають меншу вартість. Тому поршкові гідроциліндри більше використовують в гідроприводах.

Недоліком конструкції поршкових гідроциліндрів, що обертаються, є неможливість використовувати їх при великій частоті обертання шпинделя ( $n > 1200$  об/хв.) оскільки в наслідок тертя маслорозподільної муфти приводу підвищується знос поверхонь деталей, що труться, починається витік масла і гідропривод нагрівається.

Необертальні гідроциліндри. У стаціонарних (необертальних) верстатних пристосуваннях застосовують нормалізовані гідроциліндри двох видів: вбудовувані і агрегатовані. Гідроциліндри бувають односторонньої дії з возвратною пружиною і двосторонньої дії. Гідроциліндри однієї дії залежно від напрямку переміщення поршня з штоком бувають: штовхаючі і тягнучі (рис. 3 а, б).

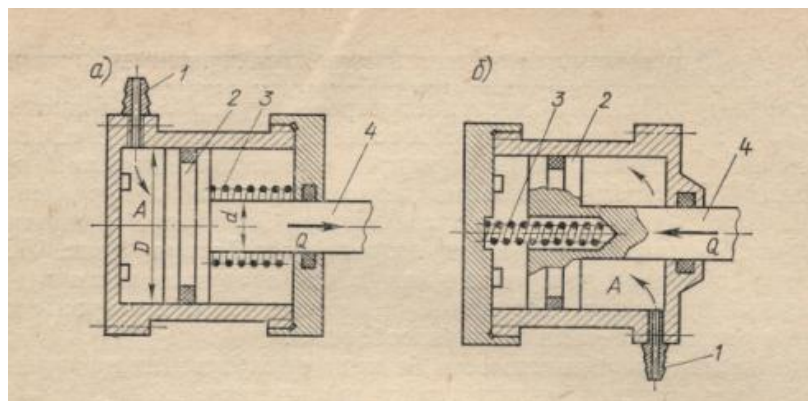


Рисунок 3 – Гідроциліндри однієї дії:

а – штовхаючі, б – тягнучі

В порівнянні з пневматичними гідравлічні приводи мають ряд переваг: високий тиск масла на поршень гідроциліндра створює велику осьову силу на штоку поршня; унаслідок високого тиску масла в порожнинах гідроциліндра можна зменшити розміри і вагу гідроциліндрів; можливість безступінчатого регулювання сил затиску і швидкостей руху поршня з штоком; висока рівномірність переміщення поршня унаслідок нестискуванності масла.

До недоліків гідравлічних приводів відносяться: складність гідроустановки і виділення площі для її розміщення; витоки масла, що погіршують роботу гідроприводу.

### ***9 Гідронасоси та гідромашини***

До гідравлічних машин відноситься великий круг машин, механізмів і пристроїв, призначених для створення або використання потоку рідкого середовища як носія енергії, головним чином: насоси, гідродвигуни і гідроперетворювачі. Проте часто це поняття включають і гідропередачі (гідроприводи). Останні є сукупністю насосів і гідродвигунів, сполучених між собою певним чином у рамках єдиної системи, що служить для передачі і перетворення енергії за допомогою рідкого середовища.

Все гідромашини — насоси, гідродвигуни, а також гідропередачі за принципом дії ділять на два види: динамічні і об'ємні.

Насос — як динамічний, так і об'ємний — є машиною для створення потоку рідкого середовища. У динамічному насосі рідке середовище переміщається під силовою дією на неї в камері, що постійно сполучається з входом і виходом насоса. Для об'ємного насоса характерним є те, що рідке середовище в нім переміщається шляхом періодичної зміни об'єму займаної нею камери, що поперемінно сполучається з входом і виходом насоса.

Для робочого процесу динамічних гідромашин характерними є великі швидкості руху їх робочих органів (а, означає, і рідкого середовища). В той же час в об'ємних гідромашинах великі швидкості робочих органів(і рідкого середовища) не обов'язкові, оскільки головну роль в їх робочому процесі грає тиск рідкого середовища.

Динамічні насоси по виду сил, що діють на рідке середовище, діляться на лопатеві, електромагнітні і насоси тертя.

По напрямку руху рідкого середовища розрізняють динамічні насоси: відцентрові і осьові.

Об'ємні насоси за характером руху робочих органів розділяють на роторні, крильчатые і поворотно - поступальні.

За даною ознакою роторні насоси бувають роторно-поворотними (з обертальним і поворотно-поворотним рухом робочих органів), роторно-поступальними — з обертальним і зворотно-поступальним рухом робочих органів і роторно-обертальними (з обертальним рухом робочих органів).

Залежно від напрямку переміщення рідкого середовища в групі роторно-обертальних насосів виділяють:

- зубчасті насоси, в яких переміщення рідкого середовища здійснюється в площині, перпендикулярній до осі обертання робочих органів; - гвинтові - з переміщенням рідкого середовища уздовж осі обертання робочих органів.

По виду робочих органів роторно-поступальні насоси діляться на шибєрные (з робочими органами у вигляді шибєров) і роторно-поршневі (з робочими органами у вигляді поршнів або плунжерів)

Гідравлічний привід - це енергетичний ланцюг, що складається з різних пристроїв, що служать для перетворення механічної енергії насоса,

в енергію руху рідини, яка перетвориться розподільним і контррегулюючим устаткуванням, передається виконавчому механізму, який здійснює механічну роботу відповідно до заданого технічного циклу.

Переваги гідроприводу в порівнянні з іншими приводами:

1 можливість отримання великих зусиль і моментів, що крутять, при порівняно малих розмірах машин і привода;

2 плавне переміщення і безступінчате регулювання швидкості у великому діапазоні;

3 мала енергійність (при малій вазі покращуються динамічні характеристики приводу);

4 можливість управління режимів роботи під час руху виконавчого механізму;

5 простота перетворення поворотно - поступальної ходи в обертальну;

6 легкість оберігання від перевантажень - клапан;

7 легкість автоматизації гідравлічного приводу;

8 компактність машин - мала маса;

9 висока експлуатаційна надійність.

Недоліки:

1 необхідність забезпечення герметизації рухливого елемента гідроприводу різного ущільнення, при зносі якого виникають порушення і внутрішні витоки;

2 у разі попадання повітря в рідину, вона стає такою, що стискається і порушується плавність робіт головного приводу;



З умови експлуатації рідини, а зокрема, температура довкілля, яке впливає на його характеристики.

Гідравлічний насос - це гідромашина, в якій механічна енергія перетворюється в енергію руху рідини.

Насоси підрозділяються на нерегульовані і регульовані.

Нерегульовані насоси у свою чергу підрозділяються на насоси з постійним напрямом потоку і з реверсивним напрямом потоку (рис. 4 а, б).



Рисунок 4 - Нерегульовані насоси

Нерегульовані насоси у свою чергу підрозділяються на насоси з постійним напрямом потоку і з реверсивним напрямом потоку (рис. 5 а, б).



Рисунок 5 - Регульовані насоси

## **10 Пневмогідравлічні приводи. Загальна характеристика. Вживання, переваги і недоліки**

Пневмогідравлічні приводи застосовують для переміщення затискних пристроїв пристосувань. Вони складаються з перетворювача

тиску, який сполучений з гідроциліндрами пристосувань, і необхідною апаратурою.

По виду роботи пневмогідроприводи бувають з перетворювачами тиску прямої дії і з перетворювачами тиску послідовної дії. Пневмогідролічні приводи питають стислим повітрям з цехової мережі через пневматичну апаратуру під тиском 0,4 – 0,6 МПа. Високий тиск масла в пневмогідроприводі створюється пневмогідролічними перетворювачами прямої або послідовної дії, що перетворюють тиск стислого повітря і високий тиск масла.

Пневмогідролічні приводи, що поєднують в собі простоту конструкції пневматичних і переваги гідролічних приводів, забезпечують швидке переміщення затискних пристроїв, невеликі габарити конструкції, створення великих сил затиску, порівняно невелику вартість. Пневмогідроприводи застосовуються для затиску деталей в одно-, багатомісних і багатопозиційних пристосуваннях (у серійному виробництві).

Розглянемо пневмогідролічний привод з перетворювачем тиску прямої дії. Принципова схема роботи такого приводу (рис. 4) заснована на безпосередньому перетворенні тиску стислого повітря у високий тиск масла.

Пневмогідролічний привод складається з пневмоциліндра 2 одnobічних дії з поршнем 4 і гідролічного циліндра 1 одnobічної дії з поршнем 6. Стисле повітря поступає з повітряної мережі через розподільний кран в безштокову порожнину 3 пневмоциліндра 2 та переміщає поршень 4 з штоком 5 вліво. Шток 5 давить на масло, яке переміщає в гідроциліндрі 1 поршень 6 з штоком 7 вліво. При цьому шток 7 через проміжні ланки переміщає затискні пристрої пристосування при затиску деталі. При затиску деталі поршні 4, 6 з штоками, пружинами переміщаються вправо.

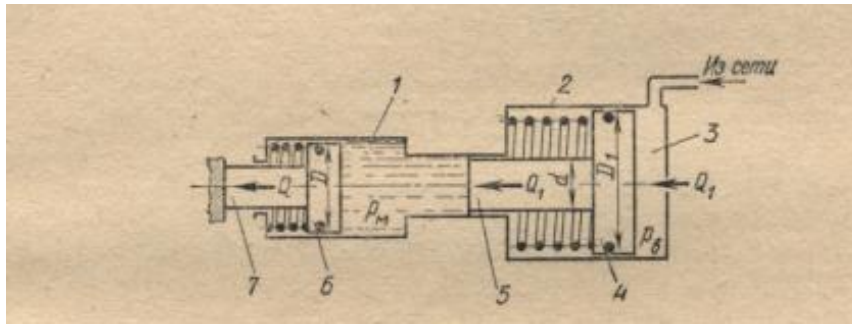


Рисунок 4 – Схема пневмогідропривода з пневмогідрравлічним перетворювачем тиску прямої дії

## 11 Вакуумні приводи. Загальна характеристика, принцип дії.

Вакуумні приводи пристосування застосовують для безпосередньої передачі атмосферного тиску на закріплювану деталь. У пристосуваннях з вакуумним затиском між базовою поверхнею деталі і порожниною пристосування створюється розряження – вакуум, і оброблювана деталь притискається до опорних поверхонь пристосування надлишковим атмосферним тиском. Пристосування з вакуумним затиском застосовують при чистовій обробці нежорстких деталей, які можуть деформуватися при прикладенні сил затиску на невеликих поверхнях деталі.

На рис. 5 а, б приведені схеми вакуумних затискних пристроїв. У корпусі 2 пристосування (рис. 5 а) є центруюча виточка, в яку плоскою базовою поверхнею встановлюють деталь 1. Між нижньою поверхнею 1 і корпусом 2 пристосування утворюється ізольована від атмосфери порожнина 6, сполучена каналом з вакуумним циліндром 3, що працює від пневмоциліндра 4 з розподільним краном 5. При створенні вакууму в порожнині 6 надлишковий атмосферний тиск рівномірно притискує деталь 1 до настановчої поверхні корпусу 2 пристосування. Герметичність порожнини 6 пристосувань забезпечує гумовий ущільнювач 7. Після обробки деталі порожнина 6 сполучається з атмосферою і оброблювана деталь 1 розтискається.

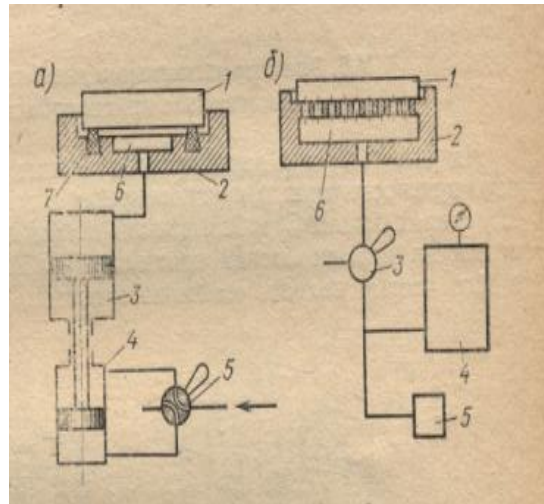


Рисунок 5 – Схема пристосувань з вакуумним приводом:

а – із застосуванням пневмоциліндра, б – із застосуванням вакуумного насоса

У пристосуванні 2 (рис. 5б) для рівномірного притиску деталі 1 до плити на її настановній поверхні є велика кількість дрібних отворів, що сполучаються з вакуумною порожниною 6 при закріпленні деталі. Пристосування з вакуумним приводом включає розподільний кран 3, ресівер 4 для швидкого утворення вакууму в порожнині 6 пристосувань і вакуумний насос 5. Утворення вакууму в індивідуальних і групових пристроях створюється відцентровими багатоступінчастими, поршневыми одно- і двоступінчастими насосами і т.д.

Управління вакуумним пристосуванням здійснюється чотирьох- або триходовим краном, який підключає вакуумне пристосування до пневмоциліндру або до насоса, або сполучає вакуумну порожнину пристосування з атмосферою.

Вакуумні пристосування застосовують для закріплення тонких пластинчастих деталей при чистовій обробці.

## *12 Електроmechanічні, електромагнітні та магнітні приводи*

*Електроmechanічні затискні* пристрої (ЕМЗУ) складаються з електродвигуна, передавального механізму, затискних елементів. Звичайно в ЕМЗУ застосовують асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором нормального виконання з підвищеним ковзанням або підвищеним пусковим моментом. Електродвигун працює короткочасно тільки при затисканні або отжимі, тому в ЕМЗУ завжди є самогальмуюча передача для фіксування стану системи після затискання й відключення двигуна.

За принципом дії приводу ЕМЗУ ділять на квазистатичні й динамічні.

У *квазистатичних* ЕМЗУ сила затиску створюється тільки за рахунок електромагнітного моменту двигуна й величина цієї сили визначається настроюванням дінамометрируючих пружних елементів, зокрема муфти граничного моменту, розташованої в кінематичному ланцюзі. Момент, що розвивається двигуном при затисканні, завжди менше його критичного (максимального) моменту.

У *динамічних* ЕМЗУ сила затиска створюється як за рахунок електромагнітного моменту двигуна, так і за рахунок кінетичної енергії обертових частин, за винятком витрат на тертя. Відключення двигуна відбувається після досягнення необхідної сили затиска, що визначається по силі струму в ланцюзі двигуна за допомогою реле або по величині відповідної деформації пружної ланки механізму, що викликає спрацьовування електроапаратури.

Привід є електроmechanічним пристроєм з електродвигуном і з муфтою тарування моменту, що крутить. Ці приводи використовують в пристосуваннях верстатів токарно-револьверної групи, агрегатних верстатів, в якості приводів гвинтових затисків пристосовань-супутників автоматичних ліній. Схема такого приводу приведена на рисунку 6. Від електродвигуна 1 через редуктор 2, кулачкову муфту 3 обертання

передається на гвинт 6, який переміщає гайку 7 з тягою затискного механізму 8. При досягненні на заготівлях необхідної сили затиску права половина муфти 3 зупиняється і віджимається управо, стискаючи пружину 4. Кінцевий вимикач відключає двигун. Величину початкової сили на тязі 8 можна регулювати, змінюючи попереднє затягування пружини гайкою 5. Задаючи момент  $M$ , який повинна передати муфта 3 для отримання необхідної сили  $W$ , можна визначити силу попереднього затягування пружини

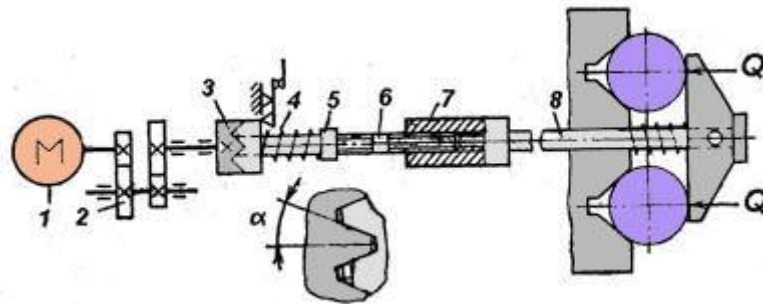


Рисунок 6 – Схема електромеханічного приводу

$$P_n = \frac{M}{r_{cp}} \operatorname{tg}(\alpha - \varphi)$$

де  $r_{cp}$  середній радіус розташування кулачків муфти;

$\varphi$  - кут тертя на поверхнях контакту зубів;

$\alpha = 30.45^\circ$  - кут скосу зубів муфти.

Тягова осьова сила  $Q$  електроприводу, що створюється моментом  $M$  електродвигуна

$$Q = \frac{M \cdot i \cdot \eta}{r \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1 + \varphi_1)}$$

де  $\eta$  - ККД редуктора;

$i$  - передатне відношення редуктора;

$r$  - середній радіус різьблення гвинта;

$\alpha_1$ - кут підйому різьблення гвинта, град.;  $\varphi_1$  - кут тертя в різьбовому з'єднанні.

Застосовується також схема затискного пристрою без муфти. В цьому випадку після закріплення заготівлі зі збільшенням моменту на валу електродвигуна і сили струму реле струму вимикає електродвигун.

Електроприводи характеризуються найбільшою швидкістю спрацьовування, малою витратою енергії, більш високою ККД, ніж у пневмо- і гідроприводів, але великими чим у гідроприводів габаритними розмірами і масою, чутливістю до перевантажень і меншою надійністю в роботі.

*Електромагнітні* затискні пристрої виконують у вигляді плит і планшайб для закріплення сталевих і чавунних заготівель з плоскою базою. У корпусі 1 плити розташовані електромагніти 6 (рисунку 9). Заготівлю 5 встановлюють на кришку 2, в якій розташовані полюси 3, оточені ізоляцією 4 з немагнітного матеріалу (латунь, нержавіюча сталь) з товщиною до 5 мм. Магнітний потік замикається через заготівлю, проходячи через корпус і кришку плити. Утримуюча сила виникає в місцях контакту заготівлі з полюсами і кришкою плити. Сердечники електромагнітів і полюса кришки виготовляють із сталі 10, а інші деталі плити - із сталей 10 і 15 або з чавуну СЧ12. Живлення електромагнітних плит здійснюється постійним струмом (номінальна напруга 24, 48, 110 і 220 В) від мотор-генераторов, або випрямлячів.

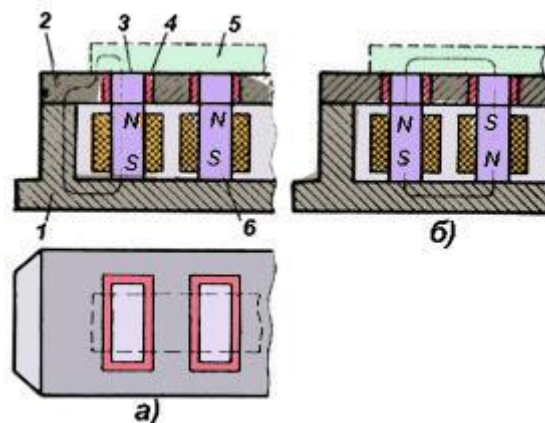


Рисунок 9 – Схема електромагнітного затискача

Після установки на електромагнітні плити деталі придбавають залишкові магнітні властивості. Внаслідок чого вони можуть притягувати продукти зносу сталевих і чавунних деталей, викликаючи прискорене зношування вузлів і механізмів. Розмагнічування деталей роблять в змінному магнітному полі, щільність якого поступово зменшується від максимального значення до нуля. Деталі пропускають через соленоїд зі змінним струмом (50 Гц) або розташовують на столі спеціального пристрою в якості замикаючого якоря електромагніту.

*Магнітні приводи.* В магнітних затискних пристроях встановлені постійні магніти. Утримувана заготівля є якорем, через який замикається магнітний силовий потік. Для відкріплення деталі магніт має бути зрушений або повернений з тим, щоб магнітний потік замкнувся минувши заготівлю.

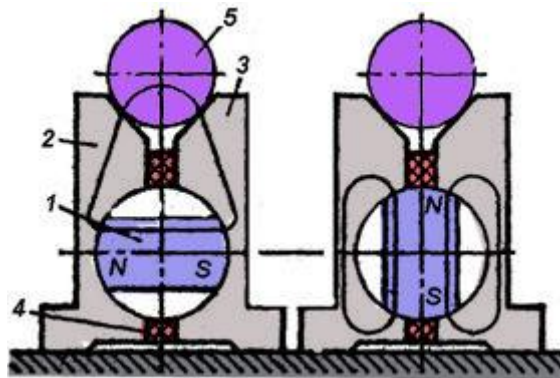


Рисунок 10 – Схема магнітного затискача

На рисунку 10 показана магнітна призма для закріплення циліндричних заготівель. При горизонтальному положенні магніта магнітний силовий потік проходить через обидві щочки 2 і 3 призми, розділеної немагнітною пластиною 4 і притискує заготівлю 5 до призми. При вертикальному положенні магніта магнітний потік замикається в корпусі і заготівля звільняється. Магнітні приводи мають переваги перед електромагнітним, оскільки у них відсутнє живлення струмом, а, отже, велика безпека в роботі і менша вартість експлуатації. Магнітні



затискні пристрої, так само як і електромагніти, є в основному плити і планшайби.

Постійні магніти виконують з феромагнітних матеріалів з високою залишковою індукцією і великою коерцитивної силою сталей з високим вмістом вуглецю і спеціальних присадок вольфраму, кобальту, хрому. Ці сталі зберігають магнітні властивості тривалий час (не менше двох років) і їх магнітні властивості можна відновити повторним намагніченням.

Постійні магніти для плит виготовляють з литих матеріалів: ЮНД8, ЮНДК15 і ін.

### **Контрольні питання:**

- 1 Принцип дії лопастного гідроциліндру?
- 2 Принцип дії пневмогідроприводу?
- 3 Принцип дії вакуумного приводу із застосуванням вакуумного насоса?
4. Пневмогідролічний привід. Принцип роботи.
5. Пристрій. Переваги і недоліки.
6. Розрахунок зусиль, що розвиваються приводом.
7. Вакуумні затиски. Принцип роботи. Переваги і недоліки.  
Розрахунок зусиль, що розвиваються приводом.
8. Електромеханічні приводи. Облаштування електромеханічного приводу. Розрахунок зусиль, що розвиваються приводом.
9. Електромагнітні затискні пристрої. Принцип роботи.  
Конструктивна схема. Розрахунок зусилля тяжіння заготівлі.

Як залежить утримуюча сила електромагнітної плити від характеристик оброблюваних заготівель? Магнітні приводи

**Література:** (Б1), с.103...122

## Лекція 14

### Лекція 14 Схеми і формули для розрахунку затиску заготовок в пристроях з різними приводами

#### План

**14** Схеми і формули для розрахунку закріплення заготовок в пристосуваннях з гідравлічним приводом

**15** Схеми і формули для розрахунку закріплення заготовок в пристосуваннях з пневмогідравлічним приводом

**16** Схеми і формули для розрахунку закріплення заготовок в пристосуваннях з вакуумним приводом

#### **14 Схеми і формули для розрахунку закріплення заготовок в пристосуваннях з гідравлічним приводом**

Вихідними даними для розрахунку гідравлічних затискних пристроїв є: необхідна сила  $Q$ , Н на штоку гідроциліндра, яка залежить від питомого тиску масла і площі поршня гідроциліндра, довжина ходу поршня  $L$ , м і час робочого ходу поршня  $t$ , хв.

Сила штоку для гідроциліндра одnobічної дії (рис. 1 а, б):

– що штовхають:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} P \eta - Q_1;$$

– що тягнуть:

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} P \eta - Q_1.$$

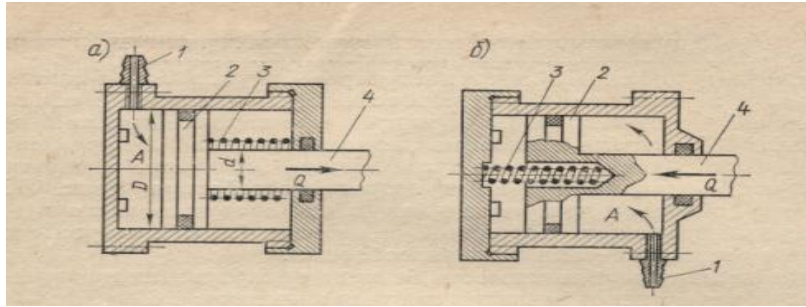


Рисунок 1 – Гідроциліндри одnobічної дії:

а – штовхаючі, б – тягнучі

Для гідроциліндрів двосторонньої дії (рис. 2) при подачі масла:

– у безштокову порожнину

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} P \eta;$$

– у штокову порожнину

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} P \eta.$$

Тут  $D$  – діаметр поршня гідроциліндра, см;  $P$  – тиск масла на поршень 2-7,5 МПа;  $\eta$  - ККД гідроциліндра  $\eta = 0,85-0,9$ ;  $Q_1$  – сила опору стислої пружини при крайньому робочому положенні поршня, Н;  $d$  – діаметр штока, см.

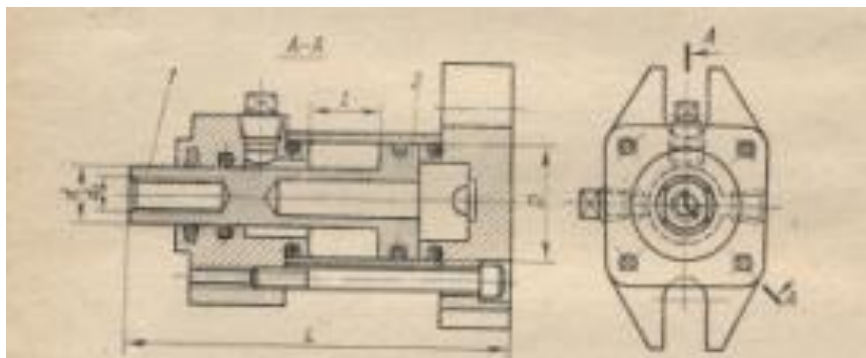


Рисунок 2 – Гідроциліндр двосторонньої дії

Діаметр поршня гідроциліндра, см:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi P}} = 1.13 \sqrt{\frac{Q}{P}}.$$

### 15 Схеми і формули для розрахунку закріплення заготовок в пристосуваннях з пневмогідролічним приводом

При рівновазі приводу, т.б. тиск між повітрям і маслом в пневмогідролічному перетворювачі (без врахування тертя) (рис. 3):

$$P_i \frac{\pi d}{4} = P_a \frac{\pi D_1^2}{4},$$

звідки тиск масла в гідроциліндрі 1, Па

$$P_i = P_a \frac{D_1^2}{d^2},$$

де  $P_v$  – тиск повітря в пневмоциліндрі, Па;

$D_1$  – діаметр поршня пневмоциліндра, см;

$d$  – діаметр штока – плунжера, см

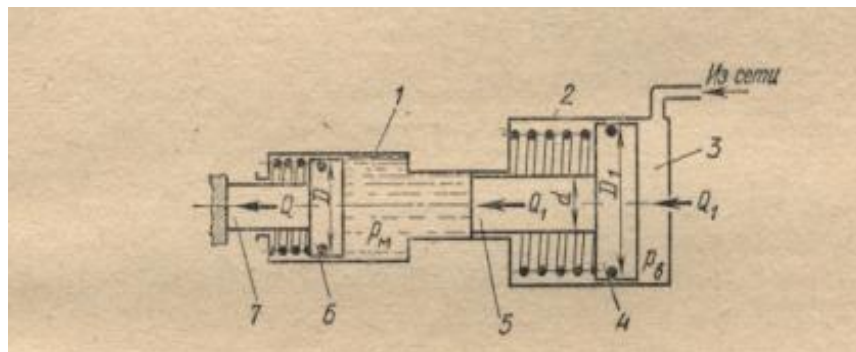


Рисунок 3 – Схема пневмогідропривода з пневмогідрравлічним перетворювачем тиску прямої дії

Сила на штоку робочого гідроциліндра (без врахування опору зворотної пружини, але з врахуванням механічного ККД):

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} P_i \eta.$$

Підставимо замість тиску  $P_m$  його значення, тоді

$$P_i = P_a \frac{D_1^2}{d^2} \frac{\pi D^2}{4} \eta.$$

Позначимо:

$$P_a \frac{\pi D_1^2}{4} = Q_1.$$

Підставимо в рівність значення сили  $Q_1$  і, здійснивши перетворення, отримаємо:

$$Q_1 = P_a \frac{\pi D_1^2}{4} \eta;$$

$$Q = Q_1 \frac{D^2}{d^2} \eta,$$

де  $Q_1$  – сила на штоку пневмоциліндра, Н;

$D$  – діаметр поршня гідроциліндра, см;

$\eta$  - ККД  $\eta = 0,8-0,85$

Величину ходу штока пневмоцилиндра визначимо з формули:

$$L \frac{\pi d^2}{4} = l \frac{\pi D^2}{4},$$

звідки

$$L = l \left( \frac{D}{d} \right)^2.$$

З врахуванням, що визначає втрати масла на витік:

$$L = l \left( \frac{D}{d} \right)^2 \frac{n}{\eta_0},$$

де  $L$  – хід штока пневмоцилиндра, см;

$l$  – хід штока робочого гідроциліндра, см;

$n$  – число робочих гідроциліндрів пристосовань, обслуговуваних приводів;

$\eta = 0,95$  – об'ємний ККД приводу

З вираження  $Q = \frac{\pi D^2}{4} P_i$  визначимо діаметр робочого гідроциліндра,

см:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi P_i}}.$$

Після перетворення отримаємо:

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{Q}{P_i}}.$$

Діаметр штока пневмоциліндра, см:

$$d = \frac{D}{1.75 - 2.5}.$$

З формули

$$P_i = P_a \frac{D_1^2}{d^2} \eta$$

діаметр пневмоциліндра, см:

$$D_1 = 0.56d\sqrt{P_i}.$$

### **16 Схеми і формули для розрахунку закріплення заготовок в пристосуваннях з вакуумним приводом.**

Сила затиску  $Q$ , Н оброблюваної деталі у вакуумному пристосуванні (рис. 4 а, б) залежить від величини корисної площі вакуумної порожнини і визначається за формулою:

$$Q = (p_a - p_0)F - p_y,$$

де  $p_a$  – атмосферний тиск, Па;

$p_0 = 0,01-0,015$  МПа – залишковий тиск в камері після розрідження, МПа;

$F$  – площа, обмежена внутрішнім контуром гумової прокладки, см<sup>2</sup>;

$p_y$  – пружна сила стислої гумової прокладки, Н

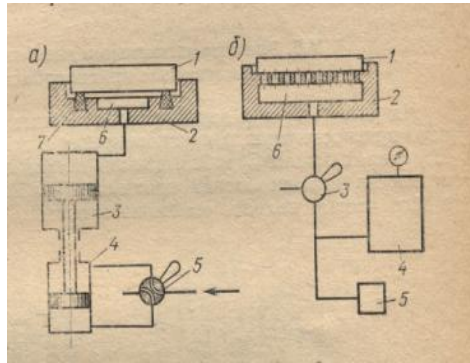


Рисунок 5 – Схема пристосувань з вакуумним приводом: а – із застосуванням пневмоциліндра, б – із застосуванням вакуумного насоса

$$p_n = p_a - p_0$$

– надлишковий тиск (повинен бути не менше 0,07 МПа, оскільки менше не забезпечує надійного закріплення деталі).

Залишковий тиск  $p_0 = 0,01-0,015$  МПа є оптимальним і застосовувати глибший вакуум не слід, оскільки значно зростає вартість приводу, а сила притиску деталі збільшується трохи.

### Контрольні питання:

- 1 Принцип розрахунку гідроциліндрів?
- 2 Принцип розрахунку пневмогідроприводу?
- 3 Принцип розрахунку вакуумного приводу із застосуванням вакуумного насоса?

**Література:** (Б1), с.110...122



## Лекція 15 Механізми – підсилювачі затиску

### План

17 Загальні відомості

18 Важельні механізми-підсилювачі

19 Важельно-шарнірні механізми-посилювачі з пневмоприводом

20 Клинові підсилювачів

21 Багатоплунжерні самоцентруючі механізми, механізми з гідропласмасою

### 17 Загальні відомості

Механізми-підсилювачі служать для підвищення величини початкової сили механізованого приводу і є проміжною ланкою, що зв'язує привід із затискним пристроєм. Їх застосовують, коли для затиску оброблюваної деталі в пристосуванні потрібно більшу силу, ніж початкова сила механізованого приводу

За принципом дії механізми-підсилювачі верстатних пристосувань бувають важільні, клинові, шарнірно-важільні, плунжерно-клинові, гвинтові, комбіновані. Усі вони є поєднанням ряду елементарних механізмів.

Характеризуються передатним відношенням сил  $i_c = W/Q$  і передатним відношенням переміщень  $i_n = s_2/s_1$ .

У комбінованих механізмах-підсилювачах, що складаються з поєднання елементарних механізмів, передатне відношення  $i_c$  і  $i_n$  є твором передатних стосунків окремих механізмів.

$$i_c = i_{c1} \cdot i_{c2} \cdot \dots \cdot i_{cn}; \quad i_n = i_{n1} \cdot i_{n2} \cdot \dots \cdot i_{nn},$$

де  $i_{c1}, i_{c2}, i_{cn}$  - передатне відношення сил кожного простого механізму;

$i_{n1}, i_{n2}, i_{nn}$  - передатне відношення переміщенні кожного простого механізму, що входять до складу комбінованого механізму підсилювачу.

Сила затиску в пристосуванні з комбінованим механізмом-підсилювачем

$$W = Q \cdot i_{c1} \cdot i_{c2} \dots i_{cn},$$

де  $Q$  – вихідна сила приводу.

### 18 Важільні механізми-підсилювачі

Розглянемо дві схеми важільних підсилювачів (рис. 1, а, б).

Сила затиску для важеля першого роду (рис. 1, а)

$$W = Q (a/b).$$

Сила затиску для важеля другого роду (рис. 1, б)

$$W = Q (a + b) / b,$$

де  $W$  – сила затиску деталі в пристосуванні, Н;

$Q$  – сила на штоці приводу, Н;

$a, b$  – довжина плечей важелів.

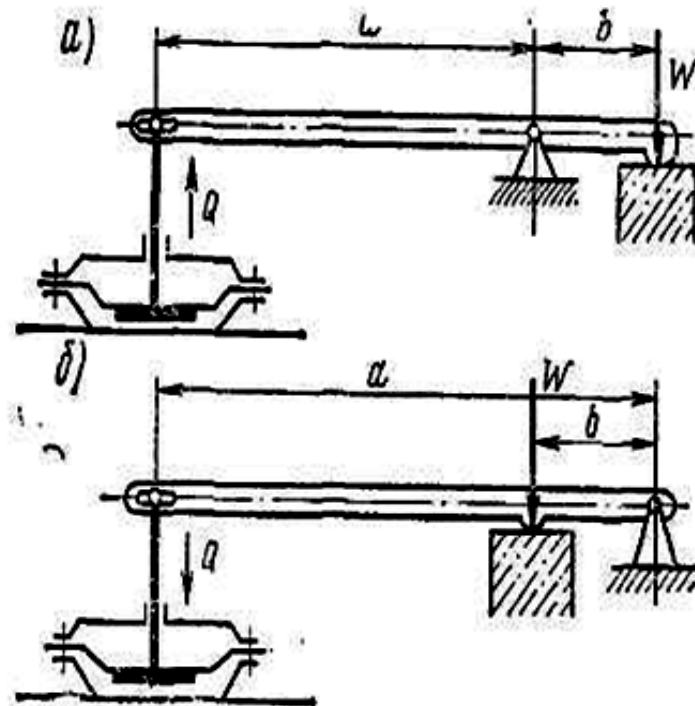


Рисунок 1 – Важільні механізми-підсилювачі з важелем першого роду (а) та важелем другого роду (б).

У приведених формулах член при  $Q$  є передатним відношенням  $i_c$  сил.

Важільні механізми-підсилювачі з важелем першого і другого роду, розміри яких обмежені габаритами пристосування, збільшують початкову силу приводу в 2 - 3 рази.

### Одноважільні механізми-підсилювачі

Важільно-шарнірні механізми використовуються як швидкодіючі ручні затискачі або як підсилювачі в механізованих приводах. У першому випадку (рис.2) затиск деталі здійснюється поворотом руків'я, яке переводиться за мертву точку до упору 1, що гарантує надійність закріплення. По конструкції вони діляться на одинважільні, двохважільні односторонньої дії, двохважільні двосторонньої дії (що самоцентруються). Властивості самоторможіння ці механізми не мають.

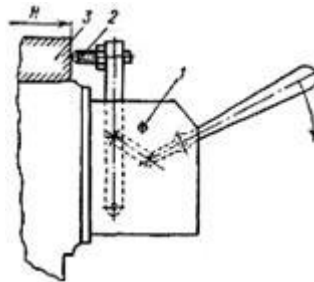


Рисунок 2 - Важільно-шарнірний механізм як швидкодіючий ручний затискач

Схема для розрахунку одинважільного шарнірного механізму-підсилювача односторонньої дії у вигляді важеля 1 з роликом 2 приведена на рисунку 3.

Початкова сила  $Q$ , що розвивається механізованим приводом 4, через шток 3 і ролик 2 передається на важіль 1, пов'язаний віссю з роликом 2. Від ролика 2 діє сила реакції  $N=W$ . Рівнодійною сил  $Q$  і  $N$  являється сила  $R$ , що діє уздовж осі важеля 1. Ця сила  $R$ , прикладена на кінці важеля 1 в точці 3, розкладається на дві сили  $W$  і  $Q$ . При поданні стислого повітря в ліву порожнину пневмоциліндра 4 шток 3 переміщає нижній кінець

важеля 1 з роликом 2 управо, а його верхній кінець повертає важіль 7 біля нерухомої опори 6 і лівий кінець важеля затискає оброблювану деталь 5.

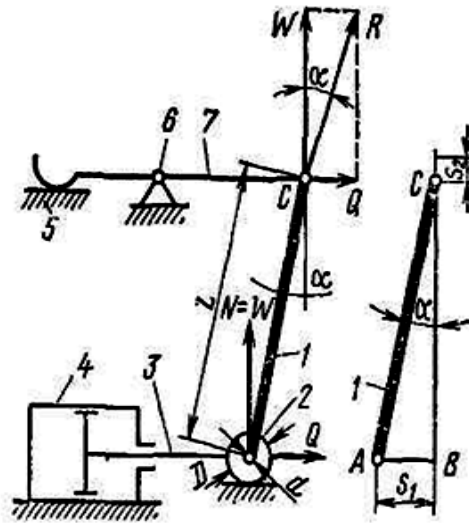


Рисунок 3 - Схема для розрахунку одинважільних шарнірних механізмів з роликом

З умови рівноваги одинважільного суставного механізму з роликом зусилля затиску визначається по формулі

$$W = Q \frac{1}{2\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg}\varphi_{sp}}$$

де  $Q$  - зусилля, прикладене до важільно-шарнірного механізму;

$\alpha$  - кут нахилу;

$\beta$  - додатковий кут до кута нахилу, що враховує втрати на тертя в шарнірах.

### Двохважільні механізми-підсилювачі

На рисунку 4, а показаний шарнірний, а на рисунку 4, б - шарнірно-плунжерний двохважільні механізми-підсилювачі односторонньої дії.

Сила  $Q$ , пневмоцилиндром 4, що розвивається, через шток 3 передається важелям 1 і 2, механізмами-підсилювачами односторонньої дії, що являються. При поданні стислого повітря в ліву порожнину пневмоцилиндра 4 поршень 5 з штоком 3 переміщується управо і шток повертає важелі 1 і 2, наближаючи їх до вертикального положення. При

цьому важіль 1, шарнірно пов'язаний з важелем 8, повертає його біля нерухомої опори 7 і лівий кінець важеля 8 затискає деталь 6.

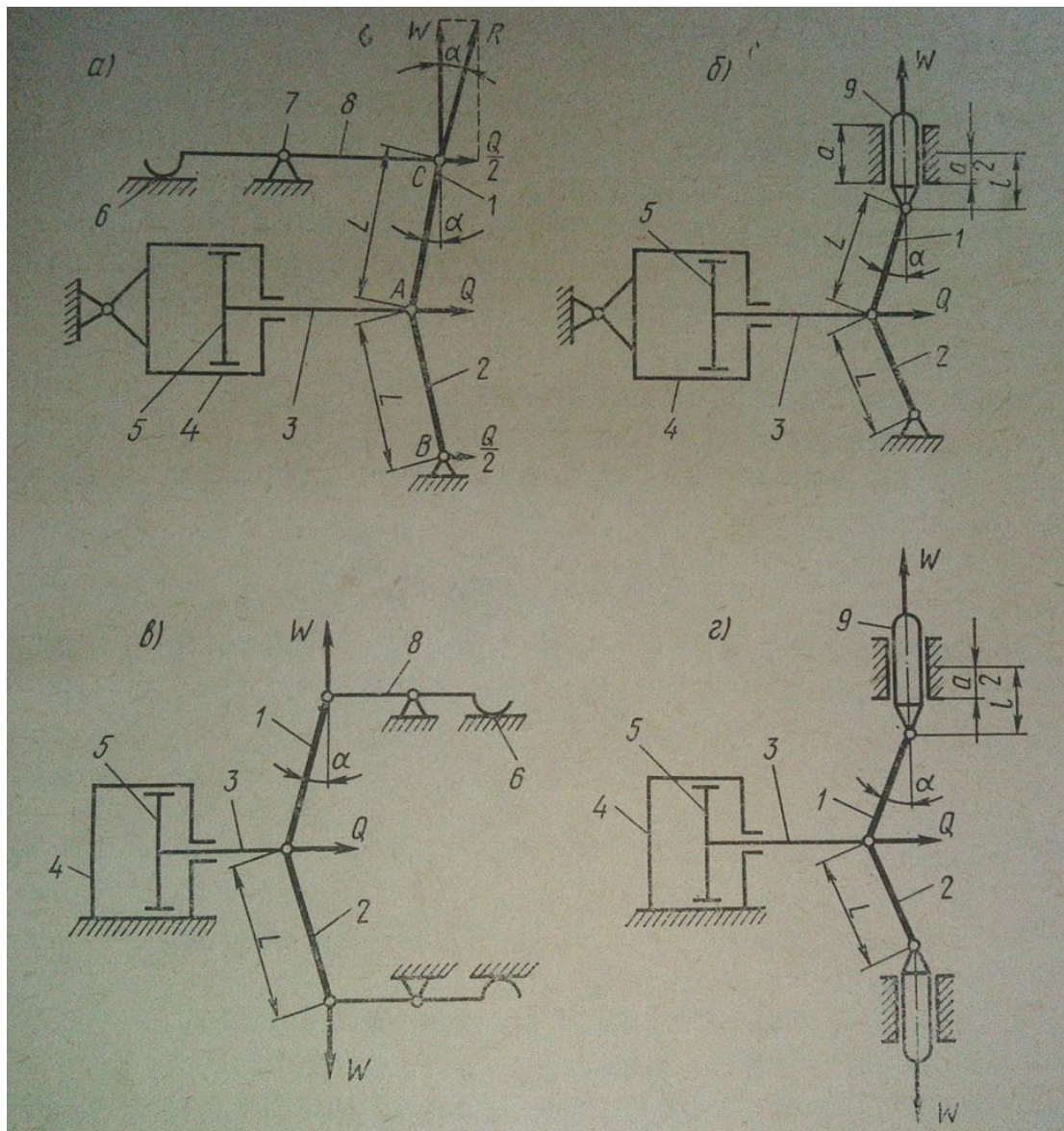


Рисунок 4 – Схеми двохважельних шарнірних механізмів

Сила затиску, що розвивається двохважільним шарнірним підсилювачем односторонньої дії:

$$W = Q/[2\text{tg}(\alpha+\beta)]$$

У двохважільному шарнірно-плунжерном механізмі-підсилювачі односторонньої дії з плунжером 9 (рис.4 б) враховується тертя в шарнірах і тертя на плунжері, сила затиску розраховується за формулою:

$$W = Q \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta)} - \operatorname{tg} \varphi_{\text{зпр}} \right]$$

На рис. 4, в показаний шарнірний, а на рис.4, г - шарнірно-плунжерный двохважільні механізми-підсилювачі двосторонньої дії, що є як би здвоєними одинважільними механізмами-підсилювачами.

При поданні стислого повітря в ліву порожнину пневмоцилиндра 4 поршень 5 з штоком 3 переміщається управо і шток повертає важелі 1 і 2, наближаючи їх до вертикального положення. При цьому важелі 1 і 2 повертають важіль 8 біля нерухомих опор і останні затискають деталь 6.

Сумарна сила затиску, що розвивається двохважільним механічним підсилювачем двосторонньої дії розраховується за формулами:

$$W_{\text{сум}} = Q/\operatorname{tg}(\alpha + \beta); \quad i_c = W_{\text{сум}}/Q; \quad W = W_{\text{сум}}/2; \quad W_{\text{сум}} = 2W$$

На рис.4,г шарнірно-плунжерный двохважільні механізми-підсилювачі двосторонньої дії. При поданні стислого повітря в ліву порожнину пневмоцилиндра 4 поршень 5 з штоком 3 переміщається управо і шток повертає важелі 1 і 2 переміщає плунжери 9 від центру на затиск деталі.

Сумарна сила затиску, що розвивається механізмом розраховується за формулою

$$W = Q \cdot \left[ \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta)} - \operatorname{tg} \varphi_{\text{зпр}} \right]$$

В формулах для визначення  $W$  та  $W_{\text{сум}}$  однаважельних та двохважельних механізмах прийнято:

$W$  – сила затиску, Н;

$Q$  – вихідна сила на штоці механізованого приводу, Н;

$\alpha = 5^\circ - 40^\circ$  - кут нахилу важелю;

$\beta \approx 1$  – додатковий кут до кута  $\alpha$ , який враховує втрати на тертя ковзання в шарнірах важелю,  $\beta = \arcsin f(d/L)$ ;

$f \approx 0,1$  – коефіцієнт тертя ковзання на вісі ролика ті в шарнірах важелю;

$d$  – діаметр осів шарнірів та отвору ролика, мм;

$D$  – зовнішній діаметр опорного ролика, мм  $d/D=0,5$ ;

$L$  – відстань між осями отворів важеля, мм  $d/L=0,2$ ;

$tg\varphi_{2пр}$  - приведений коефіцієнт тертя качіння, який враховує втрати на тертя в роликовій опорі;

$tg\varphi_2=0,1$  – коефіцієнт тертя ковзання на опорі ролика;

$tg\varphi_{3пр}$  - приведений коефіцієнт тертя, який враховує втрати на тертя в консольному плунжері;

$tg\varphi_3$  - коефіцієнт тертя ковзання в двоопорному плунжері;

$a$  – довжина направляючої втулки плунжера, мм;

$l$  – відстань між осями шарніра і серединою направляючої втулки плунжера, мм.

При  $l/a = 0,7$ ,  $tg\varphi_3=0,1$ ,  $tg\varphi_{3пр}=0,21$ .

### ***19 Важельно-шарнірні механізми-посилювачі з пневмоприводом***

Розглянемо важільні шарнірні механізми-підсилювачі з пневмоприводом. На рис. 5 а, показана схема пневматичного затиску з комбінованим підсилювачем, що складається з одинважільного механізму-підсилювача з роликом і двуплечевого важеля.

На лівому кінці штока 2 на осі встановлені ролик і нижній кінець одинважільного шарнірного механізму-підсилювача 3, який верхнім кінцем шарнірно пов'язаний з двоплечим важелем 4. При поданні стислого повітря у безштокову порожнину поршня 1 з штоком 2 переміщається вліво і через одинважільний шарнірний механізм-підсилювач 3 переміщає горизонтальне плече важеля 4 вгору, а вертикальне плече важеля 4 переміщає повзун 5 управо і затискає деталь 6.

Під час подання стислого повітря в штокову порожнину пневмоциліндра поршень 1 з штоком 2 переміщається управо і механізм 3 через важіль 4 відводить повзун 5 вліво і деталь 6 розтискає.

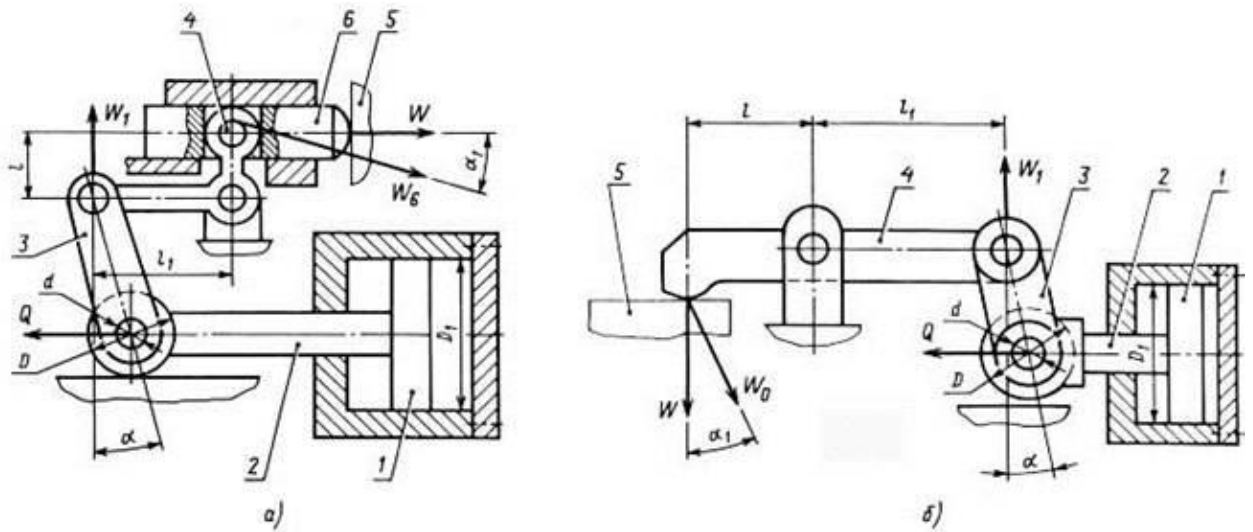


Рисунок 5 – Конструктивні схеми важільних шарнірних механізмів-підсилювачів з пневмоприводом

На рис. 5 б, дана схема пневматичного затиску з комбінованим підсилювачем, що складається з одинважільного шарнірного механізму-підсилювача 3 з роликком і двуплечевого важеля 4. На лівому вильчатому кінці штока 2 на осі встановлені ролик і нижній кінець механізму-підсилювача 3, останній верхнім кінцем шарнірно пов'язаний з двоплечим важелем 4.

При поданні стислого вохдуха у безштокову порожнину пневмоцилиндра поршень 1 з штоком 2 переміщається вліво і через одинважільний шарнірний механізм-підсилювач 3 піднімає праве плече важеля 4, а ліве плече 4, опускаючись, затискає деталь 5.

Під час подання стислого повітря в штокову порожнину пневмоцилиндра поршень 1 зі штоком 2 переміщується вправо, важіль 4 піднімається і відбувається розтиск деталь 5.

Сила затиску деталь і осьовий сила на штоці цилиндру розраховується за формулами:

$$W=Q/[\operatorname{tg}(\alpha+\beta) + \operatorname{tg}\varphi(d/D)](l/l_1) \cdot 1/\eta$$



$$Q = W / [\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg}\varphi(d/D)](l/l_1) \cdot 1/\eta$$

$$Q = W_1 / [\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg}\varphi(d/D)](l/l_1) \cdot 1/\eta,$$

де  $\alpha$  – кут нахилу важеля підсилювача;

$\beta$  – додатковий кут до кута  $\alpha$ , який враховує тертя в шарнірах важеля  $\beta = \arcsin f(d/D)$ ;

$f$  – коефіцієнт тертя  $f=0,1$ ;

$d$  – діаметр вісі ролика;

$D$  – зовнішній діаметр ролика;

$D_1$  – діаметр поршня пневмоциліндру;

$\operatorname{tg}\varphi = f=0,1$  – коефіцієнт тертя на опорній поверхні ролика;

$l$  та  $l_1$  – довжина плеч важеля;

$\eta$  – коефіцієнт, який враховує тертя в різних трущихся з'єднаннях;

$W$  – сила затиску оброблюємої деталі;

$W_1$  – сила, яка діє на осі важеля;

$Q$  – вихідна сила на штоці пневмоциліндру.

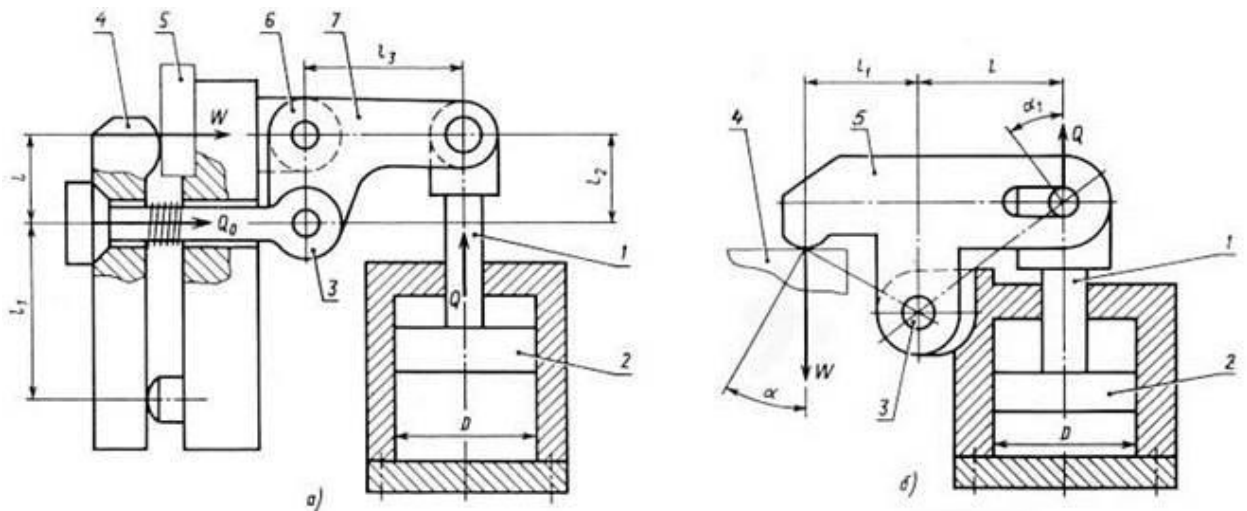


Рисунок 6 – Конструктивна схема важельно-шарнірних посилювачів затискних пристроїв пневмоприводу

На рис.6, а дана схема пневматичного затиску з важільним механізмом-підсилювачем.

При поданні стислого повітря у безштокову порожнину пневмоцилиндра поршень 2 з штоком 1 переміщається вгору і шток повертає важіль 7 біля осі 6. Під час повороту важеля 7 коротким плечем переміщає стержень 3 з прихватом 4 управо і прихват коротким плечем затискає деталь 5.

При поданні стислого повітря в штокову порожнину пневмоцилиндра поршень з штоком переміщається вниз і повертає важіль 7 біля осі 6 за годинниковою стрілкою. В цьому випадку коротке плече важеля переміщає стержень 3 вліво, а його голівка перестає натискати на прихват 4 і деталь 5 розтискає. Пружина на стержні 3 віджимає прихват 4 вліво для зручності установки і знімання деталей в пристосуванні.

Сила затиску деталі і сила на штоку розраховується :

$$W = Q \cdot \frac{l_3}{l_2} \cdot \frac{l_1}{l+l_1} \cdot \eta; \quad Q = W \cdot \frac{(l+l_1) \cdot l_2}{l_1 \cdot l_3 \cdot \eta}$$

$$Q = Q_0 \cdot \frac{l_2}{l_3} \cdot \frac{1}{\eta}; \quad Q_0 = W \cdot \frac{l_1}{l+l_1}$$

де – Q – вихідна сила на штоці пневмоприводу;

$l_2$  та  $l_3$  – довжина плеч важеля-посилувача;

$l$  та  $l_1$  – довжина плеч прихвату;

$\eta$  – коефіцієнт, який враховує втрати на тертя в пневмоциліндрі,  $\eta=0,9$ ;

$Q_0$  - сила, яка діє вдовж вісь стержня.

На рис.6, б дана схема пневматичного затиску з важільним механізмом. При поданні стислого повітря у безштокову порожнину пневмоцилиндра поршень 2 з штоком 1 переміщається вгору і повертає важіль 5 біля осі 3 проти годинникової стрілки і він лівим плечем затискає деталь 4. Під час подання стислого повітря в штокову порожнину пневмоцилиндра поршень 2 з штоком 1 переміщається вниз і повертає

важіль 5 біля осі 3 за годинниковою стрілкою. При цьому коротке плече важеля 5 піднімається і деталь 4 розтискає.

Сила затиску деталі розраховується за формулою

$$W=Q(l/l_1)\cdot\eta,$$

де -  $l$  та  $l_1$  – довжина плеч важеля;

$\eta$  – коефіцієнт, який враховує втрати на тертя в пневмоциліндрі,  $\eta=0,95$ .

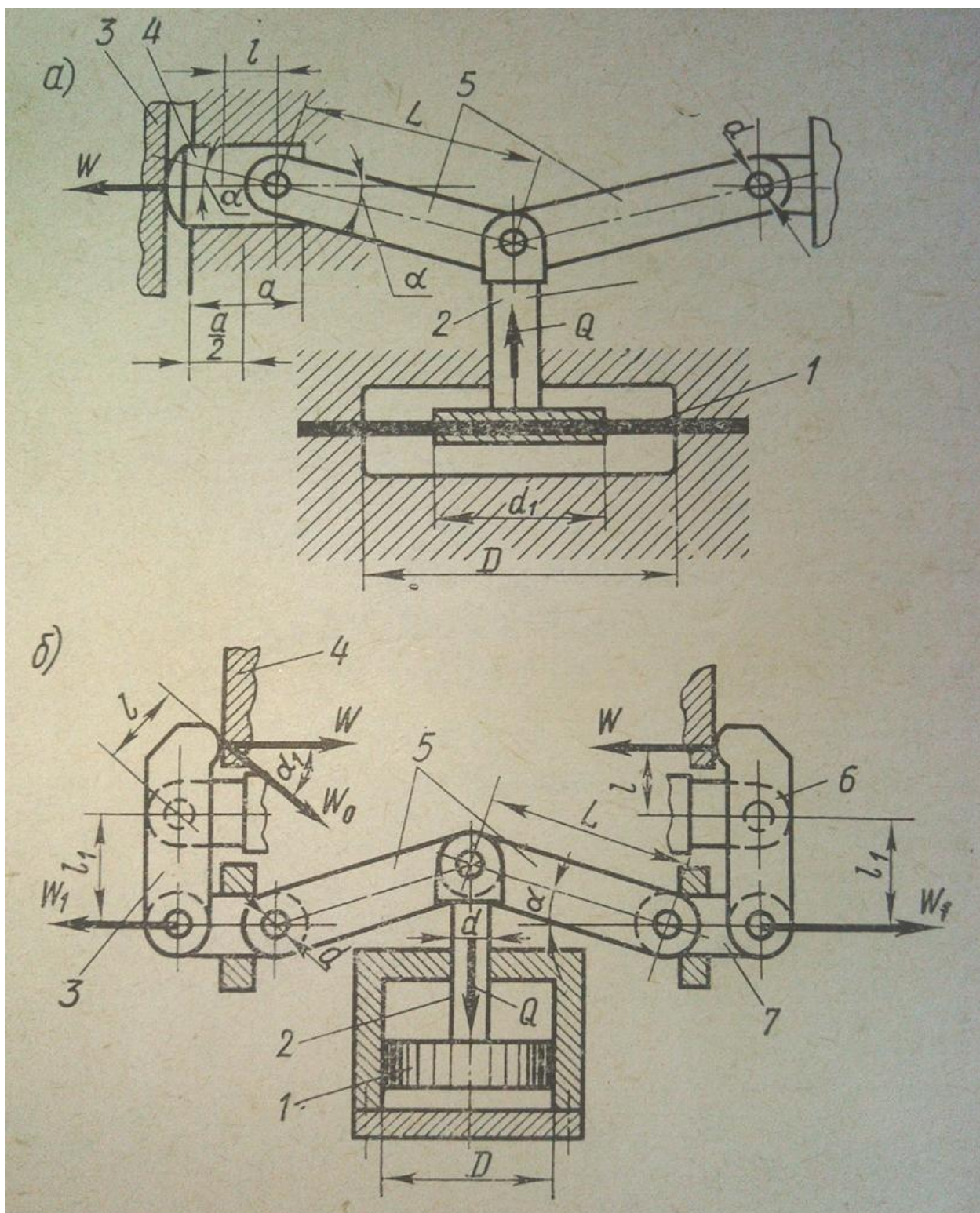


Рисунок 7 – Конструктивна схема двухважельних затискних пристроїв з пневмоприводом

На рисл. 7, а дана схема затискного пристрою з пневмоприводом і двохважільним шарнірним підсилювачем односторонньої дії з плунжером.

При поданні стислого повітря у безштокову порожнину пневмокамери мембрана 1 прогинається і переміщає диск з штоком 2 вгору, шток при цьому обертається на осях важеля 5, ліве плече якого, переміщаючи плунжер 4 вліво, затискає деталь 3. Під час подання стислого повітря в штокову порожнину пневмокамери мембрана 1 прогинається і переміщає диск з шток 2 вниз. Кінці важелів 5, шарнірно закріплених на осі штока 2, також опускаються, і ліве плече важеля відводить плунжер 4 від деталі 3 і вона розтискає.

Сила затиску деталі та осьова сила на штоці:

$$W = \frac{Q}{2} \left[ \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta)} - \operatorname{tg} \varphi_{3\text{пр}} \right] \quad Q = \frac{2W}{\frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta)} - \operatorname{tg} \varphi_{3\text{пр}}},$$

де –  $L$  – довжина важеля посилювача;

$\operatorname{tg} \varphi_{3\text{пр}}$  – приведений коефіцієнт тертя, який враховує втрати на тертя в консольному плунжері.

$$\operatorname{tg} \varphi_{3\text{пр}} = \operatorname{tg} \varphi_3 (3l/a).$$

де  $\operatorname{tg} \varphi_3 \approx 0,1$ , коефіцієнт тертя ковзання в двохопорному плунжері;

$l$  – відстань між віссю шарніра та серединою напрямної плунжера;

$a$  – довжина плунжера,  $l/a \approx 0,7$ .

На рис.7 б, приведена схема заживного пристрою з пневмоприводом з двохважільним шарнірним механізмом-підсилювачем двосторонньої дії без плунжера.

При поданні стислого повітря в штокову порожнину пневмоцилиндра поршень 1 з штоком 2 переміщається вниз. В цей час шток 2 опускає кінці важелів 5, шарнірно закріплених на осі штока. Переміщаючись, важелі 5 через важелі 7 повертають прихвати 3 біля осей 6, і прихвати короткими плечима затискають деталі 4. При поданні стислого повітря у безштокову порожнину пневмоцилиндра поршень 1 з

штоком 2 переміщаються вгору і кінці важелів 5, шарнірно закріплених на осі штока 2, через важелі 7 повертають прихвати 3 біля осей 6 у напрямі розтиску деталей 4.

Сила затиску деталі та осьова сили на штоці циліндра розраховуються за формулами:

$$W = \frac{Q}{2 \operatorname{tg}(\alpha + \beta)} \cdot \frac{l_1}{l} \cdot \eta \quad Q = 2W \frac{l_1}{l} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \beta) \cdot \frac{1}{\eta} \quad Q = 2W_1 \operatorname{tg}(\alpha + \beta)$$

де  $l$  та  $l_1$  – довжина плеч важеля;

$L$  – довжина важелів посилювачів;

$\eta$  – коефіцієнт, який враховує тертя в пневмоциліндрі,  $\eta = 0,9$ ;

$Q$  – вихідна сила на штоці пневмоциліндра;

$\alpha$  – кут нахилу важелів посилювачів;

$\beta$  – додатковий кут до кута нахилу  $\alpha$ , який враховує втрати на тертя ковзання в шарнірах.

## 20 Клинові підсилювачі

У верстатних пристосуваннях застосовують клинові механізми з одинкосим клином без роликів, з роликами і багатоклинові самоцентрирующие механізми. Механізми з одинкосим клином без роликів і з роликами застосовують в якості підсилювачів пневмо- і гідроприводів. Багатоклинові самоцентрирующие механізми використовують в конструкціях патронів, оправлянь і так далі.

Клинові механізми-підсилювачі.

На рис. 8 показаний клиновий механізм-підсилювач з плоским одинкосим клином 1, службовець для збільшення початкової сили  $Q$  приводу пристосування. Шток механізованого приводу розвиває початкову силу  $Q$ ; переміщаючись він натискає на однокосий клин і створює

вертикальну силу затиску  $W$  на похилій поверхні  $ab$ . Сила затиску  $W$  протидіє нормальна сила реакція  $N$  на похилій площині клину і сили тертя  $F_1$  і  $F_2$ , спрямовані убік, протилежну до дії сили  $Q$ .

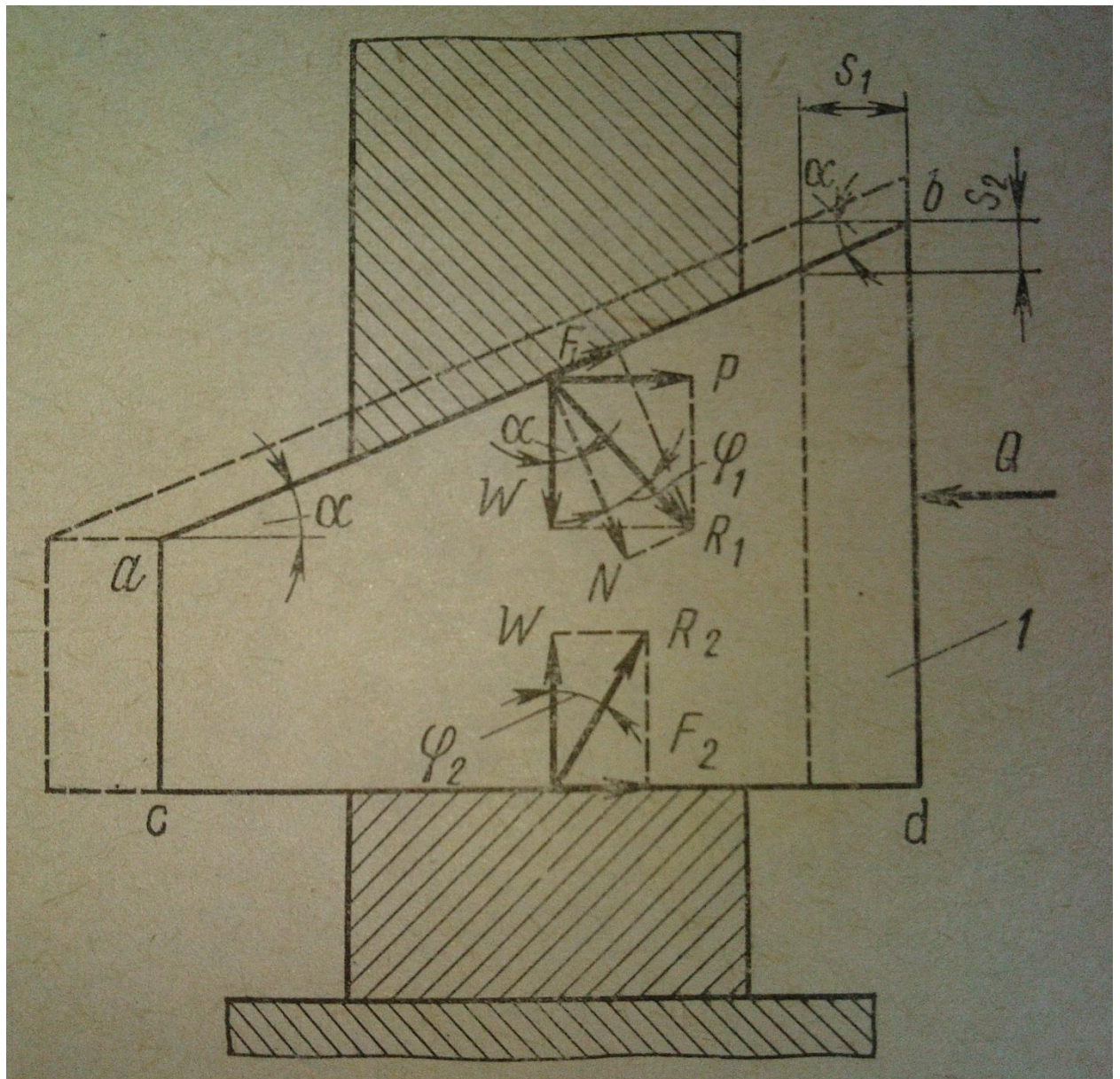


Рисунок 8 – Клиновий механізм-посилювач з плоским однокосим клином

Розглядаючи клин при закріпленні деталі в пристосуванні в стані рівноваги, знайдемо співвідношення між початковою силою  $Q$  і силою затиску  $W$  без урахування тертя в тих, що направляють рухливої ланки, переміщуваного похилій площині клину. Замінімо сили  $N$  і  $F_1$  їх рівнодійною  $R_1$ , розкладемо силу  $R_1$  на складові сили  $W$  і  $P$ .

За умови рівноваги клину з тертям на двох поверхнях  $ab$  і  $cd$  клину знаходимо, що дві вертикальні сили затиску  $W$  взаємно урівноважуються, а початкова сила  $Q$  на штоку циліндра урівноважується силами  $P$  і  $F_2$ ; отже

$$Q = P + F_2$$

З трикутника сил знаходимо

$$P = W \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) \quad F_2 = W \operatorname{tg} \varphi_2$$

Підставимо знайдені значення  $P$  і  $F_2$  в рівність для сили  $Q$

$$Q = W[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2]$$

Звідки

$$W = Q / [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2]$$

Для клинового механізму за умови тертя тільки на похилій площині клину  $\operatorname{tg} \varphi_2 = 0$ , тоді сила затиску

$$W = Q / \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1)$$

де  $\alpha$  – кут нахилу робочої поверхні  $ab$  клина;

$\varphi_1$  – кут тертя ковзання на поверхні нахилу  $ab$  клина;

$\varphi_2$  – кут тертя ковзання на горизонтальній поверхні  $cd$  клина;

$\operatorname{tg} \varphi_1 = f_1$  – коефіцієнт тертя ковзання на поверхні нахилу клина;

$\operatorname{tg} \varphi_2 = f_2$  – коефіцієнт тертя ковзання на горизонтальній поверхні

клина.

Відношення сили затиску  $W$  до вихідної сили  $Q$  на штоці приводу є передатним відношенням сил

$$i_c = W/Q = 1 / [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2]$$

Переміщення  $s_2$  по вертикалі точки прикладення сили затиску  $W$  до переміщення  $s_1$  по горизонталі точки прикладення початкової сили  $Q$  називають передатним відношенням переміщення сил :

$$i_n = s_2/s_1 = \operatorname{tg} \alpha \quad s_2 = s_1 \operatorname{tg} \alpha$$

Самоторможение клину при терті на двох його поверхнях визначається нерівністю  $\alpha \leq \varphi_1 + \varphi_2$ . Прийнявши кути тертя на робочих поверхнях однаковими, отримаємо нерівність  $\alpha \leq 2\varphi$ .



Для сполучення сталевих поверхонь клину і деталі коефіцієнт тертя ковзання  $f = \operatorname{tg} \varphi = 0,1$ , що відповідає куту тертя  $\varphi = 5^{\circ}43'$ . В цьому випадку умова самоторможения клину при терті на двох його поверхнях буде при вугіллі нахилу поверхні клину  $\alpha \leq 11^{\circ}$ .

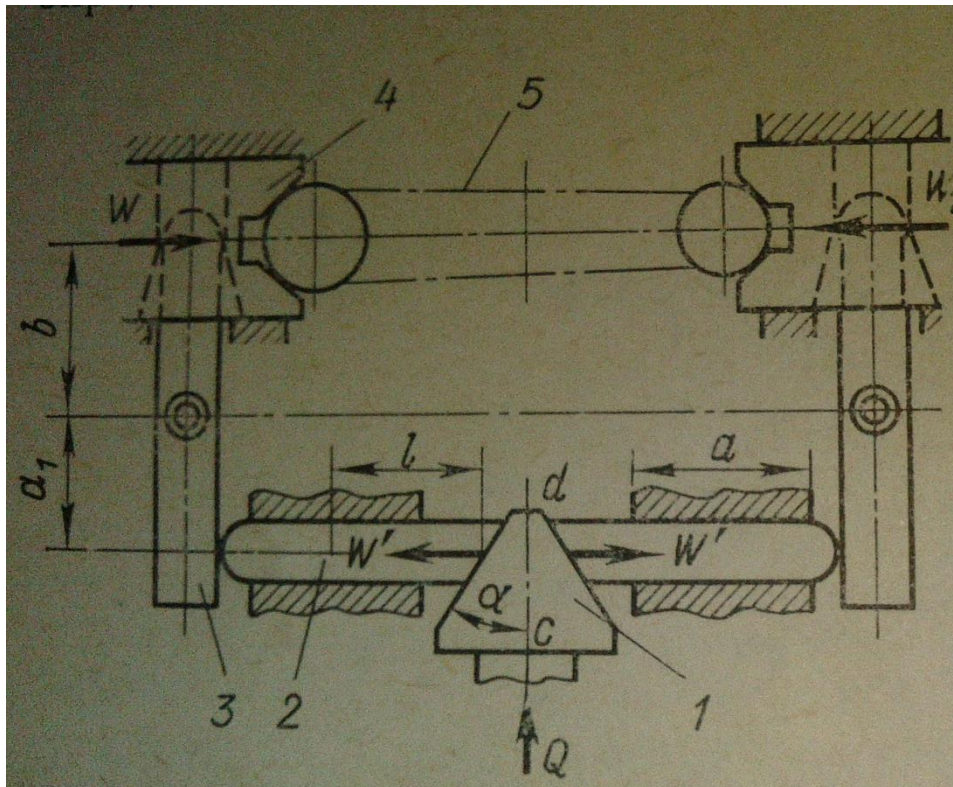


Рисунок 9 – Схема комбінованого клиноплунжерного посилювача із клиноплунжерного та важельного механізма-посилувача для затиску деталі.

На рис.9 показаний клиноплунжерний механізм-підсилювач з двукосим клином 1, який через плунжер 2, важелі 3 і призми 4 затискають шатун 5. Клин 1 має рівні кути нахилу  $\alpha$  і передає на плунжери 2 однакових сили затиску  $W'$ . Він є як би два сполучених разом одинкосих клину. Тому усі виведення, що відносяться до одинкосого клину, дійсні і для двукосого клину з невеликою поправкою на відсутність сили тертя  $F_2$  (оскільки  $\varphi_2=0$ ) на підставі  $cd$  клину.

Для клиноплунжерного механізму підсилювача сила затиску розраховується за формулою

$$W = Qi_{c1}i_{c2} \quad W' = W_{\text{сум}} / n$$

$$i_{c1} = \frac{W_{\text{сум}}}{n} = \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) \operatorname{tg} \varphi_{3np}}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1)} \quad i_{c2} = \frac{W}{W'} = \frac{a_1}{b}$$

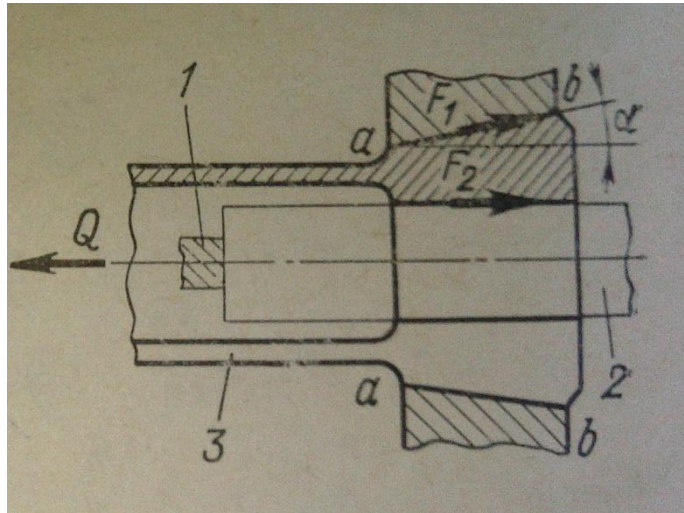


Рисунок 10 – Многклиновий цанговий механізм (затискач)

У багатоклинових механізмах, що центруються, наприклад в цангових і клинових патронах, клинових оправляннях, усі клини затискають деталь з однаковою силою.

Кожен клин багатоклинових самоцентрируючих механізмів, що переміщається по конічній поверхні деталі пристосування, що сполучається, працює як однокосий клин з тертям тільки по одній або двох робітниках поверхнях клину.

На рис.10 показаний багатоклиновий самоцентрируючий цанговий механізм (затискний пристрій) з упором 1 для прутка 2. У цьому механізмі кожна пелюстка цанги (клину) при затиску прутка 2, переміщаючись по нерухомій конічній поверхні, працює як однокосий клин і долає сили тертя F1 і F2 по двох його робочих поверхнях. Якщо у багатоклиновому

цанговому механізмі упору 1 немає, то кожна пелюстка 3 цанги при затиску прутка 2, переміщаючись по нерухомій похилій поверхні ab, працює як однокосий клин і проєдолеває тільки силу тертя  $F_1$  по одній його робочій поверхні (сила  $F_2=0$ ).

Сумарна сила затиску деталі усіма пелюстками 3 цанги при терті тільки по похилими поверхнями ab

$$W_{\text{сум}}=Q/\text{tg}(\alpha+\varphi_1)$$

Сумарна сила затиску деталі усіма пелюстками 3 цанги при терті тільки по двох її робочих поверхнях

$$W_{\text{сум}}=Q/[\text{tg}(\alpha+\varphi_1)+\text{tg}\varphi_2]$$

Сила затиску деталі кожною пелюсткою цанги

$$W \equiv W_{\text{сум}}/n$$

де  $n$  – число пелюстків в цанговом механізмі (затиску).

Зустрічаються клиноплунжерні механізми-підсилювачі. Вони бувають одно- та двухплунжерні механізми їх використовують, як підсилювачі приводу пристосування, многоплунжерні механізми – як центруючі механізми патронів, оправок.

## ***21 Багатоплунжерні самоцентруючі механізми, механізми з гідропласмасою***

У багатоплунжерних самоцентрирующих механізмах, патронах, оправляннях сумарную силу затиску  $W_{\text{сум}}$  визначають по тих же формулах, що і для одноплунжерных механізмів, але в основній формулі і в її окремих значеннях  $\text{tg}\varphi_2=0$  виключають, оскільки в цьому випадку усі консольні плунжери, розташовані навкруги многоскогого клину т що рівномірно натискають на його похилу поверхню, при затиску деталі не чинять тиск на його горизонтальний опорний поверхня.

Отже, для багато плунжерного механізму з консольними плунжерами без роликів сумарна сила затиску

$$W_{\text{сум}} = Q \cdot \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) \cdot \operatorname{tg} \varphi_{3np}}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1)}$$

Сила затиску кожним плунжером

$$W = W_{\text{сум}} / n$$

де  $n$  - число плунжерів в пристосуванні.

Умови самоторможіння для багатоплунжерних механізмів при  $f=0,1$

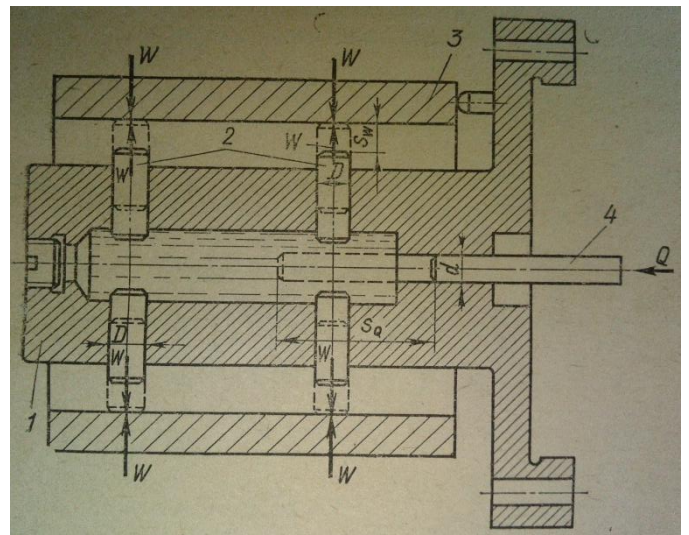
для механізмів без роликів  $\alpha \leq 5^\circ 43'$

для механізмів з роликами  $\alpha \leq 2^\circ 50'$ .

Багатоцанкові механізми з гідроеластмасою.

На рис.11 показано багатоцанкове багатоплунжерне пристосування (оправління), внутрешня порожнина якої заповнена гідроеластмасою.

У отвір корпусу 1 оправління вставлені плунжери 2. При поданні стислого повітря в праву порожнину пневмопривода ( на рисунку відсутній) поршень з штоком і тягою 4, переміщається вліво, натискає на гідроеластмасу, яка розсовує плунжери 2 від центру деталі 3 затискається. Тоді в порожнині з гідроеластмасою багатоплунжерного оправління



виникає гидростатическое тиск, а тяга 4 і затискні плунжери 2 не переміщуються.

Рисунок 11 – Схема многоплунжерної оправки

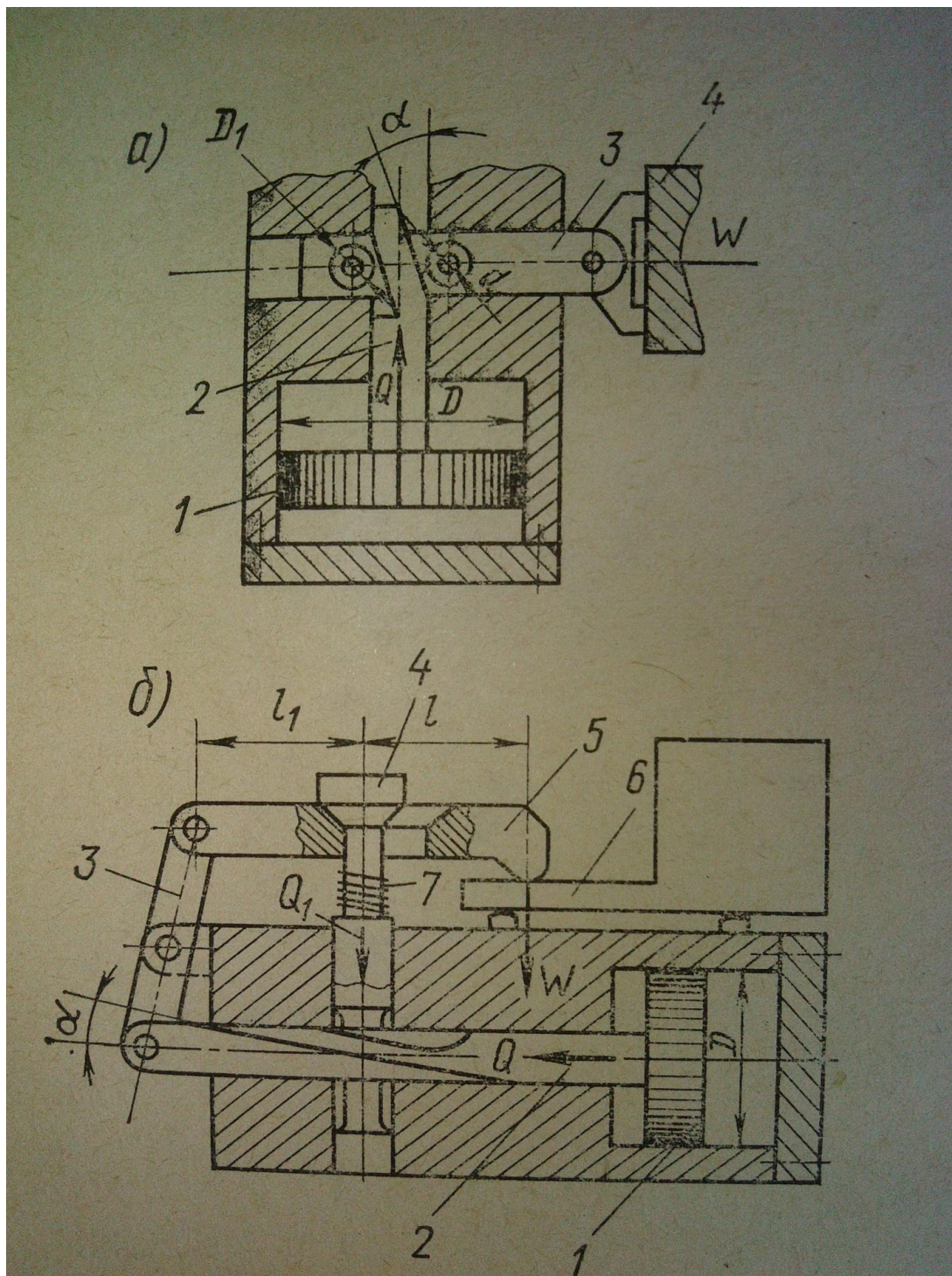


Рисунок 12 – Схема клиноплунжерного усиливающего затискного пристрою

На рис.12 а, дана схема клиноплунжерного посилюючого пристрою з двоопорним плунжером 3 і двома роликами. при поданні повітря у безштокову порожнину пневмоцилиндра поршень 1 з штоком 2 переміщається вгору і шток 2 клиновим кінцем, натискаючи на правий ролик, перемістить плунжер 3 управо, і він черевиком, що коливається, затисне деталь 4. Під час подання стислого повітря в штокову порожнину пневмоцилиндра поршень 1 з штоком 2 переміститься вниз і шток 2 клиновий кінець, натискаючи на лівий ролик, перемістив плунжер 3 з черевик вліво, деталь 4 розтискав.

На рис.12 б, дана схема клиноплунжерного посилюючого пристрою з одинкосим клином і двоопорним плунжером. При поданні стислого повітря у безштокову порожнину пневмоцилиндра поршень 1 з штоком 2 переміщається вліво. Шток 2, повертаючи важіль 3 на осі, переміщає прихват 5 на деталь і під голівку плунжера 4, який одночасно, переміщаючись по скосу штока, опускається і голівкою притискує прихват 5 до деталі 6 і закріплює її. Під час подання стислого повітря в штокову порожнину пневмоцилиндра поршень 1 з штоком 2 переміщається управо і шток 2 скосом передвигат плунжер 4 вгору і, одночасно повертаючи важіль 3, відводить вліво прихват 5 від плунжера 4 і деталі 6, і вона розтискає. Пружина 7 на плунжері піднімає прихват 5 вгору для зручності зняття і установки деталей в пристосуванні.

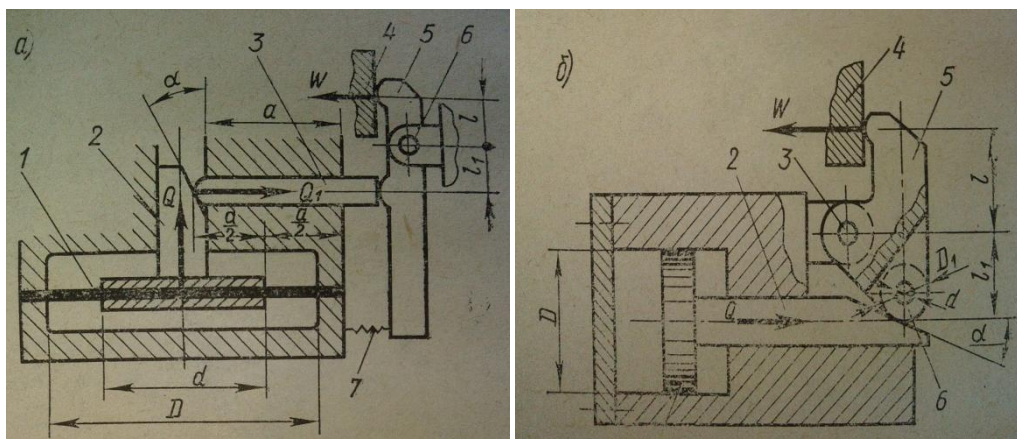


Рисунок 13 – Схема затискних пристроїв з пневмоприводом

На рис.13 а, дана схема клиноплунжерного механізму-підсилювача з одинкосим клином на штоку пневмокамери і консольним плунжером. При поданні стислого повітря у безштокову порожнину пневмокамери мембрана 1 прогинається і переміщає диск з штоком 2 вгору; шток клиновим кінцем через плунжер 3 повертає важіль 5 на осі 6 і верхнє плече важеля 5 затискає деталь 4. Під час подання стислого повітря в штокову порожнину пневмокамери мембрана 1 прогинається вниз і переміщає диск з штоком 2 вниз, плунжер 3 звільняється від натиску клиновим кінцем штока, пружина 7 повертає важіль 5 на вісь 6 за годинниковою стрілкою, і деталь 4 розтискається.

На рис.13 б, дана схема затискного пристрою з прихватом і пневматичним приводом. При поданні стислого повітря у безштокову порожнину пневмоциліндра поршень 1 з штоком 2 переміщається управо. Шток 2 клиновим кінцем, натискаючи на ролик 6, що сидить на осі прихвата 5, повертає його біля осі 3, і прихват верхнім плечем затискає деталь 4. Під час подання стислого повітря в штокову порожнину поршень 1 з штоком 2 переміщає натиск на ролик 6. При цьому прихват 5 внаслідок важкою нижньою його частиповорачивається біля осі 3 і деталь розтискає.

### **Контрлоні питання:**

1. Дайте поняття механізма-підсилювача.
2. Приведіть характеристику важельних механізмів-підсилювачів.
- 3 Опишіть важельно-шарнірні механізми-посилювачі з пневмоприводом
4. Дайте характеристику клинових підсилювачів
5. Багатоплунжерні самоцентруючі механізми, механізми з гідропласмасою опишіть їх.

### **Література:** Б1 (52-72)

## РОЗДІЛ 3 НАПРЯМНІ ТА НАСТРОЮЮЧІ ЕЛЕМЕНТИ ПРИСТОСУВАНЬ

### Тема 3.1 Напрямні та настроюючі елементи пристосувань

#### Лекція 16

### Кондукторні втулки різного типу, їх призначення. Матеріал кондукторних втулок, їх термообробка

#### План

- 1 Напрямні елементи пристосувань. Вживання
- 2 Кондукторні втулки різного типу, їх вживання
- 3 *Копіри. Їх призначення*
- 4 *Етапи проектування копіру для загального випадку*

#### 1 Напрямні елементи пристосувань. Вживання

При виконанні деяких операцій механічної обробки (свердління, розточування) жорсткість ріжучого інструменту і технологічної системи в цілому виявляється недостатньою. Для усунення віджимання інструменту використовують напрямні елементи. Вони мають бути точними, зносостійкими і при великій виробничій програмі – змінними. Такими елементами пристосувань є кондукторні втулки для свердлильних і розточувальних пристосувань.

Конструкції і розміри кондукторних втулок для свердління стандартизовані. При діаметрі отвору до 25 мм втулки виготовляють із сталі марки У10А, гартують до твердості HRC60...65, при діаметрі отвору понад 25 мм – із сталі 20 (20Х) з цементацією і гартують до тієї ж твердості.

Орієнтовний термін служби кондукторних втулок 10...15 тис. свердлінь.



## 2 Кондукторні втулки різного типу, їх вживання

Втулки бувають постійні (рис. 1 а) і змінними (рис.1 б). Постійні втулки застосовуються в дрібносерійному виробництві при обробці отвору одним інструментом. Змінні втулки застосовуються в масовому і багатосерійному виробництві. Швидкозмінні втулки із замком застосовуються (рис. 1 в) при обробці отвору декількома послідовно змінюваними інструментами. Змінні і швидкозмінні втулки вставляють в постійні втулки, запресовані в корпус пристосування.

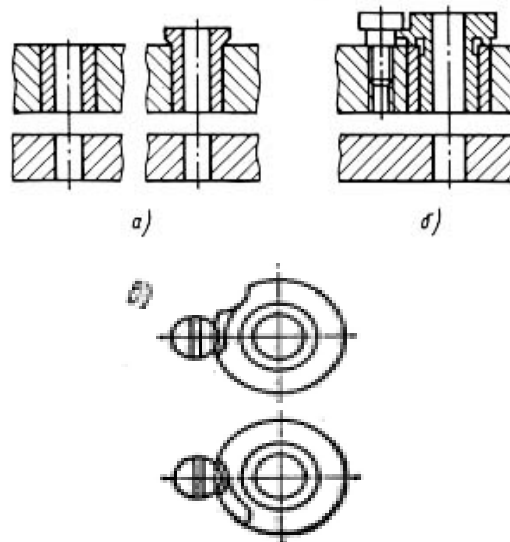


Рисунок 1 – Види кондукторних втулок

Якщо інструменти у втулці прямують не робочою частиною, а циліндричним центруючими ділянками, отвір втулки виконують з допусками за системою отвору. Для визначення граничних розмірів отвору допуски на діаметр інструменту приймають по відповідних ГОСТах. Ексцентриситет зовнішньої поверхні втулки по відношенню до отвору не повинен перевищувати 0,005 мм. Між нижнім торцем втулки і поверхнею заготовки залишають зазор від  $1/3d$  до  $d$ , а при свердлінні глибоких отворів в сталі – до  $1,5d$  (тут  $d$  – діаметр оброблюваного отвору).

Посадочні поверхні втулок обробляють шліфуванням ( $Ra = 1,25 \dots 0,32$  мкм). Поверхня отвору для проходу інструменту з шорсткістю  $Ra = 0,32 \dots 0,08$  мкм для підвищення терміну служби втулки.

Приклади спеціальних втулок наведені на рис. 2. На рис. 2 а показана втулка для свердління отворів на похилих поверхнях; подовжену швидкозмінну втулку (рис. 2 б) застосовують, якщо обробляють отвір в поглибленні заготовки; при малій відстані між осями отворів використовують зрізані втулки (рис. 2 в) або одну блокову (рис. 2 г).

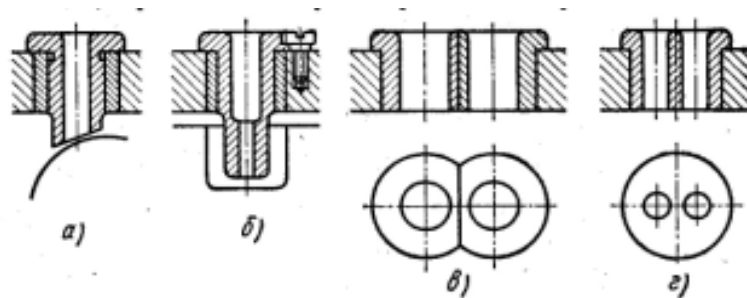


Рисунок 2 – Види спеціальних кондукторних втулок

Накладні свердлильні кондуктори, орієнтовані по базовому отвору і контуру оброблюваної заготовки, показані на рис. 3 а, б. Ці кондуктори застосовують для свердління отворів в середніх і крупних заготовках на радіально – свердлильних верстатах.

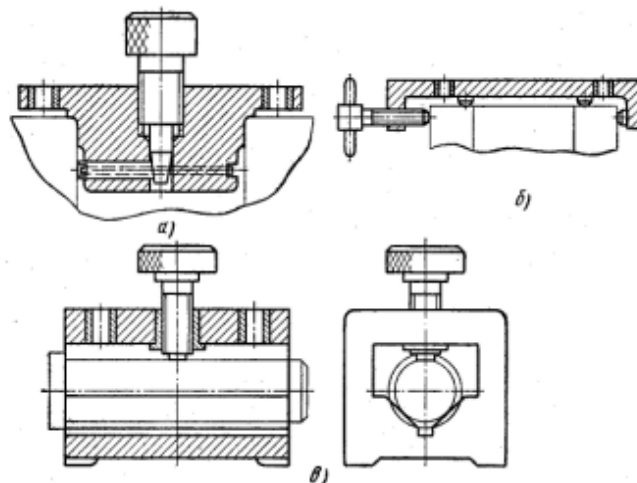


Рисунок 3 – Схеми накладних (а, б) і пересувного (в) кондукторів

При послідовному свердлінні дрібних отворів (діаметром до 5 мм) в невеликих заготовках (з однієї або декількох сторін) на вертикальному одношпіндельному свердлильному верстаті застосовують пересувні або кантовані кондуктори (рис.3 в), які пересувають по столу верстата і утримують від обертання в процесі обробки.

Для напряму борштанг розточувальних пристосувань застосовують нерухомі втулки, що обертаються. На рис. 4, а показана конструкція втулки, що обертається, поверхня ковзання якої захищена від попадання стружки і інших часток. На рис. 4, б показана втулка, що вмонтовується на роликотпідшипниках (її недолік – великі габаритні розміри в радіальному напрямі). У обох конструкціях на внутрішній поверхні втулки прорізається шпонковий паз для примусового обертання втулки. Для полегшення попадання шпонки в паз втулки її виконують із скошеними краями або плаваючу.

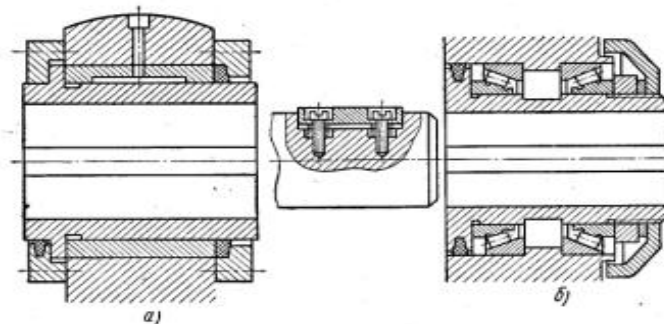


Рисунок 4 – Типи кондукторних втулок до розточувальних верстатів

На рис. 5 показаний приклад розточувального пристосування з двома кондукторними втулками.

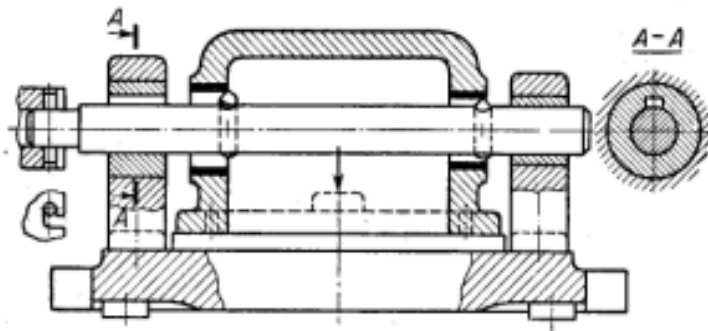


Рисунок 5 – Схема розточувального пристосування

До напрямних елементів пристосувань відносять також копіри, що використовуються при обробці фасонних поверхонь складного профілю. Їх завдання – направляти ріжучий інструмент по оброблюваній поверхні заготовки для здобуття заданої траєкторії їх руху.

### ***3 Копіри. Їх вживання.***

Для обробки фасонних і складно профільованих поверхностей застосовують пристосування, забезпечені копірами. Роль копирів — направляти ріжучий інструмент відносно заготовки для здобуття заданої траєкторії їх відносного руху. Обробку з копірами виробляють на фрезерних, токарних, строгальних, шліфувальних і інших верстатах.

Найбільш загальним випадком обробки по копіру є фрезерование замкнутого контура методом кругової подачі. Ськрепленние заготівка і копир обертаються довкола загальної осі. Відстань між цією віссю і віссю фрези відповідно до профілю копира змінюється, унаслідок чого виходить потрібний профіль деталі. На рис. 1 показано три схеми обробки замкнутого контура. При обробці за схемою, представленою на рис. 1, а, діаметри ролика 1 і фрези 2 рівні, тому профіль копира 3 ідентичний профілю обробленої деталі 4. На схемі (рис. 1, би) діаметр ролика не дорівнює діаметру фрези; в цьому випадку профіль копира представляє еквидистанту профілю деталі.

На схемі рис. 6, в профіль копира відмінний від профілю деталі з огляду на те, що осі ролика і фрези не лежать на одній прямій.

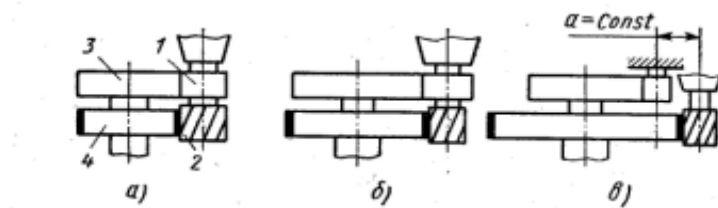


Рисунок 6 – Схема обробки замкнутого контура по копиру

У розглянутих випадках осі ролика і фрези нерухомі. Заготівка і копир встановлені на шпиндель пристосування і обертаються з постійною кутовою швидкістю. Стіл вертикально-фрезерного верстата, на якому виробляється обробка, не соединен з гвинтом подовжньої подачі і віджимається в один бік вантажем, пружиною або пневматичним циліндром. Сила віджимання має бути достатньою для того, щоб забезпечити постійність, контакту копира і ролика. За один зворот копира і заготівки стіл верстата здійснює один зворотно-поступальний рух. У цьому процесі копир виконує роль кулачка.

#### 4 Етапи проектування копиру для загального випадку

Побудова копира для найбільш загального випадку (рис. 1, в) здійснюється в наступній послідовності.

1. Викреслюють профіль деталі у натуральну величину або в збільшеному масштабі.

2. Вибирають центр обертання заготівки так, щоб кут тиску  $\beta$  був мінімальним  $\chi$ . На рис. 7, а і б показано два варіанти вибору центру обертання О. Для випадку, представленого на рис. 7, а, кут тиску, що утворюється між радіальним променем і нормаллю до профілю, в даній крапці досягає значення  $\chi$ . При переміщенні центру обертання управо (рис. 109, б) кут тиску знижується до значення  $\chi$ .

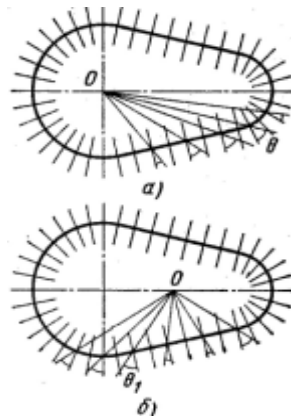


Рисунок 7 – Вибір осі обертання при побудові копіра

Для симетричних профілів найвыгоднейшее положення центра вращения Про збігається з центром тяжіння контура. Для профілей, имеющих вісь симетрії, вісь вращения лежить на цій осі. Для складніших профілів центр обертання знаходиться по умові мінімального значення кута тиску.

Даний спосіб знаходження центра обертання заготівки пов'язаний з рядом пробних геометричних по- будов. Для складних профілів може бути застосований інший (графический) метод, ество якого показане на рис. 8. Спочатку з окремих точок  $a_1, a_2, a_3 \dots$  до замкнутого профілю (чим частіше при побудові копіра тим точніше) проводять нормалі (рис. 8, а). Потім в обоє сторони від кожної нормалі під кутом проводять похилі лінії ( на рис. 8, би це показано лише для нормалі, проведеної з точки  $a_1$ ). Области від цих ліній штрихують. Після проведення похилих ліній по всіх нормалях в середині контура залишається незаштрихована ділянка у вигляді багатокутника (рис. 8, в). Зменшуючи кут  $\nu$ , можна багатокутник звести в крапку. Це і буде центр обертання заготівки.

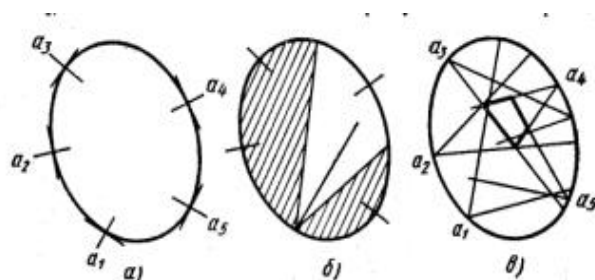


Рисунок 8 – Графічний спосіб знаходження осі копіра

3 З вибраного центру обертання проводять радіальні промені (рис. 4, а), на яких будують кола дотично профілю деталі. Радіус кіл дорівнює радіусу фрези. Останній не має бути більше радіусу увігнутої ділянки профілю (якщо він є на деталі).

4 Від центрів проведених кіл відкладають отрезки  $a$ , рівні відстані між осями ролика і фрези.

5 З отриманих крапок на радіальних променях проводять окружності, відповідні колам ролика.

6 По положеннях кіл ролика проводять плавні огибающую, яка і є шуканим профілем копира.

Якщо побудову виробляли в збільшеному масштабі, то послуючим фотографуванням можна отримати профіль копира у натуральну величину.

При обробці незамкнених профілів прямолінійною подачею на копіювально-фрезерних верстатах (рис. 4, б) методика построения копира декілька спрощується. Замість радіальних променів перпендикулярно до напрямку подачі проводять ряд паралельних ліній. Положення профілю деталі відносно паралельних ліній повинно бути таким, аби кут тиску був мінімальним. Це досягається пробним поворотом профілю деталі відносно ліній. Виконуючи перераховані вище етапи, профіль отримують ту, що так само, як огинаяє кіл ролика.

Так само можна побудувати профіль копира обробке тіл обертання на токарному верстаті (в цьому випадку коректирують положення створюючою відносно пучка паралельних ліній, що проводяться перпендикулярно напрямку подачі, не можна).

Для компенсації зміни діаметру фрези при її заточуванні ролик доцільно робити конічної форми (рис. 9, б), а на копире виконувати відповідний скіс. Кут між створюючою і віссю ролика  $10\text{—}15^\circ$ . Після заточування фрези ролик переміщують уздовж осі, тому розмір деталі залишається постійним.

Копір і ролик виготовляють з високовуглецевої або цементованної сталі, обробленої до твердості HRC 58—62.

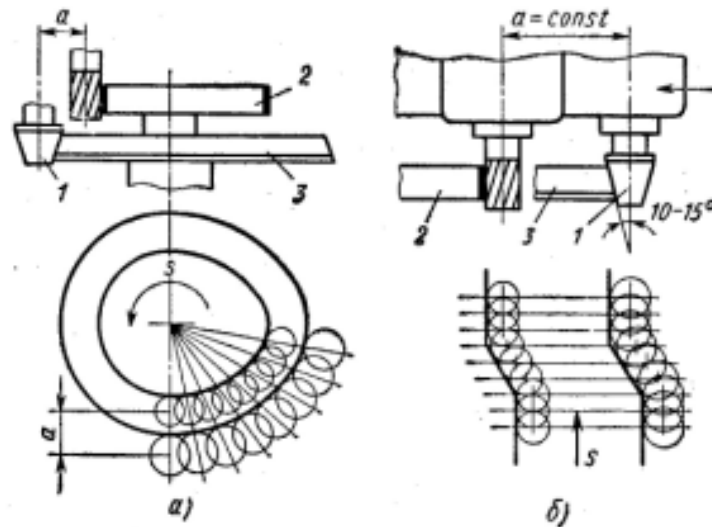


Рисунок 9 – Схема побудови копіра при обробці кругової (а) і поступальної (б) подач: а – ролик, 2 – деталь, 3 – копір

### Контрольні питання:

- 1 Для чого використовують напрямні елементи пристосувань?
- 2 Назвіть спеціальні види кондукторних втулок?
- 3 Опишіть схему розточувального пристосування?
4. Дайте характеристику копіра та його призначення
5. Перечисліть етапи проектування копіра.

**Література:** (Б2), с.171...179,



## Тема 3.2 Ділильне та поворотне обладнання

### Лекція 17 Ділильне та поворотне обладнання, призначення.

#### Конструкції фіксаторів, їх особливості

#### План

- 1 Ділильні і поворотні пристосування. Вживання
- 2 Автоматизовані ділильні пристрої
- 3 Механічні затискні пристрої
- 4 Допоміжні пристрої верстатних пристосувань

#### 1 Ділильні і поворотні пристосування. Вживання

Поворотні і ділильні пристрої, що входять до складу багатопозиційних пристосувань, служать для додання заготовці, що оброблюється різних положень відносно робочого інструменту.

Ділильний пристрій складається з диска, що закріплюється на поворотній частині пристосування, і фіксатора. Різні конструкції фіксаторів приведені на рис. 1.

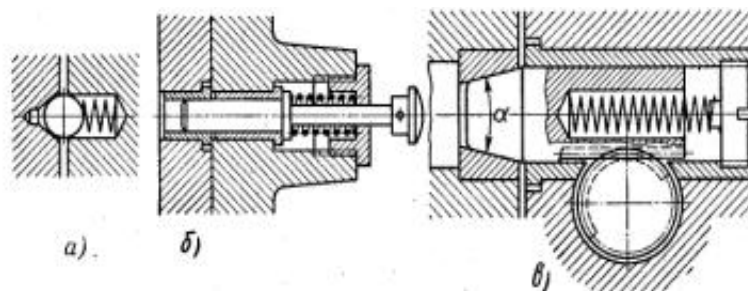


Рисунок 1 – Конструкції фіксаторів

Кульковий фіксатор (рис. 1, а) найбільш простий, але не забезпечує точного ділення і не сприймає моменту від сил обробки. Поворотна

частина на наступне ділення переводиться вручну до характерного клацання в результаті западання кульки в нове поглиблення. Фіксатор з витяжним циліндричним пальцем (рис. 1, б) може приймати момент, але не володіє високою точністю ділення із-за наявності зазорів в рухливих з'єднаннях. Достатньо велику точність дає фіксатор з конічнозаточеним витяжним пальцем (рис. 1, в).

Кут  $\alpha$  конічної заточки пальця зазвичай беруть не більш  $15^\circ$ . Фіксатори кнопкового і рейкового типів виконують за ГОСТ 13160—67 і 13162—67. У точних ділильних пристроях фіксатори розвантажують від поперечного навантаження, що підвищує їх термін служби. Рухливу (поворотну) частину пристосування в цьому випадку притискають до нерухомої спеціальними пристроями, що підвищує жорсткість всієї системи. Для зменшення зносу палець і обі втулки фіксатора виконують із закаленної сталі (HRC 55...60). Конструкції і основні розміри втулок наводяться за ГОСТ 12214-66 і 12215-66.

Управління фіксатором в простих пристосуваннях відбувається витяжною кнопкою, рукояткою, закріпленою на рейковому зубчастому колесі (рис. 1, в), або за допомогою педального пристрою. Загальна компоновка поворотного і ділильного механізму для кондуктора з горизонтальною віссю показана на рис. 2.

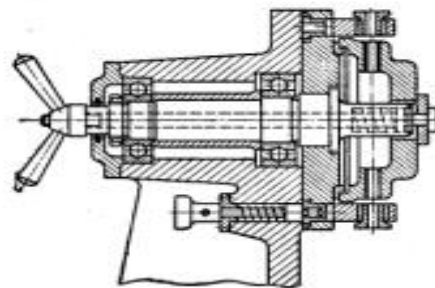


Рисунок 2 – Поворотний кондуктор для свердлувального верстата



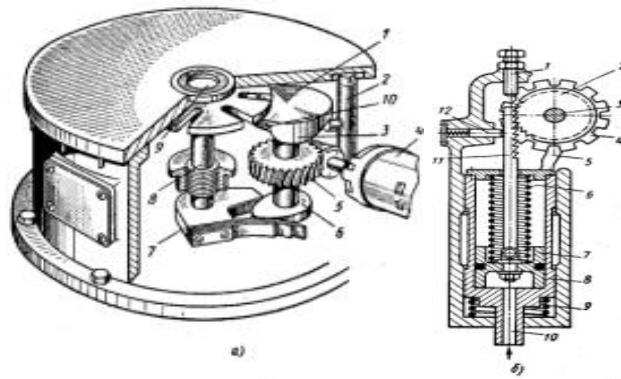


Рисунок 4 – Схема автоматизованого поворотного столу (а) і переналагоджуваного ділильно – поворотного пристрою (б)

У пристосуваннях для обробки важких заготовок обертання поворотної частини здійснюється за допомогою електродвигунів, пневматичних або гідравлічних силових приводів. Для гасіння в кінці ділення великих моментів застосовують тормозні пристрої, що блокуються з системою силового приводу і фіксатором.

У окремих конструкціях поворотні частини великих діаметрів (столи, барабани) мають тормозні пристрої, що постійно діють, у вигляді фрикційних колодок або стрічок, натяжний пристрій яких відрегульований на певний гальмівний момент. Не дивлячись на підвищений опір обертанню обертальних частин, їх інерційний момент при виході повідкового пальця з пазів мальтійського хреста повністю гаситься.

На рис. 4, б показана схема пневматичного механізму для автоматичного повороту і фіксації столу з налаштуванням на різні кути повороту. При пуску стислого повітря в канал 10 відбувається опускання поршня 8 і виведення фіксатора 5 з паза ділильного диска 4. Далі відбувається підйом поршня 7 з штоком 11, що несе на кінці зуби, що зачіпляються із зубами храпового колеса 2. Висувний упор 1 обмежує хід поршня на кут ділення поворотної частини, що сидить на валу 3. Після відсічення і випуску стислого повітря поршні 8 і 7 під дією пружин 9 і 6 займуть вихідне положення, а фіксатор увійде до нового паза ділильного

диска. Шарнірно закріплений шток 11 при своєму русі вниз відхиляється вліво, віджимаючи підпружинений палець 12.

Для зменшення моменту обертання в пристосуваннях з горизонтальною віссю обертання центр тяжіння поворотної системи (включаючи заготовку) повинен лежати на осі обертання. Це досягається відповідною компоновкою пристосування, а також використанням противаг, що коректують. У пристосуваннях з вертикальною віссю вага поворотної системи (якщо він достатньо великий) повинна сприйматися упорними підшипниками кочення: останні виконуються двох основних типів. На рис. 5, а показана конструкція столу, в якого верхня частина може бути повернена на необхідний кут при її підйомі на звичайному напольгливому шарикопідшипнику. Підйом здійснюється різними механічними пристроями або (як показано на рисунку) пневматичним силовим циліндром. При опусканні стіл сідає на торцеву площину підставки і щільно до нього притискається.

Конструкція пристрою іншого типа показана на рис. 5, б. Верхня поворотна частина покоїться на спеціальному упорному підшипнику, на бігову доріжку якого покладені сталеві кулі, розділені сепаратором. Унаслідок великих розмірів цей підшипник забезпечує достатню стійкість поворотної частини і, володіючи значною вантажопідйомністю, дозволяє виконувати на столі операції обробки з великими осьовими навантаженнями.

Вживанням упорних шарикопідшипників можна в декілько разів зменшити момент тертя при обертанні поворотної частини, що дуже важливе при ручному обслуговуванні пристосування. Зробимо підрахунок моменту тертя на опорному торці.

У пристосуваннях для фрезерування і інших видів обробки, коли в процесі різання можуть виникнути вібрації, поворотну частину необхідно притискувати до нерухомої. На рис. 5, а як приклад показано притискний пристрій, складається з двох пневматичних циліндрів.

Ці циліндри заблоковані з циліндром підйому столу для його повороту на необхідний кут. Управління пневматичним пристроєм здійснюється однією рукояткою.

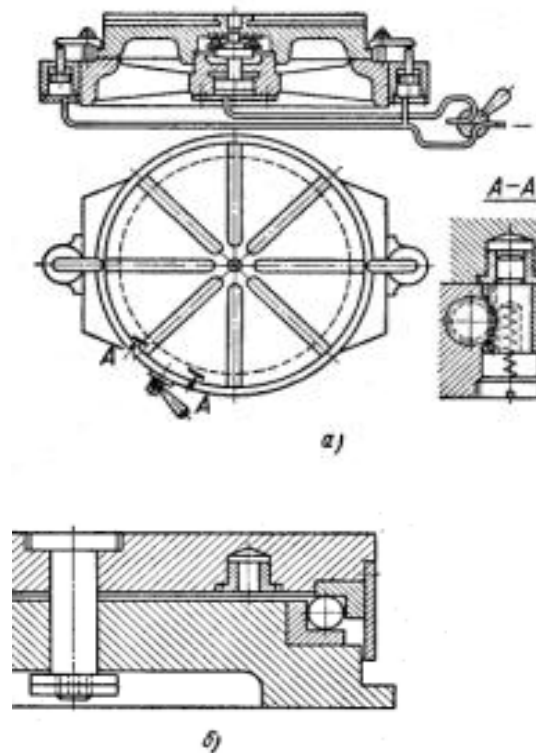


Рисунок 5 – Стіл з підйнятною поворотною частиною (а) і стіл з напольним підшипником великого діаметру (б)

### 3 Механічні затискні пристрої

На рис. 6 показаний механічний притискний пристрій, що блокується з фіксатором. При правому обертанні рукоятки 1 вводиться рейковий фіксатор 2 і одночасно стискується розрізне кільце 3, внаслідок чого поворотна частина столу 4 притягується до підстави 5. При зворотньому обертанні рукоятки фіксатор виводиться з гнізда, ослабляється затягування кільця і стіл можна обернути на необхідний кут.

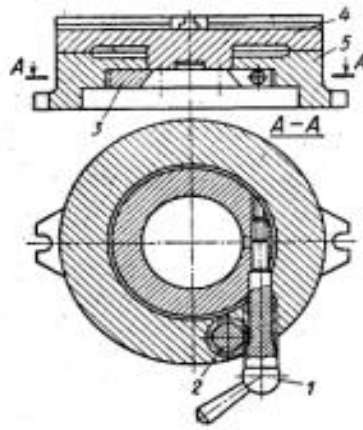


Рисунок 6 – Притискний пристрій механічного типу

#### 4 Допоміжні пристрої верстатних пристосувань

До пристроїв допоміжного призначення відносяться виштовхувачі, що використовуються для прискорення виїмки невеликих деталей з пристосування (рис. 7). У пристосуваннях, що мають відкидні кришки, плити або планки, застосовують швидкодіючі конструкції защолок і відкидних гвинтів для кріплення цих деталей в робочому положенні.

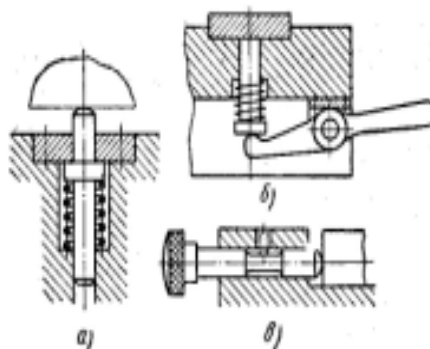


Рисунок 7 – Типи виштовхувачів: а – важіль, б – пружинний, в –  
кнопковий

До допоміжних пристроїв верстатних пристосувань відносяться також підіймальні механізми, забезпечуючі виконання спеціальних

технологічних прийомів. Прикладом пристроїв може служити підймальний механізм розточувального пристосування. Якщо потрібно одночасно розточити декілька послідовно розташованих отворів одного діаметру (рис. 8, а), то введення борштанги в кондуктор звичайного типу у вихідне положення неможливо. В цьому випадку застосовують підймальний пристрій, на якому закріплена заготовка. В результаті отриманого при цьому зсуву вісі чорнових отворів по відношенню до вісі борштанги (рис.8, б) забезпечується прохід розточувальної качалки в кондуктор і заготовку. Після цього підймальна частина опускається і кріпиться до нерухомої підстави пристосування. На рис. 8, в показана схема подібного пристрою.

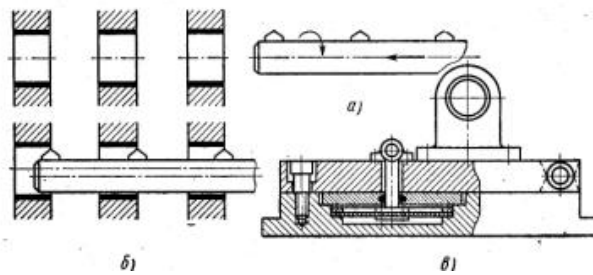


Рисунок 8 – Схема розточувального кондуктора з підймальним пристроєм

**Контрольні питання:**

- 1 Наведіть приклади фіксаторів ділительних пристроїв?
- 2 Схема автоматизованого поворотного столу?
- 3 Наведіть приклади типів виштовхувачів?

**Література:** (Б2), с.182...188



## **Тема 3.3 Корпуси та допоміжні елементи пристосувань**

### **Лекція 18 Корпуси та допоміжні елементи пристосувань.**

#### **Призначення, конструкція корпусів**

##### **План**

**1** Корпуси пристосувань

**2** *Матеріал, конструкції корпусів, засоби їх виготовлення*

**3** Допоміжні елементи пристосувань

#### **1 Корпуси пристосувань**

Корпус пристосування є базовою деталлю. На корпусі вмонтовують затискні пристрої, настановчі елементи, деталі для напряму інструменту і допоміжні деталі.

Форма і розміри корпусу пристосування залежать від форми й габаритних розмірів оброблюваних в пристосуванні деталей и розташування настановчих затискних і направляючих деталей пристосування.

Дія сил затиску і сил різання, сприймане деталлю, що оброблюється, закріпленою в пристосуванні, передається корпусу пристосування. Тому корпус пристосування має бути досить жорстким, міцним і забезпечувати швидку, удобную установку і зняття оброблюваних деталей. До корпусу повинен бути зручний доступ для очищення його настановчих елементів від стружки, швидкої і правильної установки пристосування на столі верстата (на корпусі є направляючі деталі або поверхні). При дотриманні всіх технічних вимог трудомісткість виготовлення корпусу і його собівартість мають бути мінімальні.

З метою полегшення і здешевлення корпусу у ряді випадків слід передбачати в його стінках виїмки і вікна, що, проте, не повинно

призводити до зниження жорсткості. У пневматичних і пневмогідравлічних пристосуваннях корпус іноді служить одночасно і резервуаром (циліндром, камерою) для стислого повітря або олії, що також впливає на його конфігурацію.

При конструюванні корпусів необхідно передбачити:

- 1) платики, що виступають, для закріплення сталевих опорних пластинів і штирів, на які встановлюються вироби;
- 2) достатні проміжки між деталлю і стінками корпусу, що дозволяють вільно закладати і виймати заготівлі з пристосування;
- 3) можливість легкого видалення стружки, особливо в закритих корпусах кондукторів;
- 4) наявність елементів для правильної установки і закріплення пристосований.

Правильна установка пристосування на столі верстата без вивірки виробляється за допомогою направляючих шпонок, закріплених на нижній настановчій площині корпусу пристосування.

Направляючі шпонки входять в Т-подібний паз столу верстата і забезпечують правильну орієнтацію корпусу пристосування. Корпус 1 пристосування (рис. 1) кріпиться на столі 3 верстата болтами, які голівками входять в пази 4 столу, а верхнім кінцем з гайкою входять в провухини 2 корпусу пристосування.

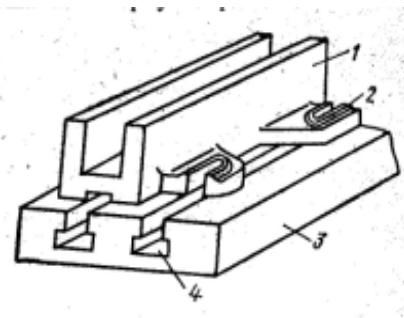


Рисунок 1 – Елементи корпусу для кріплення пристосувань на столі верстата

## 2 Матеріал, конструкції корпусів, засоби їх виготовлення

Корпуси пристосувань виготовляють як цілісними так і збірними. Цілісні корпуси виготовляються литими з сірого чавуну, зварними із сталі. Для литих корпусів застосовують чавун марки СЧ 18—36 по ГОСТ1412—70 і чавуну СЧ 32—52.

Корпуси нестандартні виготовляють з чавуну марки СЧ 12—28, сталі марки СТЗ і з алюмінієвих сплавів.

Збірні корпуси виготовляють методом зборки або зварки з окремих стандартних елементів корпусів (ГОСТ 12947—67, 12961—67), з яких можна отримувати різні конструкції корпусів.

Окремі складові елементи корпусу або корпус і його затискні пристрої сполучають штифтами, гвинтами, болтами.

На рис. 2, а показана стандартна заготовка корпусу з швелера з ребрами (ГОСТ 4079—69), відлита з сірого чавуну, а на рис. 2, б - використання такої заготовки для корпусу пристосування.

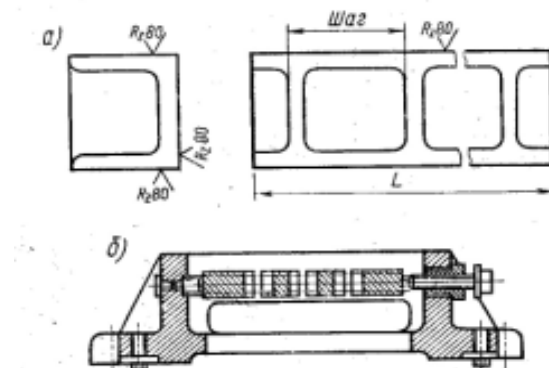


Рисунок 2 – Заготовка корпусу пристосування з швелера (а) і використання його в пристосуванні (б)

Заготовка корпусу, відлита з чавуну СЧ 18—36, з нерівнобічного кутнику і його розташування в пристосуванні приведене на рис.3, а, б. Використання таких стандартних заготовок з кутників (ГОСТ 12951—67)

значно зменшує трудомісткість і вартість виготовлення корпусів і всього пристосування.

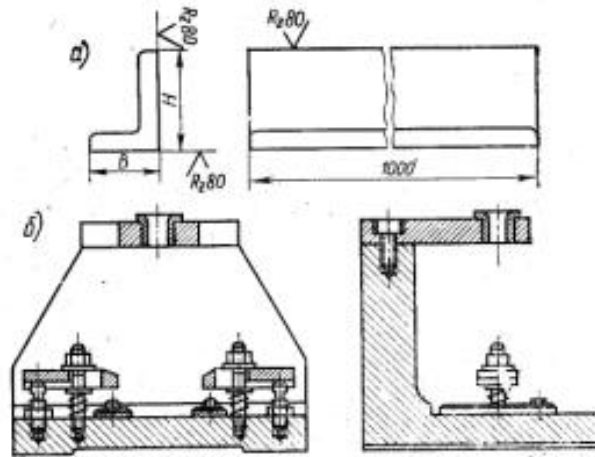


Рисунок 3 – Заготовка корпусу пристосування з кутника (а) і використання його в пристосуванні (б)

Корпуси з чавуну СЧ 12—28 і СЧ 18—36 мають позитивні сторони перед корпусами із сталевого литва: 1) вони дешевші; 2) ним легше придати складнішу фірму; 3) їх легко виготовити.

Недолік чавунних корпусів полягає в можливості їх короблення, тому після попередньої механічної обробки їх піддають старінню.

Стандартизація заготовок чавунних корпусів дозволяє з простих за формою заготовок корпусів без обробки або з невеликою обробкою збирати різної форми корпуси для фрезерних і свердлильних пристосувань, які використовують для обробки деталей різних розмірів.

На рис. 4, а—п дані деякі типи стандартних заготовок корпусів. Заготовки корпусів виготовляють з чавуну СЧ 18—36 за ГОСТ 12948—67, 12960—67.

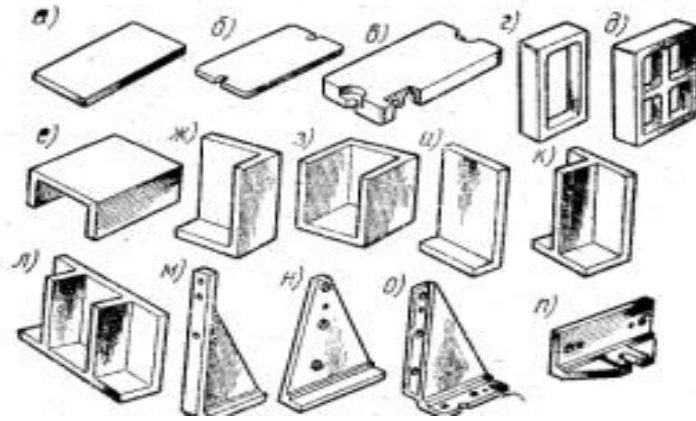


Рисунок 4 – Стандартні деталі (елементи) корпусів: а – плити сталеві, б, в – плити чавунні, г, д – коробки, е – швелери, ж – тригранники, з – чотиригранники, і – кутники, к, л – кутники з ребрами, м, н, о – ребра, п – планки

Робочі поверхні корпусів оброблені з шорсткістю робочих поверхонь корпусів 0,03—0,02 на довжині 100 мм. Зварні сталеві корпуси застосовують в основному в пристосуваннях для обробки крупних деталей. Заготовки деталей для сварних корпусів розмічають і вирізають з сортової сталі завтовшки 8—10 мм. Зварні сталеві корпуси в порівнянні з литими чугунними мають меншу вагу, простіше у виготовленні і стоять дешевше.

До недоліків зварних корпусів відноситься деформація при зварці, тому в деталях корпусу виникають залишкові напруження, які впливають на точність зварного корпусу. Для зняття залишкової напруги зварні корпуси проходять відпал. Для більшої жорсткості до зварних корпусів приварюють куточки, що використовують як ребра жорсткості. Значно рідше застосовують корпуси з алюмінію і пластмаси.

Використання стандартних і нормалізованих заготовок для корпусів пристосувань значно знижує трудомісткість і вартість виготовлення верстатних пристосувань і скорочує терміни підготовки виробництва до випуску нової машини.

**Контрольні питання:**

- 1 Дайте загальну характеристику корпусів пристосувань?
- 2 Недоліки зварних корпусів?
- 3 Принцип дії витяжного конусного фіксатору ділильного пристрою пристосування?

**Література:** (Б1), с.72...76

## Лекція 19 Методи центрування і засоби закріплення корпусів на верстатах

### План

#### 4. Засоби закріплення корпусів на верстатах

##### 4.3. Засоби закріплення корпусів на верстатах

Для орієнтації пристосувань їх встановлюють на столі верстата і базують по центральному подовжньому пазу столу за допомогою штирів або шпонок. Установка інструменту у вихідну точку робиться під щуп за допомогою спеціального пристрою, закріпленого на корпусі пристосування (рисунок 1, а). Такий спосіб забезпечує точність установки, проте призводить до дорожчання пристосування і збільшення допоміжного часу на установку пристосування. Виникають також утруднення, пов'язані з раціональним розміщенням деталей на столі верстата.

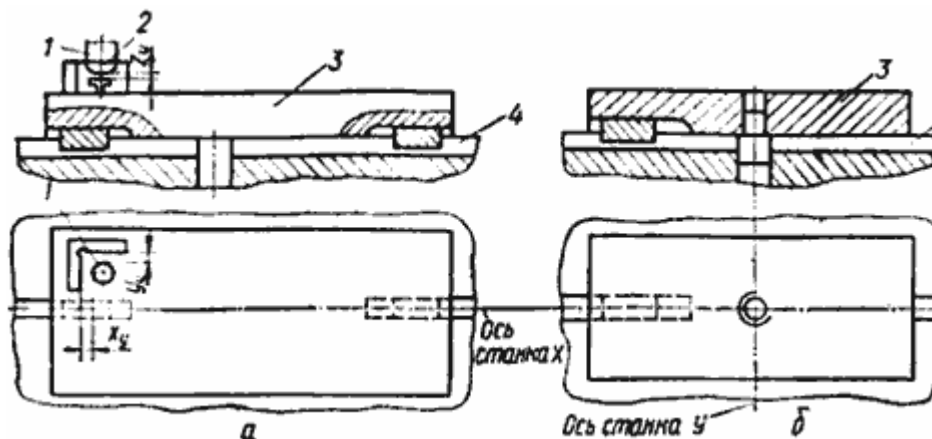


Рисунок 1 - Схема базування пристосувань для верстатів з ЧПУ: а - на центральний подовжній паз столу; б - з фіксацією по центральному отвору і подовжньому пазу.

Для установки пристосувань на столі верстата з фіксацією по центральному отвору столу (поперечному пазу) і подовжньому пазу (рис.

1, б), пристосування забезпечується фіксувальними штирями або штирем і шпонкою. Установка інструменту у вихідну точку робиться аналогічними методами.

При базуванні заготівлі без спеціального оснащення на заздалегідь виконані отвори установка заготівлі робиться на стіл верстата так, щоб осі отворів розміщувалися на лінії, паралельній одному з подань. За допомогою центроискателя вісь шпинделя поєднується з віссю одного з отворів, центр якого і є вихідною точкою обробки. Такий спосіб застосовний для великогабаритних деталей з тривалим циклом обробки, для яких відносна величина допоміжного часу, що витрачається на установку заготівлі, невелика.

Істотною є вимога забезпечення максимальної жорсткості системи "Деталь - пристосування - стіл", що виконується за рахунок зменшення висоти точки докладання зусилля різання над площиною столу (рис. 2, а); застосування елементів оснащення, оброблюваних деталей, що збільшують жорсткість : вкладишів для тонкостінних деталей, (рис. 2, б), опор, що підводяться, і додаткових притисків, ложементів; застосування вакуумних приводів в комплекті з механічними прихватами для підвищення жорсткості плоских, тонких деталей (рис. 2, в).

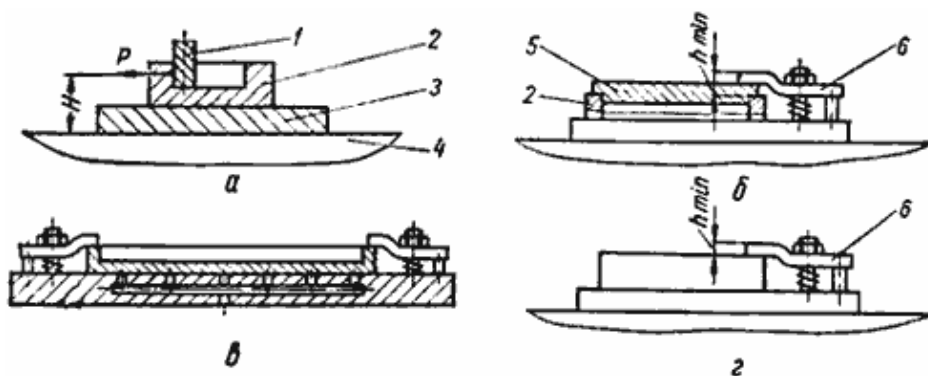


Рисунок 2 - Способи збільшення жорсткості деталі і інструменту : а - зменшення висоти точки прикладення зусиль при обробці; б - застосування елементів оснащення, що збільшують жорсткість деталі; в - застосування вакуумних приводів; г - застосування зігнутих прихватів для зменшення висоти пристосування; 1 - фреза; 2 - оброблювана деталь; 3 - корпус пристосування; 4 - площина столу.



Необхідним є забезпечення мінімальної висоти елементів пристосування, що виступають над деталлю, з метою зменшення довжини кінцевої фрези і збільшення її жорсткості. Це досягається застосуванням спеціальних затискних елементів, наприклад, зігнутих прихватів і ін. (рис. 2, г).

Однією з важливих вимог є використання прихватів, що відводяться, знімних, відкидних, і інших затискних елементів з метою забезпечення повного циклу обробки деталі, з урахуванням її перезакріплення. У разі застосування для механізації затиску пневмо- і гідроприводів мають бути передбачені сигналізатори тиску, працюючі на повне відключення верстата при зменшенні тиску. При роботі з пристосуванням мають бути виконані вимоги техніки безпеки по вибору відстані  $L$  від вихідної точки обробки (чи точки зупинки інструменту) до осі найближчого гвинтового затиску (рис. 3).

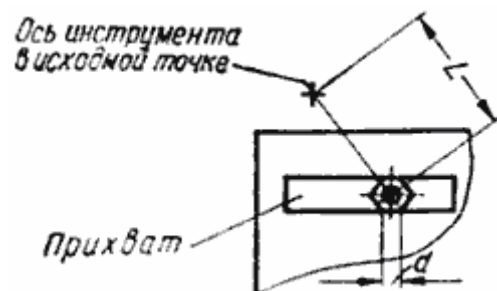


Рисунок 3 - Схема виміру безпечної відстані від вихідної точки до гвинтового затиску.

Таблиця 1 – Нормативні дані

Діаметр різі гвинтового затискачу	Безпечна відстань, мм
M6	120
M8	130
M10	155
M12	155
M16	190
M20	220
M24	285

**Контрольні питання:**

1. Як виконати установку корпусу пристосування на столі верстата.
2. Приведіть способи збільшення жорсткості.

**Література:** (Б1), с 75...76

## **РОЗДІЛ 4 УНІВЕРСАЛЬНІ ТА СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ПРИСТОСУВАННЯ**

### **Тема 4.1 Універсальні та спеціалізовані верстатні пристосування**

#### **Лекція 20 Універсальні та спеціалізовані верстатні пристосування**

##### **План**

- 1** Універсально – налагоджувальні пристосування. Загальні відомості
- 2** Застосування УНП на виробництві
- 3** Розрахунок річних витрат на виготовлення універсально-налагоджувального пристосування

##### **1 Універсально – налагоджувальні пристосування. Загальні відомості**

Система універсально-налагоджувальних пристосувань (УНП) основана на використанні змінних настановчих, затискних і направляючих елементів (вузлів), що закріплюються на базі універсального нормалізованого пристосування. Часто настановчі елементи такого пристосування допускають регулювання в цілях його наладки для обробки заготовок різного типу і різних розмірів. У обох випадках забезпечується принцип оборотності, тобто можливість використання для виконання комплексу різних детале-операцій.

##### **2 Застосування УНП на виробництві**

УНП застосовують в умовах серійного виробництва. При запуску нової партії оброблюваних деталей їх не знімають з верстата, а лише переставляють змінні елементи або устанавлюють регульовані упори.

Внаслідок цього скорочується підготовчо-закдючний час і покращується використання верстатного устаткування в часі.

Використання УНП дозволяє скоротити витрати і терміни підготовки виробництва нових об'єктів. Змінні деталі і вузли УНП не здають на склад, а зберігають на робочому місці у верстата. Їх установка на пристосування здійснюється по центруючих штирях, штифтам або по направляючих пазах без будь - якої вивірки. На перестановку змінних деталей потрібний мінімальний час (в середньому 2 - 3 хв.).

До нормалізованих пристосувань, на базі яких збирають УНП, відносяться машинні лещата, скальчаті кондуктори, пневматичні патрони із змінними кулачками, планшайби з переставними кутниками для розточування на токарному верстаті тих або інших деталей неправильної форми, розсувні накладні кондуктори для свердління розташованих по колу отворів у фланцях різного діаметру і інші пристосування. Кількість нормалізованих пристосувань безперервно розширюється, внаслідок чого створюється міцна основа для подальшого розвитку системи УНП.

При обробці дрібних деталей на фрезерних і інших верстатах застосовуються УНП із змінними касетами. Кожна касета служить для установки деталей певного типорозміру. Переналадка пристосування в даному випадку зводиться до заміни певної касети. Конструкції УНП, розроблені багатьма проектно-технологічними організаціями і заводами, успішно упроваджуються на заводах серійного виробництва.

Наявність освоєного парку УНП на заводі, що діє, робить перехід на новий об'єкт виробництва більш простішим. Терміни підготовки нового виробництва можуть бути при цьому значно скорочені, а ефективність його відповідно підвищена, оскільки відпадає необхідність конструювання і виготовлення багаточисельного спеціального оснащення.

На рис. 1 приведене УНП з пневматичним затиском. Воно призначене для виконання фрезерних, строгальних і інших операцій при обробці деталей середніх розмірів. Налаштування пристосування і

кріплення оброблюваних деталей виконується за допомогою змінних наладок (планок) 2 і 3, що встановлюються на рухомій 4 і нерухомій 1 губках. Для фіксації змінних наладок на губках передбачені настановчі штирі. Можливе як пневматичне, так і ручне закріплення деталей. Приклади деталей, що закріплюються в пристосуванні, показані на рис. 1 а і б. Ці деталі встановлюють двома базовими отворами на пальці, що запресовані в змінних наладках. Передбачивши в змінних наладках призматичні канавки (вертикальні або горизонтальні), можна закріплювати в них деталі циліндричної форми. Можливі і інші способи фіксації оброблюваних деталей.

На рис. 2 показані змінні наладки до нормалізованих скальчатих кондукторів для свердління отворів в різних деталях.

У пристосуванні, зображеному на рис. 2 а, нижня наладка є плитою 7, що фіксується на корпусі скальчатого кондуктора по двох штифтах 1 і закріплена стопорними гвинтами 2. На цій плиті встановлюють заготовку 6, що оброблюється. Фіксація і кріплення верхньої наладки (плити 5) із затискним елементом 3 і кондукторними втулками 4 виконується на плиті кондуктора з нижнього боку аналогічним чином.

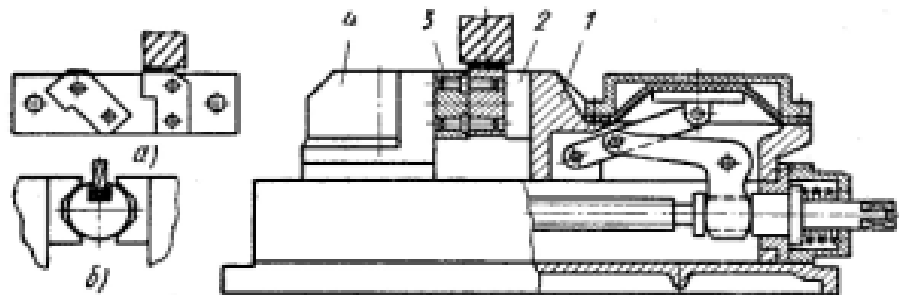


Рисунок 1 – УНП з пневматичним затиском для фрезерування

У пристосуванні, зображеному на рис. 2 б, нижня наладка замінена призмою для кріплення циліндричних заготовок 1 з осью орієнтацією

по регульованому упору 4. Верхня наладка має затискні елементи 2 і кондукторну втулку 3.

На рис. 2 в показано пристосування для свердління отвору в голівці важеля 2. Нижня наладка має опорний елемент 5 і упорний палець 1. На верхній наладці закріплені розташовані під кутом  $120^\circ$  три скошені сухарі 4 для центровки важеля по зовнішньому контуру і кондукторна втулка 3. При зміні розглянутих наладок час витрачається на відкріплення і затягування двох верхніх і двох нижніх стопорних гвинтів.

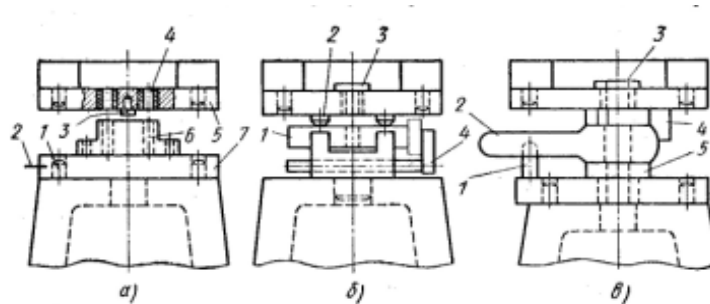


Рисунок 2 – Змінні наладки до нормалізованого скальчатому кондуктора

УНП на базі скальчатих кондукторів часто застосовують для багатоінструментальних наладок шляхом використання змінних або переналагоджуваних багатошпіндельних свердлильних головок.

### 3 Розрахунок річних витрат на виготовлення універсально-налагоджувального пристосування

Річні витрати на одне універсально-налагоджувальне пристосування можна визначити за формулою:

$$P_{УНП} = \frac{(A_{УП}^a + A_{УП}^s)C_{УП}}{m} + \left(\frac{1 + A_n^n}{T} + A_n^s\right)C_n,$$

де  $A_{yII}^a$  - коефіцієнт амортизації універсального пристосування (УП),  
на базі якого збирається дане УНП;

$A_{yII}^p$  - коефіцієнт експлуатації УП;

$C_{yII}$  - собівартість УП в металі;

$m$  - кількість змінних наладок, що використовуються для данного  
УП;

$\lambda_i^r$  - коефіцієнт проектування і наладки змінної наладки;

$A_n^p$  - коефіцієнт експлуатації змінної наладки;

$C_n$  - середня собівартість змінної наладки;

$T$  - час експлуатації наладок, роки

За цією формулою можна визначити економічну ефективність даного УНП в порівнянні з аналогічною компоновкою УСП або із спеціальним пристосуванням аналогічного призначення. Останнім часом спостерігається прагнення оснащувати УСП змінними елементами для швидкої переналадки їх на виконання різних операцій. Таким чином, відбувається об'єднання принципів УСП і УНП. Це поєднання більш доцільно в умовах серійного і дрібносерійного виробництва.

### **Контрольні питання:**

- 1 Дайте загальну характеристику УНП?
- 2 УНП з пневматичним затиском для фрезерування?
- 3 Наведіть формулу річних витрат на одне універсально-налагоджувальне пристосування?

**Література:** ( Б2),с. 214...216

## Лекція 21

### Пристрої для токарних і шліфувальних робіт: центри, повідкові пристосування, оправки для обробки полних деталей, центрові оправки

#### План

4 Пристосування для токарних і шліфувальних верстатів. Загальні відомості

5 Центри. Конструкції, використання

6 Повідкові пристосування і самозажимні повідкові патрони. Загальна характеристика, конструкції

7 Оправки для обробки порожнистих деталей і деталей з центральним отвором. Центрові оправки. Конструкції, використання

#### 4 Пристосування для токарних і шліфувальних верстатів. Загальні відомості

На токарних і круглошлифовальних верстатах оброблювані деталі залежно від форми і розмірів встановлюють в центрах або в патроні. Один центр розташований в шпинделі передньої бабки, а другий - в шпинделі задньої бабки токарного або шліфувального верстата. Патрон встановлюють і закріплюють на кінці шпинделя передньої бабки верстата.

#### 5 Центри. Конструкції, використання

Центри бувають наступних типів: 1. Упорні центри. Вони виготовляються цілісними і зі вставками з твердих сплавів (ГОСТ 2209—69). 2. Упорні напівцентри (ГОСТ 2576—67). 3. Центри упорні з конусністю 1:10 і 1:7 (ГОСТ 18259—72, 18260—72) для важких робіт. 4. Знімні центри, що обертаються (ГОСТ 8742—75). 5. Центри (ГОСТ 8742—75), що обертаються, для легких робіт.



Окрім стандартизованих застосовуються центри спеціальних конструкцій: плаваючі з рифленим центром, плаваючі з повідковим пальцем і т.д.

Конусна поверхня центру призначена для установки деталі і має кут при вершині 60, 90, 120°; хвостовик центру виготовляють з конусом Морзе певного номера (№ 2, 3, 4, 5, 6).

При обробці ступінчастих валів на багаторізцевих верстатах для здобуття заданих лінійних розмірів вал встановлюють на плаваючий (підпружинений) передній центр. На рис. 1, а показана обробка валика на центрах токарного верстата з розміщенням механізованого приводу в корпусі задньої бабки.

Осьова сила затиску оброблюваної деталі з механізованим приводом пінолі задньої бабки верстата (H):

$$Q = K \sqrt{P_z^2 + (P_y - P_x \frac{D}{2L})^2} \frac{1 - \operatorname{tg}(\beta + \varphi_1)(3l/a)\operatorname{tg}\varphi_2}{\operatorname{tg}(\beta + \varphi_1)}.$$

Обробка валика на центрах токарного верстата з повідковим пристроєм для обертання деталі представлена на рис. 1, б.

Сила для втискування повідців в торець оброблюваної деталі:

$$Q \geq \pi P_z \operatorname{tg} \frac{\beta'}{2} \frac{D}{D'}, \quad Q \geq 1.8 P_z \frac{D}{D_1} \text{ при } \beta' = 60^\circ.$$

При обробці деталі на центрах з рифленим центром, що представляє собою повідець, що обертає деталь при обробці, сила, потрібна для втискування рифленого повідкового центру в деталь (рис. 1, в):

$$Q \geq \frac{2P_z \operatorname{tg}(\gamma/2)}{\sin(\alpha/2)} \frac{D}{D_1}, \quad Q \geq 4P_z \frac{D}{D_1}, \text{ при } \alpha = 60^\circ \text{ и } \gamma = 90^\circ.$$

В разі обробки деталей на центрах токарного верстата при обертанні деталі за допомогою повідкових пристроїв або рифленим повідковим центром необхідну силу  $Q$  центрів визначають по першій формулі, а по другій і третій - перевіряють цю силу.

Тут  $Q$  - необхідна сила механізованого приводу, Н (кгс);  $K$  - коефіцієнт запасу;  $P_x, P_y, P_z$ — складові сил різання, Н (кгс);  $D$  - діаметр оброблюваної поверхні деталі, мм;  $L$  - довжина оброблюваної деталі, мм;  $\beta = 90 - \alpha/2$  - кут між утворюючою конуса центру задньої бабки і віссю супорта, град;  $\alpha$  - кут при вершині центру, град;  $\varphi_1 \approx 3$  - кут тертя на поверхні конуса центру, град;  $\varphi_2 \approx 3$  - кут тертя на поверхні піноли задньої бабки верстата, град;  $l$  — відстань від середини центрального отвору до середини пінолі, мм;  $a$  — довжина пінолі задньої бабки, мм;  $\beta'$  - кут при вершині повідця, град;  $D_1$  - діаметр кола розташування повідців, мм;  $\gamma$  - кут при вершині перетину рифа, град.

Необертальні задні центри верстатів від тертя сильно нагріваються і зношуються. Для зменшення зносу і збільшення стійкості центрів застосовують задні центри, що обертаються, менш точні, чим необертальні центри. Задній центр (рис. 1, г) застосовують для установки деталей з центровими отворами, а задній центр, показаний на рис. 1, д, — для обробки порожнистих деталей. Центр (рис. 1, д) той, що обертається виготовляється з комплектом змінних наконечників (11 шт.), для установки різних деталей на токарному верстаті при швидкісній обробці.

## **6 Повідкові пристосування і самозажимні повідкові патрони. Загальна характеристика, конструкції**

Стандартизованими повідковими пристосуваннями є: хомутики повідкові для токарних і фрезерних робіт (ГОСТ 2578 - 70), для

шліфувальних робіт (ГОСТ 16488—70); повідкові патрони (ГОСТ 13334-67); токарні повідкові патрони (ГОСТ 2572—71).

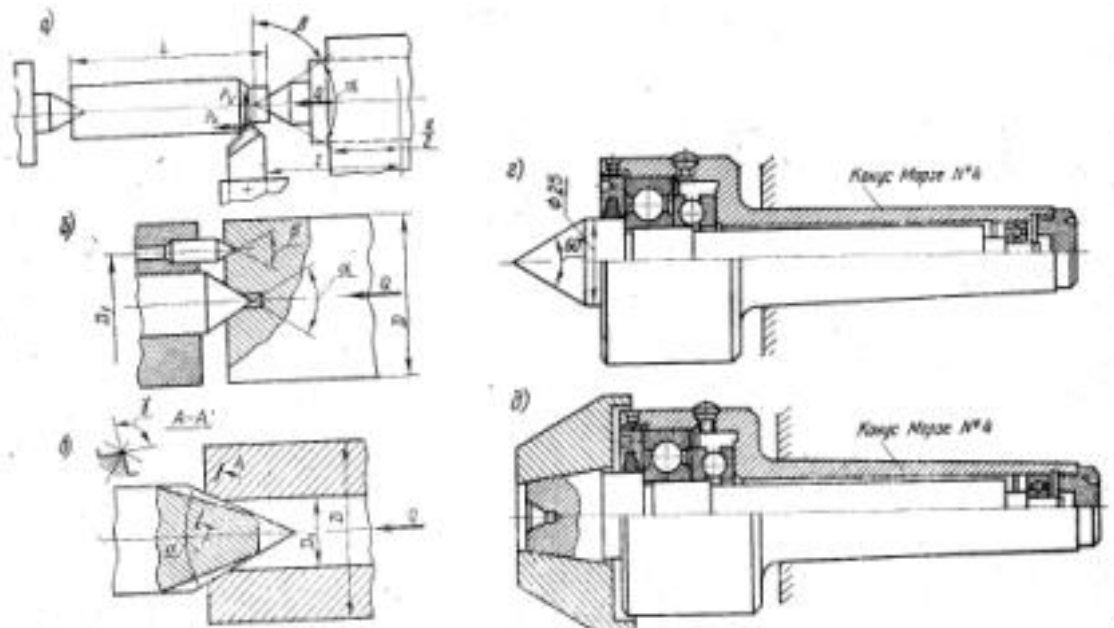


Рисунок 1 – Типи центрів

Повідкові пристосування застосовують для передачі обертального руху (моменту, що крутить) від шпинделя верстата до оброблюваної деталі, встановленої в центрах, на оправці або в патроні. До повідкових пристосувань відносяться хомутики, повідкові планшайби, повідкові патрони. Хомутик з ручним зажимом надівають на оброблювану деталь, кріплять гвинтом і потім оброблювану деталь з хомутиком встановлюють в центрах верстата. При включенні верстата оброблювана деталь через повідкову планшайбу і хомутик обертається від шпинделя верстата.

Самозажимні повідкові патрони. Такі патрони виготовляють з двома або трьома ексцентриковими кулачками з насічкою, які на початку обробки під дією сил різання затискають оброблювану деталь, встановлену в центрах верстата, і передають їй момент, що крутить, від шпинделя верстата.

При збільшенні моменту різання, що крутить, автоматично збільшується і момент від шпинделя, що крутить, передаваний кулачками патрона на деталь. Для зручної установки деталі в центрах застосовують повідкові патрони з автоматично розкриваючимися кулачками. Рівномірний затиск деталі всіма кулачками забезпечується тим, що застосовують плаваючі кулачки або кулачки з незалежним переміщенням. Самозажимні повідкові патрони дозволяють встановлювати кулачки на різний діаметр оброблюваних деталей. Ці патрони при центровій обробці деталей на багаторізцевих верстатах служать для передачі деталі від шпинделя верстата великих моментів, що крутять.

На рис. 2 даний повідковий патрон з двома ексцентриковими змінними кулачками Московського станкозаводу ім. Орджонікідзе. Фланець 8 патрона встановлюють конічним отвором на шпиндель і кріплять гвинтами до його фланця. Корпус 10 патрона зеднується з фланцем 8 гвинтами 7, що проходять через розпорні втулки 6; він має провідні пальці 9, на яких встановлені кулачки 2. Для одночасного затиску деталі двома кулачками корпус 10 може переміщатися відносно фланця у напрямі його пазів і пружиною 3 обертається в початкове положення.

У момент включення верстата шпиндель з патроном починає обертатися і кулачки 2 під дією відцентрових сил від вантажів 1, миттєво обертаючись на пальцях, заздалегідь затискають деталь, попереджаючи її прокручування на початку різання. Остаточний затиск деталі виконується в початковий момент різання від складової сили різання  $P$ . После обробки деталі верстат вимикається, шпиндель не обертається, кулачки 2 штовхальниками 5 під дією пружин 4 обертаються на пальцях 9 у вихідне положення і деталь розтискається.

Міняючи кулачки патрона, забезпечують обробку деталей діаметром 30—150 мм.

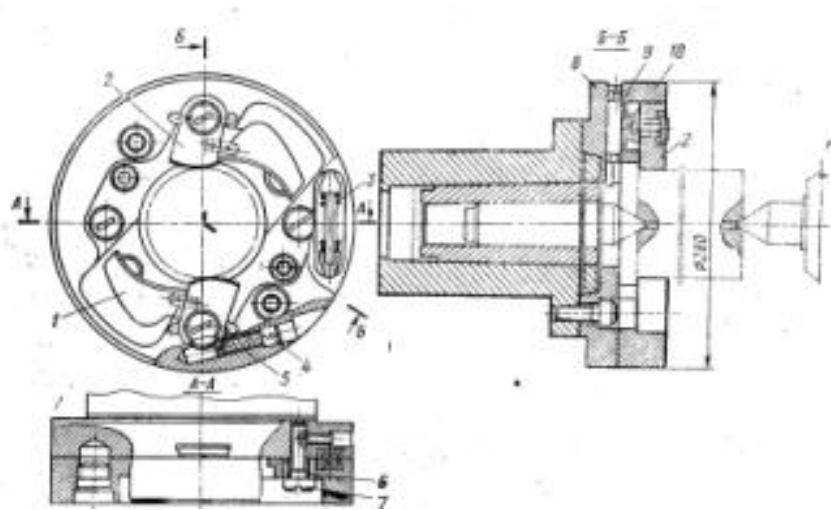


Рисунок 2 – Двокулачковий повідковий патрон

Відцентрову силу визначають через масу вантажу і кутову швидкість обертання його центру тяжіння [Н (кгс)]:

$$P_{\delta} = m\omega^2 R,$$

або через масу і лінійну швидкість:

$$P_{\delta} = mv^2 / R.$$

Тут  $m = G/g$  - маса вантажу, кг;  $G$  — вага вантажів, що обертаються, Н (кгс);  $g=9,81$ - прискорення вільного падіння,  $m/c^2$ ;  $\omega$  - кутова швидкість обертання вантажу відносно осі шпинделя рад/с;  $\omega = \pi/30 = 0,1n$ ;  $n$ - частота обертання шпинделя верстата, об/хв;  $R$  - відстань центру тяжіння вантажу до осі обертання патрона, м;  $v$  - лінійна швидкість обертання центру тяжіння вантажу, м/с;  $v = \omega R$ , звідки  $\omega = v/R$ .

Підставимо в формулу для визначення  $P_{\delta}$  замість  $m$  величину  $G/g$ , а замість  $v$  величину  $0,1nR$  і, виробивши перетворення, отримаємо формулу для визначення відцентрової сили:

$$P_{\delta} = (0.01Gn^2 R) / g .$$

Після скорочення на  $g = 9,81$  отримаємо

$$P_{\delta} = 0.001Gn^2 R ,$$

де  $R$  виражене в м.

Сила затиску деталі одним кулачком патрона

$$W = P_{\delta} \cos 30^{\circ} ,$$

де  $30^{\circ}$  - кут між силою затиску  $W$ , прикладеною до кулачка, і напрямом дії відцентрової сили.

Підставимо замість  $P_{\delta}$  його значення, отримаємо

$$W = 0.001Gn^2 R \cos 30^{\circ} .$$

Сила затиску двома кулачками патрона

$$W = P_{\delta} z \cos 30^{\circ} ,$$

де  $z$  — число кулачків патрона

## **7 Оправки для обробки порожнистих деталей і деталей з центральним отвором. Центрові оправки. Конструкції, використання**

Консольні і центрові оправки застосовують для установки з центральним базовим отвором втулок, кілець, шестерень, що

обробляються на багаторізцевих шліфувальних і інших верстатах. При обробці партії таких деталей потрібно отримати високу концентричність зовнішніх і внутрішніх поверхонь і заданну перпендикулярність торців до осі деталі.

Залежно від способу установки і центрування оброблюваних деталей консольні і центрові оправки можна поділити на наступні види: 1) жорсткі (гладкі) для установки деталей із зазором або натягом; 2) розтискні цангові; 3) клинові (плунжерні, кулькові); 4) з тарілчастими пружинами; 5) самозатискні (кулачкові, роликові); 6) з centruючою пружною втулкою.

На рис. 3, а показано гладка оправка 2, на циліндричній частині якої встановлена оброблювана деталь 3. Тяга 6, закріплена на штоку пневмоцилиндра, при переміщенні поршня з штоком вліво голівкою 5 натискає на швидкозмінну шайбу 4 і затискає деталь 3 на гладкій оправці 2. Оправка конічною частиною 1 вставляється в конус шпинделя верстата. При затиску деталі, що оброблюється на оправці осьова сила  $Q$  на штоку механізованого приводу викликає між торцями шайби 4, уступом оправки і оброблюваною деталлю 3 момент від сили тертя, більший, ніж момент  $M_{рз}$  від сили різання  $P_z$ . Залежність між моментами

$$Qf(D_1 + d)/4 = KP_z(D/2) = KP_zP,$$

звідки сила на штоку механізованого приводу

$$Q \approx 2KP_zD/[(D_1 + d)f].$$

По уточненій формулі

$$Q = KP_{zD} \left[ \frac{2}{3} f \left( \frac{D_1^3 - d^3}{D_1^2 - d^2} \right) \right].$$

Тут  $K = 1,5 - 2,0$ — коефіцієнта запасу;  $P_z$ —вертикальна складова сили різання,  $H$  (кгс);  $D$  — зовнішній діаметр поверхні оброблюваної деталі, мм;  $D_1$  - зовнішній діаметр швидкозмінної шайби, мм;  $d$  — діаметр циліндричної настановної частини оправки, мм;  $f=0,1—0,15$  – коефіцієнт тертя зчеплення.

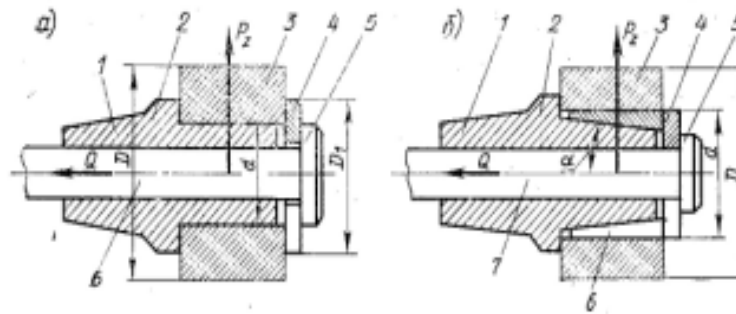


Рисунок 3 - Конструкції оправок: а - гладка оправка; б- оправка з розрізною втулкою

Жорсткі центрові оправки показані на рис. 4, а—г. Такі оправки застосовують для установки порожнистих деталей, що оброблюються по всій довжині і по торцях за одну установку, або деталей класу диски з базуванням по центральному отвору.

Допоміжною базою є торцева поверхня деталі, що визначає її положення на оправці (рис. 4, б) в продольном напрямі. Центрові цілісні конічні оправки 1 (ГОСТ 16211—70) (рис. 4, а) застосовують при шліфуванні порожнистих деталей по зовнішньому діаметру. Базовий отвір деталей повинен оброблятися по 2 – 3 - у класам точності. Оброблювану деталь насаджують на оправку при ударах торцем оправки об сталеву підставку.

На рис. 4, б показано гладка центрово оправка 1, на її циліндричну поверхню встановлюють базовим отвором оброблювану деталь 3, потім надівають змінну шайбу 5. Ключем загвинчують гайку 4, затискають



деталь 3 з упором її торцом в площину фланця 2 оправки 1. Такі оправки застосовують для обробки деталей на токарних і шліфувальних верстатах.

У масовому виробництві деталі, що обробляються на багаторізцевих верстатах, встановлюють (знімають) на гладкі з шпонкою (рис. 4, в) або шліцьові (рис. 4, г) центрові оправки за допомогою невеликого пневмопреса, розташованого поряд із станком.

Оправки виготовляють із сталі, настановчу поверхню закалюють і шліфують по 2 - у класу точності, шорсткість  $Ra\ 0,5 - 0,25\ \mu\text{m}$ .

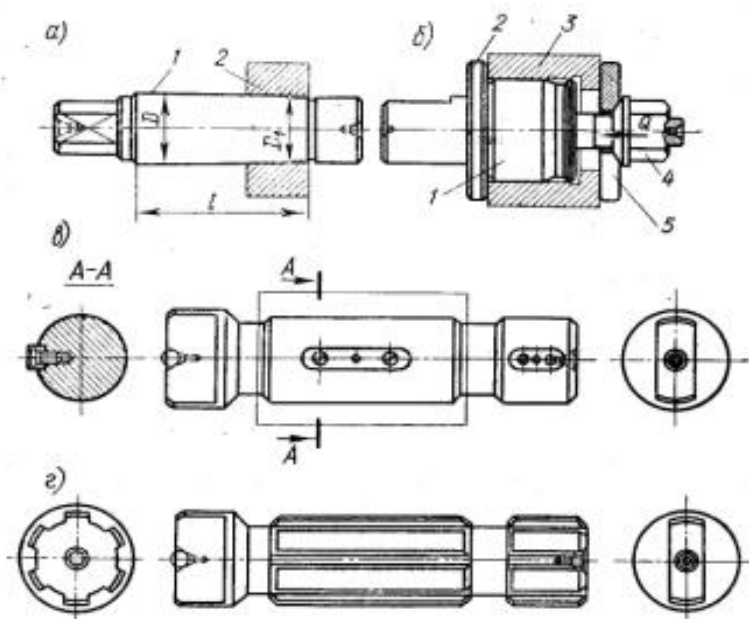


Рисунок 4 - Жорсткі центрові оправки

Для передачі оправками моменту, що крутить, від шпинделя верстата на її правому кінці є квадрат або лиски.

При розрахунку жорстких центрових оправок з пресовою посадкою оброблюваних деталей потрібно визначити діаметр її робочої частини.

Вихідними даними для розрахунку є: номінальний діаметр  $d$  базового отвору деталі, довжина базового отвору  $l$ , зовнішній діаметр деталі  $d_1$ , верхнє  $1$  і нижнє  $2$  відхилення номінального діаметру отвору

деталі і момент  $M_{рез}$  (або осьова сила), що виникають при обробці деталі і прагне обернути або зрушити деталь на оправці.

Момент тертя  $M_{тр}$  і сила тертя  $P_{тр}$ , що перешкоджають переміщенню деталі на оправці

$$M_{\partial\partial} = KM_{\partial\partial\zeta}; \quad \partial_{\partial\partial} = K\partial_0,$$

де  $K=1,3 - 2$  - коефіцієнт запасу;

$M_{рез}$  - момент різання від сили різання  $P_z$ ;

$P_0$  - осьова сила, що виникає при обробці деталі

Момент  $M_{тр}$  і силу  $P_{тр}$  можна визначити ще і іншим способом:

$$M_{\partial\partial} = fp\pi d^2 l / 2; \quad \partial_{\partial\partial} = fp\pi dl,$$

де  $f = 0,1 - 0,12$  - коефіцієнт тертя між поверхнями деталі і оправкою;

$p$  - питомий тиск на поверхнях сполучення деталі і оправки, МПа (кгс/см<sup>2</sup>)

Допуск на виготовлення оправки діаметром 80—100 мм приймають 0,01 мм, а допуск на знос 0,01—0,012 мм.

Центрові цілісні конічні оправки виготовляють з маловуглецевих звичайних і легованих сталей з цементацією робочих поверхонь і гартують до твердості HRC 58...62.

### **Контрольні питання:**

**1** Дайте загальну характеристику пристосуванням для токарних та шліфувальних верстатів?

**2** Повідкові патрони, принцип дії?

**3** Застосування жорстких центрових оправок?

**Література:** (Б1),с. 128...144

## Лекція 22

### Універсальні кулачкові та мембранні патрони. Застосування, конструкції

#### План

**8** Універсальні кулачкові патрони. Загальні відомості

**9** Двокулачкові патрони, універсальні трикулачкові самоцентруючі патрони з ручним затиском торцевим ключем, універсальні чотирьохкулачкові патрони, Трикулачкові самоцентруючі патрони з механізованим приводом. Конструкція, принцип дії

**10** Розрахунок сумарної сили затиску  $W$  в кулачкових патронах і осьової сили  $Q$  на штоку механізованого приводу

**11** Мембранні патрони. Конструкція, принцип дії

#### **8 Універсальні кулачкові патрони. Загальні відомості**

Кулачкові патрони застосовують для установки і затиску різних деталей, що обробляються на токарних і шліфувальних верстатах. Залежно від кількості кулачків патрони поділяються на двух-, трьох- і чотирьохкулачкові. Вони бувають з ручним і механізованим приводом. Патрони бувають самоцентруючими і з незалежним переміщенням кулачків, універсальними і спеціальними.

Є чотири класи точності патронів: Н - нормальною; П - підвищеною; У - високою; А - особливо висока точність. Технічні вимоги на токарні патрони загального призначення наведені в ГОСТ 1654-71.

## **9 Двокулачкові патрони, універсальні трикулачкові самоцентруючі патрони з ручним затиском торцевим ключем, універсальні чотирьохкулачкові патрони, Трикулачкові самоцентруючі патрони з механізованим приводом. Конструкція, принцип дії**

Двокулачкові патрони. Такі патрони застосовують для установки і закріплення деталей по некруглій поверхні або фасонній поверхні. Їх виготовляють з ручним приводом, із спірально-рейковим і гвинтовим механізмами (ГОСТ 14903-69), з клиновим центруючим механізмом (ГОСТ 16866-71) і клиноричажного типу (ГОСТ 16682-71). Працюють вони від механізованого приводу, закріпленого на задньому кінці шпинделя токарного або токарно-револьверного верстата.

Двокулачкові патрони кріпляться на передньому кінці шпинделя верстата за допомогою проміжного фланця або до фланцевого кінця шпинделя верстата.

Універсальний двокулачковий патрон. Двокулачковий самоцентруючий клиноричажний механізований патрон (ГОСТ 16682-71), показаний на рис. 1, закріплений на шпинделі верстата за допомогою перехідного фланця. При обертанні патрон оберігається від самовідгвинчування пружинним стопором 3, установленим в гайці 2, яка закріплена на гвинті 1 стопором 12. Гвинт 1 різьб'ю з'єднується з тягою штока пневмопривода і служить для регулювання радіального переміщення кулачків. Кулачки 9 переміщуються до осі патрона під дією важелів 7, що сидять на штифтах 8 і що спираються на циліндричні поверхні 6 корпусів 5 патрона.

При переміщенні в пневмоциліндрі поршня з штоком зліва направо через гвинт 1 і похилі площини муфти 4 кулачки 9 переміщуються від вісі патрону і деталь розтискається. До кулачків 9 кріпляться гвинтами 10 змінні губки 11.

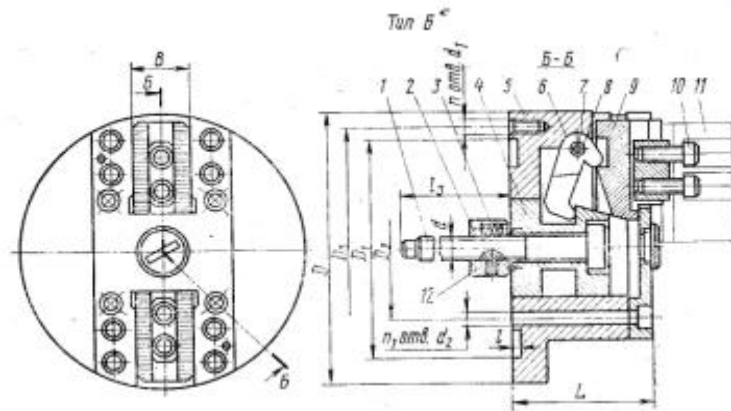


Рисунок 1 - Універсальний двокулачковий патрон

Універсальні трикулачкові самоцентруючі патрони з ручним затиском торцевим ключем. Такі патрони застосовують для установки і затиску по циліндричній поверхні різних деталей в серійному і одиничному типах виробництва. Моделі СТ-80, СТ-630 таких патронів розроблені ЕНІМСом згідно з ГОСТ 2675—71.

Невелике вживання мають універсальні трикулачкові спірально-рейкові патрони. На рис. 2 даний трикулачковий спірально-рейковий самоцентруючий патрон з ручним затиском, що закріплюється на різьбовому кінці шпинделя токарного верстата.

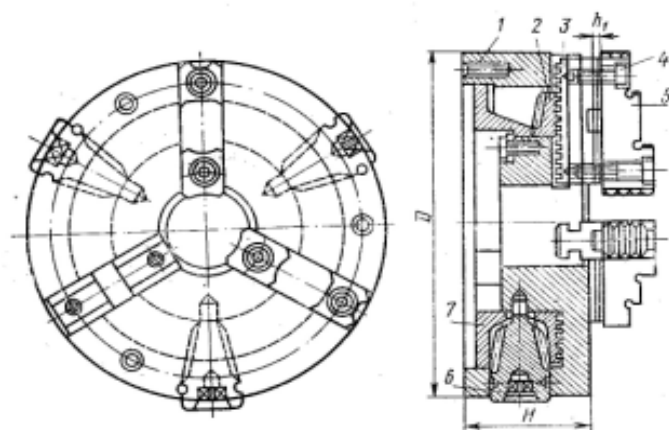


Рисунок 2 - Трикулачковий спірально-рейковий самоцентруючий патрон

У корпусі 1 патрона розташований диск 2, що має на одному торці конічне зубчасте колесо, а на іншому - спіральні реєчні пази, що знаходяться в зачепленні з рейками 3.

У хрестоподібному пазу рейок 3 гвинтами 4 встановлюють і закріплюють прямі або зворотні накладні кулачки 5. При обертанні торцевим ключем одного з трьох конічних зубчастих колес 6, що знаходяться в зачепленні з конічним колесом диска 2, останній обертається і переміщає рейки 3 з кулачками 5 до вісі патрона при затиску деталі і від вісі при її розтиску. Кришка 7 утримує диск 2 в корпусі патрона від повздовжнього зміщення і перешкоджає попаданню в патрон стружки і грязі.

Деякі патрони виготовляють з цілісними прямими і зворотніми кулачками з нарізаними на їх торцях рейками для сполучення із спіральними пазами диска 2. Недолік цих патронів полягає в тому, що радіуси кривизни на різних ділянках спіралі диска 2 різні, а радіус рейок 3 кулачків однаковий, тому зіткнення рейок 3 з витками спіралі диска 2 відбувається не по всій поверхні, а по невеликим (вузьким) ділянках.

При неповному зачепленні витків спіралі диска з рейками кулачків виникають високі питомі тиски в сполученні і відбувається значний знос центруючого механізму і втрата точності патрона. Для підвищення зносостійкості застосовують гартування і шліфування витків спіралі диска і рейок кулачків патрона.

Універсальні чотирьохкулачкові патрони. Ці патрони застосовують для установки і затиску деталей некруглої форми, що обробляються на токарних, револьверних, свердлильних верстатах в одиничному і серійному типах виробництва.

Конструкція чотирьохкулачкових патронів з незалежним переміщенням кулачків ключем розроблена (ГОСТ 3890—72) чотирьох класів точності Н, П, В, А і двох типів А - для кріплення на фланцевому

кінці шпинделів і Б - для кріплення на різьбовому кінці шпинделів через проміжні фланці.

Токарні чотирьохкулачкові патрони випускаються моделей ТН-160-ТН-1000.

На рис. 3 показаний універсальний чотирьохкулачковий патрон з механізованим приводом для переміщення кулачків до вісі і від вісі патрона.

Кожна пара протилежно встановлених кулачків підводиться і відводиться від поверхні оброблюваної деталі послідовно, для рівномірного затиску деталі всіма кулачками.

Пневмопривод розташований на задньому кінці шпинделя верстата. При переміщенні поршня з штоком в пневмоциліндрі вліво шток через тягу і гвинт 1 пересуває втулку 2 уздовж вісі. При цьому втулка 2 разом з втулкою 10, закріпленої на різі втулки 2, впливають на плаваючі сектори 3 і 9, які переміщують втулки 4 і 5 з діаметрально розташованими пазами для установки в них довгих плечей важелів 8.

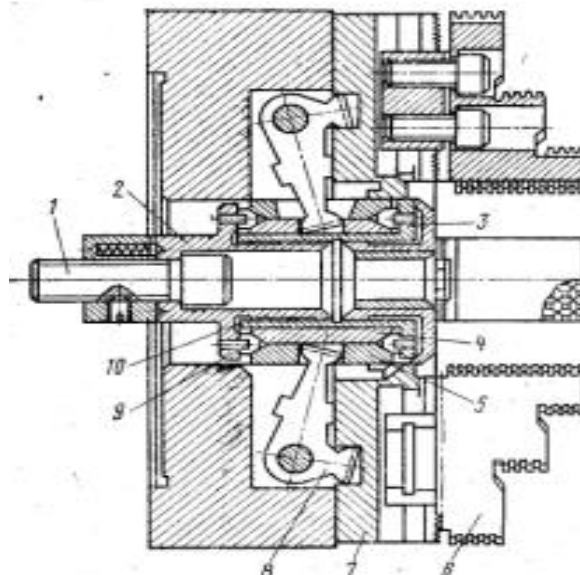


Рисунок 3 - Універсальний чотирьохкулачковий патрон з механізованим приводом

Кожна втулка 4 і 5 повертає лише одну пару важелів 8. Втулки 4 і 5 під дією плаваючих секторів 3 і 9 переміщаючись вліво, повертають важелі 8 на вісях, і короткі плечі важелів 8 переміщають основні кулачки 7, допоміжні кулачки 6 до вісі патрона, і деталь затискається.

При переміщенні поршня з штоком в пневмоциліндрі вправо шток через тягу і гвинт 1 пересуває втулки 2 і 10, і вони через плаваючі сектори 3 і 9 зміщують втулки 4 і 5 управо. Тоді втулки повертають довгі плечі кожної пари важелів 8 управо, а короткі плечі важелів 8 розводять кулачки 6 і 7, і деталь разтискається. Затиск і розтиск деталі кожній парой кулачків виконується послідовно за допомогою плаваючих секторів 9 або 3, що переміщуються перпендикулярно відносно вісі патрона.

Найбільше застосування мають трикулачкові клинові (ГОСТ 16886—71) і важільно - клинові (ГОСТ 16862— 71) патрони з механізованим приводом для переміщення кулачків. Ці патрони використовують у багатосерійному і серійному типах виробництва для закріплення деталей, що оброблюються на різних токарних і револьверних верстатах. В залежності від конструкції центруючого механізму такі патрони з механізованим приводом підрозділяють на важельні, важільно-гвинтові, важільно- клинові, клинові і спирально-рейкові. При переналадці патронів необхідно встановити і закріпити накладні кулачки на необхідний розмір оброблюваної деталі.

На рис. 4 показаний трикулачковий патрон важельний з механізованим приводом для переміщення кулачків при затиску і розтиску деталей, що обробляються на токарних і револьверних верстатах. Пневмопривод, закріплений на фланці, що встановлений на задньому кінці шпинделя токарного верстата, складається з пневмоциліндра 4, в якому розміщується поршень 8 з штоком 9, кришки 3, в отвір якої запресований хвостовик 1, і необертальної повітрярозподільної муфти 2 з двома штуцерами 20 і 22 для підведення стислого повітря.



Для герметизації порожнин А і Б пневмоцилиндра 4 на поршні встановлені манжети 7 з проміжним кільцем 6, закріпленим кільцем 5. Герметизація штока здійснюється манжетою 17 і необертальною муфтою 2 з хвостовиком, що обертається, 1, манжетами 19 і 21. Необертальна розподільна муфта 2 установлена на зовнішньому кільці шарикопідшипника 18, внутрішнє кільце якого обертається разом з хвостовиком 1.

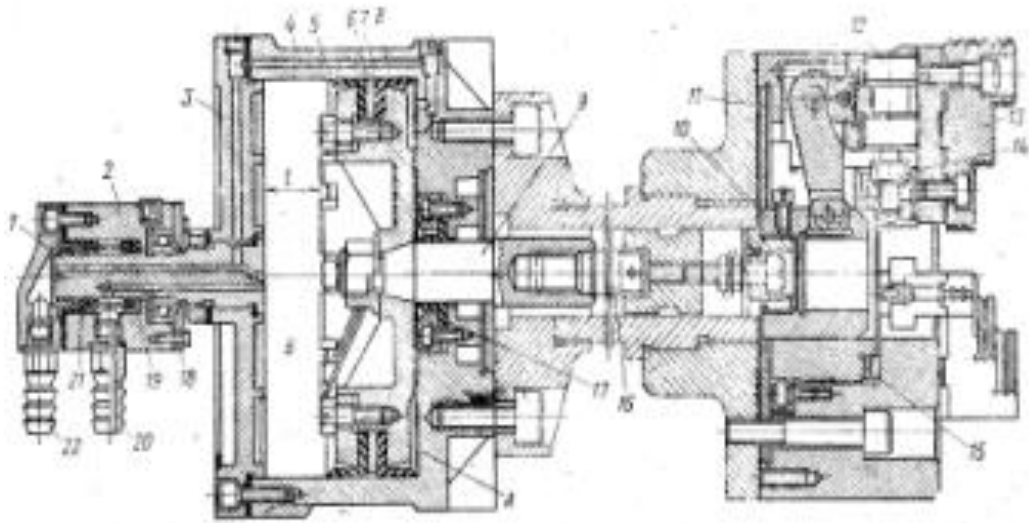


Рисунок 4 - Трикулачковий важільний патрон з механізованим приводом

Від розподільного крану стисле повітря по трубопроводу підводиться до штуцера 22, потім по каналах в хвостовику 1, кришці 3 і пневмоциліндрі 4, поступає в штокову порожнину А і переміщає поршень 8 з штоком 9 вліво. При цьому шток через тягу 16 і гвинт переміщає втулку 10 в корпусі вліво. У корпусі патрона на осях встановлено три важелі 11 з відношенням плечей 3:1. На кінцях важелів рухливо встановлені сухарі, які входять в пази втулки 10 і в пази підставки кулачків 13. При русі вліво втулка 10 повертає на осях важелі 11, короткі плечі яких переміщують кулачки до центру, і деталь затискається.

Після обробки деталі розподільний кран переключається, стисле повітря підводиться до штуцера 20 і по каналу в хвостовику 1, поступає в

безштокову порожнину Б пневмоцилиндра і переміщає поршень 8 з штоком 9 вправо. При цьому шток через тягу 16 переміщає втулку 10 з вертикальними плечима важелів 11 вправо, а горизонтальні плечі цих важелів разводять кулачки 13, і деталь розтискається.

Установка кулачків 13 патрона на необхідний розмір деталей, що оброблюються здійснюється обертанням гвинта 12, на кінці якого є зубчасте колесо 14, що знаходиться в зачепленні з плоским центральним зубчастим колесом 15. При обертанні зубчасте колесо 15 через зубчасті колеса 14 повертає інші гвинти 12, які переміщують всі кулачки в положення, що відповідає розміру оброблюваної деталі.

При затиску деталей по внутрішньому діаметру необхідне переставити в пазах патрона кулачки 13, обернувши їх на  $180^\circ$ . Діаметр деталі, що затискається, кулачками патрона 10—240 мм. Діаметр прутка, що затискається 10—40 мм. Максимальне зусилля на штоку 44 000 Н (4500 кгс).

Велике застосування мають трикулачкові клинові і важільно - клинові патрони (ГОСТ 16862-71), що працюють від механізованого приводу. Клинові патрони кріпляться на передньому кінці шпинделя за допомогою проміжного фланця або до фланцевого кінця шпинделя безпосередньо. Застосовуються також патрони трикулачкові швидкопереналажувальні (ПБК - 200 - ПБК - 400). У цих патронах перестановка кулачків на новий діаметр затиску деталі здійснюється швидко, шляхом послідовного обертання трьох валиків-шестерень, встановлених в трьох затискних кулачках патрона. При обертанні валиків-шестерень три кулачки переміщуються в радіальному напрямі до вісі патрона або від вісі.

На рис. 5 показаний трикулачковий самоцентруючий клиновий патрон з механізованим приводом, що застосовується для швидкого затиску і розтиску деталей, що обробляються на токарних, револьверних напівавтоматах і інших верстатах і багатошпиндельних напівавтоматах у

багатосерійному і серійному виробництвах. У пазах корпусу 1 патрона встановлено три кулачки 2, до яких гвинтами 4 і сухарями 3 прикріплені змінні кулачки 5. У корпусі 1 патрона встановлена втулка 6, яка гвинтом 8 і тягою сполучена з штоком поршня пневмоциліндра. У втулці 6 є три пази а з кутом нахилу  $15^\circ$ , в які входять похилі виступи б кулачків 2, утворюючи клинові зв'язані пари.

Під час подачі стислого повітря в штокову порожнину пневмоциліндра поршень з штоком переміщається в пневмоциліндрі вліво, шток через тягу, гвинт 8 і втулку 6 пересуває виступи б кулачків 2 вниз по похилих пазах а втулки 6. При цьому змінні кулачки 5, переміщаючись до вісі патрона, затискають оброблювану деталь.

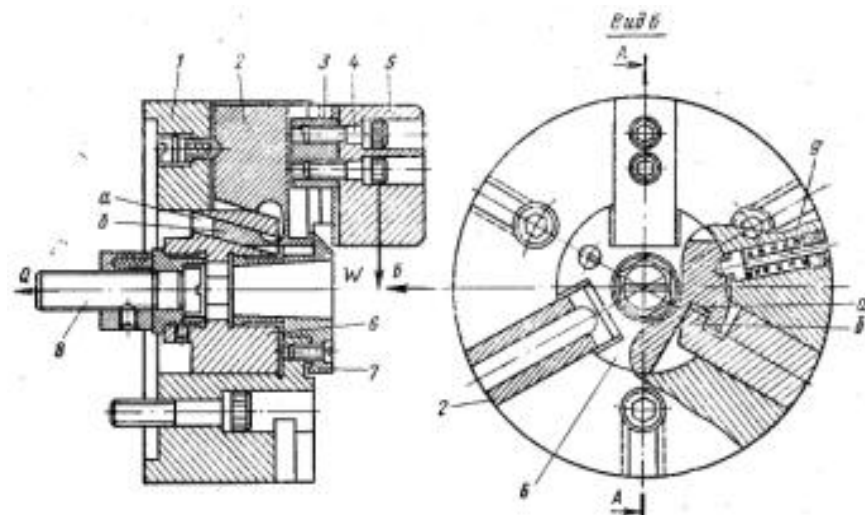


Рисунок 5 - Трикулачковий самоцентруючий клиновий патрон з механізованим приводом

Після обробки деталі стисле повітря подається в бесштокову порожнину пневмоциліндра і поршень з штоком переміщається в пневмоциліндрі вправо. Шток через проміжні ланки переміщує втулку 6 вправо, виступи б кулачків 2 переміщаються по похилих пазах втулки 6 вгору, і змінні кулачки 5 расходятся від вісі патрона, деталь розтискається.

Для заміни кулачків в шестигранний отвір у втулці вставляють торцевий ключ, який повертає втулку проти годинникової стрілки на кут  $15^\circ$ , кулачки 2 виводять з пазів корпуса 1 і виймають. У робочому положенні втулка 6 стримується підпружиненим штифтом 9. Втулка 7 оберігає патрон від засмічення. Клинові патрони жорсткі і надійні в роботі.

### 10 Розрахунок сумарної сили затиску $W$ в кулачкових патронах і осьової сили $Q$ на штоку механізованого приводу

Розрахунок сумарної сили затиску  $W$  в кулачкових патронах і осьової сили  $Q$  на штоку механізованого приводу. Силу  $Q$  на штоку механізованого приводу для важільних кулачкових патронів визначають залежно від необхідної сили затиску оброблюваної деталі. На деталь 1 (рис. 6,а), закріплену в трикулачковому патроні 2, діють складові сили різання  $P_z$ ,  $P_x$ ,  $P_y$ .

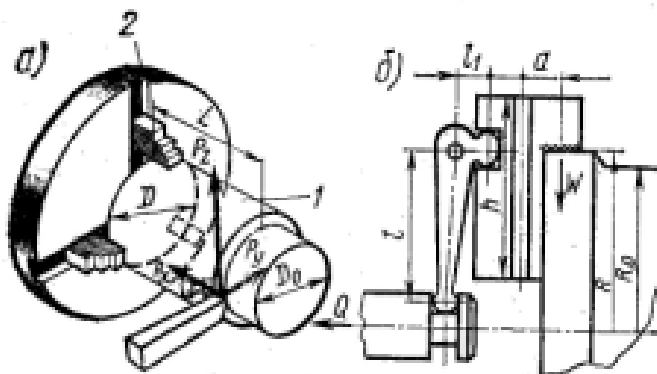


Рисунок 6 - Сили різання, що діє на оброблювану деталь, закріплену в патроні (а), і сили на штоку механізованого приводу з переміщенням важеля кулачків (б)

Сила  $P_x$  створює на оброблюваній деталі 1 крутний момент  $M_{piz}$ , сила  $P_x$  — осьове зрушення і сила  $P_y$  — перевертаючий момент. Величина крутного моменту  $M_{piz}$  залежить від сили  $P_z$ , радіусу  $R_0$  обробленої поверхності деталі і відношення  $D/D_0$ , де  $D$  і  $D_0$  — діаметри деталі до і

після обробки. Чим більше це відношення, тим менше вплив моменту, що крутить, на деталь.

Величина перевертаючого моменту залежить від сили  $P_y$  і від відношення  $L/D$ , де  $L$  — довжина вильоту оброблюваної деталі. Чим більше це відношення, тим більше вплив перевертаючого момента на деталь.

Момент  $M_{тр}$  від сил тертя і сила затиску  $W$  деталі всіма кулачками патрона в основному залежать від крутного моменту  $M_{рз}$  і коефіцієнта тертя між поверхнями оброблюваної деталі і кулачками патрона:

$$\dot{I}_{\partial\partial} = W_{\bar{n}\partial i} fR = KM_{\partial\hat{a}\zeta} = KP_z R_0,$$

$$W_n = W_{\bar{n}\partial i} = \hat{E}\dot{I}_{\partial\hat{a}\zeta} / fR = KP_z R_0 / fR.$$

Сила затиску деталі одним кулачком патрона

$$W = W_{\bar{n}\partial i} / n.$$

У патронах (рис. 6, б) з важільним переміщенням кулачків осьова сила на штоку механізованого приводу патрона

$$Q = K_1(1 + 3a\mu_1/h)(l_1/l)W_{\bar{n}\partial i},$$

звідки

$$W_{\bar{n}\partial i} = Q/[K_1(1 + 3a\mu_1/h)(l_1/l)].$$

У трикулачкових клинових патронах (див. рис. 5) сила зажима деталі всіма кулачками

$$W_{\bar{n}\bar{o}i} = Q/[K_1(1 + 3a\mu_1/h)\operatorname{tg}(\beta + \varphi)].$$

Необхідна сила на штоку механізованого приводу патрона

$$Q = K_1(1 + 3a\mu_1/h)\operatorname{tg}(\beta + \varphi)W_{\bar{n}\bar{o}i}.$$

Сила затиску деталі одним кулачком патрона

$$W_n = W_{\bar{n}\bar{o}i} / n = KP_z R_0 / fR.$$

У приведених формулах прийнято:  $\mu_1 = (0,15-0,2)$ — коефіцієнт тертя між тією, що направляє поверхністю кулачками і пазом корпусу патрона;  $f$  — коефіцієнт тертя (зчеплення) між робочою поверхнею кулачків і оброблюваною деталлю (залежить від вигляду робочої поверхні кулачків: при гладкій поверхні  $f=0,2$ ; з кільцевими канавками  $f = (0,3-0,4)$ ; з повздовжніми і кільцевими канавками  $f = 0,45-0,5$ ; з рифленою поверхнею  $f = (0,8-1,0)$ ;  $K = (1,3-1,6)$  — коефіцієнт запасу;  $K = (1,05-1,2)$  - коефіцієнт, що враховує додаткові сили тертя в патроні;  $R_0$  — радіус обробленої частини деталі, см;  $R$  — радіус затиснутої кулачками частини деталі, см;  $n$  — кількість кулачків патрона;  $a$  —виліт кулачка від середини його опори в пазу патрона до центру прикладення сили затиску  $W$  на одному кулачку, см;  $l_1$  і  $l$  - довжини короткого і довгого плечей двоплечого важеля ( $l_1/l=1/3-1/4$ );  $h$  — довжина направляючої частини кулачка, дотична пазу корпусу патрона, см;  $\beta = 15$  — кут нахилу пазів ковзаючої втулки для клинної пари патрона, град;  $\varphi = 5^\circ 43'$  —угол тертя похилої поверхні клинної пари патрона.

При обточуванні довгої, консольно закріпленої в трикулачковому патроні деталі величина сили затиску має бути достатньою, аби деталь під дією сил різання не могла вивернутися з кулачків патрона. При затиску

деталі короткими уступами кулачків умова рівноваги для невігідного положення сили різання  $P_z$

$$KP_z L = 1.5Qfr;$$

звідки сила затиску деталі

$$Q = KP_z L / 1.5fr.$$

Тут  $K = 1,3-1,6$  — коефіцієнт запасу;  $P_z$  — тангенціальна сила різання, Н (кгс);  $L$  — довжина деталі, см;  $Qf$  — сила тертя між робочою поверхнею кулачків і оброблюваною деталлю, Н (кгс);  $r$  — радіус затиснутої частини деталі, см;  $r_1$  — радіус обробленої частини деталі, см;  $f$  — коефіцієнт тертя (зчеплення) між робочою поверхнею кулачків.

В разі невеликого вильоту розрахунок вконується по моменту тертя деталі в кулачках патрона:

$$3Qf = KP_z \text{ або } Q = KP_z / 3f.$$

При  $f = 0,45$  знайдене значення  $Q$  ділять на 1,5, а при  $f = 0,6$  - на 2.

При обробці довгої, консольно закріпленої деталі в чотирьохкулачковому патроні сила затиску деталі одним кулачком патрона визначається з умови рівноваги моментів :

$$KP_z L = 4 \cdot 0.71Qfr,$$

звідки

$$Q = KP_z L / 2.84fr.$$

## 11 Мембранні патрони. Конструкція, принцип дії

Мембранні патрони застосовують для точного центрування і затиску деталей, що обробляються на токарних і шліфувальних верстатах. У мембранних патронах оброблювані деталі встановлюють по зовнішнім або внутрішнім поверхням. Базові поверхні деталей мають бути оброблені по 2—3-му класах точності. Мембранні патрони забезпечують точність центрування деталей 0,004—0,007 мм.

Мембрани — це тонкі металеві диски з ріжками або без ріжків (кільцеві мембрани). Залежно від дії на мембрану штока механізованого приводу тягнучі або штовхаючі мембранні патрони підрозділяються на розтискні і затискні.

У розтискному мембранному ріжковому патроні при установці кільцевої деталі мембрана з ріжками, штоком приводу прогибається вліво до шпинделя верстата. При цьому ріжки мембрани із затискаючи ми гвинтами, встановленими на кінцях ріжків, сходяться до вісі патрона, і оброблюване кільце встановлюється центральним отвором в патроні.

При припиненні натиску на мембрану під дією пружних сил вона випрямляється, її ріжки з гвинтами розходяться від вісі патрона і затискають оброблюване кільце по внутрішній поверхні. У затискному мембранному ріжковому патроні при установці кільцевої деталі по зовнішній поверхні мембрана штоком привода прогинається вправо від шпинделя верстата. При цьому ріжки мембрани розходяться від вісі патрона і оброблювана деталь розтискається. Потім встановлюється наступне кільце, натиск на мембрану припиняється, вона випрямляється і ріжками з гвинтами затискає оброблюване кільце. Затискні мембранні ріжкові патрони з механізованим приводом виготовляються по МН 5523—64 і МН 5524—64 і з ручним приводом по МН 5523—64.



Мембранні патрони бувають ріжкові і чашкові (кольцеві), їх виготовляють із сталі 65Г, 30ХГС з гартуванням до твердості НКС 40...50. Основні розміри ріжкових і чашкових мембран нормалізовані.

На рис. 7, а, б показана конструктивна схема мембранно-ріжкового патрона 1. На задньому кінці шпинделя верстата установлен пневмопривод патрона. При подачі стислого повітря в ліву порожнину пневмоциліндра поршень з штоком і тягою 2 перемещается вправо. При цьому тяга 2, натискуючи на ріжкову мембрану 3, прогинає її, кулачки (ріжки) 4 розходяться, і деталь 5 разжимається (рис. 7, б). Під час подачі стислого повітря в праву порожнину пневмоциліндра його поршень з штоком і тягою 2 перемещается вліво і відходить від мембрани 3. Мембрана під дією внутрішніх пружних сил випрямляється, кулачки 4 мембрани сходяться і затискають по циліндричній поверхні деталь 5 (рис. 7, а).

Основні дані для розрахунку патрона (рис. 7, а) з ріжковою мембраною: момент різання  $M_{рез}$ , що прагне обернути оброблювану деталь 5 в кулачках 4 патрона; діаметр  $d = 2b$  базової зовнішньої поверхні оброблюваної деталі; відстань  $l$  від середини мембрани 3 до середини кулачків 4. На рис. 7, в дана розрахункова схема навантаженої мембрани. Кругла, жорстко закріплена по зовнішній поверхні мембрана навантажена рівномірно розподіленим моментом, що вигинає,  $M_i$ , прикладене по концентричному колу мембрани радіусу  $b$  базової поверхні оброблюваної деталі. Дана схема є результатом накладення двох схем, показаних на рис. 7, г, д, причому  $M_i = M_1 + M_3$ .

На рис. 7, в прийнято:  $a$  — радіус зовнішньої поверхні мембрани, см (вибирають за конструктивними умовами);  $h = 0,1-0,07$  — товщина мембрани, см;  $M_i$  — момент, що вигинає мембрану, Нм (кгс-мм);  $\varphi$  - кут розтиску кулачків 4 мембрани, потрібний для установки і затиску оброблюваної деталі з найменшим граничним розміром, град.

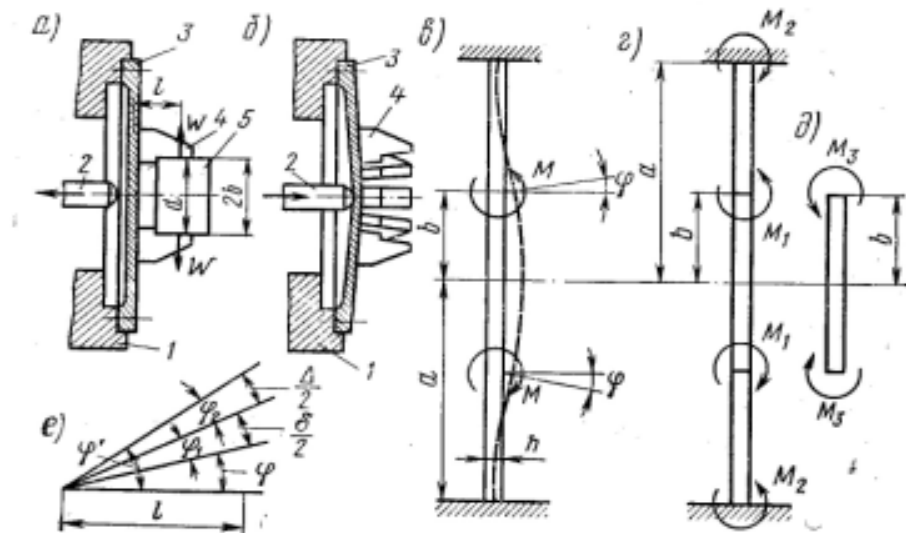


Рисунок 7 – Схема мембранний – ріжкового патрона

На рис. 7, е показаний максимальний кут розтиску кулачків мембрани:

$$\varphi' = \varphi + \varphi_1 + \varphi_2,$$

де  $\varphi_1$  — додатковий кут розтиску кулачка, що враховує допуск  $\delta$  на неточність виготовлення настановної поверхні деталі;  $\varphi_2$  - кут розтиску кулачків, що враховує діаметральний зазор  $\Delta$ , необхідний для можливості установки деталей в патрон.

З рис. 7, е видно, що кут

$$\varphi' \approx \varphi + \delta/2l + \Delta/2l \approx \varphi + (1/2l)(\delta + \Delta),$$

де  $\delta$  - допуск на неточність виготовлення деталі на суміжній попередній операції;  $\Delta = 0,0008b + 0,02$  мм

Число кулачків  $n$  мембранного патрона приймають в залежності від форми і розмірів оброблюваної деталі. Коефіцієнт тертя між настановною поверхнею деталі і кулачків  $f=0,15-0,18$ . Коефіцієнт запасу  $K= 1,4-1,6$ . Допуск  $\delta$  на розмір настановної поверхні деталі задається кресленням. Модуль пружності  $E = 0,2 \cdot 10^6$  МПа.

Маючи необхідні дані, розраховують мембранний патрон:

1. Радіальна сила на одному кулачку мембранного патрона для передачі моменту  $M_{різ}$ , що крутить

$$W = KM_{різ} / (nfb).$$

Сили  $W$  викликають момент, що вигинає мембрану (див. рис. 7, в).

2. При великій кількості кулачків патрона момент  $M_i$  можна вважати таким, що рівномірно діє по колу мембрани радіуса  $b$  і викликає її вигин:

$$M_{\varphi} = Wnl / (2\pi b).$$

3. Радіусом  $a$  зовнішній поверхні мембрани (з конструктивних міркувань) задаються.

4. Відношення  $m$  радіусу  $a$  мембрани до радіусу  $b$  настановної поверхні деталі:  $a/b = m$ .

5. Моменти  $M_1$  і  $M_3$  в долях від  $M_i$  ( $M_i = 1$ ) знаходять в залежності від  $m = a/b$  по наступних даних таблиці 1:

Таблиця 1 – Значення моментів  $M_1$ ,  $M_3$

$m = a/b$	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0
$M_1$	0,785	0,645	0,56	0,51	0,48	0,455	0,44	0,42
$M_3$	0,215	0,355	0,44	0,49	0,52	0,545	0,56	0,58

6. Кут (рад) розтиску кулачків при закріпленні деталі з найменшим граничним розміром

$$\varphi = M_3 b / B(1 + \mu).$$

7. Циліндрична жорсткість мембрани [Н/м, (кгс/см)]

$$B = Eh^3 / (12(1 - \mu^2)),$$

де  $E = 0.2 \cdot 10^6$  МПа - модуль пружності;  $\mu = 0,3$

8. Кут найбільшого розтиску кулачків (рад)

$$\varphi' \approx \varphi + \delta / 2l + \Delta / 2l \approx \varphi + (1 / 2l)(\delta + \Delta)$$

9. Сила на штоку механізованого приводу патрона, необхідна для прогину мембрани і розведення кулачків при розтиску деталі, на максимальний кут:

$$Q = -4\pi B \varphi' / (b \ln(b / a)) = 4\pi B \varphi' / (2.3 \lg(a / b)).$$

### Контрольні питання:

- 1 Дайте загальну характеристику трикулачковим самоцентруючим патронам?
- 2 Принцип дії мембранного патрону?
- 3 Розрахунок мембранного патрону?

**Література:** (Б1), с. 145...154 (Б1), с. 158...161

## Лекція 23

### Патрони цангові. Люнети. Конструкції

#### План

12 Патрони цангові. Коротка характеристика

13 Люнети. Конструкція В. К. Семінського

#### 12 Патрони цангові. Коротка характеристика

Цангові патрони застосовують для затиску каліброваних прутків різного профілю, що оброблюються на токарних верстатах і автоматах, і для затиску деталей на револьверних верстатах. У цангових патронах центрування і затиск прутка або деталей цангою виробляються осьовою силою  $N$  на штоку механізованого приводу патрона.

На рис. 1 показано три види цангових патронів: з втягівною (а), висувною (б), нерухомою (в) цангами і різновиди їх настановчих отворів (г) відповідно до профілю прутків, що затискаються в цанзі (д). Для можливості затиску в цанговому патроні прутків різних діаметрів і форм до нього надається комплект змінних цанг.

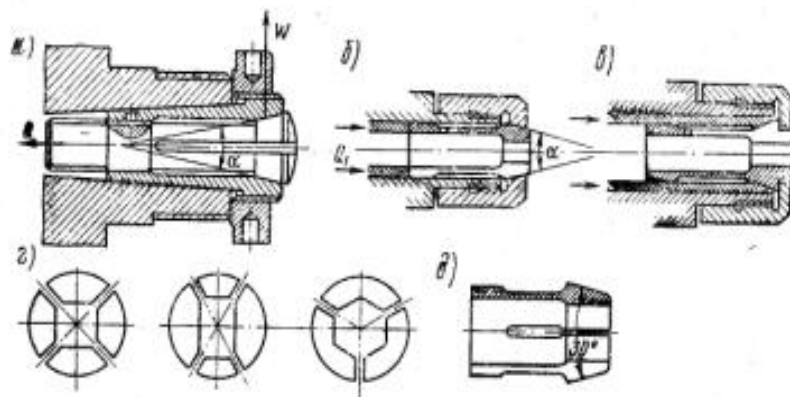


Рисунок 1 – Патрони цангові

При затиску прутка або деталі в цанговому патроні забезпечується концентричність установки 0,02—0,05 мм. Базову поверхню деталей або прутків, що затискаються в цангах, обробляють за 2—3 класом точності.

У цангових патронах необхідну осьову силу на штоку механізованого приводу для стискання лепестків цанги визначають залежно від необхідної сили зажима оброблюваної деталі.

Цанги виготовляють з вуглецевих У10А і легованих 9ХС сталей, вони проходять термічну обробку до твердості HRC 40...45 в хвостовій частині.

На рис. 2 показаний цанговий патрон для затиску прутков зі вбудованим пружинно-пневматичним приводом. Пруток затискає цанга 11 під впливом пружини 3, а розтиск цанги і розкріплення прутка відбувається під впливом стислого повітря. Пневмоциліндр 5 прикріплений гвинтами 4 до передньої бабки револьверного верстата. У середині пневмоциліндра переміщається поршень 6, закріплений на порожнистому штоку 8. Цанговий патрон втулкою 2 нагвинчується на передній різьбовий кінець шпинделя верстата.

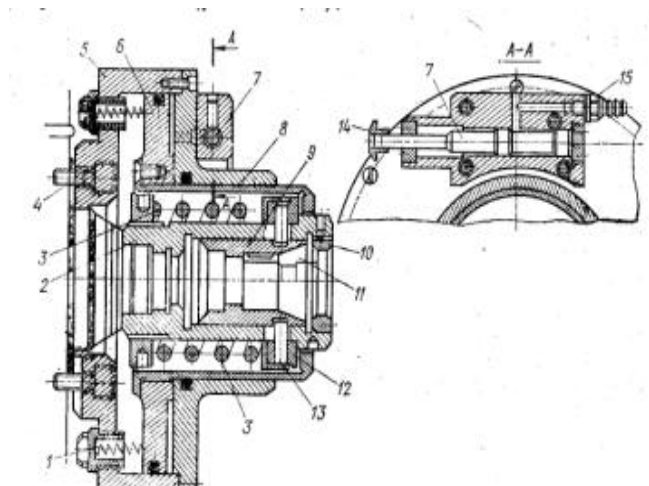


Рисунок 2 – Патрон цанговий для затиску прутків

Для розтиску цанги і звільнення прутка натискають на кнопку 14 і тим самим переміщують золотник 7 управо. Стисле повітря з мережі, через штуцер 15, поступає в праву порожнину пневмоциліндра 5, давить на поршень 6 і пересуває його вліво. Разом з поршнем рухається шток 8, який буртом натискає на кільце 12 і, стискаючи пружину, переміщає гільзу 9 пальцями 13. При цьому пелюстки цанги під дією сил пружності розтискаються і пруток звільняється. Під час затиску прутка пелюстками цанги 11 кнопку 14 із золотником 7 переміщують вліво, і стислий воздух з правої порожнини пневмоциліндра 5 випускається в атмосферу. У цей момент поршень 5 з штоком, кільцем 12 з пальцями 13 і втулка 9 під впливом пружини 3 переміщуються вправо. Втулка 9, переміщуючись управо по конічній поверхні лепестків цанги 11, притискає її до торця гайки 10, а потім стискає лепестки цанги, і пруток закріплюється. Чотири пружини 1 виконують додаткове переміщення поршня з штоком управо для здобуття зазору між торцями штока 8 і кільця 12.

Конструкція патрона забезпечує постійну силу затиску і надійність в експлуатації. Осьова сила пружини при затиску деталі в патроні 14 700 Н.

Разом з пневматичним застосовують відцентрові патрони з автоматичним закріпленням оброблюваних деталей.

### **13 Люнети. Конструкція В. К. Семінського**

Люнети застосовують як додаткові опори для зменшення прогину довгих деталей при  $l > 12d$ , що оброблюються на токарних і шліфувальних верстатах ( $l$  — довжина деталі, мм;  $d$  — найбільший діаметр деталі, мм).

За конструкцією люнети розділяють на універсальні і спеціальні, за способом установки на верстаті — на нерухомі і рухомі.

Універсальні люнети з розсувними кулачками застосовують при обробці деталей з різними діаметрами. Спеціальні люнети застосовують для обробки партії деталей. Універсальні люнети встановлюють або на

верстаті (нерухомі), або на каретці верстата, з якою вони переміщуються (рухливі).

На рис. 3 показаний нерухомий універсальний лунет В.К. Семінського. У корпусі 4 лунета замість кулачків установлені два шарикопідшипники 5.

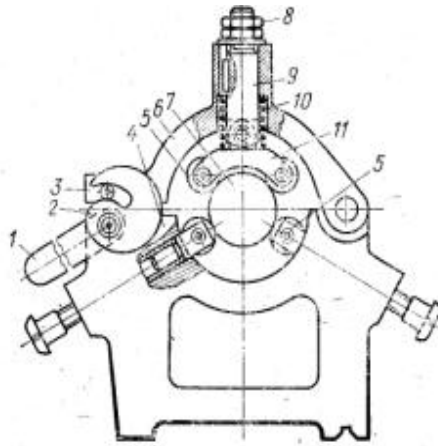


Рисунок 3 – Нерухомий універсальний лунет

У отвір кришки 6 вставляється валик 9 з пружиною, на кінці якого рухливо закріплена сережка 11 з двома шарикопідшипниками 5. При закріпленні оброблюваного валу 7 опускають кришку 6 лунету і гайкою 8 регулюють положення валика 9. Потім рукояткою 1 повертають ексцентрик 2, в спіральний паз якого входить штифт 8, встановлений в кришці 6, і кришка переміщається до центру лунету. При цьому пружина 10 притисне сережку 11 з верхніми підшипниками 5 до валу 7 і він затискається між верхніми і нижніми підшипниками лунету.

#### Контрольні питання:

- 1 Опишіть конструкцію патрона цангового для затиску прутків?
- 2 Для чого використовують лунети на виробництві?

**Література:** (Б1), с. 144...145 (Б1), с. 154...158



## Лекція 24

### Різцеві блоки. Загальна характеристика

#### План

14 Різцеві блоки. Загальна характеристика

15 Збірно – модульний інструмент концерну ”Сандвік”. Коротка характеристика

16 Інструментальні системи ”Hertel - Ft”, ”Multiflex”. Конструкції. Коротка характеристика

#### 14 Різцеві блоки. Загальна характеристика

Інструмент збирають з уніфікованих вузлів і модулів, що переналагоджуються стосовно змін форми оброблюваної деталі простою компоновкою уніфікованих взаємозамінних вузлів. В цьому випадку інструмент замінюється комплектами. Така конструкція дозволяє створювати не просто інструмент певного типу, а систему інструментів.

Агрегативання – метод компоновки системи з ряду самостійних модулів різних типорозмірів, які мають розмірний і функціональний взаємозв'язок.

Модуль – уніфікований вузол, що повторюється, який виконує самостійну функцію в різних інструментальних системах.

Агрегатно – модульний принцип дозволяє створювати широку номенклатуру систем інструменту, найбільш пристосованих до конкретних вимог виробництва.

Агрегатно – модульний принцип дозволяє створювати нові високопродуктивні конструкції інструментів для конкретних операцій механічної обробки, а не підганяти процес під наявний інструмент.

Агрегатно – модульний принцип побудови інструменту найбільш ефективний для важких верстатів.

Для підвищення універсальності інструменту і одночасного спрощення конструкції розроблені агрегатно – модульні системи інструментів для верстатів різних типів.

### 15 Збірно – модульний інструмент концерну ”Сандвік”. Коротка характеристика

Принцип агрегування застосовується в системах допоміжного інструменту для верстатів з ЧПК з пристроєм автоматичної зміни інструменту. Одній з найдосконаліших систем для токарних верстатів з ЧПК є зокрема системи збірно – модульного інструменту концерну ”Сандвік” (рис. 1).

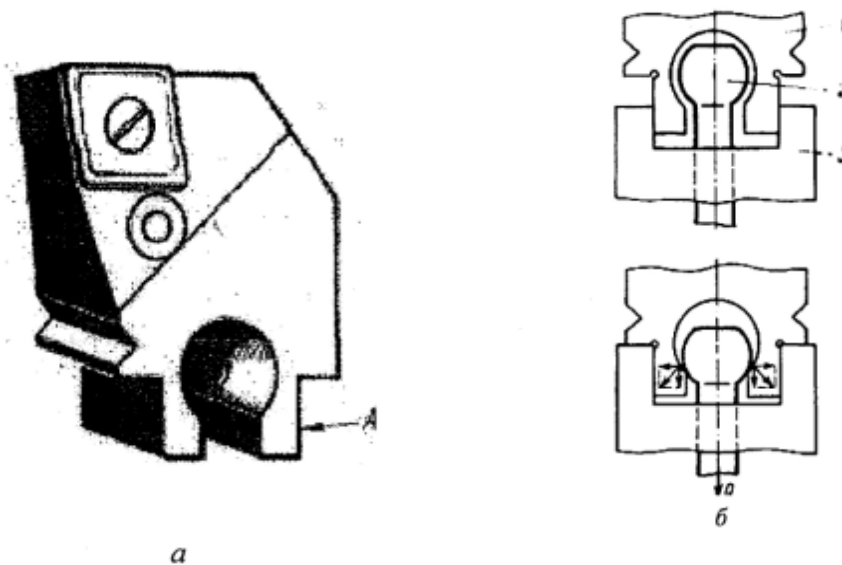


Рисунок 1 – Різцевий модуль (а) і схема його закріплення на базовій оправці (б)

Всі різцеві модулі системи мають базові поверхні з циліндричними отворами і пазом в середині хвостовика (рис. 1,а). При установці модуля 1 в гніздо оправки 3, поверхня виступу А блоку в прямокутному гнізді оправки є базовою. При цьому в циліндричний отвір і паз модуля входить

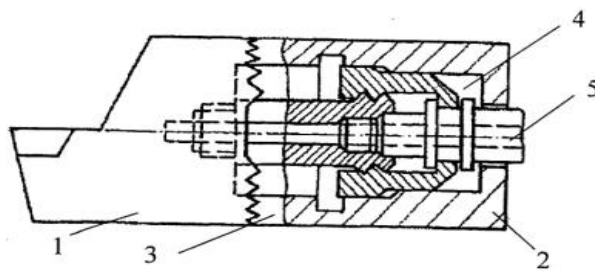
фігурний виступ тяги 2 (рис. 1,б). При зсуві тяги 2 під дією сили  $Q$  відбувається закріплення модуля в гнізді оправки 3.

## 16 Інструментальні системи "Hertel - Ft", "Multiflex". Конструкції. Коротка характеристика

Фірмою "Hertel" розроблена оригінальна інструментальна система "Hertel - Ft", що складається з інструментальних модулів і державочної частини (рис. 2, а). Модуль 1 сполучений з державкою шляхом зачеплення двох плоских зубчастих коліс 3, що отримані шляхом холодного витискування. У осьовому напрямі модуль затягується цангою 4, що переміщується всередину державочної частини 2, захоплюючи за собою модуль 1.

Перехід на цю систему збільшує вартість ріжучого інструменту на 40 – 60 %.

У системі "Multiflex" фірми "Widia - Krupp" змінні модулі мають циліндричні торцеві базові поверхні (рис. 2,б). На кінці державки виконана циліндрова цапфа 2, що входить в отвір корпусу змінного модуля 1. У отворі цапфи розміщена центральна тяга 3, що контактує з чотирма штифтами 4, розташованими похило до осі тяги. При переміщенні тяги штифти взаємодіють з кільцевою виточкою 5 в отворі модуля і закріплюють її на цапфі державки, підтягуючи модуль в осьовому напрямі до упору в торець.



а)

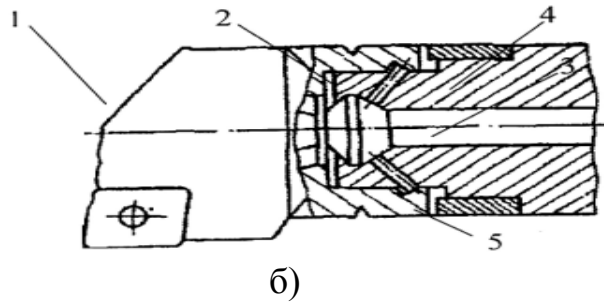


Рисунок 2 – Конструкції модульних різців

**Контрольні питання:**

**1** Дайте визначення: агрегування - ...?

**2** Опишіть конструкцію системи "Multiflex" фірми "Widia - Krupp"?

## Лекція 25

### Діагностика ріжучого інструменту

#### План

17 Діагностика ріжучого інструменту. Загальна характеристика

18 Прямі і непрямі методи активного контролю

19 Класифікація засобів механізації та автоматизації контролю

#### 17 Діагностика ріжучого інструменту. Загальна характеристика

Статистичні дані, щодо роботи верстатів з ЧПК показують, що велика частина відмов (97%) від загальної суми, усувається верстатником і лише 3% вимагає ремонту. Порівняно невелике (0,2 – 3%) число відмов пов'язаних із зупинкою управляючого механізму, при якому зупиняється верстат. Найчастіше відмови викликані скупченням стружки в зоні різання (18 – 20 %) і різні відмови ріжучого інструменту (7 - 63%).

Відновлення працездатності ріжучого інструменту не вимагає великих витрат часу: 3,2% від загального фонду часу.

Невчасне виявлення відмови інструменту призводить до аварій верстата і так далі.

Автоматизація можливих способів автоматичного контролю ріжучого інструменту і тенденція їх розвитку дозволяє виділити об'єкти контролю: ріжучий інструмент, оброблювані деталі, стружка, змащувально– охолоджувальні рідини, процес різання.

Контроль в процесі різання ведеться по силі різання (15,6%). Широке вживання має контроль ресурсу інструменту (11,6 %). Розрахунки зміни сил різання з врахуванням фактичної довжини лінії контакту ріжучого інструменту з оброблюваною деталлю, виконують на ЕОМ і підтверджують експериментально, кажучи про те, що контролювати стан ріжучого інструменту можна по збільшенню сили різання.

Контроль параметрів інструменту можна оцінити по електричних характеристиках зокрема контроль по ЕДС різання.

Експериментальні і теоретичні дослідження показали, що інформацію про міру зносу інструменту можна отримати при різанні, при збільшенні ЕДС.

Для того, щоб комплексно оцінити характеристики протікання робочого процесу і виявити аварійну ситуацію, доцільно одночасно використовувати декілька видів контролю. Так при врізанні інструменту в заготовку із сталі ЕДС різання зменшується, сила різання збільшується. Спільний контроль двох цих параметрів дозволяє точніше судити про перебування інструменту як на чорнових, так і на чистових операціях.

Програмно найпростіше здійснити контроль, що полягає в порівнянні поточного значення діагностуючого сигналу з його додатковим значенням. Для підвищення універсальності і надійності контролю необхідно передбачити декілька граничних значень, які відповідають поломці і зносу інструменту.

## **18 Прямі і непрямі методи активного контролю**

Існуючі методи активного контролю стану ріжучого інструменту можна розділити на прямі і непрямі.

Прямий метод полягає в безпосередньому вимірі параметрів інструменту. Зменшення об'єму або маси інструменту, розмірний знос ріжучої кромки, розкид розмірів деталі в партії і ін., вказані параметри можуть бути визначені лазерним, електромеханічним, ультразвуковим або пневматичним методом.

Недоліками прямого методу активного контролю є те, що в умовах виробництва їх можна застосувати лише після припинення процесу різання, тому не виключена поява браку виробів, крім того такі методи не універсальні, оскільки номенклатура інструменту, що використовується на

верстатах з ЧПК досить різноманітна і не один з цих методів не охоплює їх повністю.

Непрямі методи активного контролю використовують в процесі різання, який супроводжується рядом фізичних явищ. До основних з них належать зміна термоелектричного стану зони контакту деталі з інструментом, зміна складових сили різання, зміна характеру віброакустичних сигналів, що генеруються інструментом у міру його затуплення.

Контроль зносу інструменту по зміні стану зони контакту може бути заснований, наприклад, на вимірі опору термо – ЕДС і температури в зоні різання. Проте на практиці це утруднено із – за наявність ЗОР і стружки.

Силівимірвальні методи контролю з використанням різних датчиків і динамометрів найбільш поширені. Проте для їх ефективної реалізації необхідно забезпечувати кожен інструмент власним датчиком і відповідною апаратурою, що у виробничих умовах скрутно.

Віброакустичні методи контролю засновані на вимірі амплітуди віброакустичних сигналів або відношення амплітуд таких сигналів в різних частотних діапазонах. Промислове використання такого методу контролю можливе лише при надійному відділенні корисного сигналу від значних перешкод, обумовлених вібрацією технологічної системи верстата, неоднорідністю матеріалу заготовки, зміною частоти обертання асинхронного двигуна і так далі. Проте у виробничих умовах апаратура, заснована на використанні цього методу, має недостатню перешкодозахищеність. Об'єктивніші результати дає детектування амплітудних значень віброакустичного сигналу в двох або декількох частотних діапазонах і їх порівняння. Цей метод дозволяє частково усунути вплив випадкових і періодичних перешкод.

При автоматичному виявленні порушення працездатності ріжучого інструменту в процесі обробки необхідно зупинити рух подачі, а потім вивести інструмент в позицію заміни.

## 19 Класифікація засобів механізації та автоматизації контролю

Впровадження комплексної механізації та автоматизації виробництва в машинобудуванні передбачає значне підвищення продуктивності, точності і надійності операцій контролю. Тому важлива роль в забезпеченні високої якості продукції в машинобудівному виробництві належить автоматизованим засобам контролю розмірів деталей в процесі обробки і регулювання технологічного процесу обробки, тобто активному контролю. Такий контроль найбільш доцільний в тому випадку, коли потрібна стовідсоткова перевірка готових деталей у серійному і масовому виробництвах. У випадку, коли необхідно застосувати суцільний контроль готових деталей із розсортуванням їх на групи для селективного складання, особливо в багатосерійному і масовому виробництві, перевагу має автоматичний контроль готових деталей. Тобто, існуючі методи контролю діляться на методи післяопераційного (пасивного) контролю і методи технологічного (активного) контролю. При післяопераційному контролі з допомогою засобів вимірювання фіксуються значення певних параметрів деталей чи виробів з метою їх розбракування або сортування. До активного контролю відносять будь-який метод контролю, за результатами якого вручну або автоматично здійснюють вплив на технологічний процес.

З іншого боку, слід зазначити, що впровадження механізації та автоматизації операцій контролю деталей сприяє комплексній механізації і автоматизації всього технологічного процесу механічної обробки деталей.

При автоматизації обробки на верстатах розрізняють керовані і некеровані параметри деталей. До керованих відносяться параметри, дотримання яких забезпечується налагодженням верстата, що регулюється без порушення циклу обробки, тобто без зупинки верстата. До керованих параметрів в основному відносяться розміри оброблюваних поверхонь. Керовані параметри можуть контролюватися або безпосередньо в процесі обробки, або після її закінчення. Результати вимірювання використовують



в першому випадку для подачі командний імпульсів на зміну режимів і закінчення обробки, а в другому — для поточного підналагодження рівня наладки верстата.

До некерованих параметрів відносяться параметри деталей, задана точність яких забезпечується налагодженням верстата, яка не піддається поточному коригуванню. До них відносяться, в основному, похибки форми і взаємного розміщення поверхонь. Якщо налагоджувальник виявить втрату точності, він зупиняє верстат для коригування налагодження або ремонту. Ця операція порушує ритм автоматичної роботи, знижує продуктивність верстата і лінії в цілому. Тому однією із головних вимог до автоматизованих процесів обробки і те, щоб наладка верстата, яка забезпечує задану точність, особливо некерованих параметрів, зберігалася протягом досить тривалого проміжку часу.

За ступенем автоматизації процесу засоби контролю розмірів можуть бути поділені на:

- автоматизовані пристрої, в яких операція завантаження і, як правило, операція зняття деталей здійснюється вручну, а вимірвальний засіб повідомляє про результати контролю;
- напівавтоматичні системи, в яких операція завантаження здійснюється вручну, а всі інші операції автоматично;
- автоматичні системи, в яких весь цикл роботи автоматизований;
- самоналагоджувальні системи, у яких автоматизований цикл налагодження.

Як уже зазначалося, за впливом на технологічний процес автоматичні засоби контролю розмірів поділяють на:

- пасивні контрольні засоби, які здійснюють лише розсортування деталей на групи в залежності від результатів контролю;
- активні контроль і засоби, які при визначенні зміни контрольованої величини автоматично змінюють хід технологічного процесу

і забезпечують задану точність обробки.

Необхідно зауважити, що обидва методи дозволяють забезпечити високу якість продукції, У першому випадку на шляху браку встановлюються вимірювальні затулки (наприклад у вигляді контрольних автоматів), які не пропускають бракованих деталей і виробів в готову продукцію, тобто забезпечують визначення контрольованих параметрів в межах назначених на них допусків. Використання другого методу забезпечує усунення причин виникнення браку, тобто здійснюється його профілактика. У цьому випадку якість продукції забезпечується технологічним процесом і цей метод є більш прогресивним.

На рис. 1 схематично зображено обидва методи. При використанні методу розбракування поля розсіювання контрольованих параметрів  $A$  в принципі можуть виходити за межі полів допусків  $\delta$ . Заштриховані ділянки характеризують величину можливого браку, який фіксується засобами післяопераційного контролю. При другому методі поле розсіювання отримуваних параметрів вписується з більшим чи меншим резервом технологічної точності в межі полів допусків.

Використання післяопераційного контролю, зокрема з допомогою автоматів, засоби вимірювання можуть тільки зафіксувати розміри деталей, які виходять за межі поля допуску, тобто зафіксувати брак (рис. 1). Якщо ж процент браку великий, то застосування тільки розбракування недостатньо. В цьому випадку, очевидно, слід не тільки бракувати деталі, а й підвищувати точність обробки, добиваючись того, щоб поле розсіювання розмірів деталей знаходилося в межах допуску на обробку.

Залежно від способу перетворення вимірювального імпульсу автоматичні контрольні засоби поділяють на механічні, пневматичні, гідравлічні та електричні. Принцип дії багатьох конструкцій автоматичних контрольних пристроїв ґрунтується па різних комбінаціях сполучення вище перерахованих засобів перетворення вимірювального імпульсу.

Крім перерахованих автоматичних засобів у виробництві застосовується також велика група механізованих вимірювальних приладів, у яких допоміжні операції механізовані, наприклад встановлення деталі на вимірювальну позицію, але результати вимірювання оператор оцінює візуально або на відчуття у випадку використання калібрів. Залежно від числа контрольованих параметрів усі механізовані та автоматизовані засоби поділяються на одномірні та багатомірні. Багатомірні прилади, в свою чергу, поділяються на комплексні та групові. У комплексних приладах на одній вимірювальній позиції контролюється тільки один параметр. Таким чином, групові прилади — це об'єднання на одному стенді декількох вимірювальних позицій.

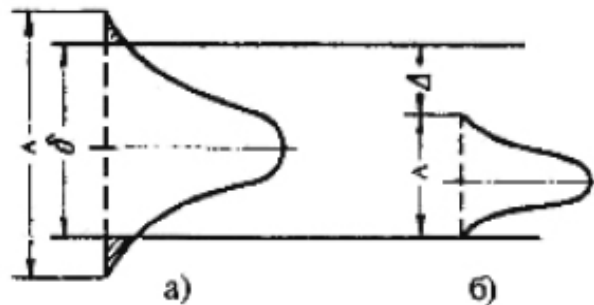


Рисунок 1 – Два методи забезпечення якості продукції

На рис. 2 приведено класифікацію засобів механізації та автоматизації контролю. При виборі засобів автоматизації контролю необхідно комплексно розв'язувати задачі автоматизованого контролю, включаючи призначення вимірювальних засобів, обґрунтування вибраних конструкцій, методи їх випробування і форми експлуатації. Основні принципи призначення системи контролю встановлюються, виходячи з нерозривного зв'язку технологічних і метрологічних факторів. Під системою контролю і управління якістю продукції розуміють сукупність контрольних операцій, вимірювальних засобів і форм їх експлуатації, призначених для забезпечення й підтримування заданого і перевірки фактичного рівня якості продукції на всіх етапах її виготовлення.



Рисунок 2 – Класифікація засобів автоматизації та механізації контролю

До метрологічних показників системи контролю відносяться характеристики технічного контролю і властивості вимірювальних засобів. Для кожного розмірного параметра, який отримують на конкретній технологічній операції, повинні були встановленні характеристики, котрі в цілому визначають метрологічні показники системи контролю. До таких показників відносяться об'єм і спосіб формування вибірки, періодичність контролю, допуск на приймання, кількість контрольованих параметрів,

продуктивність контролю, точність вимірювання, метод вимірювання, метод обробки результатів контролю, точність вимірювань, спосіб фіксації і збереження результатів контролю, показники надійності вимірювальних засобів. Для визначення кількісних значень вищевказаних показників системи контролю необхідно наперед знати дані про точність технологічного процесу.

**Контрольні питання:**

- 1 Якими методами здійснюють діагностику ріжучого інструменту?
- 2 Прямі і непрямі методи активного контролю стану ріжучого інструменту?

**Література:** (Б4), с. 91...96

## Лекція 26

### Пристрої для фрезерних робіт: лещата, ділильні столи, ділильні головки

#### План

**20** Пристосування для фрезерних верстатів. Загальні відомості

**21** Лещата. Загальні відомості, конструкції

#### **20** Пристосування для фрезерних верстатів. Загальні відомості

Пристосування для фрезерних верстатів по виду подачі столу розділяють на пристосування до верстатів з прямолінійною, круговою і складною копірною подачею. По мірі поєднання допоміжного часу з основним ці пристосування поділяються на дві групи: 1) пристосування, в яких при обробці деталей допоміжний час поєднується з основним; 2) пристосування, в яких при обробці деталей цей час не поєднується.

Пристосування для фрезерних верстатів бувають універсальними, універсальними збірними, універсально-налагоджувальними, груповими і спеціальними. Основний час, що витрачається при обробці деталей на фрезерних верстатах, в різних типах виробництва складає 50—80% штучного часу. Великі резерви для підвищення продуктивності праці при обробці деталей на фрезерних верстатах виявляють при заміні старих конструкцій пристосувань з ручним затиском новими пристосуваннями з механізованим приводом для затиску і розтиску оброблюваних деталей.

## 21 Лещата. Загальні відомості, конструкції

Машинні лещата є універсальним пристосуванням, їх застосовують для обробки різних за формою і розмірами деталей. Лещата мають постійні деталі (корпус, салазки, механізм затиску) і змінні губки, які використовують при обробці різних типорозмірів деталей. Лещата бувають з однією або двома рухливими губками, з плаваючими губками. У лещатах застосовують затиски: ручні, гвинтові, ексцентрикові, механізовані, пневматичні, гідравлічні, пневмогідравлічні. В залежності від напрямку сили затиску, що діє на рухливу губку, лещата бувають з силою затиску, що тягне або штовхаючою.

Лещата виготовляють неповоротними, поворотними в одній площині, поворотними в двох взаємно перпендикулярних площинах. За ГОСТ14904-69 верстатні лещата виготовляють трьох типів: А - з ручним приводом, Б - з гідроприводом, В - з пневмоприводом. Конструкції верстатних лещат мають бути жорсткими, швидкодіючими і зручними в роботі.

На рис. 1 показані універсальні самоцентруючі лещата з двома постійними рухливими губками 1 і змінними губками 2 і 3. При обертанні гвинта 4 з правою різьбою на одному кінці і лівою на іншому, губки 1 лещат сдвигаются (при затиску оброблюваної деталі) або розсуються (при розтиску).

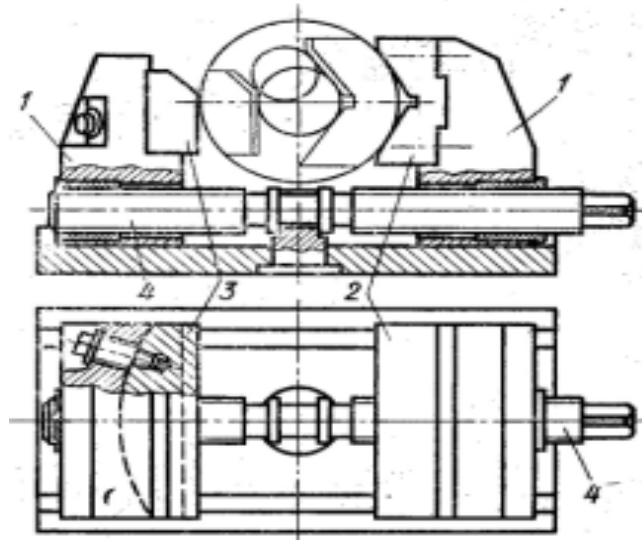


Рисунок 1 – Універсальні переналагоджувані лещата

На рис. 1 показані найбільший і найменший діаметри оброблюваних деталей. У лещатах ліва призматична губка для зменшення переміщення губок при установці і знятті деталей замінена плоскою із скосом.

На рис. 2 показані універсальні поворотні лещата зі вбудованим поршневим пневмоприводом двосторонньої дії. У отворі нерухокої підставки 8 лещат вбудований пневмоциліндр 11, з яким гвинтами сполучений порожнистий поворотний корпус 12. До корпусу прикріплений розподільний кран 6 з рукояткою 7 для перемикання золотника при почерговому впусканні стислого повітря у верхню або нижню порожнину пневмоцилиндра 11 і випуска повітря в атмосферу. На верхній частині поворотного корпусу 12 лещат закріплена сталева плита 5. У плиті і рухливій губці 1 є Т-подібні пази під голівки болтів для кріплення до лещат спеціальних змінних наладок. На верхній частині плити 5 закріплена регульована губка 3, яку залежно від розмірів оброблюваних деталей можна переміщати гвинтом 4 або переставляти в пазах плити 5.



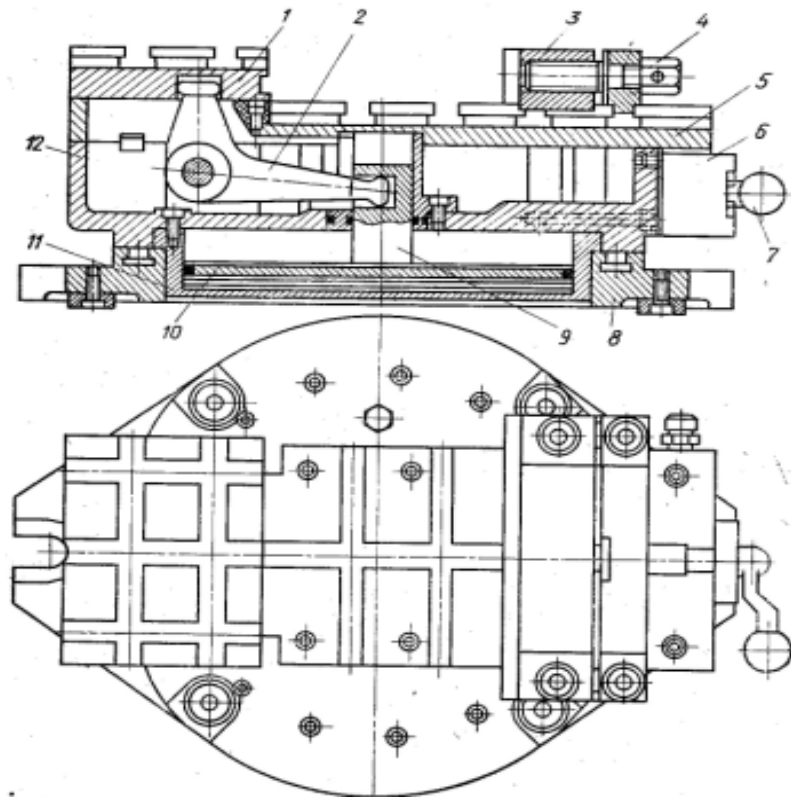


Рисунок 2 – Універсальні поворотні лещата зі вбудованим поршневым пневмоприводом

При обробці великогабаритних деталей губку 3 знімають. Під час затиску оброблюваної деталі в змінній налагоді лещат стисле повітря поступає у верхню порожнину пневмоциліндра 11 і переміщає поршень 10 з штоком 9 вниз. При цьому довге плече важеля 2, що знаходиться в пазу штока 9, опускається, а коротке плече переміщає рухливу губку управо, і деталь зажимається губками 1 і 3. Під час повороту рукоятки 7 золотник крану 6 пропускає стисле повітря в нижню порожнину пневмоциліндра 11. Стисле повітря, натискуючи на поршень 10, переміщає його з штоком 9 вгору. При цьому довге плече важеля 2 піднімається вгору, а коротке плече відводить губку 1 вліво і деталь розтискається.

Сила затиску деталі в лещатах такої конструкції 39 200 Н при тиску стислого повітря в пневмоциліндре 0,39 МПа. Верхня частина лещат обертається на підставі 8 в горизонтальній площині на 360°.

Розглянуті конструкції переналагоджуваних лещат з механізованим приводом застосовують в серійному і мелкосерійном виробництвах для затиску деталей, що обробляються на фрезерних верстатах.

**Контрольні питання:**

**1** Дайте загальну характеристику пристосуванням для фрезерних верстатів?

**2** Принцип дії універсальних поворотних лещат зі вбудованим поршнеvim пневмоприводом?

**Література:** (Б1), с. 204...209

## Лекція 27 Ділильні столи, ділильні головки

### План

22 Універсальні ділильні переналаджувані столи. Конструкції

23 Ділильні головки. Використання, конструкції

### 22 Універсальні ділильні переналаджувані столи. Конструкції

Універсальні ділильні столи застосовують для позиційної обробки однієї або декількох деталей комплектом фрез на фрезерних верстатах. Оброблювані деталі встановлюють і закріплюють в змінних наладках, які розміщують на верхній поворотній частині столу.

В основному ділильні столи мають ручний привод, але є ділильні столи з механізованим приводом для поворота, фіксації, закріплення рухливої частини столу і для затиску і розтиску оброблюваних деталей.

На рис. 3 показаний загальний вигляд універсального ділильного столу. Оброблювану деталь 3 встановлюють і закріплюють на верхньому поворотному столі 1 або в спеціальних змінних наладках 2, що розташовані на поворотному столі. На поворотному столі 1 встановлюють деталі, що вимагають в процесі їх обробки повороту столу. Стіл по колу може бути поділен на 2, 3, 4, 6, 8 або 12 рівних частини.

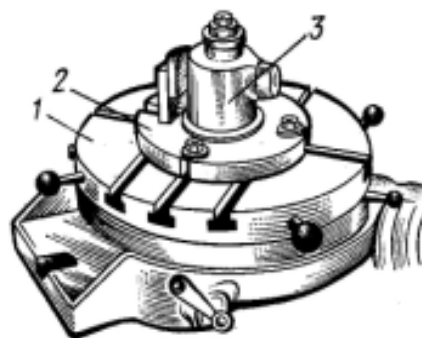


Рисунок 3 – Загальний вигляд універсального столу

На рис. 4 показаний універсальний ділильний стіл в розрізі. На нерухомому корпусі 1 столу встановлена поворотна опора 2, жорстко пов'язана з верхнім поворотним столом 4. Всередині поворотного столу і його опори 2 є виїмки, створюючі пневмокамеру. Діафрагма 7 пневмокамери затиснута по зовнішніх площинах між поворотним столом 4 і опорою 2; внутрішні площини діафрагми жорстко закріплені між двома сталевими дисками 6, встановленими на штоку 5.

Повертаючи рукоятку розподільного крану 12 у відповідну сторону, виробляють почергову подачу стислого повітря у верхню або нижню порожнину пневмокамери. При цьому діафрагма 7 прогинається вниз або вгору і переміщає у відповідних напрямках штоки 5, який через проміжні ланки в змінних налагодках пересуває затискні пристрої до вісі столу при затиску деталі і від вісі при розтиску її. Коли стисле повітря випускається з будь-якої порожнини пневмокамери через розподільний кран в атмосферу, то діафрагма 7 під дією пружних сил випрямляється і повертає шток 5 у вихідне положення.

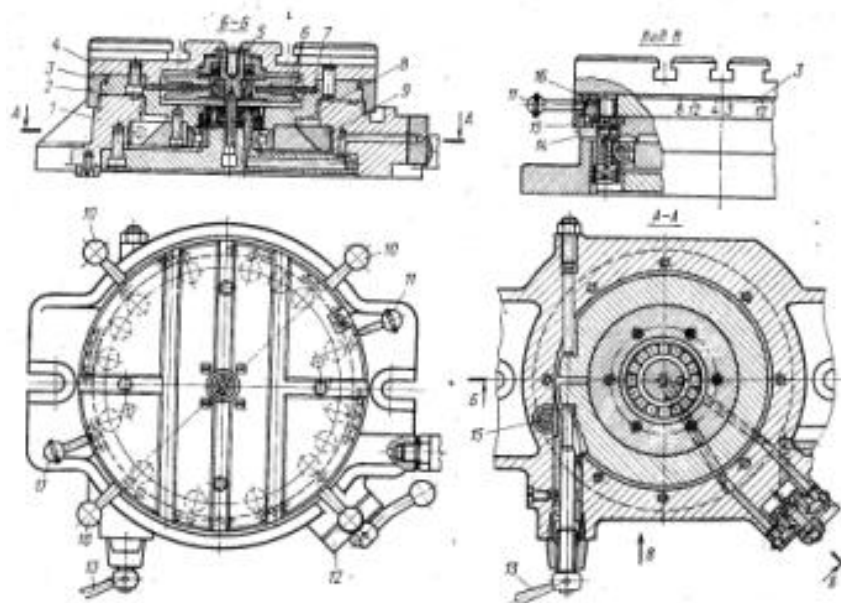


Рисунок 4 – Універсальний ділильний стіл в розрізі

Аби обернути стіл на потрібний кут, переміщують рукоятку 13 фіксатора у відповідну сторону. При повороті рукоятки за годинниковою стрілкою фіксатор 15 під дією пружини входить в розташовану в ділильному кільці втулку 16 і фіксує поворот столу 4. Одночасно з введенням фіксатора 15 у втулку або виводом його з втулки поворотом рукоятки 13 стягують або звільняють розрізний хомут 9. При стяганні хомут внутрішньою конічною поверхнею, натискуючи на кільце 8, сполучене з поворотною опорою 2, притискує опору з поворотним столом 4 до нерухомого корпусу 1. Під час повороту рукоятки 13 в інший бік хомут 9 розтискається, фіксатор 15 виводиться з втулки 16 і стискує пружину, а стіл 4 звільняється і обертається на необхідне ділення. Стіл з ділильним кільцем повертають уручну рукояткою 10.

Задане число ділень кола встановлюють по кільцю 3, що повертається відносно вісі столу 4 і закріпленому на поворотній опорі 2 рукояткою 11 в такому положенні, при якому цифра на кільці 3, відповідна заданому числу ділень, поєднується з рисою на ділильному столі 4. На внутрішній поверхні кільця 3 є пази, в які входить штифт 14, запресований у фіксатор 15. Фіксатор може увійти в фіксуючої втулки поворотної опори 2 лише в тому випадку, якщо паз на кільці 3 під штифт 14 збігається з втулкою, що відповідає заданому числу ділень. До інших втулок фіксатор не увійде.

При обробці деталей на даному універсальному поворотному столі різні циклові прийоми виконують уручну.

### **23 Ділильні головки. Використання, конструкції**

Ділильні головки застосовують для установки, затиску і періодичного повороту або безперервного обертання невеликих деталей, що обробляються на фрезерних верстатах. Є різні конструкції ділильних головок. Ділильні головки в основному складаються з наступних частин:

корпусу, поворотної частини ділильного пристрою (фіксатора) і механізму затиску поворотної частини. Є головки, в яких ділильний механізм і механізм затиску блокуються і управляються однією рукояткою. Ділильні головки відрізняються від ділильних столів тим, що невеликі оброблювані деталі встановлюють і затискають в ділильних головках, в центрах трикулачкових патронів, цангах, що закріплюються в шпинделі головки. Головки виготовляються з горизонтальним або вертикальним розташуванням шпинделя або з шпинделем, який можна встановлювати в горизонтальному і вертикальному положеннях.

Поворот, фіксацію і затиск поворотної частини до обробки деталі і розтиск поворотної частини, введення фіксатора після обробки деталі на багатьох ділильних головках здійснюють уручну. Є ділильні головки, в яких деякі елементи робочого циклу головки автоматизовані.

На рис. 5 показана універсальна ділильна головка з пневматичним цанговим затиском; її застосовують для фрезерування шліців, шестигранників і квадратів на деталях круглого і інших перетинів. Головку встановлюють і закріплюють на столі фрезерного верстата. Шпиндель головки можна встановлювати у вертикальне і горизонтальне положення. Ділильна головка складається з корпусу 9 зі вбудованим пневмоциліндром, кришки 6, поршня 4 з ущільненням, порожнистого штока 7, на якому встановлений поршень 4 і радіально-упорний підшипник 8. Затискний механізм головки включає втулку 3 з внутрішнім конусом, гвинти 5, що сполучають шток 7 з втулкою 3, упорну гайку 2 і цангу 1 для затиску деталі.

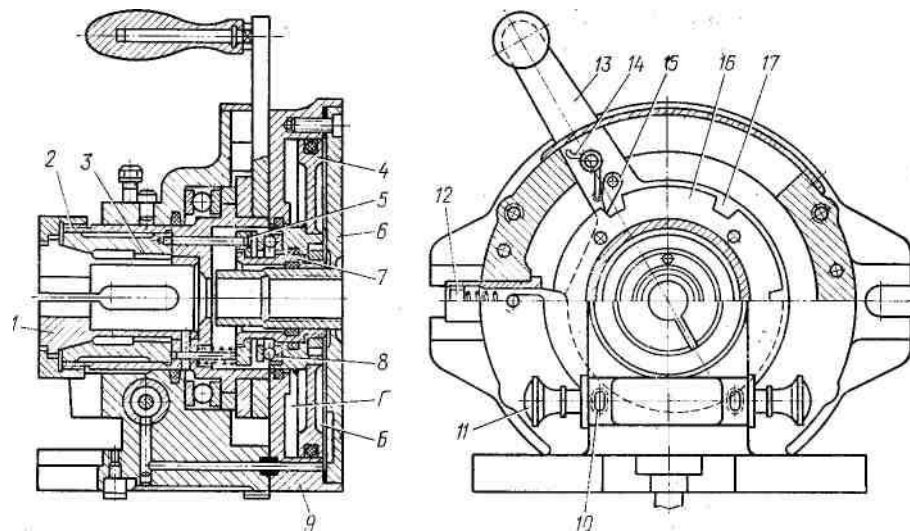


Рисунок 5 – Універсальна ділильна голівка з цанговим затиском

Стисле повітря через штуцер 10 по каналу розподільного клапана подається в порожнину Б пневмоциліндра, вбудованого в корпусі 9, і переміщає поршень 4 з штоком 7 і втулкою 3 вліво. При цьому втулка, переміщуючись по конічній поверхні цанги 1, стискує її пелюстки, і деталь, встановлена в цанзі, закріплюється. Після обробки деталі стисле повітря по іншому штуцеру через клапан 11 поступає в порожнину Г пневмоциліндра в корпусі 9; одночасно повітря з порожнини Б виходить в атмосферу. Під тиском стислого повітря поршень з штоком і втулкою переміщається вправо. Втулка припиняє натиск на лепестки цанги, вони під дією пружних сил розходяться, і оброблена деталь розтискається.

Шпindelь головки з цангою і оброблювану деталлю повертають на необхідний кут рукояткою 13. При обертанні за годинниковою стрілкою рукоятка повертає ексцентриковий диск, який спіральною зовнішньою поверхнею виштовхує фіксатор 12 з паза 17 ділильного диска 16, а собачка 15 під дією пружини 14 заскакує в наступний паз диска 16. Під час обертання рукоятки 13 проти годинникової стрілки собачка 15 повертає ділильний диск 16 разом з цангою і оброблювану деталлю до тих пір,

поки фіксатор 12 не потрапляє в наступний паз ділильного диска 16 і цим не зафіксує поворот оброблюваної деталі в необхідне положення.

Сила затиску деталі в цанзі 11 760 Н, діаметр отвору шпинделя 30 мм. Головка працює при тиску стислого повітря 0,39— 0,49 МПа. До головки додається комплект змінних цанг для зажима деталей різних діаметрів і поперечних перетинів.

**Контрольні питання:**

- 1 Для чого використовують ділильні головки?
- 2 Приведіть конструкцію ділильної головки.
- 3 Для чого використовують ділильні столи, їх конструкція

**Література:** (Б1), с. 209...2013



## Лекція 28

### Пристрої для обробки отворів: кондуктори скальчати, накладні.

#### Стаціонарні пристрої для свердління отворів

##### План

**23** Кондуктори скальчаті, накладні. Основні положення. Принцип дії

**24** Стаціонарні пристосування для свердління отворів. Конструкція, принцип дії

#### **23 Кондуктори скальчаті, накладні. Основні положення.**

##### **Принцип дії**

Пристосування, що використовують для установки деталей, що обраблюються на свердлильних верстатах і, що мають кондукторні втулки для напряму ріжучого інструменту, називають кондукторами. Інколи при обробці отворів, розташованих на різних поверхнях деталей, потрібно змінювати її положення на верстаті відносно ріжучого інструменту. Для цього застосовують кондуктори різних видів: накладні, стаціонарні, пересувні, поворотні.

Накладні кондуктори. Такі кондуктори встановлюють на оброблювану деталь і після обробки отворів знімають з деталі.

Скальчаті кондуктори. Скальчаті кондуктори консольного або порталного типу використовують для обробки різних деталей на свердлильних верстатах. Скальчатий кондуктор складається з постійних нормалізованих і змінних вузлів (наладок) і деталей. Постійними вузлами і деталями скальчатого кондуктора є корпус, дві або три скалки, встановлені в корпусі для закріплення постійної кондукторної плити, і механізм для переміщення скалок з постійною кондукторною плитою вниз при затиску і вгору при розтиску оброблюваної деталі.

До змінних вузлів і деталей скальчатого кондуктора відносяться змінні наладки для установки оброблюваних деталей і змінні кондукторні плити, в яких змонтовані кондукторні втулки. Змінні наладки встановлюють, фіксують і закріплюють на столі корпусу кондуктора, а змінну кондукторну плиту- на нижній площині постійної кондукторної плити.

Різні типорозміри скальчатих кондукторів застосовують для обробки отворів в різних за формою і габаритними розмірами деталях. Залежно від виду механізму для підйому і опускання направляючих скалок з кондукторною плитою скальчаті кондуктори поділяються на наступні типи: 1) з рейковим механізмом і приставним роликовим або ексцентриковим замком; 2) з рейковим механізмом і торсіонно-роликовим замком; 3) з рейково-конусним (клиновим) механізмом; 4) з рейково-пружинним механізмом; 5) з пружинно-кривошипним або пружинно-кулачковим механізмом; 6) з пневматичним приводом.

Найбільше практичне використання на заводах отримали кондуктори з рейково-конусним механізмом і пневматичним приводом. На рис. 1 показаний нормалізований скальчатий кондуктор консольного типу зі вбудованим пневматичним приводом. Основні розміри консольних скальчатих кондукторів з пневматичним затиском наведені в ГОСТ 16889-71. Кондуктор служить для обробки отворів в деталях середніх розмірів. Нижня частина корпусу 9 кондуктора є пневмоциліндром, в якому переміщається поршень 12 з штоком 3. Постійна кондукторна плита 5 встановлена на направляючих скалках 2, 4 і на штоку 3.

На нижній площині 10 кондукторної плити встановлюється і закріплюється змінна кондукторна плита з кондукторними втулками. Змінна наладка для установки і закріплення оброблюваних деталей (ГОСТ 16896-71) поміщається на площині 10 столу корпусу пристосування. На столі є два фіксуючі пальця 1 і 6 і чотири отвори діаметром 13 мм, які служать для фіксації і закріплення змінних наладок.

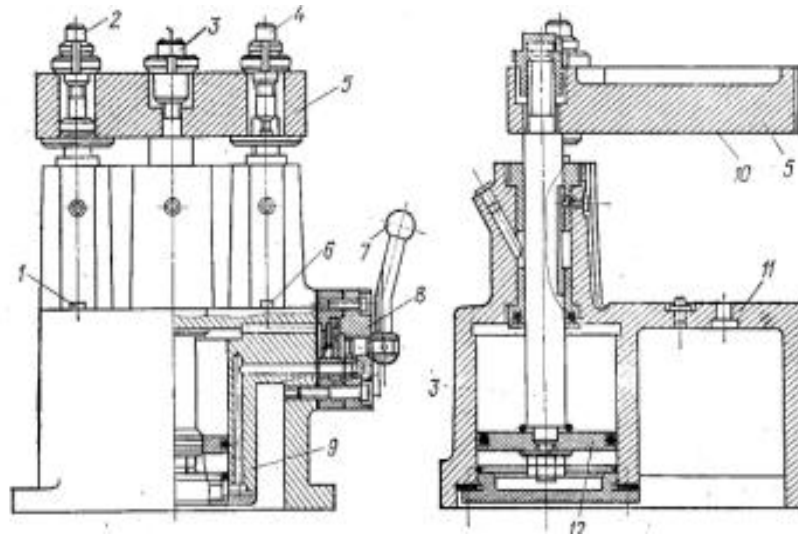


Рисунок 1 – Нормалізований скальчатий кондуктор консольного типу зі вбудованим пневмоприводом

Під час подачі стислого повітря у верхню порожнину пневмоциліндра 9 поршень 12 з штоком 3 переміщається вниз. В цьому випадку шток 3 з направляючими скалками 2 і 4 постійною кондукторною плитою 5 і прикріпленою до її нижньої площини 10 змінною плитою, опускаючись, затиснуть оброблювану деталь, установлену в змінній наладці на столі 11.

Під час подачі стислого повітря в нижню порожнину пневмоциліндра 9 поршень 12 з штоком 3, скалками 2 і 4, переміщаючись вгору, піднімає кондукторну плиту 5, постійну і прикріплену до неї змінну, і оброблювана деталь розтискається. При повороті рукоятки 7 розподільного крану 8 в відповідну сторону, стисле повітря по черзі подається у верхню або нижню порожнину пневмоциліндра 9.

## 24 Стационарні пристосування для свердління отворів. Конструкція, принцип дії

Стационарними пристосуваннями для свердління отворів в різних деталях називають такі пристосування, в яких немає поворотних частин для переміщення оброблюваної деталі в різне положення відносно ріжучого інструменту.

Стационарні пристосування поділяють на спеціальні і універсальні. Спеціальні стационарні пристосування застосовують для обробки отворів в деталях одного або декількох типів, схожих по формі і розмірах, в крупносерійному і масовому виробництвах. Універсальні стационарні пристосування застосовують при груповій обробці деталей, закріплених за певним верстатом, в серійному і дрібносерійному виробництвах. Число різних типорозмірів деталей, що обробляються в універсальних стационарних пристосуваннях, можна значно збільшити вживанням змінних наладок.

Широке вживання таких пристосувань, їх механізація і автоматизація значно підвищують продуктивність труда і скорочують час і засоби на підготовку виробництва до запуску нової машини. На рис. 2 показане стационарне пристосування - універсальний трикулачковий самоцентруючий пневматичний патрон, що використовується при свердлінні і зенкеруванні центрального отвору в деталях з циліндричною зовнішньою поверхнею діаметром 50—220 мм. На корпусі патрона в зоні К можна встановити кронштейн з кондукторною втулкою для направлення свердла або зенкера. Оброблювані деталі залежно від їх форми і розмірів встановлюють на змінну втулку 2 або на три планки 1. Центрування і затиск деталі виконується кулачками 8 з насічкою. Під час подачі стислого повітря в безштокову порожнину Г пневмоциліндра поршень 7 з штоком-рейкою 5 переміщається до вісі патрона. Шток-рейка 5, знаходячись в зачепленні з однією з шестерен-валиков 4, повертає його біля вертикальної

вісі на деякий кут. При цьому шестерня-валик 4, що знаходиться в зачепленні з центральним зубчастим колесом 3, оберне через нього дві інші шестерні-валики на такий же кут. На верхніх кінцях шестерень-валиків 4 встановлені і жорстко закріплені кулачки 8, робоча поверхня яких має форму спіралі з насічкою. При одночасному обертанні кулачків оброблювана деталь центрується і попередньо затискається. Остаточний затиск деталі кулачками виконується автоматично під дією сил різання. Під час подачі стислого повітря в штокову порожнину Д пневмоциліндра поршень 3 з штоком-рейкою 5 переміщається від вісі патрона, розводить кулачки 8 і деталь розтискається. Послідовна подача стислого повітря в порожнину Г і Д пневмоциліндра виконується поворотом рукоятки 6 розподільного крану у відповідну сторону.

Патрон забезпечений двома комплектами кулачків для зажима деталей діаметром 50—160 і 160—220 мм. Оскільки хід штока-рейки 5 обмежений, то для затиску деталей різних зовнішніх діаметрів одним комплектом кулачків виконується їх переналадка для установки на необхідний розмір деталі.

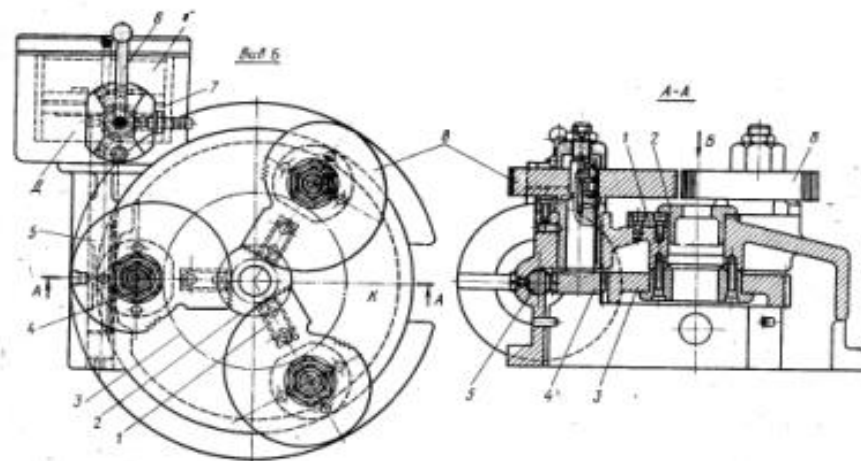


Рисунок 2 – Універсальний трикулачковий самоцентруючий патрон з пневмоприводом

**Контрольні питання:**

**1** Дайте загальну характеристику нормалізованому скальчатому кондуктору консольного типу зі вбудованим пневмоприводом?

**2** Принцип дії універсального трикулачкового самоцентруючого патрону з пневмоприводом, що використовується при свердлінні і зенкеруванні центрального отвору в деталях з циліндричною зовнішньою поверхнею?

**Література:** (Б1), с. 174...179

## *Технологічне оснащення для верстатів з ЧПК*

### *26 Основні відомості*

### *27 Класифікація пристосувань для верстатів з ЧПК*

### *26 Основні відомості*

Внаслідок характерних особливостей верстатів з ЧПУ до верстатних пристосувань пред'являються специфічні конструктивні вимоги. Одна з основних особливостей верстатів з ЧПУ - їх висока точність. Точні пристосування роблять вплив на підвищення точності обробки, оскільки погрішність, що виникає при базуванні заготівлі в пристосуванні, є однією з основних складових сумарної погрішності обробки. Отже, пристосування до верстатів з ЧПУ повинні забезпечувати велику точність установки заготівель, чим пристосування до універсальних верстатів. Для цього необхідно виключити погрішність базування шляхом поєднання баз, погрішність закріплення заготівель має бути зведена до мінімуму, точки прикладення затискних сил треба вибирати так, щоб по можливості повністю виключити деформацію заготівель. Точність виготовлення пристосувань до верстатів з ЧПУ має бути значно вищий, ніж пристосувань до універсальних верстатів.

Похибка установки пристосувань на верстатах має бути мінімальною.

Верстати з ЧПУ мають підвищену жорсткість. Отже, верстатні пристосування для них не повинні знижувати жорсткість системи СПИЗ при використанні повної потужності верстатів, тобто жорсткість пристосувань до верстатів з програмним управлінням має бути вища за жорсткість пристосувань до універсальних верстатів. По цьому пристосування треба виготовляти з легованих сталей (з термічною обробкою робочих поверхонь) або модифікованих чавунів. Оскільки при

обробці на верстатах з ЧПУ програмовані переміщення верстата і інструменту задаються від початку відліку координат, у ряді випадків пристосування повинні забезпечувати повну орієнтацію заготівель відносно настановних елементів пристосування, т. е. повинні позбавити її усіх ступенів свободи. При цьому потрібне також повне базування пристосувань на верстаті для забезпечення їх точної орієнтації відносно нульової точки верстата. Отже, однією з основних особливостей пристосувань до верстатів з ЧПУ являється необхідність орієнтації пристосувань не лише в поперечному напрямі відносно подовжнього паза столу верстата, але і в подовжньому напрямі. Для швидкої повної орієнтації пристосувань на столах верстатів в останніх окрім подовжніх пазів роблять поперечний паз або отвір (чи і те і інше).

Пристосування базується по пазах верстата за допомогою трьох призматичних або циліндричних шпонок, по отвору і пазу - штирем і шпонкою або двома штирями. Орієнтація інструментів для обробки отворів на верстатах з програмним управлінням здійснюється автоматично за заданою програмою, тому в пристосуваннях відсутні елементи для орієнтації і напрямку інструменту - кондукторні втулки. Отже на верстатах з ЧПУ замість складних кондукторів застосовують прості настановно-затискні пристосування.

Важлива особливість верстатів з ЧПК - обробка максимального числа поверхонь з однієї установки заготівлі. Отже, пристосування мають бути спроектовані так, щоб настановні елементи і затискні пристрої не перешкоджали підходу різального інструменту до оброблюваних поверхонь заготівлі, забезпечуючи при цьому її закріплення без "перехоплення". Найбільш ефективним засобом при обробці п'яти площин є закріплення заготівель з боку настановної опорної поверхні.

Основні вимоги, що пред'являються до деталей, що обробляються на верстатах з ЧПУ, і що впливають на конструкцію пристосувань, можуть бути сформульовані таким чином:



1. Заготівлі повинні мати добре оформлені настановні базові поверхні, що забезпечують точність базування і надійність установки, а також зручні місця для додатка сил затиску, закріплення, що забезпечують надійність, без деформації за відсутності надійних настановних баз необхідно передбачати технологічні приливи, плавиви, бобышки, отвори і т. д., що забезпечують надійне базування заготівель по трьох площинах або по площині і двом отворах. За відсутності зручних для додатка сил затиску необхідно передбачати технологічні платики, що виступають, буртики, бобышки, гладкі або різьбові отвори і т. д., що забезпечують можливість надійного затиску заготівель без перезакріплення їх в процесі обробки (Місця додатка сил затиску мають бути розташовані так, щоб затискні пристрої не перешкождали вільному підходу інструменту до усіх оброблюваних поверхонь.) На верстатах з ЧПУ найдоцільніше обробляти деталі прямокутних форм з суцільними плавиками і приливами.

2. Для виключення переустановлення деталі або застосування додаткових пристосувань бажано, щоб деталі не мали поверхонь і отворів, розташованих під кутом.)

3. Для забезпечення високої точності базування переважно конструювати деталі, що дозволяють базувати їх по трьох площинах., При цьому застосовують в основному чисті базові поверхні, які на перших операціях готують на звичайних універсальних верстатах.

4. Якщо при обробці неможливо базувати заготівлю по трьох площинах, застосовують менш точну схему базування - по площині і двом отворах. При цьому отвори мають бути максимально віддалені один від одного і виконані не нижче чим по 7-у якості.

Верстати з програмним управлінням є напівавтоматами, що вигідно відрізняються від традиційних напівавтоматів тим, що забезпечують можливість швидкого переходу від однієї партії оброблюваних деталей до іншої з мінімальним часом простою верстата. Переналадка верстата, як правило, зводиться лише до заміни програмноносія, на що

витрачається незначний час. Проте істотні витрати підготовчо-завершального часу пов'язані з транспортуванням, установкою, закріпленням, розкріплюванням і зніманням пристосувань. Це підвищує час простою верстата, доля якого в загальному балансі часу обробки збільшується зі зменшенням партії оброблюваних деталей. Велике значення має також відсутність простоїв верстатів, пов'язаних з підготовкою пристосувань при переналадці верстатів на обробку нових партій деталей. Отже, конструкції пристосувань повинні також мати гнучкість, т. е. забезпечувати швидку переналадку, орієнтацію і закріплення на верстаті, а також легке від'єднання і приєднання їх пневмо- або гідросистеми до джерела тиску.

Як відомо, найбільша доля часу простою верстатів доводиться на транспортування, установку, закріплення, розкріплювання і знімання оброблюваних заготівель. На верстатах з ЧПК при установці заготівель на столі верстата і в стаціонарних пристосуваннях заготівлі міняють при зупинці верстата. Отже, скорочення допоміжного часу на транспортування і установку заготівель дозволяє значно підвищити ефективність використання верстатів з програмним управлінням, особливо багатоцільових верстатів. Доцільно при невеликому часі обробки застосовувати швидкодіючі ручні або механізовані затиски, що дозволяють значно скоротити допоміжний час на закріплення і розтиск оброблюваних заготівель. В якості затискних пристроїв широко застосовують універсальні гідравлічні затискні пристрої з пневмогідравлічними підсилювачами тиску.

На розточувальних і багатоцільових (фрезерно-свердлувально-розточувальних) верстатах, оскільки заготівлі обробляють з декількох сторін, пристосування встановлюють на поворотному столі верстата. Для підведення робочого середовища механізованих приводів до пневмо- або гідроциліндрів затискних облаштувань пристосувань необхідно

передбачити в осях поворотних столів отвору для приєднання трубопроводів.

Характерною особливістю застосування верстатів з ЧПК являється збільшення витрат часу на технологічну підготовку виробництва. Навіть при використанні працюючих в автоматичному циклі багатоцільових верстатів, що забезпечують автоматичну зміну інструменту і заготівель, потрібно значний час на технологічну підготовку виробництва. Отже, обробка деталей на верстатах з ЧПК збільшує трудомісткість підготовки виробництва, і будь-який захід, що підвищує продуктивність праці на етапі технологічної підготовки виробництва, значно підвищує ефективність застосування верстатів з ЧПК. У цьому плані вигідно застосовувати компонування із заздалегідь виготовлених уніфікованих агрегатів, вузлів і деталей або швидко переналагоджувати заздалегідь виготовлені настановно-затискні пристосування.

Можливість обробки на верстатах з ЧПК, особливо на багатоцільових верстатах, великого числа поверхонь з однієї установки різко скорочує число верстатних пристосувань, необхідних для установки і закріплення заготівлі при її переустановленні. Відсутність направляючих елементів пристосувань, призначених для орієнтації і напрямку інструменту, підвищує точність обробки, а замінююча їх програма з часом не зношується.

Спрощення конструкцій і здешевлення пристосувань разом з різким скороченням їх числа забезпечує істотну економію витрат на підготовку виробництва. Окрім цього скорочуються витрати на ремонт пристосувань і їх зберігання.

Стандартизація уніфікованих агрегатів, вузлів, деталей і конструкції універсальних і спеціалізованих пристосувань створює передумови для їх централізованого виготовлення, що значною мірою знижує їх собівартість, підвищує точність і довговічність, внаслідок чого підвищується економічна ефективність застосування верстатів з ЧПК за рахунок

скорочення капітальних вкладень на приміщення і устаткування інструментальних цехів і вивільнення кваліфікованого робочого інструментальника.

На верстатах з ЧПК найдоцільніше застосовувати системи оборотних переналагоджуваних пристосувань, т. е. заздалегідь виготовлених пристосувань багатократного використання, не вимагаючих витрат часу і засобів на їх проектування і виготовлення.

Оскільки на верстатах з ЧПК обробляється максимально можливе число поверхонь з однієї установки заготівлі і, отже, час обробки великий, найефективніше робити зміну заготівель в пристосуваннях поза робочою зоною верстата, поєднуючи час на зміну заготівлі з часом роботи верстата. Для цієї мети доцільно застосовувати маятниковий спосіб обробки, двопозиційні поворотні накладні столи, а також універсально-налагоджувальні косинці з двома або чотирма настановними поверхнями, що розташовуються на поворотних столах. Таким чином, час зміни заготівель в розвантажувальній позиції поєднується з часом обробки заготівлі, встановленої в робочій позиції.

Конструкції пристосуванні повинні забезпечити швидку переналадку, орієнтацію і закріплення на верстаті, а також легке від'єднання і приєднання їх до пневмо і гідросистеми до джерела тиску.

При обробці заготівель корпусних деталей на багатоцільових верстатах особливо ефективно застосування двох пристосувань, що встановлюються на перехідних плитах-піддонах (супутниках), що забезпечують зміну заготівель поза верстатом.

## ***27 Класифікація пристосувань для верстатів з ЧПК***

Системи пристосувань, вживані на верстатах з ЧПК, можуть бути класифіковані передусім по мірі спеціалізації. Система універсально-безналадочних пристосувань (УБП). Конструкція УБП є закінченим

механізмом довготривалої дії з постійними регульованими (незмінними) елементами для установки різних заготівель, призначений для багатократного використання. УБП доцільно застосовувати на верстатах з ЧПУ в одиничному і дрібносерійному виробництві.

УБП	УНП	СНП	УСП	СРП	УСПО	НСП
	УСПМ					

Рисунок 1 - Класифікація пристосувань для верстатів з ЧПК

До системи універсально-безналадочних пристосувань (УБП) (рис. 2) відносяться різні патрони, зокрема повідкові. Ці патрони передають момент, що крутить, на заготівлю від шпинделя верстата за допомогою або хомутика, або кулачків, або торцевих ножів, що врізаються в метал лівого торця заготівлі при підтиску її заднім центром до переднього

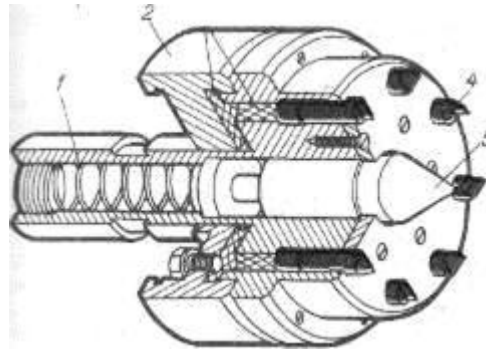


Рисунок 2 - Повідковий патрон з плаваючими ножами: 1 - пружина; 2 - корпус; 3 - гідропласт; 4 - ніж упору; 5 – центр

*Система універсально-налагоджувальних пристосувань (УНП).* Полягає УНП з універсального базового агрегату і змінних наладок. Базовий агрегат є закінченим механізмом довготривалої дії, призначеним для багатократного використання. Під змінною наладкою розуміється елементарна складальна одиниця, що забезпечує установку конкретної заготівлі на базовому пристосуванні.

При зміні об'єкту виробництва базова частина, а також універсальні елементи і вузли змінних наладок, якими комплектуються УНП, використовуються багаторазово. Проектуванню і виготовленню підлягають лише спеціальні наладки, що є найбільш простою і недорогою частиною пристосувань. УНП доцільно застосовувати на верстатах з ЧПУ в дрібносерійному виробництві, особливо при використанні групових методів обробки.

*Система спеціалізованих налагоджувальних пристосувань (СНП)*

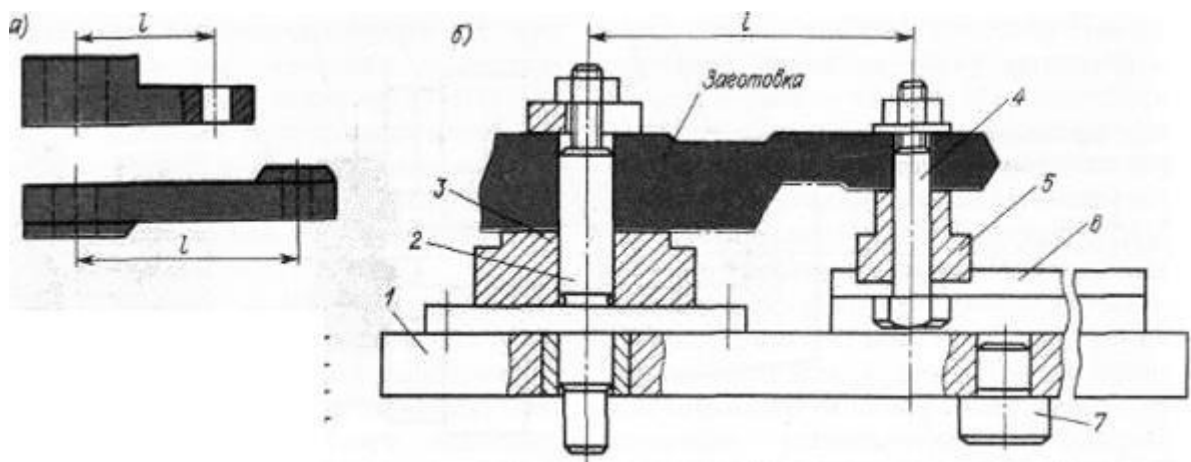


Рисунок 3 - Спеціалізоване налагоджувальне пристосування: а - види деталей; б - схема пристосування.

Ця система забезпечує базування і закріплення типових по конфігурації заготовель різних розмірів. СНП складається з базового агрегату і змінних наладок. Багаторазово використовуваний базовий агрегат призначений для установки змінних наладок. Багатомісні пристосування забезпечують можливість зміни заготовель поза робочою зоною верстата. Ефективною сферою застосування СНП на верстатах з ЧПУ являється серійне виробництво. Пристосування, показане на рисунку 3, призначене для установки заготовель деталей типу важелів (рис. 3, а), кулачків та ін., які базуються по площині і двом отворам при обробці по контуру. Пристосування (рис.3, б) складається з базової плити і змінних оправляння 2, штиря 4 і опор 3, 5. Пристосування базується на столі

верстата кінцем змінного оправляння 2 і штирем 7. Заготівля базується по площинах опор 3 і 5, і поверхням оправляння 2 і штиря 4 та кріпиться двома гайками. Змінні штирі 4 разом з опорою 5 можна при наладці пристосування встановлювати по пазу тих, що направляють 6 пристосувань залежно від відстані між базовими отворами заготівлі.

Якщо використати пристосування для установки заготівель типу кулачків по отвору і пазу шпони, то застосовується змінне оправляння 2 з шпонкою.

*Система універсально-сборних пристосувань (УСП).* Компонування УСП збираються із стандартних елементів, виготовлених з високою мірою точності. Елементи і вузли фіксуються системою шпонка - паз. Висока точність елементів УСП забезпечує складання пристосувань без подальшого механічного доопрацювання. Після використання компонувань їх розбирають на складові частини, багаторазово використовувані в різних поєднаннях в нових компонуваннях. Елементи УСП постійно є в обігу впродовж 18 - 20 років. Така система не вимагає конструювання і виготовлення пристосувань.

Цикл оснащення верстата пристосуванням системи УСП складається із складання компонування і її установки, на що витрачається в середньому 3 - 4 ч. Початковим для складання пристосування (рис. 4), являються різні базові елементи, з якими (при компонуванні і складанні пристосування) збираються настановні елементи, елементи додаткового базування, прихвати і т. д.

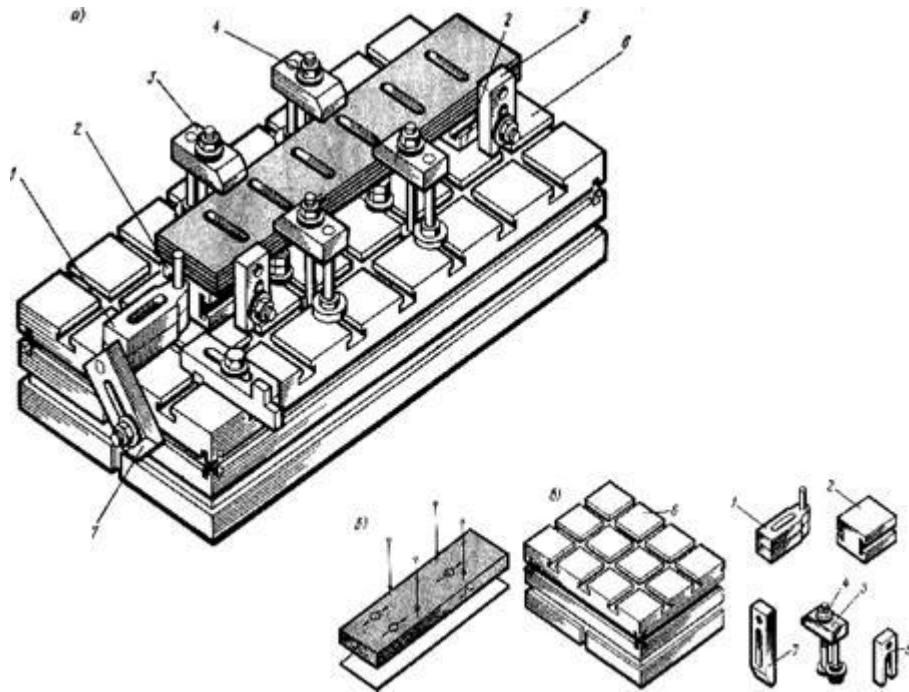


Рисунок 4 - Система універсально-сборних пристосувань

*Система універсально-сборних механізованих пристосувань для верстатів з ЧПУ (УСПМ-ЧПУ) є розвитком УСП. Компонування УСПМ-ЧПУ призначені для установки заготовель на верстатах з ЧПУ фрезерною і свердлувальною груп в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва. Основою комплектів УСПМ-ЧПУ є гідравлічні блоки, що є базовими плитами УСП з сіткою пазів і вбудованими гідроциліндрами, а також плити без вбудованих циліндрів. У останньому випадку для механізації затисків застосовують різні гідроциліндри (гідроприхвати).*

Компонування чотирьох гідроприхватів на опорній базовій плиті 4 з напольгливими базовими елементами 1 відрізняється простотою (рис. 5, а), причому гідроприхвати забезпечують досить великі зусилля при кріпленні заготовлі і є швидкодіючими. Основою гідроприхвата (з притискною планкою 2) є гідроциліндр 3, показаний на рисунку 5, б. Він складається з трьох основних частин: корпуси 9, поршня 5 з поворотною пружиною 7 і фіксувальної гайки 8. При поданні олії під тиском через штуцер 6 поршень піднімається разом з одним з кінців планки, повертаючи її відносно середньої опори (гвинт з гайкою). Відбувається закріплення заготовлі.



Після цього, обертаючи вручну гайку 8 з накатаною зовнішньою поверхнею, піднімають її до упору в торець поршня. Тепер при знятому тиску олії в гідроциліндрі заготівля залишається надійно закріпленою.

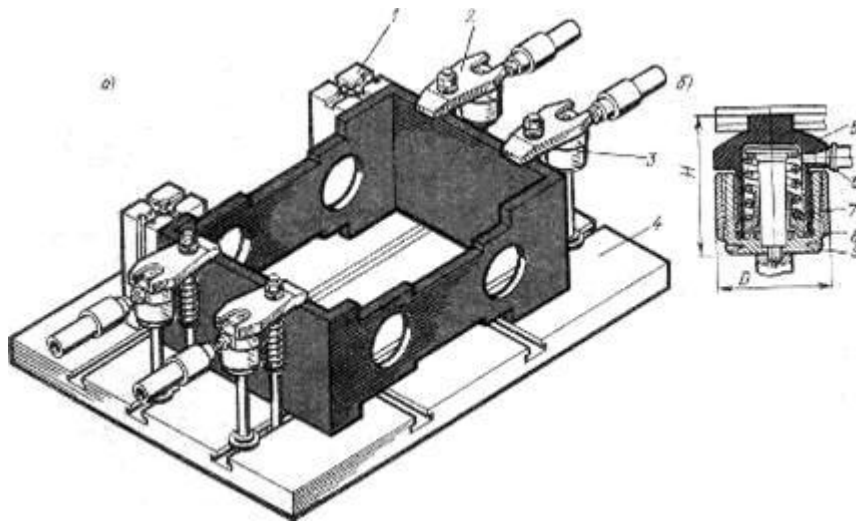


Рисунок 6 - Пристосування з елементів УСПМ-ЧПУ : а - загальне компонування; б - гідроциліндр прихвата.

*Збірно-розбірні налагоджувальні пристосування (ЗРП).* Ці пристосування спеціально призначені для оснащення фрезерних верстатів з ЧПК (їх можна також використати на свердлувальних і багатоцільових верстатах). Елементи ЗРП-ЧПК фіксуються системою палець - отвір, на відміну від УСП, де фіксація здійснюється системою шпонка - паз. Система палець - отвір гарантує більш високі точність, жорсткість і стабільність параметрів пристосування. Фіксувальні отвори виконані у втулках з міцного і зносостійкого металу, втулки запресовані в корпуси плит і косинців. Для кріплення базові елементи комплекту забезпечені Т-подібними пазами.

У комплект ЗРП-ЧПК входять базові складальні одиниці (рис. 6) - 2-5 %; притискні елементи (рис. 7) - 18-20 %; опорні елементи (опори регульовані, що підводяться, самоустановлюючіся, планки, підкладки) - 8-10%; настановні елементи пальці, штирі, шаблони) - 15-20 %; кріпильні деталі - 45-50%; пружини, перехідні планки для доповнення пристосувань

елементами з комплектів УСП - 2-5 % від загального числа одиниць. Для механізації закріплення в комплект входять прямокутні і круглі плити зі вбудованими гідравлічними циліндрами, а також окремі гідравлічні притиски.

Збірно-розбірні пристосування компонує той, хто є налагоджувальником на спеціалізованій ділянці. Він використовує карту наладки пристосування, в якій приведений перелік базових і притискних елементів пристосування, вказані базові поверхні і місця їх розташування, вид приводу, габаритні розміри по висоті. Гідравлічні циліндри, вбудовані у базові складальні одиниці, працюють під тиском 10,0-15,0 МПа від електрогідравлічних підсилювачів тиску. При використанні електрогідравлічного насоса циліндри підключають або до гідросистеми верстата, або до окремої насосної станції, що містить насосну установку, резервуар для олії, фільтри, контрольно-регулюючу апаратуру. Одна така установка може обслуговувати декілька верстатів.

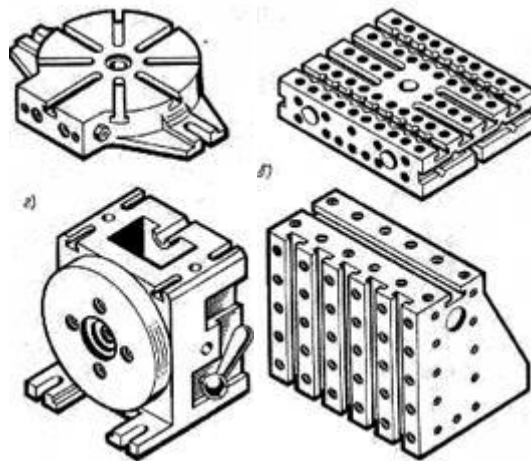


Рисунок 6 – Базові збірні одиниці для ЗРП-ЧПК

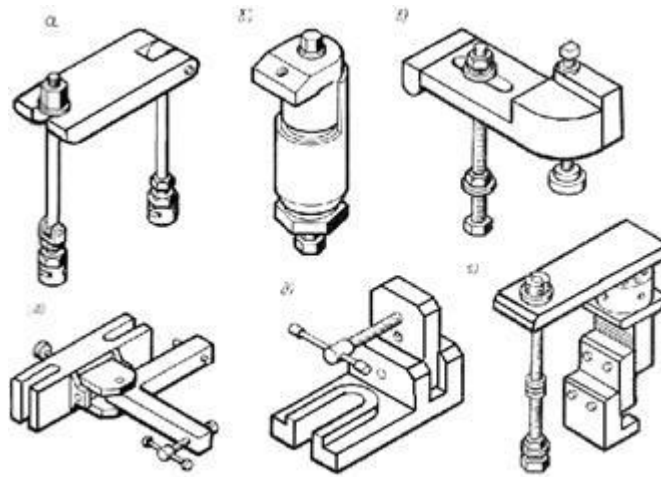


Рисунок 7– Притискні елементи, що входять до комплекту ЗРП-ЧПК

Іноді для приводу затискного пристрою використовують набори тарілчастих пружин (ГОСТ 3057-79\*), а за допомогою гідравліки знімають зусилля і розкріплюють заготовку. Такий затискний елемент має усередині корпусу пружини, що упираються в робочий стержень. При поданні олії через штуцер поршень стискає пружини і забезпечує розкріплювання. Пружинний затиск забезпечує постійну силу закріплення і безпеку у разі падіння тиску олії в гідросистемі.

Сполучати різні гідроциліндри з джерелом живлення дуже зручно за допомогою швидкорознімної муфти. При використанні СРП для багатоцільових верстатів часто базову плиту виконують як основу пристосування-супутника. Це жорстка плита (рис. 8, а) з точно обробленими поверхнями, що має що направляють для прямолінійних переміщень. На такій плиті 4 (рис.8, б) розміщують базові елементи, призначені для установки заготовки. Кожен елемент закріплюють в потрібному положенні за допомогою сухаря, вставленого в Т-подібний паз, і болта з внутрішнім шестигранником, пропущеним через отвір опори. В якості кріпильних елементів використовують шпильки 2, укручені в різьбові отвори плити або в сухарі, вставлені в Т-подібні, пази, і регульовані по висоті упори 3, закріплені в плиті так само. Заготовки

закріплюють прихватами і гайками, наверненими на верхні кінці кріпильних шпильок (мал. 2. 4. 1. 9, е).

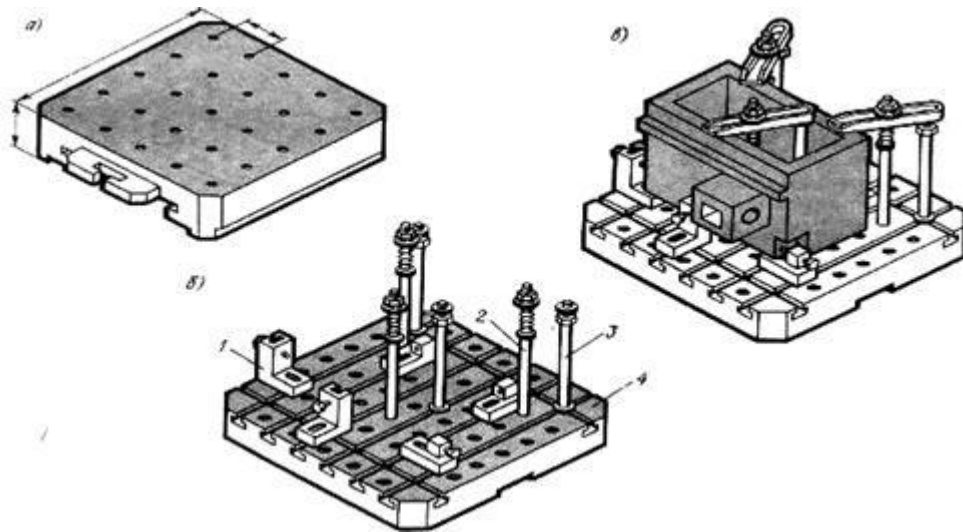


Рисунок 8 - Пристосування-супутник; а - плита пристосування-супутника верстата ИР 500МФ4; би - плита із закріпленням на ній пристосування; а - пристосування в зібраному виді зі встановленою деталлю.

Для отримання потрібної сили затиску можна використати електромеханічний або гидромеханический ключ, розташований на робочому місці, де заготівлі встановлюють в пристосування-супутник перед поданням його на верстат. Передбачена також можливість використання для закріплення заготівель змінних силових приводів, що встановлюються замість затискних гайок.

Зазвичай в системі верстата пристосування-супутник із закріпленою заготівлею подається на основний стіл верстата і віддаляється з нього в розвантажувальну позицію автоматично.

При використанні пристосувань-супутників виникають певні труднощі, пов'язані з необхідністю точно фіксувати супутник на столі верстата. Це завдання вирішується двома шляхами.

Перший шлях базування супутника на столі верстата по тих, що плоским, що направляють і двом базовим фіксаторам з подальшим

закріпленням. В цьому випадку може з'явитися погрішність установки внаслідок наявності проміжків і зношування фіксаторів і їх направляючих, а також базових отворів супутників.

Другий шлях, складніший, - контроль положення супутника після його закріплення на столі верстата з подальшим введенням корекції, що враховує погрішність положення супутника, в УП.

Закріплюють супутники на столі верстата двома основними способами.

Перший - за допомогою силового приводу (як правило, гідравлічного), при цьому необхідно підводити олію високого тиску до рухливого і поворотного столам.

Другий спосіб дещо простіший. Супутник закріплюють за допомогою Г-подібних прихватів, що автоматично вводяться в пази плити супутника і підтискають його до тих, що направляють за допомогою потужних тарілчастих пружин. Пружини забезпечують постійність сили закріплення супутника в процесі обробки заготівлі. Тоді при зміні заготівель встає завдання не закріплення, а розкріплювання шляхом примусового стискування тарілчастих пружин.

*Система універсально-сборного і переналагоджуваного оснащення (УСПО).* У відмінності від системи УСП замість з'єднання шпони елементів прийняті безазорні способи базування елементів. Основою комплексу є деталі і складальні одиниці різних конструкцій, що мають конкретне функціональне призначення, з яких методом агрегування можна компоувати без пригону пристосування для виконання будь-яких операцій. При штифтовому способі два елементи, що мають глухі циліндричні отвори, фіксуються на два складальні штифти (рис9, а).

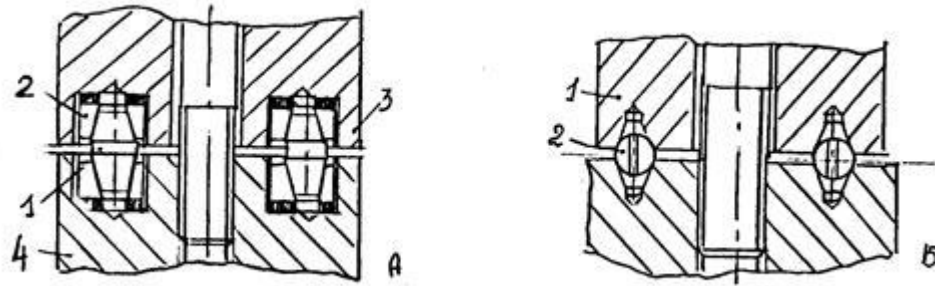


Рисунок 9 - Безззорні штифтові і кульковий спосіб з'єднання елементів.

Кожен штифт складається з пальця 1 з двома конічними поверхнями, двох різних втулок 2 і двох еластичних шайб. При складанні з'єднання під тиском сили, створюваним болтом або шпилькою, опора 3 притискається до плити 4. При цьому денця отворів давлють через шайби на втулки, які, переміщаючись по пальцю, збільшуються в діаметрі, вибиваючи проміжок, і створюють натяг в з'єднанні.

При кульовому способі (рис. 9, б) будь-яка пара елементів, що має спеціальні конічні отвори (лунки), фіксуються на дві кульки 2, кожен з яких має центральний отвір і проріз. Елемент 1 під дією затискного елемента (болта або шпильки притискається до плити. При цьому кульки стискаються до повного контакту елементів, що сполучаються. Комплекс УСПО на серії (8, 12, що 16), що відрізняються один від одного діаметрами кріпильних елементів 8, 12, 16 мм, а так само габаритними і настановними розмірами.

По функціональному призначенню елементи комплексу УСПО підрозділяються на наступні групи: базові, корпусні, настановні, направляючі, кріпильні, засоби механізації заміни заготовель, різні.

До групи корпусних деталей відносяться елементи комплексів, призначені для створення корпусів пристосувань.

Настановні деталі використовуються в компонованнях пристосувань в якості баз для установки оброблюваних заготівель : сагайдаків опор, дисків, пальців, упорів, штирів.

Направляючі деталі. До них відносяться шпонки, штифти, втулки, валики, колонки і інші деталі, використовувані при компонованні пристосувань для взаємної орієнтації один відносно одного, а так само орієнтації інструменту відносно базових елементів пристосувань.

Затискні деталі. До них відносяться прихвати різних конструкцій, притиски, затиски, планки, гойдалки, швидкознімні шайби і інші елементи, призначені для закріплення оброблюваних заготівель.

Кріпильні деталі: шпильки, провину, болти, гайки і інші, призначені для складання різьбових з'єднань.

Немеханізовані складальні одиниці включають складальні одиниці, які не розбираються на окремі деталі при розбиранні пристосувань.

Базові механізовані складальні одиниці призначені для складання механізованих пристосувань для верстатів з ЧПУ. Відрізняючи засобів механізації УСПО від засобів механізації УСПМ - ЧПК в тому, що усі гідравлічні пристрої розраховані на робочий тиск 20 МПа замість 10 МПа, а замість Т - і П - образних пазів гідроблоків нанесена сітка базуючих і кріпильних отворів.

*Система нерозбірних спеціальних пристосувань (НСП).* Зазвичай НСП використовують в умовах масового і великосерійного виробництва. Пристосування цієї системи не є переналагоджуваними. Деталі не можна повторно використати в інших компонованнях. Конструкції пристосувань призначені для однієї певної деталі-операції. На верстатах з ЧПУ такі пристосування доцільно застосовувати лише як виняток у тому випадку, якщо не можна застосувати жодну з переналагоджуваних систем. Для верстата з ЧПУ конструкція такого пристосування має бути максимально спрощена. Проектують НСП за певними правилами і методиками. Розробка технічних умов на проектування пристосувань. Технічні умови

(ТУ) на розробку пристосування складаються за наявності РТК, в якій вже визначені координатна система деталі, вихідна точка і положення в координатній системі базових елементів пристосування. Для складання ТУ потрібне також креслення заготівлі, по якому при розробці РТК вибирають базові поверхні при різних установах. Крім того, мають бути враховані вимоги техніки безпеки по вибору відстані від точки початку обробки (чи точки винесення інструменту) до деталі.

Технічні умови на проектування пристосувань оформляють на спеціальному бланку. Вони містять схему і пояснюючий текст, в яких повинні вказані: схема базування заготівлі з визначенням усіх баз і місць закріплення притисків, що притискають заготівлю до баз; ув'язка базових поверхонь деталі з осями координат талі і (якщо необхідно) верстата, фіксувальними елементами пристосування а вихідною точкою; перелік оброблюваних поверхонь; тип пристосування, вид приводу і особливі вимоги до затискних пристроїв; габаритні розміри пристосування по висоті і висота елементів пристосування, що виступають над обкатуваною деталлю; шифр виробу, номер креслення, найменування деталі, шифр і номер РТК; додаткові вказівки технолога, пов'язані з особливостями обробки деталі на верстаті з ЧПУ. У ряді випадків до ТУ додають операційний ескіз. При розробці пристосування необхідно користуватися паспортом верстата, що визначає налагоджувальні і приєднувальні місця верстата. Ці дані наводяться також в деяких довідниках.

### **Контрольні питання:**

1. Які вимоги пред'являються до деталей при обробці на верстатх ЧПК?
2. Дайте класифікацію пристосувань для верстатів з ЧПК.
3. Дайте характеристику кожного типу пристосування.



## Лекція 29

### Допоміжні інструменти для свердлильних верстатів

#### План

**28** Допоміжні інструменти для свердлильних верстатів. Загальні відомості

**29** Швидкозмінні патрони для установки і затиску свердл, зенкерів, розгорток; самоцентруючий патрон для закріплення мітчиків. Коротка характеристика

#### **28** Допоміжні інструменти для свердлильних верстатів. Загальні відомості

Допоміжний інструмент для свердлильних верстатів включає: 1) перехідні втулки для закріплення ріжучих інструментів; 2) швидкозмінні патрони кулькові, кулачкові для закріплення ріжучих інструментів; 3) патрони, що самовстановлюються і запобіжні, для закріплення мітчиків; 4) патрони, що самоустановлюються, для закріплення розгорток. Багато видів допоміжного нормалізованого інструменту.

Конічні отвори шпинделів свердлильних верстатів в залежності від їх розміру виготовляють з конусом Морзе з номерами 1—5. Шпindelь свердлильного верстата має конічний отвір, що відповідає одному номеру конуса Морзе.

При обробці отворів ріжучий інструмент необхідно вставляти в конічний отвір шпинделя з визначеним номером конуса Морзе з хвостовиками, що мають менший номер конуса Морзе. У таких випадках застосовують перехідні втулки, які внутрішнім конусним отвором надівають на конусний хвостовик ріжучого інструменту, а зовнішньою конусною поверхнею вставляють в конічний отвір шпинделя верстата.

Отже, перехідні втулки використовують для закріплення ріжучого інструмента в конусному отворі шпинделя верстата.

Зовнішній конус перехідної втулки відповідає конусу Морзе отвору шпинделя, а внутрішній — конусу Морзе хвостовика ріжучого інструменту.

## **29 Швидкозмінні патрони для установки і затиску свердл, зенкерів, розгорток; самоцентруючий патрон для закріплення мітчиків. Коротка характеристика**

Для зменшення допоміжного часу на зміну різних ріжучих інструментів, що застосовують при послідовній обробці одного отвору, використовують швидкозмінні патрони (рис. 1, а, б), що допускають зміну ріжучого інструменту при обертанні шпинделя.

Хвостовик корпусу патрона закріплюють в конічному отворі шпинделя верстата. У отвір корпусу 1 патрона вставляють змінну втулку 7 з ріжучим інструментом. На зовнішній поверхні втулки є два поглиблення 8, а в корпусі патрона — отвори, в яких встановлено дві кульки 5. В разі зміни режучого інструменту робітник однією рукою береться за кільце 4 і піднімає його до упору в пружинне кільце 2. При цьому кульки 5 видавлюються втулкою 7 з її поглиблень і розміщуються в отворах корпусу 1. Вставивши в отвір корпусу 1 втулку 7 з іншим режучим інструментом, опускають кільце 4, яке натискує на кульки 5 і вводять їх в поглиблення 8 втулок. Кільце 4 опускається до упору в стопорне кільце 6. Шпиндель верстата через конусний хвостовик корпусу 1 патрона і два шарика 5 передає обертання змінній втулці 7 з ріжучим інструментом.

На рис. 1, а показаний, швидкозмінний патрон з незатиснутою, а на рис. 1,б - із затиснутою перехідною втулкою 7. При свердлінні отворів з горизонтальною віссю кільце 7 фіксується на корпусі 1 шариком 3 з пружиною.

Перед початком обробки отвору різні ріжучі інструменти закріплюють в відповідних змінних втулках. Кулькові швидкозмінні патрони застосовують для обробки отворів невеликого діаметру, для обробки отворів великих діаметрів — швидкозмінні двокулачкові патрони.

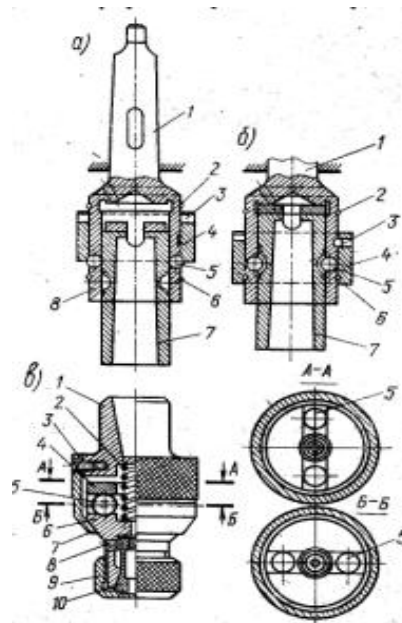


Рисунок 1 – Швидкозмінні патрони для установки і затиску свердл, зенкерів, розгорток (а, б) і самоцентруючий патрон для закріплення мітчиків (в)

Вибір конструкції патрона для закріплення мітчиків залежить від способу нарізання різі мітчиком і від виду отвору — наскрізне або глухе. Застосовують два способи нарізання різі мітчиком: 1) спосіб самозатягування мітчика без примусової подачі; 2) копірний спосіб з примусовою подачею мітчика. Найбільше використання має перший спосіб нарізання різі мітчиком.

При нарізанні різі в глухих отворах і в інших випадках коли можливе перевантаження і поломки мітчика, застосовують запобіжні патрони, для того, щоб запобігти поломці мітчиків при

перенавантаженні. Ці патрони дозволяють регулювати величину моменту і автоматично припиняють обертання і осьове переміщення мітчика, якщо момент від сил різання виходить більше допустимого крутного моменту.

На вертикально-свердлильних верстатах, шпинделі яких не мають реверсивного (зворотнього) ходу, для вигвинчування мітчика з отвору після нарізання різі застосовують запобіжні реверсивні патрони з ручною подачею. В кінці робочого ходу мітчика, коли шпиндель дійде до упору, обертання патрона з мітчиком припиняється. Патрон перемикається на зворотній хід, шпиндель піднімається вгору і обертається в іншому напрямі, і мітчик швидко вигвинчується з отвору деталі. Коли вісь жорстко закріпленого мітчика важко поєднати з віссю отвору, мітчики закріплюються в плаваючих самоцентруючих патронах, в яких мітчик може гойдатися біля вертикальної вісі.

На рис. 1, в показаний плаваючий самоцентруючий патрон для закріплення мітчиків. Хвостовик 1 патрона скріплений з кожухом 3 гвинтами. Усередині кожуха на його конічній поверхні встановлено плаваюча оправка 6 з двома взаємно перпендикулярними пазами на верхньому торці. У кожному з цих пазів знаходиться по дві кульки 5. Зверху на кульки спирається диск 4, який має два пази.

У нижньому кінці оправки 6 є конічний отвір, в який вставляють цангу 10, а в цангу встановлюють мітчик. При загвинчуванні гайки 9 цанга 10, переміщаючись вгору по конічній поверхні оправки, затискає мітчик. Штифт 8 оберігає цангу від повертання в оправці. Усередині кожуха 3 встановлена пружина 2, що спирається одним кінцем на торець хвостовика 1, а другим — на торець оправки 6. При нарізанні різі мітчиком оправка 6 з кульками 5 і кільцем 4 переміщається вгору до тих пір, поки верхня площина кільця не натискатиме на нижню площину хвостовика 1, унаслідок чого на цих поверхнях з'являться сили тертя. В цей же час між конічними поверхнями 7 кожуха 3 і оправкою 6 виникне зазор, який дозволяє мітчику плавати біля вертикальної вісі і поєднати вісь мітчика з

віссю отвору. Шпindelь верстата через хвостовик 1, кільце 4, кульки 5, оправку 6 і цангу 10 передає обертання мітчику. Коли патрон не працює, пружина 2 притискує оправку конусною поверхнею 7 до конусної поверхні кожуха, кільце відходить від нижньої горизонтальної площини хвостовика і між ними утворюється зазор.

При жорсткому закріпленні розгорток конусним хвостовиком в шпindelі верстата не забезпечується здобуття точних отворів оскільки при цьому на отвори переносяться всі неточності роботи шпindelя свердлильного верстата. Ці патрони бувають двох типів: що коливаються і плаваючі.

Після закріплення в патроні, що коливається, розгортка може при обробці отвору обертатися на невеликий кут відносно вертикальної вісі патрона, а у плаваючому патроні — переміщуватися на невелику величину паралельно вертикальної вісі, тому забезпечується збіг вісей розгортки і отвору деталі. У патронах обох типів між окремими деталями є конструктивні зазори, які дозволяють розгортці при обробці отворів переміщатися паралельно своїй вертикальній вісі і обертатися на невеликий кут відносно цієї вісі. Внаслідок цього між двома типами патронів, що самовстановлюються, немає великої відмінності. Для закріплення розгорток необхідно застосовувати плаваючі патрони, за конструкцією схожі з конструкцією плаваючих патронів для закріплення мітчиків.

### **Контрольні питання:**

- 1 Швидкозмінні патрони для установки і затиску свердл, зенкерів, розгорток, принцип дії?
- 2 Самоцентруючий патрон для закріплення мітчиків, принцип дії?

**Література:** (Б1), с. 200...204

## Лекція 30

### Багатошпиндельні та револьверні свердлильні головки

#### План

**30** Багатошпиндельні і револьверні свердлильні головки. Загальна характеристика

**31** Конструкція і принцип дії спеціальної свердлильної четиришпиндельної головки

**32** Конструкція і принцип дії багатошпиндельної свердлильної головки з підвісною кондукторною плитою

**33** Конструкція і принцип дії шестишпиндельної револьверної головки

#### **30 Багатошпиндельні і револьверні свердлильні головки. Загальна характеристика**

Багатошпиндельні свердлильні головки застосовують при одночасній обробці (свердлінні, зенкеруванні, розгортанні, нарізанні різі) декількох отворів в одній деталі або для послідовної позиційної обробки отворів в декількох деталях одночасно на агрегатному або свердлильному верстатах. На кожну позицію круглого столу агрегатного верстата закріплюють по пристосуванню, в яких встановлюють і затискають деталі, що оброблюються. Кожна позиція круглого столу агрегатного верстата при повороті столу проходить завантажувально-розвантажувальну зону, в якій з пристосування оброблену деталь знімають і в нього ставлять наступну деталь. В цей час здійснюється відповідна обробка отворів в деталях.

Багатошпиндельні свердлильні головки поділяються на спеціальні і універсальні. Спеціальні головки застосовують при обробці отворів в деталях одного типорозміра, тому відстань між вісями шпинделів в таких головках постійна. Універсальні головки застосовують для обробки

отворів в деталях, різних за формою і розмірами; відстань між вісями шпинделів в цих головках можна змінювати відповідно до розташування отворів в оброблюваних деталях. Багатошпindelні спеціальні головки застосовують у багатосерійному і масовому виробництвах, а універсальні головки — в серійному виробництві. Для обробки отворів в деталях різними ріжучими інструментами в серійному виробництві слід застосовувати шестишпindelні револьверні головки.

Універсальні і спеціальні багатошпindelні головки можуть мати шестерний або кривошипно-шатунний привод.

### 31 Конструкція і принцип дії спеціальної свердлильної чотиришпindelної головки

На рис. 1 показана спеціальна свердлильна чотиришпindelна головка для свердління чотирьох отворів, розташованих в деталі по колу невеликого діаметру, тому обирають головку з двох'ярусним розташуванням шестерень. У головці встановлено чотири паразитні зубчасті колеса 5 на чотирьох робочих шпинделях 3 в два ряди: два у верхньому і два в нижньому.

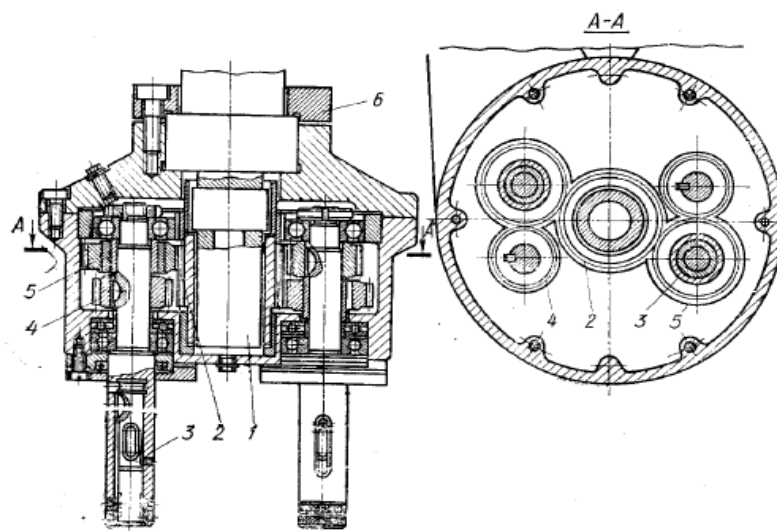


Рисунок 1 – Спеціальна свердлильна чотиришпindelна головка

На центральному провідному валу 1 сидить довге провідне зубчасте колесо 2, яке знаходиться в зачепленні з чотирма паразитними зубчастими колесами 5, і обертає їх. У свою чергу паразитні зубчасті колеса 5 через зубчасті колеса 4 передають обертання чотирьом робочим шпинделям 3 свердлильної головки. Робочі шпинделі встановлені на кулькових підшипниках. Осьові сили сприймаються радіально-упорними підшипниками. У робочих шпинделях встановлені оправки з конусними гніздами для закріплення ріжучого інструменту. Свердлильну головку центрують і кріплять на кінці гільзи шпинделя верстата двома полукільцями 6.

Багатошпindelна свердлильна головка, що несе ріжучі інструменти, при опусканні має бути пов'язана з кондукторною плитою і пристосуванням для установки деталі, що оброблюється. Цей зв'язок необхідний для точного збігу вісей робочих шпинделів головки з вісями кондукторних втулок і отворів в оброблюваній деталі. Кондукторну плиту можна виготовляти у згоді з корпусом пристосування або окремо від нього, тобто підвісний.

### **32 Конструкція і принцип дії багатошпindelної свердлильної головки з підвісною кондукторною плитою**

На рис. 2 показана підвісна кондукторна плита 8, виготовлена окремо від корпусу 1 пристосування (для упрощення креслення показана обробка лише одного отвору).

Багатошпindelна головка 7 пов'язана з кондукторною плитою 5 двома качалками 5. Качалки нижніми кінцями жорстко закріплені в кондукторній плиті гайками 2, а верхніми кінцями вільно переміщуються в отворах 6 втулок, запресованих в корпусі 7 багатошпindelної головки. З корпусом 1 верстатного пристосування багатошпindelна головка 7 і кондукторна плита 8 зв'язана двома направляючими пальцями 4, які



нижніми кінцями жорстко закріплені в корпусі пристосування. Пальці 4 входять в направляючі втулки 3 підвісної плити 8 і забезпечують зв'язок і правильний напрям вісей кондукторних втулок підвісної плити відносно вісей отворів деталі 9, встановленою в пристосуванні. Пружини на направляючих качалках 5 при контакті з кондукторною підвісною плитою 8 з оброблюваною деталлю починають стискуватися і при подальшому опусканні головки притискають плиту до деталі, і деталь затискається.

У верстатних пристосуваннях з підвісними плитами зручно встановлювати і знімати оброблювані деталі.

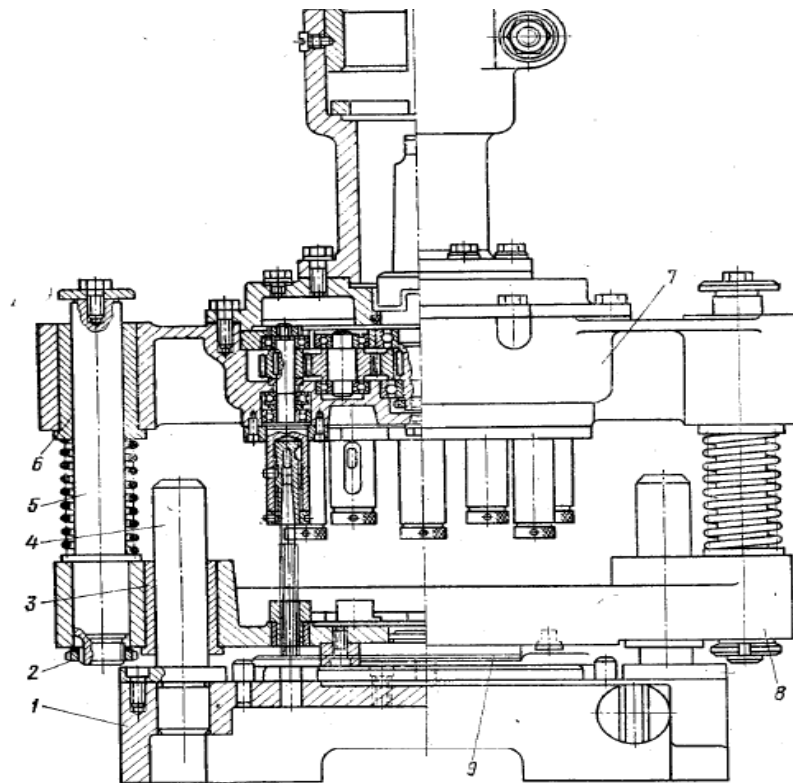


Рисунок 2 - Багатошпіндельна свердлильна головка з підвісною кондукторною плитою

### 33 Конструкція і принцип дії шестишпindelної револьверної головки

На рис. 3, а дана конструкція шестишпindelної револьверної головки для послідовної обробки отвору в деталі різними ріжучими інструментами. У головці встановлюють змінні шпindelі, приводи яких мають різні передаточні числа. Така конструкція головки дозволяє без зупинки і переналадки вертикально-свердлильного верстата моделі 2125 при послідовному повороті шпindelів виконати різні види обробки отворів: свердління, зенкерування, розгортання, нарізання різі і цекування торців.

Кожен шпindel головки обертається у вертикальне положення для подальшої обробки отвору відповідним ріжучим інструментом автоматично без зупинки верстата і переключення швидкості. Для включення в роботу чергового шпинделя з інструментом револьверна головка, закріплена на пінолі верстата, піднімається, регулювальний гвинт 7 упирається в торець шпindelної бабки і при подальшому підйомі головки переміщує вниз стрижень 6, який натискує на важіль 4. Важіль, піднімаючи муфту 3 і відповідний робочий шпindel, перестає обертатися. Потім стрижень 6 натискує на важіль 2 і обертає його на вісі. При обертанні важіль 2 виводить фіксатор 1 з втулки. Під час подальшого підйому головки регульований болт 8 упирається в торець шпindelної бабки і переміщає вниз стрижень 9 із зубчастою рейкою. При цьому рейка на стрижні 9 обертає зубчасте колесо 10, яке через пару конічних зубчастих коліс і храповий механізм у свою чергу обертає зубчасте колесо і знаходиться з ним в зачепленні зубчасте колесо 13, яке повертає корпус 14 з відповідним шпindelом у вертикальне робоче положення.

Кульковий фіксатор (на рис. 3, б відсутній) попередньо фіксує поворот головки. При переміщенні вниз револьверна головка працює в зворотній послідовності і фіксатор 1 під дією пружини фіксує точно

положення кожного шпинделя при повороті головки. Корпус головки не може обернутися у зворотний бік, тому що храповий механізм проскакує вхолосту. Пружина, встановлена на шпинделі 15, включає зубчасту муфту 3 і шпиндель з ріжучим інструментом починає обертатися і виконує відповідну обробку отвору.

Максимальний діаметр свердла, що встановлюється в змінному шпинделі головки, 15 мм. Змінні шпинделі розташовані під кутом  $30^\circ$  до площини роз'єму корпусів 5 і 14 і під кутом  $60^\circ$  — до вісі обертання поворотного корпусу 14.

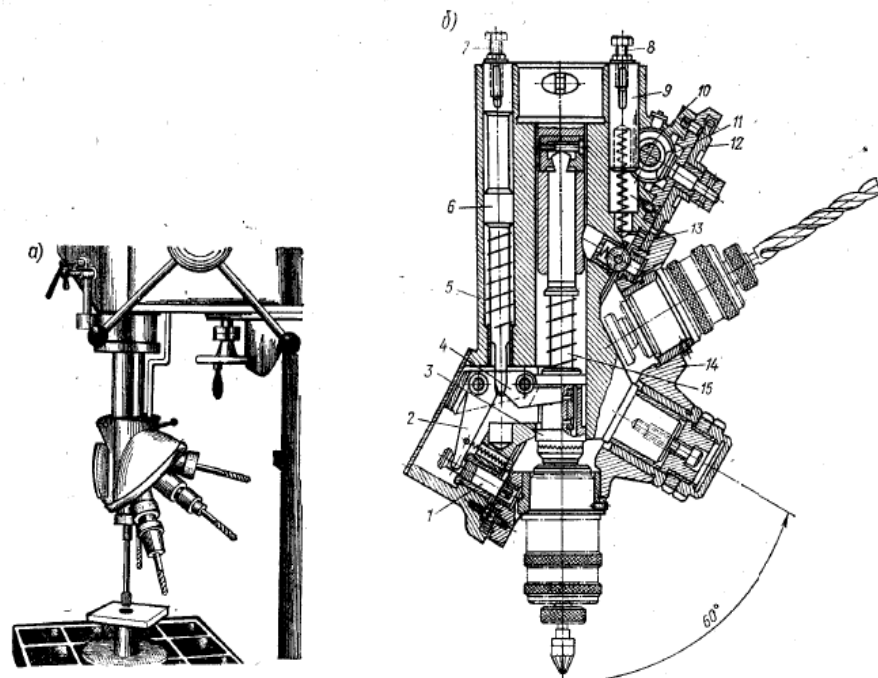


Рисунок 3 - Шестишпindelна револьверна головка:

а – загальний вид, б – розріз

### Контрольні питання:

1 Опишіть конструкцію спеціальної свердлильної чотиришпindelної головки?

2 Принцип дії шестишпindelної револьверної головки?

Література: (Б1), с. 186...193

### 34 Опори жорсткості, плаваючі. Їх конструкція, застосування

Опора верстатного пристосування - складова частина пристосування з поверхнями, що несуть, які сполучаються з базами встановленої заготовки. Опори застосовують для базування деталей по площині. Класифікація опор приведена на рис.1. Приклади конструкцій основних жорстких постійних опор наведені на рис.2



Рисунок 1 - Класифікація опор

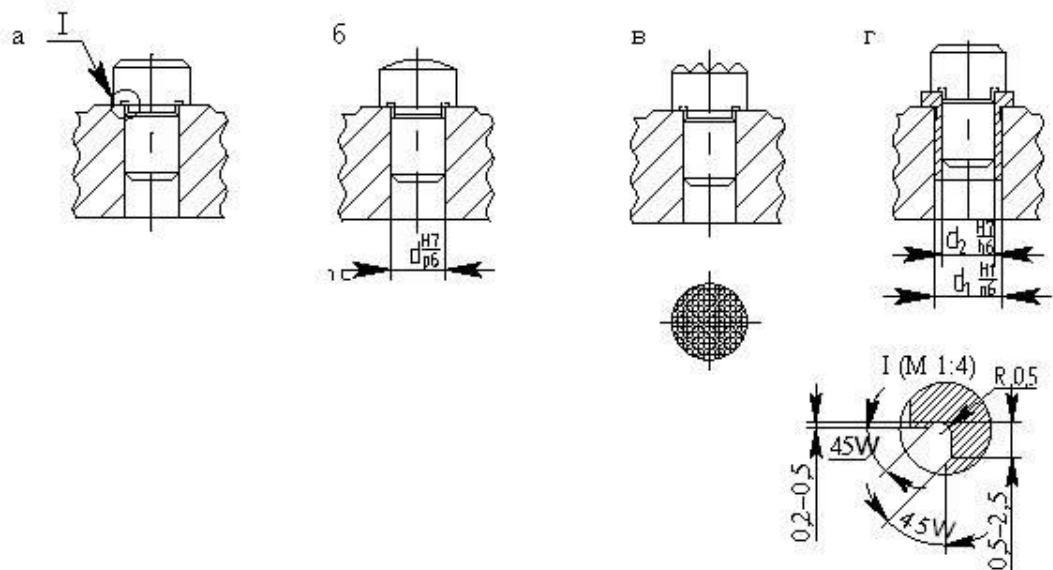


Рисунок 2 - Опори жорсткості

а – з плоскою головкою; б – зі сферичною головкою; в – з насечкою головкою; г – с переходною втулкою

Опори в корпусі пристосування встановлюють з гарантованим натягом по посадці H7/p6 або H7/n6. Опорні майданчики в корпусі під голівки оправлянь повинні злегка виступати. Вони обробляються одночасно, чим забезпечується їх розташування в одній площині. Оправляння після їх запресовки також шліфуються одночасно, у зв'язку з чим у оправлянь за розміром висоти голівки залишається припуск рівний 0,2.0,3 мм на шліфування після складання.

Іноді в отвори корпусу під оправляння запресовують сталеві загартовані втулки (рис.2, г). Торці втулок одночасно шліфують, забезпечуючи необхідну площинну. Цим забезпечується взаємозамінюваність штирів при якій відпадає необхідність шліфувати їх настановні поверхні при складанні і скорочується час на ремонт пристосувань. У отвори втулок штирі встановлюють по посадкам H7/js6 або H7/h6 .

Опорні пластини (рис.3) в порівнянні з опорами (рис.2) дають велику жорсткість контакту деталі з пристосуванням, тому вони застосовуються для важких деталей вагою більше 40 КН). Недолік опорних пластинів - невизначеність базування. У тому випадку, якщо деталь має неплоскі базові поверхні, відбувається її деформація. Опорні пластини мають два виконання по ГОСТ 4743 - 68 плоских (рис.3 а) і з косими пазами (рис.3 б)

Плоскі пластини доцільно закріплювати на вертикальних стінках корпусу, оскільки при горизонтальному їх положенні в поглибленнях над голівками гвинтів нагромаджується дрібна стружка, що важко видаляється при очищенні пристосування. Пластини як і штирі, закріплюються на майданчиках корпусу, що виступають, за наявності декількох майданчиків в одній площині вони обробляються спільно.

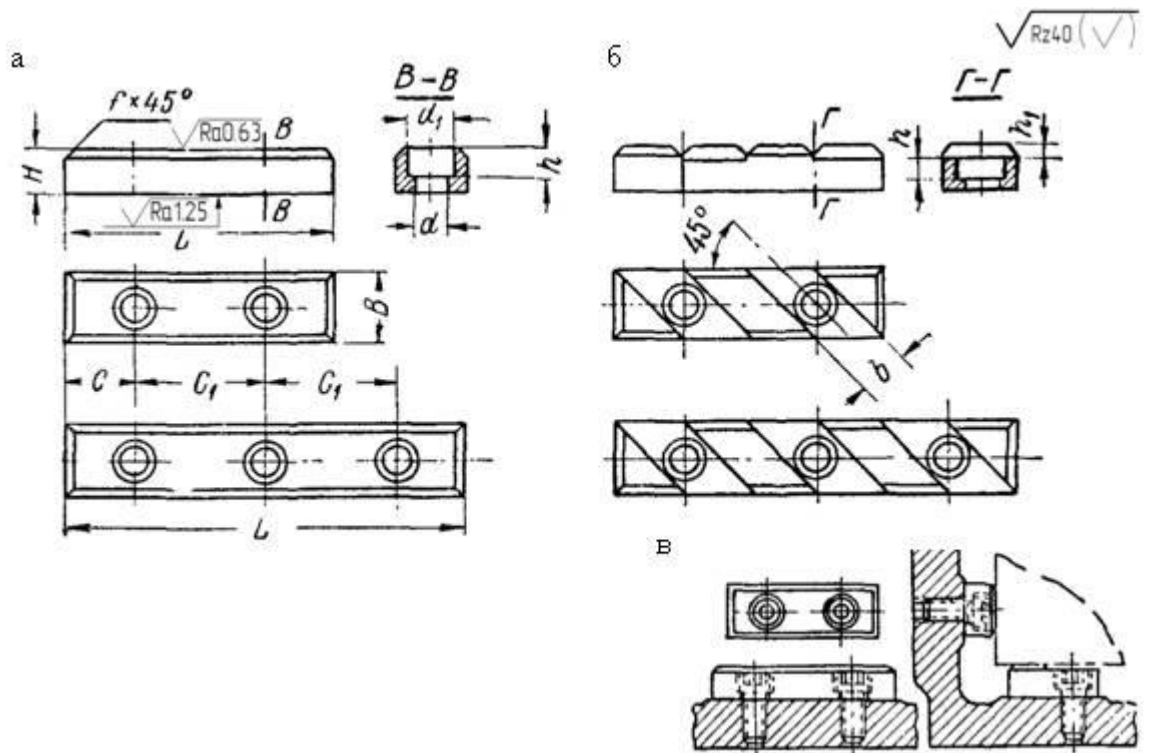


Рисунок 3 - . Опори жорсткі (пластини) а - плоскі; б - з косими пазами; у - приклади застосування

Вибір типу опор залежить від розмірів і стану базових поверхонь :

- деталі з чисто обробленими базовими поверхнями великих розмірів встановлюють на опорні пластини, а невеликі - на опори з плоскою голівкою.

- деталі з необробленими поверхнями встановлюють на опори з сферичною або насіченою голівкою.

Основні опори, які можуть самоустановлюватись, мають дві (рис.4), рідше три опорні точки. Вони вводяться іноді в конструкцію замість однієї або двох відповідно жорстких опор. Опори, що Самоустановлюються, ускладнюють пристосування і застосовуються лише в спеціальних випадках: при базуванні площинами бобышек, розташованих у вигляді чотирикутника, або при базуванні ступінчастої площини. При цьому замінюють одну з основних жорстких опор двоточковою.

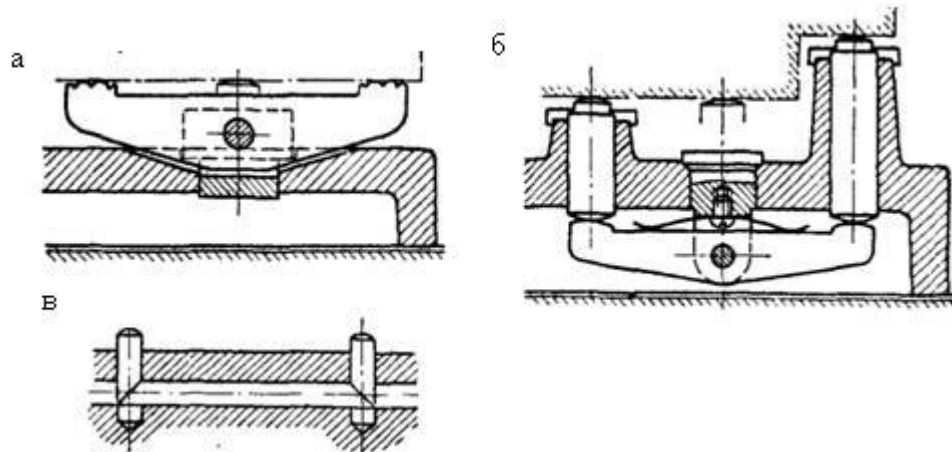


Рисунок 4 - Двоточкові опори (Самоустановлюючі), змонтовані на осях (а і б) і опора (в) з проміжним плунжером

Регульовані гвинтові опори дозволяють перенастроювати пристосування з одного типорозмера на інший. Ці опори укручуються по різьбленню в корпус пристосування, і глибина вкручення може коливатися в значних межах.

Допоміжні опори, що підводяться, застосовуються для збільшення жорсткості і стійкості встановлюваних деталей. Ці опори підводяться після того, як деталь встановлена і закріплена на жорстких опорах.

### ***35 Магнітні патрони***

Магнітний патрон служить для швидкого і зручного закріплення сталевих або чавунних виробів при їх обробці на верстатах або при їх розмітці, шабруванню і тому подібне. Закріплення відбувається в результаті тяжіння виробу під дією магнітного потоку. Збудження останнього здійснюється за допомогою електромагнітів або постійних магнітів.

Магнітні патрони діляться на дві основні групи:

1) прямокутні плити, що встановлюються на столі верстата і переміщуються разом з ним прямолінійно відносно різця;

2) круглих плити – власне патрони, що закріплюються на шпинделі або столі верстата, що обертається.

Магнітні патрони застосовуються, головним чином, на шліфувальних, токарних і поперечно-стругальних верстатах. Головними частинами магнітних патронів з електромагнітами є: корпус, електромагніти і кришка (полюсна пластина).

Головними частинами магнітних патронів з електромагнітами є: корпус, електромагніти і кришка (полюсна пластина). Електромагніти поміщаються усередині корпусу і складаються з полюсних сердечників з намотаними на них котушками з тонкого ізольованого провідника, сполученими послідовно.

Полюсна пластина ділиться на певні магнітні поля, відокремлені вузькими смужками немагнітного сплаву (наприклад латунню). Поля мають бути розташовані тим тісніше, чим дрібніше вироби, які передбачається обробляти на магнітному патроні. Відповідно до магнітних полів полюсної пластини в корпусі розташовуються сердечники з обмотками. Кінці обмоток виводяться назовні до місць введення струму.

Описані магнітні патрони живляться постійним струмом. Якщо струм змінний, живлення робиться через випрямляч. Включення і виключення магнітного патрона здійснюється за допомогою особливого перемикача. При повороті ручки перемикача на 360 градуса в ланцюзі магнітного патрона двічі міняється напрям струму. В результаті в магнітному патроні і у виробі знищується магнітне тяжіння, і виріб може бути знятий з магнітного патрона. Усунення всяких магнітних слідів у виробі виконується за допомогою демагнетизатора.

Круглі магнітні патрони відрізняються від плит не лише формою, але і способом підведення струму. Якщо патрон зміцнюється на 279ері дном кінці шпинделя верстата, то кільця, що підводять струм до магнітного патрона, зміцнюються на задньому кінці шпинделя, де вони легко можуть бути захищені від вологи і ушкоджень. Сполучні дроти поміщаються



усередині шпинделя. Підведення струму з мережі до кілець ведеться за допомогою щіток. Витрата енергії в магнітному патроні складає близько 0,07 – 0,10 ватів на 1 см<sup>2</sup> площі закріплення.

Магнітні патрони з постійними магнітами відрізняються від електромагнітних патронів тим, що магнітний потік створюється за допомогою постійних магнітів, що виготовляються з нікель-алюмінієвого сплаву.

Перевага цих магнітних патронів – в незалежності їх дії від наявності електричного струму, і відсутності чутливої електроапаратури, простоті пристрою. Проте сила тяжіння виробу обмежується властивостями постійних магнітів. Для знімання виробу роблять за допомогою руків'я зрушення системи постійних магнітів в корпусі так, що замикання магнітного потоку відбувається не через виріб, а через сталеві пластини полюсної кришки.

### ***Електромагнітні патрони***

Електромагнітні патрони підходять для утримування феромагнітних деталей під час шліфування. Вони характеризуються сильним магнітним полем високого проникнення. Завдяки їх сучасному дизайну (кожен магнітний полюс живиться від окремої котушки) магнітне поле однорідне і помагає зменшити «ефект нагріву котушок». Ця можливість дозволяє здійснювати точну шліфовку. Поділена верхня пластина дозволяє тримати маленькі і великі деталі. Компактний дизайн і точне складання з високоякісною камеддю забезпечує хороший опір до СОЖ.

Характеристики:

- Висока сила затиску, рівномірно розподілена high holding power evenly distributed,
- Можливість тримати і великі, і тонкі деталі

- Опір до СОЖ
- Додатково може бути зроблена база похилої

Усі патрони завдовжки до 500 мм можуть бути обладнані похилою базою. Електромагнітні патрони доступні в різних розмірах і з різними верхніми пластинами.

### ***36 Допоміжний інструмент***

Допоміжний інструмент Основне завдання допоміжного інструменту - надійна фіксація різального інструменту в шпинделі і передача йому моменту, що крутить, від верстата.

#### ***Допоміжний інструмент для токарних верстатів***

Для установки і закріплення різального інструменту на верстаті застосовують допоміжний інструмент, який багато в чому визначає точність і продуктивність токарної обробки. Як приклад розглянемо допоміжний інструмент до токарно-револьверних верстатів. Принцип роботи цього інструменту загальний для усіх токарних верстатів; змінюється тільки хвостова частина, за допомогою якої інструмент встановлюється на верстаті.

На токарно-револьверних верстатах застосовують циліндричні державки, призматичні державки з циліндричними хвостовиками і державки складних форм з циліндричними хвостовиками. Циліндричні державки, рис.1 - а), б), що встановлюються у великі отвори револьверної голівки, застосовують при відносно важких режимах різання для кріплення різних різців прямокутного і круглого перерізу.

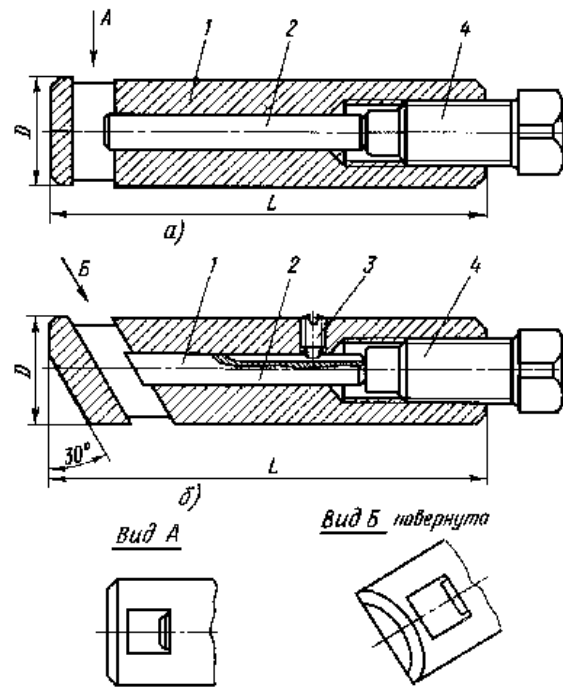


Рисунок 1 - Циліндричні державки

Хвостова регульована державка, малюнок справа, з косим кріпленням різця призначена для верстатів з вертикальною віссю обертання револьверної голівки. Корпус 5 державок має що направляють типу "ластівчин хвіст", в яких за допомогою регульовального гвинта 3 (з шкалою 4) переміщається каретка 1, що фіксується гвинтом 2.

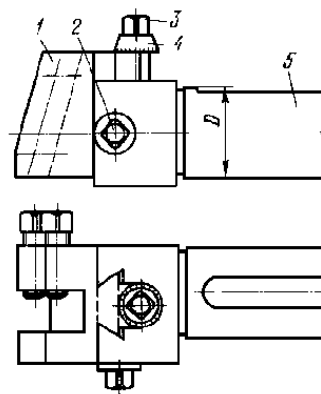


Рисунок 2 – Державка

Байонетні державки, рис.3 - а), б), складаються з байонетних патронів і оправлянь і застосовуються головним чином для кріплення розгорток, які дістають можливість самоустановлюватися в процесі різання. Такі державки дозволяють швидко видаляти і вставляти різальний інструмент з великим вильотом.

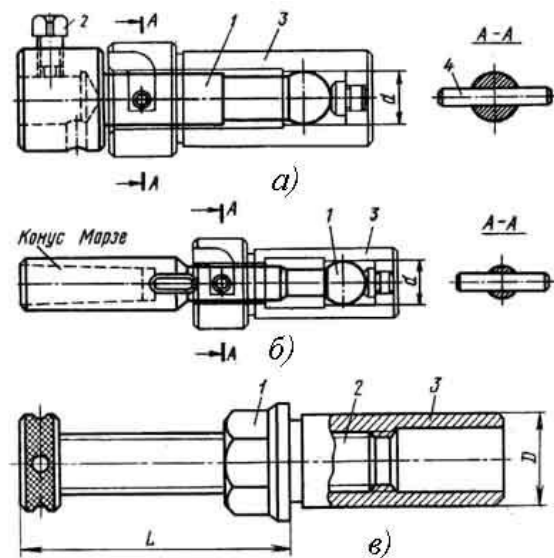


Рисунок 3 - Байонетні державки

Упори, вживані на токарно-револьверних верстатах для обмеження подання прутка або повороту револьверної голівки з горизонтальною віссю обертання, бувають жорсткі, регульовані і відкидні. Регульований упор - в) складається з втулки 3, в яку на потрібний розмір  $L$  загвинчують упор-гвинт 2 і фіксують його гайкою 1. У жорстких упорах розмір  $L$  не регулюється. Відкидні упори зазвичай застосовуються тоді, коли усі гнізда револьверної голівки зайняті, і кріпляться, як правило, до передньої стінки верстата.

### **37 Допоміжний інструмент для фрезерних верстатів**

В якості допоміжного інструменту на операціях фрезерування використовують патрони і оправляння.

Оправляння головним чином призначені для операцій з великими зусиллями різання, таких як торцеве фрезерування, фрезерування пазів дисковими фрезами, розточування отворів великого діаметру. Елементом, передавальним момент, що крутить, у оправлянь, є шпонка, яка запобігає проворот різального інструменту відносно оправляння. Цим забезпечуються надійне закріплення і передача моменту, що крутить. Проте оправляння не здатні забезпечити хороше центрування інструменту, тому основне їх застосування - чорнові операції з видаленням основного об'єму матеріалу.

Патрони забезпечують краще центрування і зазвичай використовуються для затиску різальних інструментів невеликого розміру. Слід розрізняти патрони з механічним кріпленням різального інструменту (для свердел, інструментів з конічними хвостовиками типу конусів Морзе, Whistle Notch, Weldon та ін.) і патрони із затискною частиною (цангові, гидромеханические, гідроласти та ін.), що пружно-деформується.

Особливу увагу слід приділити цанговим патронам (рис.4), які найбільш година те використовуються при роботі на верстатах з ЧПК. Принцип дії такого патрона дуже простий. У конічний отвір патрона вставляються змінні цанги. Цанга має циліндричний отвір, в який встановлюється циліндричний хвостовик різального інструменту (діаметр хвостовика різального інструменту повинен відповідати номеру цанги). При затягуванні гайки тиск передається на торець цанги, що призводить до втискування останньою в конічний отвір патрона і стискуванню в радіальному напрямі. Стискаючись, цанга передає тиск на циліндричний хвостовик різального інструменту і надійно його закріплює. Після зняття тиску (відкручування гайки) з цанги вона розтискає і дозволяє витягнути різальний інструмент з патрона.



Рисунок 5 – Цангові патрони, змінні цанги

Основна перевага цангового патрона - здатність здійснювати закріплення широкого діапазону різальних інструментів за допомогою комплекту змінних цанг. У комплекті цанг до одного і тому ж патрона ви, як правило, знайдете цанги для закріплення інструментів з хвостовиками від 6 до 30 мм і більше. Цанга робить хороше центрування інструменту і надійне закріплення, проте погано збалансована для швидкісних методів обробки. Слід приділяти належну увагу допоміжному інструменту, оскільки від нього залежать: стійкість різального інструменту, стабільність технологічного процесу, точність і якість обробки.

### ***Допоміжний інструмент для свердлувальних верстатів.***

Пристосування для установки інструментів на вертикально-свердлувальних верстатах підрозділяються на багатошпіндельні голівки і допоміжні інструменти.

Багатошпіндельні свердлувальні голівки призначені для одночасної обробки декількох отворів на одношпіндельних свердлувальних верстатах. Ці голівки бувають універсальними, зі змінюваним розташуванням робочих шпинделів і спеціальні, з постійною відстанню між робітниками шпинделями. Останні конструюють і виготовляють для обробки певних деталей.

До допоміжних інструментів для вертикально-свердлувальних і радіально-свердлувальних верстатів відносяться перехідні втулки, патрони і державки.

Патрони для закріплення інструментів (рис.6, б) на шпинделях вертикально-свердлувальних і радіально-свердлувальних верстатів підрозділяються на самоцентрирующие затискні, швидкозмінні, реверсивні для мітчиків, такі, що самоустанавлювающиеся і запобіжні для мітчиків, такі, що самоустанавлювающиеся для розгорток і спеціальні. Швидкозмінні патрони застосовують в тих випадках, коли в одній операції має бути виконана обробка послідовно декількома інструментами. При застосуванні таких патронів зміна різальних інструментів може робитися

без виключення обертання шпинделя. Для цієї ж мети застосовують револьверні голівки до вертикально-свердлувальних верстатів (рис.6).

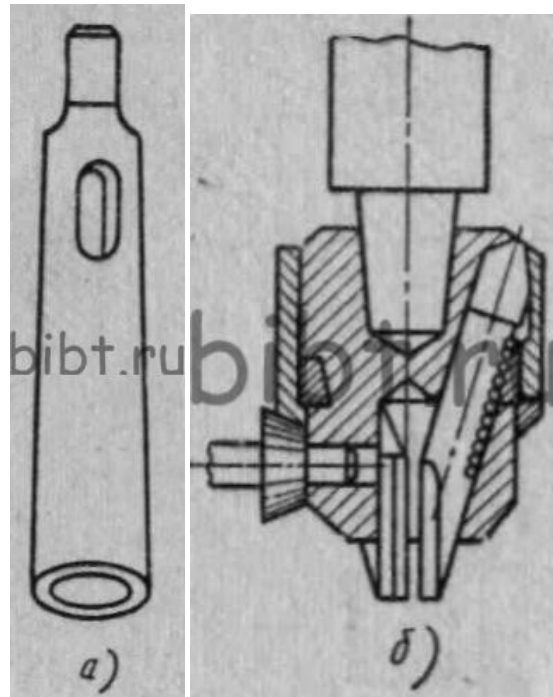


Рисунок 6 - Перехідна втулка (а) і патрон для інструменту (б)

Перехідні втулки (рис.6, а) призначені для приміщення в них хвостовиків різальних інструментів різних розмірів. Хвостовики ж різних перехідних втулок для певного верстата мають постійні розміри.

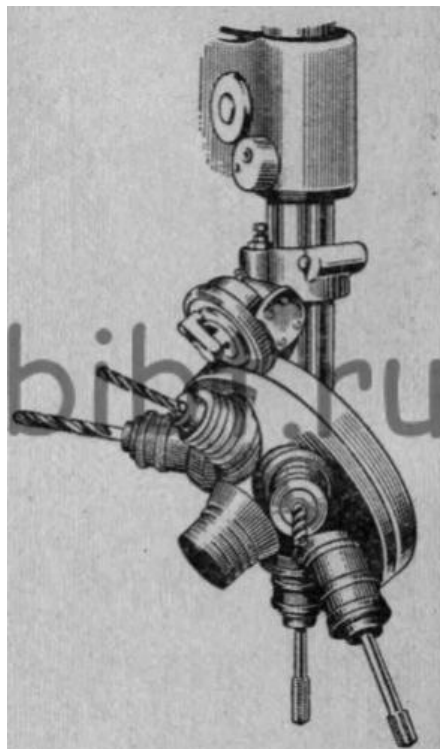


Рисунок 7 - Револьверна голівка до свердлувального верстата

## 38 Вимоги до допоміжного інструмента

### 1. Втулки

Таблиця 1

Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
1. Переходные цельные втулки с наружным конусом для инструмента с коническим хвостовиком	1.1. Твердость HRC <sub>3</sub> : а) втулок с внутренним конусом Морзе 1 и 2 б) остальных втулок 1.2. Допуск радиального биения поверхности внутреннего конуса относительно наружного конуса втулки 1.3. Допуск симметричности сторон торцевого паза относительно оси втулки, мм 1.4. Шероховатость конических поверхностей втулки для координатно-расточных станков: а) наружной поверхности б) внутренней поверхности	36,5... 41,5 41,5... 46,5 по табл. 2  0,05   $R_a \leq 0,16$ мкм $R_a \leq 0,32$ мкм 59... 63
2. Переходные втулки для долбяков	2.1. Твердость HRC <sub>3</sub> : 2.2. Предельные отклонения: а) диаметра отверстия под штоссель, мм б) диаметра цилиндрической поверхности под долбяк, мм 2.3. Допуск радиального биения поверхности конического отверстия или наружной цилиндрической поверхности под долбяк относительно поверхности отверстия под штоссель, мм 2.4. Допуск торцевого биения поверхностей, прилегающих к штосселю и долбяку, относительно отверстия под штоссель, мм 2.5. Выпуклость торцовых поверхностей, прилегающих к долбяку и штосселю 2.6. Шероховатость цилиндрической поверхности под долбяк, отверстия под штоссель, торцовых поверхностей, прилегающих к долбяку и штосселю	+ 0,005 - 0,005 0,003  0,003  Не допускается  $R_a \leq 0,16$ мкм
3. Разрезные втулки с наружным конусом для инструмента с цилиндрическим хвостовиком	3.1. Твердость HRC <sub>3</sub> : втулки лапки 3.2. Предельные отклонения: а) диаметра отверстия под инструмент б) паза под поводок в) паза под квадрат 3.3. Допуск радиального биения поверхности отверстия под инструмент относительно поверхности наружного конуса 3.4. Допуск симметричности сторон паза под поводок или квадрат относительно оси отверстия, мм 3.5. Шероховатость поверхности отверстия под инструмент	51,5... 56,5 36,5... 41,5  H8 H12 H11 по табл. 3 и черт. 1  0,07  $R_a \leq 1,25$ мкм
4. Переходные жесткие быстро сменные втулки	4.1. Твердость HRC <sub>3</sub> : 4.2. Предельные отклонения: а) диаметра наружной поверхности б) диаметра отверстия под метчик в) размера от опорного торца внутри до центра сферических канавок, мм 4.3. Допуск радиального биения: а) наружной поверхности относительно внутренней конической, мм б) поверхности отверстия под метчик относительно наружной поверхности, мм в) сферической кольцевой канавки относительно наружной поверхности, мм	57... 61  F8 H8 $\pm 0,1$  0,02 0,03 0,1



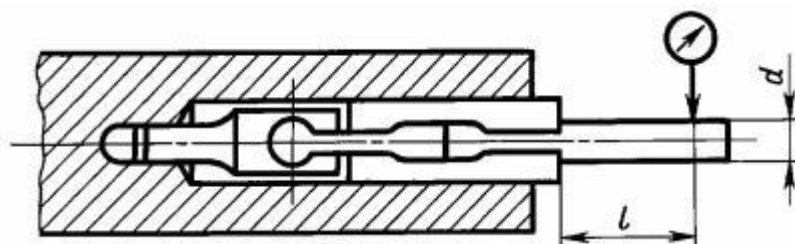
Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
5. Переходные поводковые втулки	4.4. Допуск симметричности расположения сферических канавок относительно оси наружной поверхности, мм	0,1
	4.5. Допуск соосности квадратного и цилиндрического отверстий под метчик не должен превышать половины допуска на квадрат	
	4.6. Шероховатость:	
	а) наружной цилиндрической поверхности	$R_a \leq 0,63$ мкм
	б) поверхности цилиндрического отверстия под метчик	$R_a \leq 1,25$ мкм
	5.1. Твердость HRC,	57... 61
	5.2. Предельные отклонения:	
	а) диаметра хвостовика	F8
	б) диаметра отверстия под втулку	H7
	в) размера от опорного торца втулки до центра отверстия или паза под штифт, мм	$\pm 0,1$
	5.3. Допуск радиального биения поверхности конического или цилиндрического отверстия под инструмент относительно поверхности хвостовика, мм	0,03
5.4. Допуск симметричности:		
а) торцевого паза относительно отверстия под инструмент, мм	0,2	
б) отверстия под штифт относительно поверхности хвостовика, мм	0,1	
5.5. Допуск параллельности плоскостей паза, ведущих поводок (штифт), мм	0,03	
5.6. Шероховатость поверхности хвостовика втулки и отверстия под хвостовик инструмента	$R_a \leq 1,25$ мкм	

Таблица 2

Назначение втулок	Характеристика втулок		Допуск радиального биения, мм
Для координатно-расточных станков	с резьбой под шомпол	под хвостовик инструмента с резьбой	0,003
		под хвостовик инструмента с лапкой	0,005
Универсальные	с наружным конусом Морзе и метрическим	короткие	0,010*
		длинные	0,015*
	с наружным конусом 7 : 24, обозначаемым по <a href="#">ГОСТ 15945</a>	30, 35, 40, 45, 50, 55 60, 65, 70, 75	0,015 0,020
Для токарных станков (в пиноль задней бабки)	без лапки		0,020

\* По требованию потребителя допускается изготавливать переходные короткие втулки с допуском радиального биения 0,02 и 0,005 мм и переходные длинные втулки с допуском радиального биения 0,03 мм.

### Радиальное биение поверхности отверстия втулки под инструмент



Черт. 1

Таблица 3

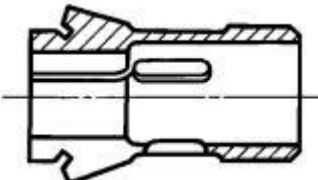
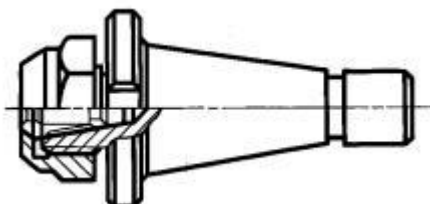
М М

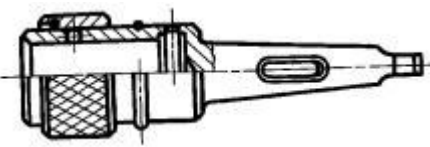
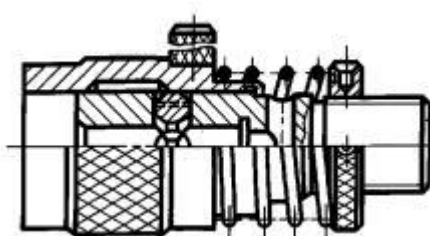
Диаметр отверстий под инструмент с цилиндрическим хвостовиком		Диаметр оправки $d$	$l$	Допуск радиального биения
с поводком	с квадратом			
От 1,0 до 1,6	-	1,5	6	0,02
Св. 1,6 до 3,0	-	2,0	10	0,03
Св. 3,0 до 6,0	От 3,0 до 6,0	4,0	16	
Св. 6,0 до 10,0	Св. 6,0 до 10,0	8,0	25	
-	Св. 10,0 до 18,0	12,0	40	
-	Св. 18,0 до 24,0	20,0	50	0,04
-	Св. 24,0 до 30,0	25,0	60	
-	Св. 30,0 до 36,0	32,0	70	0,05

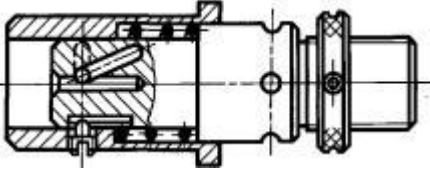
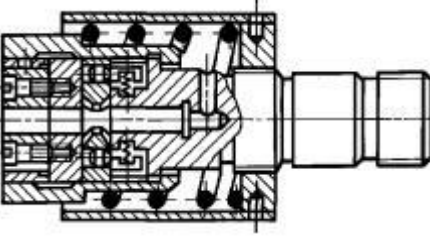
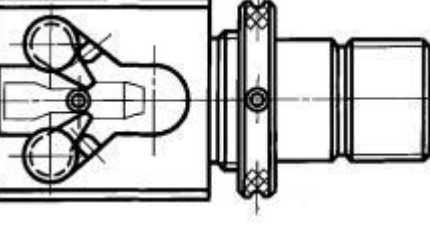
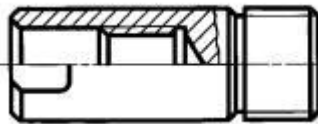
Примечание. Допуск радиального биения проверять в контрольном шпинделе по контрольной оправке на расстоянии  $l$  от торца втулки (см. чертеж).

## 2. Патроны

Таблица 4

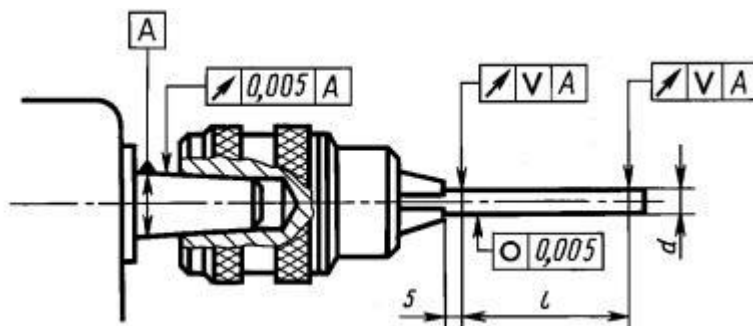
Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
1. Цанги 	1.1. Твердость HRC <sub>3</sub> : а) на длине наружного конуса б) на остальной части цанги 1.2. Предельные отклонения 1.3. Допуск радиального биения 1.4. Шероховатость поверхностей	51,5... 56,5 41,5... 46,5 по табл. 5 » табл. 5 » табл. 5
2. Цанговые патроны 	2.1. Твердость: а) корпуса... HRC, б) конического хвостовика HRC в) гайки HRC 2.2. Предельные отклонения диаметра отверстия в корпусе под цилиндрическую поверхность цанги в патроне к координатно-расточному станку 2.3. Допуск радиального биения а) внутренней цилиндрической и конической поверхностей корпуса относительно конической поверхности хвостовика патрона к координатно-расточным станкам, мм б) внутренней конической поверхности корпуса относительно поверхности хвостовика патрона к фрезерным станкам, мм 2.4. Шероховатость поверхностей: а) наружного центрирующего конуса корпуса патрона к координатно-расточным станкам б) цилиндрического и конического отверстий под цангу в корпусе патрона к координатно-расточным станкам в) конического отверстия под цангу в корпусе патрона к фрезерным	53,5... 57,5 46,5... 51,5 36,5... 41,5 Н6 0,01 0,02 $R_a \leq 0,16$ мкм $R_a \leq 0,32$ мкм $R_a \leq 0,63$ мкм

Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
<p>3. Патроны для быстросменного инструмента с ведущими шариками или штифтом</p> 	<p>станкам</p> <p>3.1. Твердость HRC<sub>3</sub>:</p> <p>а) корпуса б) кольца</p> <p>3.2. Предельные отклонения диаметра отверстия под втулку</p> <p>3.3. Осевое перемещение втулки в патроне при опущенном кольце, мм</p> <p>3.4. Допуск радиального биения поверхности отверстия под втулку относительно поверхности хвостовика, мм</p> <p>3.5. Шероховатость поверхности отверстия в корпусе под втулку</p>	<p>46,5... 51,5 46,5... 51,5 H7 1,00 0,03 <math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>
<p>4. Патроны качающиеся и плавающие</p>	<p>4.1. Твердость HRC<sub>3</sub>:</p> <p>а) корпуса б) хвостовика, конической части хвостовика</p> <p>4.2. Предельные отклонения диаметра отверстия в корпусе под цилиндрическую поверхность цапги</p> <p>4.3. Угловое смещение корпуса качающегося патрона относительно оси хвостовика, мм</p> <p>4.4. Допуск соосности отверстия под развертку и конического хвостовика плавающего патрона, мм</p> <p>4.5. Технические требования к цапге</p>	<p>57... 61 57... 61 41,5... 46,5 H7 0,05 - 0,20 0,02 п. 1 табл. 4; 5</p>
<p>5. Быстросменные кулачковые патроны для протяжек</p> 	<p>5.1. Твердость HRC<sub>3</sub>:</p> <p>а) корпуса и втулки б) кулачков</p> <p>5.2. Предельные отклонения:</p> <p>а) диаметра отверстия в корпусе под хвостовик протяжки б) диаметра наружной поверхности корпуса под ползушку станка</p> <p>5.3. Допуск радиального биения:</p> <p>а) отверстия под хвостовик протяжки относительно наружной поверхности корпуса под ползушку станка, мм б) отверстия под хвостовик протяжки (в патроне без направляющей поверхности корпуса под ползушку станка) относительно среднего диаметра резьбы, мм</p> <p>5.4. Допуск соосности резьбовой и наружной поверхности под ползушку станка, мм</p> <p>5.5. Шероховатость поверхности отверстия в корпусе под хвостовик протяжки и наружной поверхности под ползушку станка</p>	<p>41,5... 46,5 57... 61 H7 h7 0,05 0,05 0,05 <math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>
<p>6. Быстросменные патроны для протяжек к горизонтально-протяжным станкам</p>	<p>6.1. Твердость HRC<sub>3</sub>:</p> <p>а) корпуса и втулки б) пальца</p>	<p>41,5... 46,5 51,5... 56,5</p>

Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
	<p>6.2. Предельные отклонения ширины срезанной части втулки</p> <p>6.3. Шероховатость поверхности паза под палец</p> <p>6.4. Остальные технические требования</p>	<p>h8</p> <p><math>R_a \leq 2,5 \text{ мкм}</math></p> <p>пп. <a href="#">5.2</a>; <a href="#">5.3</a>; <a href="#">5.4</a>; <a href="#">5.5</a> табл. <a href="#">4</a></p>
<p>7. Автоматические патроны для протяжек</p> 	<p>7.1. Твердость HRC<sub>3</sub>:</p> <p>а) корпуса и гильзы</p> <p>б) кольца и кулачков</p> <p>7.2. Допуск радиального биения</p> <p>а) отверстия в патроне под хвостовик протяжки относительно наружной поверхности корпуса под ползушку станка, мм</p> <p>б) отверстия в патроне под хвостовик протяжки относительно наружной поверхности корпуса под гильзу, мм</p> <p>в) отверстия в патроне под хвостовик протяжки (без направляющей части корпуса под ползушку станка) относительно среднего диаметра резьбы</p> <p>7.3. Остальные технические требования</p>	<p>41,5... 46,5</p> <p>57... 61</p> <p>0,05</p> <p>0,05</p> <p>0,05</p> <p>пп. <a href="#">5.2</a>; <a href="#">5.4</a>; <a href="#">5.5</a> табл. <a href="#">4</a></p>
<p>8. Патроны для шпоночных протяжек</p> 	<p>8.1. Твердость HRC<sub>3</sub>:</p> <p>а) корпуса</p> <p>б) кулачков</p> <p>8.2. Предельные отклонения диаметра поверхности корпуса под ползушку станка</p> <p>8.3. Допуск симметричности расположения отверстий под оси кулачков относительно оси корпуса, мм</p>	<p>41,5... 46,5</p> <p>57... 61</p> <p>h7</p> <p>0,05</p>
<p>9. Переходники к патронам для протяжек</p> 	<p>8.4. Оси отверстий под кулачки должны находиться в одной плоскости, перпендикулярной к оси корпуса. Неперпендикулярность, мм</p> <p>8.5. Допуск соосности резьбовой и наружной поверхности под ползушку станка, мм</p> <p>8.6. Шероховатость наружной поверхности корпуса под ползушку станка</p> <p>9.1. Твердость HRC<sub>3</sub></p> <p>9.2. Предельные отклонения:</p> <p>а) отверстия под хвостовик патрона</p> <p>б) диаметра наружной поверхности переходника под ползушку станка</p> <p>9.3. Допуск радиального биения</p> <p>а) отверстия под хвостовик патрона относительно среднего диаметра внутренней резьбы, мм</p> <p>б) наружной поверхности под ползушку станка относительно среднего диаметра наружной резьбы, мм</p> <p>в) отверстия под хвостовик патрона относительно наружной</p>	<p>0,05</p> <p>0,05</p> <p><math>R_a \leq 1,25 \text{ мкм}</math></p> <p>41,5... 46,5</p> <p>H7</p> <p>h7</p> <p>0,05</p> <p>0,05</p> <p>0,05</p>

Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
10. Патроны сверлильные трехкулачковые без ключа	поверхности под ползушку станка, мм 9.4. Шероховатость поверхности отверстия под хвостовик патрона и наружной поверхности под ползушку станка 10.1. Твердость, HRC, не ниже: а) корпуса (гайки) б) кулачков 10.2. Радиальное биение поверхности кулачков относительно присоединительного конусного отверстия	$R_a \leq 1,25$ мкм  57,5 51,5 По табл. 4а
11. Патроны сверлильные трехкулачковые с ключом	11.1. Твердость, HRC, не ниже: а) втулки или отверстия «под ключ» б) кулачков в) зубчатого обода г) рабочих поверхностей ключа 11.2. Допуск радиального биения поверхности кулачков относительно присоединительного отверстия	57,5 51,5 51,5 43,5 По табл. 4а

Допуск радиального биения  $V$  контрольной оправки  $d$ , зажатой в кулачках, на расстоянии 5 мм от торца кулачков и  $l$  до места определения допуска радиального биения оправки (черт. 2) должен соответствовать значениям, указанным в табл. 4а.



Примечание. В том случае, когда торцы кулачков при зажатии контрольной оправки не выступают из корпуса патрона, расстояние 5 мм определяется от торца патрона.

Черт. 2

Таблица 4а

мм

Типоразмеры	$d$	$l$ наим.	Допуск радиального биения патронов			Типоразмеры	$d$	$l$ наим.	Допуск радиального биения патронов		
			без ключа		с ключом				без ключа		с ключом
			Класс точности						Класс точности		
			I	II					I	II	
4	2	25	0,05	0,15	0,15	13	6	55	0,08	0,20	0,20
	4	40					13	105			
6	3	35	0,06	0,15	0,15	16	10	85	0,10	0,20	0,20
	6	55					16	130			
10	6	55	0,06	0,20	0,20	20	10	85	-	-	0,25
	10	85					20	160			

Примечания:

1. Контрольная оправка должна быть зажата по всей длине кулачков, но не должна упираться в торец сверлильного патрона.

2. Допускаемые отклонения контрольной оправки (прямолинейность и конусность) должны быть не более 0,01 мм на длине 100 мм.

Таблица 5

### Предельные отклонения, радиальное биение и шероховатость поверхностей цанги

Наименование инструмента	Предельное отклонение		Допуск радиального биения отверстия под инструмент относительно наружной поверхности		Шероховатость поверхностей		
	отверстия под инструмент	Наружного посадочного цилиндра	конуса	посадочного цилиндра	отверстия под инструмент	наружного	
						конуса	посадочного цилиндра
			не более				не грубее
мм					не грубее		
Цанги к патронам для координатно-расточных станков	H7	F7	0,005	0,005	$R_a \leq 0,63$ мкм	$R_a \leq 0,32$ мкм	$R_a \leq 0,32$ мкм
Цанги к патронам для фрезерных станков	H8	-	0,015	-	$R_a \leq 1,25$ мкм	$R_a \leq 0,63$ мкм	-
Цанги к патронам для сверлильных, револьверных станков и токарно-револьверных автоматов	H8	F8	0,020	0,020	$R_a \leq 1,25$ мкм	$R_a \leq 0,63$ мкм	$R_a \leq 0,63$ мкм

## 2.3. Оправки

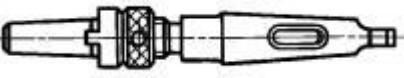
Таблица 6

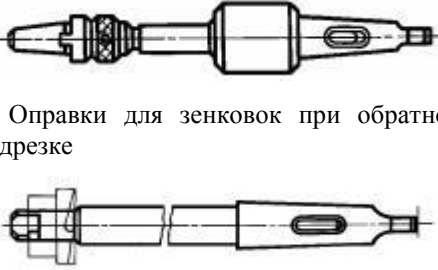
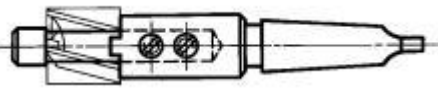
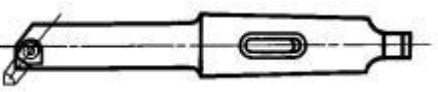
Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
1. Короткие фрезерные оправки с продольной или торцовой шпонкой и с коническими хвостовиками (Морзе, метрическим и 7 : 24)	1.1. Твердость HRC <sub>3</sub> :	
	а) оправки конической части оправки	51,5... 61 53,5... 57,5
	б) поводка	41,5... 46,5
	1.2. Предельные отклонения:	
	а) диаметра оправки под фрезу	h7
	б) диаметра оправки под фрезу с торцовой шпонкой и крепежными болтами	h6
	в) отверстия поводка для оправки к координатно-расточным станкам	H7
	г) отверстия поводка для оправки к фрезерным и расточным станкам	H8
	1.3. Сопряжение паза поводка с выступом оправки	H11 / h11
	1.4. Допуск радиального биения наружной поверхности оправки под фрезу относительно конической поверхности хвостовика:	
	а) у оправок с торцовой или продольной шпонкой, мм	0,01
	б) у оправок с торцовой шпонкой и крепежными болтами, мм	0,015
	1.5. Допуск торцового биения поверхности, сопрягаемой с фрезой или поводком относительно конического хвостовика:	
	а) у оправок к координатно-расточным станкам, мм	0,005
	б) у оправок с торцовой или продольной шпонкой к фрезерным и расточным станкам, мм	0,005
	в) у оправок с торцовой шпонкой и крепежными болтами, мм	0,01
	Выпуклость опорных поверхностей	Не допускается
	1.6. Допуск симметричности	
	а) выступа оправки под паз поводка относительно наружной поверхности оправки под фрезу, мм	0,1
	б) паза под торцовую шпонку оправки с крепежными болтами относительно наружной поверхности под фрезу, мм	
	для конусов 30, 40, 45	0,03
для конусов 50, 55, 60	0,04	
для конусов 65, 70	0,05	
в) поводковых пазов у оправок с конусностью 7 : 24 относительно поверхности хвостовика, мм		
для конусов 30, 40, 45	0,06	
для конусов 50, 55, 60	0,10	
для конусов 65, 70	0,15	
г) паза поводка, сопрягаемого с оправкой, и выступа, сопрягаемого с инструментом относительно отверстия, мм	0,10	
1.7. Допуск параллельности опорных торцов:		
а) у поводков к оправкам координатно-расточных станков, мм	0,005	
б) у поводков к оправкам фрезерных и расточных станков, мм	0,01	

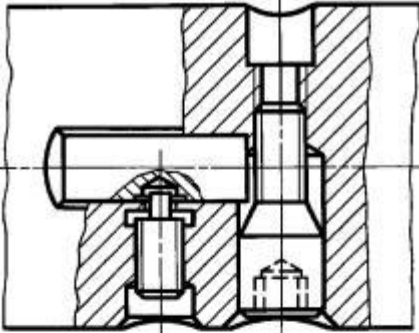
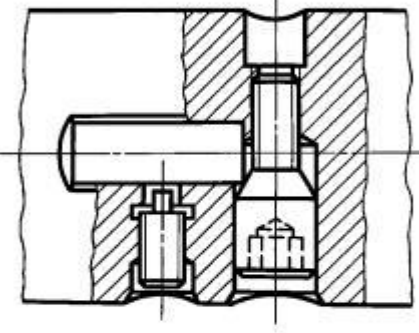
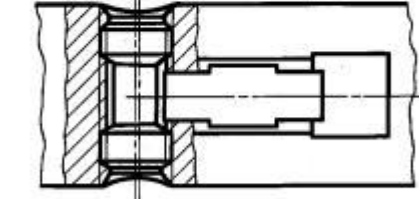
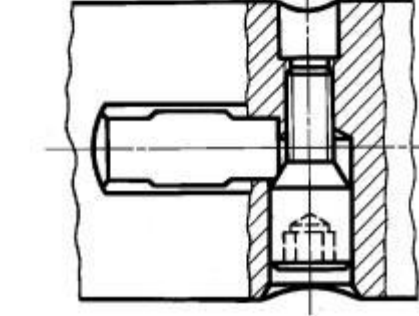
Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
2. Длинные фрезерные оправки с цапфой или поддерживающей втулкой и коническими хвостовиками конусов Морзе и 7 : 24	1.8. Допуск перпендикулярности торца поводка, прилегающего к торцу оправки относительно отверстия:	
	а) у поводков к оправкам координатно-расточных станков, мм	0,005
	б) у поводков к оправкам фрезерных и расточных станков, мм	0,015
	1.9. Шероховатость:	
	а) поверхности конического хвостовика оправки к координатно-расточным станкам	$R_a \leq 0,16$ мкм
	б) наружной поверхности оправки под фрезу, поверхности опорных торцов оправки и поводка	$R_a \leq 0,63$ мкм
	в) поверхности отверстия поводка	$R_a \leq 1,25$ мкм
	2.1. Твердость HRC <sub>3</sub> :	
	а) оправки,	55,5... 61
	б) поддерживающей втулки	53,5... 57,5
	2.2. Предельные отклонения:	59... 63
	а) диаметра наружной поверхности оправки под фрезу	h7
	б) диаметра наружной поверхности цапфы	F8
	в) диаметра отверстия поддерживающей втулки	H7
	г) диаметра наружной поверхности поддерживающей втулки	F8
	2.3. Допуски на наружную резьбу оправки	6g
	2.4. Допуск радиального биения:	
	а) оправки относительно оси центровых отверстий, проверяемый на середине поверхности под фрезу, при длине ее цилиндрической части, мм	
	до 315 мм	0,015
	» 400 мм	0,020
	» 500 мм	0,025
	» 630 мм	0,030
	» 800 мм	0,035
	» 1000 мм	0,040
б) конической поверхности оправки относительно оси центровых отверстий, проверяемый на расстоянии 8 мм от основной плоскости конуса, мм	0,012	
в) поверхности цапфы относительно оси центровых отверстий, проверяемый на середине ее длины, мм	0,010	
2.5. Допуск радиального биения наружной поверхности поддерживающей втулки относительно поверхности отверстий при наружном диаметре втулки, мм:		
а) от 38 до 55 мм	0,008	
б) св. 55 до 71 мм	0,010	
в) св. 71 до 140 мм	0,012	
2.6. Допуск торцового биения опорной поверхности оправки относительно оси центровых отверстий, мм	0,010	
Выпуклость опорной поверхности	Не допускается	
2.7. Допуск торцового биения поддерживающей втулки относительно поверхности отверстия и непараллельность торцов на длине, равной наружному диаметру, при наружном диаметре втулки,		



Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
3. Оправки для фрез к зубофрезерным станкам	мм:	
	а) от 38 до 55 мм	0,004
	б) св. 55 до 71 мм	0,005
	в) св. 71 до 140 мм	0,006
	Выпуклость опорных поверхностей	Не допускается
	2.8. Допуск симметричности паза оправки под продольную шпонку относительно наружной поверхности под фрезу, мм	0,2
	2.9. Допуск параллельности шпоночного паза относительно наружной поверхности под фрезу не должен превышать на длине, мм	
	а) 100 мм	0,05
	б) 300 мм	0,10
	2.10. Шероховатость наружных поверхностей оправки под фрезу и цапфы, наружной поверхности и поверхности отверстия поддерживающей втулки, поверхностей опорных торцов оправки и втулки	$R_a \leq 0,63$ мкм
	3.1. Твердость HRC <sub>3</sub> :	
	а) оправки	55,5... 61
	конической части оправки	53,5... 57
	б) опорной втулки	59... 63
	в) шайбы	45,5... 51,5
	3.2. Предельные отклонения	
	: а) диаметра наружной поверхности оправки под фрезу	h6
	б) диаметра отверстия опорной втулки	H6
	в) диаметра наружной поверхности опорной втулки	h6
	г) диаметра отверстия шайбы	D9
	3.3. Допуски на наружную резьбу оправки	6g
	3.4. Допуск радиального биения наружной поверхности оправки под фрезу относительно поверхностей конического хвостовика и под опорную втулку:	
	а) для оправок нормальной точности, мм	0,010
б) для оправок повышенной точности, мм	0,005	
3.5. Допуск радиального биения наружной поверхности опорной втулки относительно поверхности отверстия, при диаметре отверстия, мм:		
а) от 12 до 27 мм	0,005	
б) св. 27 до 50 мм	0,006	
в) св. 50 до 100 мм	0,008	
3.6. Допуск торцового биения опорной поверхности оправки относительно конической поверхности хвостовика, мм:		
а) для оправок нормальной точности	0,005	
б) для оправок повышенной точности	0,003	
Выпуклость опорных поверхностей	Не допускается	
3.7. Допуск торцового биения опорной втулки относительно поверхности отверстия и непараллельность торцов на длине, равной наружному диаметру, при диаметре отверстия, мм		
а) от 12 до 27 мм	0,003	
б) св. 27 до 50 мм	0,004	
в) св. 50 до 100 мм	0,005	
Выпуклость опорных поверхностей	Не допускается	

Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
	3.8. Допуск симметричности паза оправки под продольную шпонку относительно наружной поверхности под фрезу, мм	0,1
	3.9. Допуск параллельности	0,03
	а) паза оправки под продольную шпонку относительно наружной поверхности под фрезу, мм: на длине 100 мм	
	на длине 300 мм	0,05
	б) торцов шайбы, мм	0,005
	3.10. Шероховатость: а) наружных поверхностей оправки под фрезу и опорную втулку, поверхностей опорных торцов оправки и втулки, наружной поверхности и поверхности отверстия втулки	$R_a \leq 0,32$ мкм
	б) поверхности отверстия и торцов шайбы	$R_a \leq 0,63$ мкм
4. Промежуточные кольца к оправкам для фрез	4.1. Материал колец толщиной от 0,05 до 1 мм - лента стальная пружинная термообработанная первой прочности (1П), повышенной точности по толщине (В), холоднокатаная с обрезными кромками, светлая (светлокаленая нагартованная) по ГОСТ 2614 из стали марок У7А, У8А, У9А, У10А и У12А - по <a href="#">ГОСТ 1435</a> Шероховатость поверхности 4.2. Твердость колец толщиной свыше 1 мм 4.3. Предельные отклонения: а) диаметра отверстия кольца б) толщины колец св. 1 мм 4.4. Допуск параллельности торцов колец, при диаметре отверстия, мм а) 13 мм б) св. 13 до 40 мм в) св. 40 до 80 мм г) св. 80 до 100 мм 4.5. Шероховатость поверхности торцов колец толщиной св. 1 мм	$R_a \leq 0,63$ мкм 55,5... 61 D11 F9 0,003 0,004 0,005 0,006 $R_a \leq 0,63$ мкм
5. Оправки для насадных зенкоров и разверток 	5.1. Твердость HRC <sub>3</sub> : а) оправки конической части хвостовика б) поводка 5.2. Сопряжение отверстия поводка с оправкой 5.3. Допуск радиального биения конической поверхности оправки 1 : 30 относительно конической поверхности хвостовика, при диаметре конической поверхности 1 : 30, мм: а) от 13 до 22 мм б) св. 22 мм 5.4. Шероховатость посадочной поверхности оправки под поводок и поверхности отверстия поводка	51,5... 56,5 41,5... 46,5 36,5... 41,5 H7 / h7 0,010 0,015 $R_a \leq 1,25$ мкм
6. Качающиеся оправки для насадных разверток	6.1. Твердость HRC <sub>3</sub> : а) оправки б) конической части хвостовика в) поводка	51,5... 56,5 41,5... 46,5 36,5... 41,5

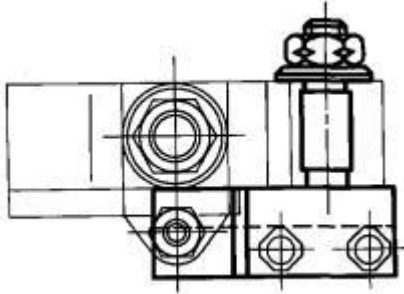
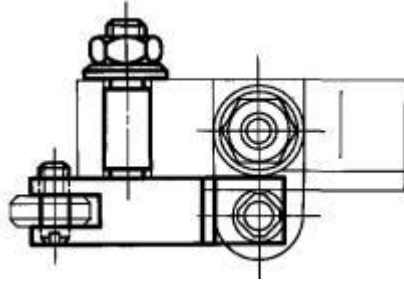


Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
<p>7. Оправки для зенковок при обратной подрезке</p> 	<p>6.2. Угловое смещение оправки относительно оси хвостовика, мм</p> <p>6.3. Допуск соосности конических поверхностей 1 : 30 и хвостовика, мм</p> <p>7.1. Твердость HRC<sub>3</sub> части под зенковку; остальной части</p> <p>7.2. Предельные отклонения:</p> <p>а) диаметра наружной поверхности под зенковку</p> <p>б) диаметра направляющей поверхности</p> <p>7.3. Допуск радиального биения наружной направляющей поверхности оправки и поверхности под зенковку относительно конической поверхности хвостовика при диаметре оправки, мм:</p> <p>а) 8 мм</p> <p>б) св. 8 до 13 мм</p> <p>в) св. 13 до 22 мм</p> <p>г) св. 22 до 50 мм</p> <p>7.4. Допуск симметричности плоскостей замка относительно наружной поверхности оправки под зенковку, мм</p> <p>7.5. Шероховатость:</p> <p>а) наружной поверхности под зенковку</p> <p>б) наружной направляющей поверхности</p>	<p>0,05 - 0,20</p> <p>0,02</p> <p>57...61 41,5... 46,5</p> <p>F8</p> <p>F9</p> <p>0,02 0,03 0,04 0,05</p> <p>0,05</p>
<p>8. Оправки к насадным зенковкам со сменными направляющими цапфами</p> 	<p>8.1. Твердость HRC<sub>3</sub>:</p> <p>а) оправки</p> <p>б) цапфы</p> <p>8.2. Предельные отклонения:</p> <p>а) поверхности цапфы под зенковку</p> <p>б) направляющей поверхности цапфы</p> <p>8.3. Допуск радиального биения поверхности цапфы под зенковку относительно конической поверхности хвостовика оправки, мм</p> <p>8.4. Допуск торцового биения опорной поверхности оправки относительно поверхности цапфы под зенковку, мм</p> <p>8.5. Шероховатость направляющей поверхности цапфы и поверхности цапфы под зенковку</p>	<p><math>R_a \leq 0,63</math> мкм <math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p> <p>41,5... 46,5 56,5... 61</p> <p>h7 D9</p> <p>0,03</p> <p>0,02</p> <p><math>R_a \leq 1,25</math></p>
<p>9. Расточные консольные борштанги</p> 	<p>9.1. Твердость HRC<sub>3</sub></p> <p>9.2. Длина консольной борштанги (до конического хвостовика) не должна превышать:</p> <p>а) пяти ее диаметров для координатно-расточных станков</p> <p>б) десяти ее диаметров для расточных станков</p> <p>9.3. Пазы под резцы должны быть выполнены под углом 90° к оси борштанги для растачивания сквозных отверстий или под углом 60° и 45° для растачивания глухих отверстий</p>	<p>41,5... 46,5</p>
<p>10. Расточные борштанги под пластинчатый инструмент</p>	<p>10.1. Твердость HRC<sub>3</sub>:</p> <p>борштанги</p> <p>конической части хвостовика</p> <p>Окна, резьбу и отверстия от термической обработки предохранить</p> <p>10.2. Предельные отклонения:</p> <p>а) диаметра наружной направляющей</p>	<p>51,5... 56,5 41,5... 46,5</p> <p>F8</p>

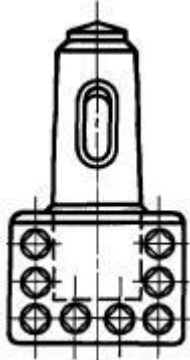
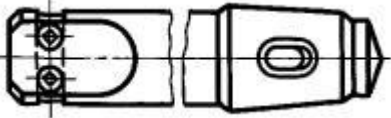
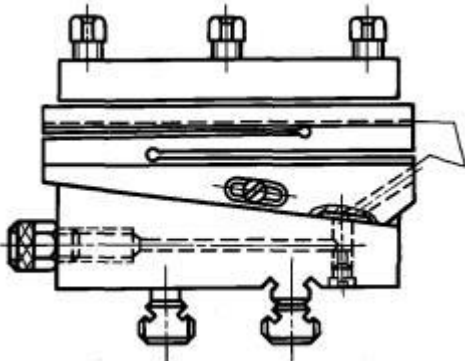
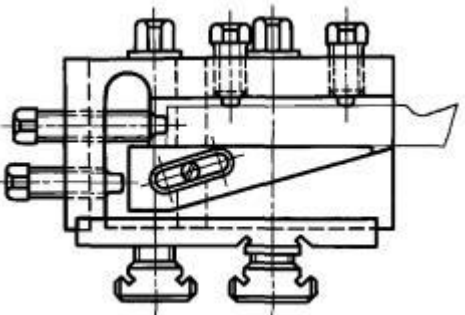
Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
	<p>поверхности</p> <p>б) длины паза для плавающих разверток, расточных и подрезных пластин</p> <p>в) длины паза для расточных и подрезных пластин (крепление эксцентриком)</p> <p>г) длины паза для расточных и подрезных пластин (крепление винтом с конусом)</p> <p>д) ширины паза</p> <p>е) диаметра цилиндрического отверстия под винт с конусом</p>	<p>H7</p> <p>H8</p> <p>H12</p> <p>H8</p> <p>H7</p>
	<p>10.3. Допуск радиального биения наружной поверхности консольной борштанги под пластинчатый инструмент относительно конической при диаметре борштанги, мм:</p> <p>от 25 до 50 мм</p> <p>св. 50 до 100 мм</p> <p>св. 100 до 180 мм</p> <p>10.4. Допуск радиального биения наружной поверхности двухопорной борштанги относительно центров при длине борштанги, мм</p> <p>до 2000 мм</p> <p>св. 2000 мм</p>	<p>0,015</p> <p>0,020</p> <p>0,030</p> <p>0,015</p> <p>0,020</p> <p>0,03</p>
	<p>10.5. Допуск параллельности боковых поверхностей паза вдоль продольной оси борштанги на длине 100 мм, мм</p> <p>10.6. Допуск перпендикулярности:</p> <p>а) опорной плоскости паза относительно оси борштанги на длине 100 мм, мм</p> <p>б) оси отверстия под винт с конусом относительно оси борштанги на длине 100 мм, мм</p>	<p>0,03</p> <p>0,05</p>
	<p>10.7. Допуск соосности гладкого отверстия под винт с конусом относительно среднего диаметра резьбы, мм</p> <p>10.8. Допуск симметричности паза и отверстия под винт относительно оси борштанги, мм</p> <p>10.9. Шероховатость:</p> <p>а) наружной центрирующей поверхности борштанги и поверхности отверстия под винт с конусом</p> <p>б) поверхности паза</p>	<p>0,03</p> <p>0,03</p> <p><math>R_a \leq 0,63</math> мкм</p> <p><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВСПОМОГАТЕЛЬНОМУ ИНСТРУМЕНТУ, ЗАКРЕПЛЯЕМОМУ НА СУППОРТЕ

### 1. Державки

Таблица 7

Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
<p>1. Держатели направляющих линеек к державкам для круглых резцов и сменных вставок на передний и задний суппорты токарно-револьверных автоматов</p> 	<p>1.1. Твердость HRC<sub>3</sub>: а) корпуса б) линейки</p> <p>1.2. Шероховатость рабочей поверхности линейки</p>	<p>36,5... 41,5 57... 61 <math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>
<p>2. Вставки для стержневых и пластинчатых резцов к державкам на передний и задний суппорты токарно-револьверных автоматов</p> 	<p>2.1. Твердость корпуса HRC<sub>3</sub></p> <p>2.2. Предельные отклонения диаметра хвостовика корпуса</p> <p>2.3. Шероховатость поверхности хвостовика и опорной плоскости корпуса</p>	<p>36,5... 41,5 D11 <math>R_a \leq 2,5</math> мкм</p>
<p>3. Вставки для накатных роликов к державкам на передний и задний суппорты токарно-револьверных автоматов</p> 	<p>3.1. Твердость HRC<sub>3</sub>: а) корпуса б) оси под ролик</p> <p>3.2. Предельные отклонения: а) диаметра хвостовика корпуса б) диаметра оси под ролик в) паза под ролик</p> <p>3.3. Шероховатость поверхностей: а) оси под ролик б) хвостовика и опорной плоскости корпуса</p>	<p>36,5... 41,5 57... 61 D11 h8 H11 <math>R_a \leq 0,63</math> мкм <math>R_a \leq 2,5</math> мкм</p>
<p>4. Державки для накатки к токарным станкам</p> 	<p>4.1. Твердость HRC<sub>3</sub>: а) корпуса и роликодержателя б) оси под ролик</p> <p>4.2. Предельные отклонения: а) диаметра оси под ролик б) паза под ролик</p> <p>4.3. Шероховатость рабочей поверхности оси под ролик</p>	<p>36,5... 41,5 57... 61 h8 H11 <math>R_a \leq 0,63</math> мкм</p>
<p>5. Державки для стержневых и пластинчатых резцов к токарным станкам</p>	<p>5.1. Твердость корпуса HRC<sub>3</sub></p> <p>5.2. Шероховатость поверхностей паза типа «ласточкин хвост»</p>	<p>36,5... 41,5 <math>R_a \leq 2,5</math> мкм</p>
<p>6. Многолезцовые державки с коническим хвостовиком под шпонку или поводок и с цилиндрическим хвостовиком под поводок к токарно-карусельным станкам</p>	<p>6.1. Твердость HRC<sub>3</sub>: а) корпуса б) штыря</p> <p>6.2. Предельные отклонения: а) диаметра хвостовика б) паза под шпонку в) размера поводка</p> <p>6.3. Допуск симметричности:</p>	<p>36,5... 41,5 57... 61 h7 H8 h11</p>

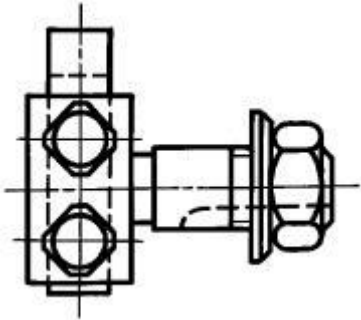
Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
 <p data-bbox="261 607 751 696">7. Державки расточные с коническим хвостовиком к токарно-карусельным станкам</p>	<p data-bbox="751 203 1273 259">а) паза под шпонку относительно конической поверхности хвостовика, мм</p> <p data-bbox="751 264 1273 320">б) поводка относительно конической поверхности хвостовика, мм</p> <p data-bbox="751 324 1273 443">6.4. Допуск параллельности общей прилегающей плоскости рабочих поверхностей штырей относительно оси хвостовика, мм</p> <p data-bbox="751 448 1273 504">6.5. Шероховатость поверхности поводка и паза под шпонку</p> <p data-bbox="751 607 1273 640">7.1. Твердость корпуса HRC<sub>3</sub></p>	<p data-bbox="1273 203 1482 237">0,02</p> <p data-bbox="1273 264 1482 297">0,05</p> <p data-bbox="1273 324 1482 358">0,2</p> <p data-bbox="1273 448 1482 481"><math>R_a \leq 2,5</math> мкм</p> <p data-bbox="1273 607 1482 640">36,5... 41,5</p>
 <p data-bbox="261 875 751 931">8. Державки для пластинчатых резцов к токарным многошпиндельным автоматам</p> 	<p data-bbox="751 875 1273 931">8.1. Твердость корпуса и резцедержателя HRC<sub>3</sub></p> <p data-bbox="751 936 1273 1055">8.2. Отклонение поверхностей опорных плоскостей корпуса, сопрягаемых с суппортом, от общей прилегающей плоскости, мм</p> <p data-bbox="751 1059 1273 1149">8.3. Шероховатость поверхности опорных плоскостей корпуса, сопрягаемых с суппортом</p>	<p data-bbox="1273 875 1482 909">36,5... 41,5</p> <p data-bbox="1273 936 1482 969">0,03</p> <p data-bbox="1273 1059 1482 1093"><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>
<p data-bbox="261 1335 751 1424">9. Державки для стержневых резцов к токарным многошпиндельным автоматам и многорезцовым полуавтоматам</p> 	<p data-bbox="751 1335 1273 1391">9.1. Твердость корпуса, основания и клина HRC<sub>3</sub></p> <p data-bbox="751 1395 1273 1514">9.2. Отклонение поверхностей опорных плоскостей основания, сопрягаемых с суппортом, от общей прилегающей плоскости, мм</p> <p data-bbox="751 1518 1273 1608">9.3. Шероховатость поверхности опорных плоскостей основания, сопрягаемых с суппортом</p>	<p data-bbox="1273 1335 1482 1368">36,5... 41,5</p> <p data-bbox="1273 1395 1482 1429">0,03</p> <p data-bbox="1273 1518 1482 1552"><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>
<p data-bbox="261 1783 751 1872">10. Державки для призматических резцов к токарным многошпиндельным автоматам</p>	<p data-bbox="751 1783 1273 1839">10.1. Твердость корпуса, прижима и основания HRC<sub>3</sub></p> <p data-bbox="751 1843 1273 1933">10.2. Шероховатость поверхности опорной плоскости основания, сопрягаемой с суппортом</p>	<p data-bbox="1273 1783 1482 1816">36,5... 41,5</p> <p data-bbox="1273 1843 1482 1877"><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>

Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
 <p data-bbox="279 526 742 616">11. Державки люнетные для стержневых резцов к токарным многшпиндельным автоматам</p>  <p data-bbox="279 1086 742 1120">12. Державки для круглых резцов</p>	<p data-bbox="754 526 1286 560">11.1. Твердость HRC<sub>3</sub>:</p> <p data-bbox="754 560 1286 593">а) корпуса резцедержателя и роликодержателя</p> <p data-bbox="754 593 1286 627">б) оси под ролик</p> <p data-bbox="754 627 1286 660">в) ролика</p> <p data-bbox="754 660 1286 772">11.2. Допуск радиального биения наружной поверхности ролика относительно его оси, мм</p> <p data-bbox="754 772 1286 896">11.3. Отклонение поверхностей опорных плоскостей корпуса, сопрягаемых с суппортом, от общей прилегающей плоскости, мм</p> <p data-bbox="754 896 1286 985">11.4. Шероховатость рабочей поверхности ролика и поверхности опорных плоскостей корпуса, сопрягаемых с суппортом</p>	<p data-bbox="1286 560 1482 593">36,5... 41,5</p> <p data-bbox="1286 616 1482 649">57... 61</p> <p data-bbox="1286 649 1482 683">59... 63</p> <p data-bbox="1286 683 1482 716">0,01</p> <p data-bbox="1286 772 1482 806">0,03</p> <p data-bbox="1286 896 1482 929"><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>
<p data-bbox="261 1568 754 1635">13. Державки для сменных вставок к токарно-револьверным автоматам</p> 	<p data-bbox="754 1097 1286 1131">12.1. Твердость HRC<sub>3</sub>:</p> <p data-bbox="754 1131 1286 1164">а) корпуса и основания</p> <p data-bbox="754 1164 1286 1198">б) оси под резец и кольца</p> <p data-bbox="754 1198 1286 1232">в) регулятора</p> <p data-bbox="754 1232 1286 1276">12.2. Предельные отклонения диаметра оси под резец</p> <p data-bbox="754 1276 1286 1400">12.3. Допуск перпендикулярности опорного торца кольца, сопрягаемого с резцом, относительно опорной плоскости державки, прилегающей к суппорту, мм</p> <p data-bbox="754 1400 1286 1433">12.4. Шероховатость:</p> <p data-bbox="754 1433 1286 1467">а) рабочей поверхности оси</p> <p data-bbox="754 1467 1286 1556">б) поверхности опорных плоскостей основания, сопрягаемых с суппортом, и опорной плоскости кольца</p> <p data-bbox="754 1556 1286 1590">13.1. Твердость корпуса HRC<sub>3</sub></p> <p data-bbox="754 1590 1286 1680">13.2. Допуск перпендикулярности паза под хвостовик вставки относительно боковой плоскости корпуса, мм</p> <p data-bbox="754 1680 1286 1713">13.3. Шероховатость поверхностей:</p> <p data-bbox="754 1713 1286 1769">а) опорной плоскости корпуса, сопрягаемой с суппортом</p> <p data-bbox="754 1769 1286 1803">б) паза под хвостовик вставки</p>	<p data-bbox="1286 1131 1482 1164">36,5... 41,5</p> <p data-bbox="1286 1164 1482 1198">41,5... 46,5</p> <p data-bbox="1286 1198 1482 1232">51,5... 56,5</p> <p data-bbox="1286 1232 1482 1265">h7</p> <p data-bbox="1286 1276 1482 1310">0,01</p> <p data-bbox="1286 1433 1482 1467"><math>R_a \leq 0,63</math> мкм</p> <p data-bbox="1286 1467 1482 1500"><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p> <p data-bbox="1286 1556 1482 1590">36,5... 41,5</p> <p data-bbox="1286 1590 1482 1624">0,03</p> <p data-bbox="1286 1713 1482 1747"><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p> <p data-bbox="1286 1769 1482 1803"><math>R_a \leq 2,5</math> мкм</p>

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВСПОМОГАТЕЛЬНОМУ ИНСТРУМЕНТУ,  
ЗАКРЕПЛЯЕМОМУ В РЕВОЛЬВЕРНОЙ ГОЛОВКЕ ИЛИ СТОЙКЕ**

**1. Люнеты**

Таблица 8

Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
1. Люнеты призматические к державкам токарно-револьверных автоматов 	1.1. Твердость HRC,: а) корпуса б) призмы 1.2. Предельные отклонения диаметра хвостовика корпуса 1.3. Допуск параллельности опорной плоскости паза под призмы относительно оси корпуса, мм 1.4. Допуск перпендикулярности опорной плоскости корпуса относительно его хвостовика, мм 1.5. Шероховатость: а) рабочей поверхности призмы б) поверхности хвостовика, опорной плоскости корпуса и опорной плоскости паза под призму	36,5... 41,5 59... 63 h8 0,02 0,01 $R_a \leq 1,25$ мкм $R_a \leq 2,5$ мкм



## 2. Втулки

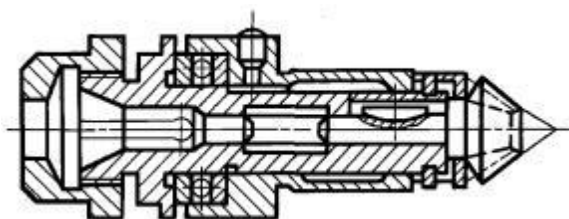
Таблица 9

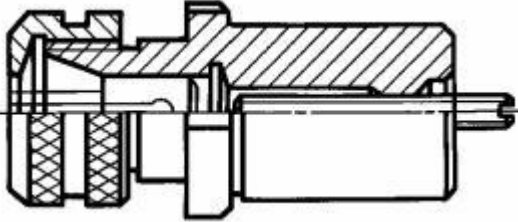
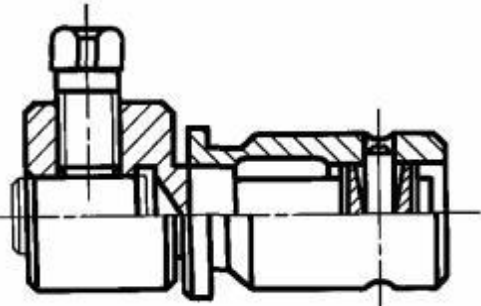
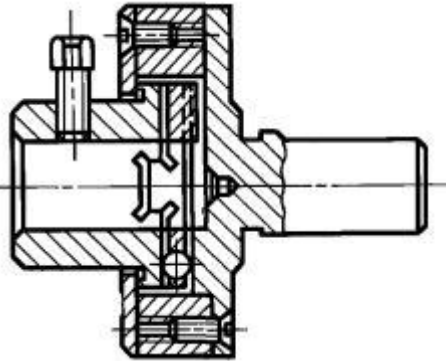
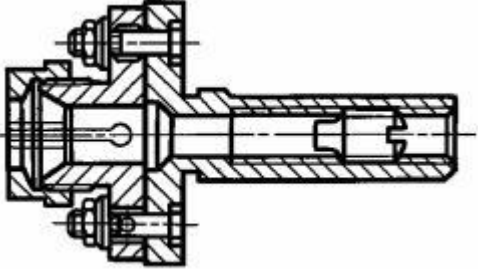
Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
1. Переходные втулки с внутренним конусом Морзе к токарно-карусельным и револьверным станкам	1.1. Твердость втулки HRC <sub>3</sub> :	41,5... 46,5
	1.2. Предельные отклонения расстояния между лысками	h11
	1.3. Допуск радиального биения внутренней конической поверхности относительно наружной поверхности, сопрягаемой с револьверной головкой:	
	а) для коротких втулок, мм	0,02
	б) для длинных втулок, мм	0,03
2. Зажимные втулки для инструмента с цилиндрическим хвостовиком к державкам и револьверным головкам	1.4. Допуск симметричности:	
	а) плоскостей лысок относительно наружной поверхности, сопрягаемой с револьверной головкой, мм	0,05
	б) паза под поводковый штифт относительно наружной поверхности, сопрягаемой с револьверной головкой, мм	0,1
	1.5. Шероховатость поверхностей лысок	$R_a \leq 2,5$ мкм
	2.1. Твердость корпуса HRC <sub>3</sub>	46,5... 51,5
	2.2. Предельные отклонения:	
	а) диаметра наружной поверхности	h7
	б) диаметра отверстия:	
	цельных втулок	H7
	разрезных втулок	H8
	2.3. Допуск радиального биения поверхности концентричного отверстия относительно наружной поверхности, мм	0,02
	2.4. Шероховатость поверхностей:	
	а) наружной	$R_a \leq 0,63$ мкм
б) отверстия	$R_a \leq 1,25$ мкм	

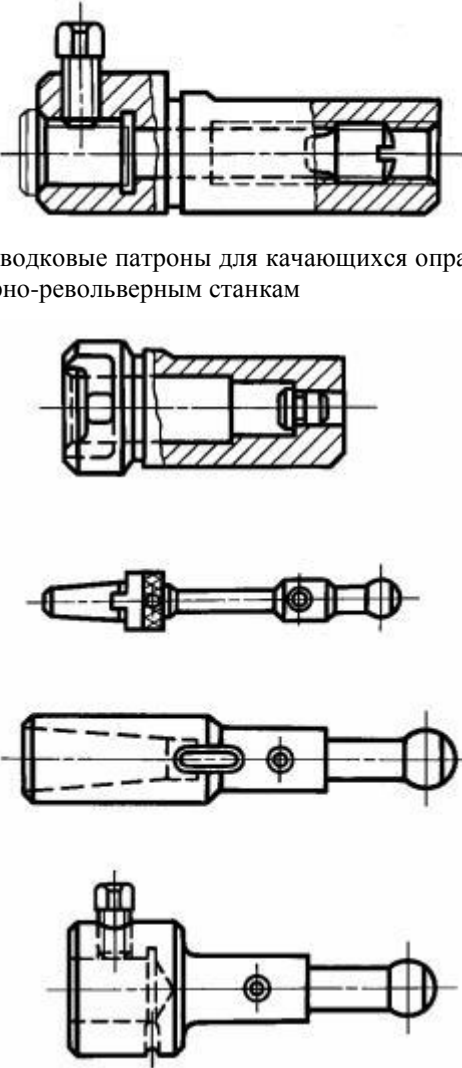
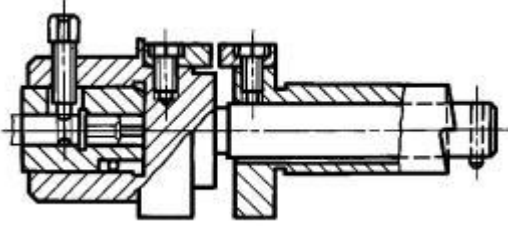
## 3. Патроны

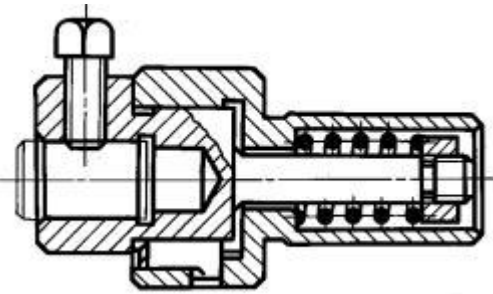

Таблица 10

Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
1. Сверлильные цанговые патроны к токарно-револьверным автоматам	1.1. Твердость HRC <sub>3</sub> :	
	а) корпуса и шестерни	41,5... 46,5
	б) шпинделя	51,5... 56,5
	1.2. Предельные отклонения диаметра отверстия в шпинделе под цангу	H7
	1.3. Допуск радиального биения внутренней конической поверхности и поверхности отверстия шпинделя под цангу относительно наружной поверхности корпуса, сопрягаемой с револьверной головкой, мм	0,04
2. Сверлильные цанговые патроны к токарным многошпиндельным автоматам и токарно-револьверным станкам	1.4. Шероховатость поверхностей цилиндрического и конического отверстий под цангу	$R_a \leq 1,25$ мкм
	1.5. Технические требования к цанге	п. 1 табл. 4; 5
	2.1. Твердость корпуса	51,5... 56,5
	2.2. Предельные отклонения диаметра отверстия корпуса под цангу	H7
	2.3. Допуск радиального биения внутренней конической поверхности и поверхности отверстия в корпусе под цангу относительно поверхности	0,02



Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
 <p>3. Качающиеся патроны для разверток к токарно-револьверным автоматам</p>	<p>хвостовика корпуса, мм</p> <p>2.4. Шероховатость поверхностей цилиндрического и конического отверстий под цангу</p> <p>2.5. Технические требования к цанге</p>	<p><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p> <p>п. 1 табл. 4; 5</p>
 <p>4. Плавающие патроны для разверток к токарно-револьверным станкам и токарно-револьверным автоматам</p>	<p>3.1. Твердость корпуса и хвостовика</p> <p>3.2. Предельные отклонения диаметра отверстия корпуса под зажимную втулку</p> <p>3.3. Угловое смещение корпуса относительно оси хвостовика, в пределах, мм</p> <p>3.4. Шероховатость поверхности отверстия корпуса под зажимную втулку</p>	<p>41,5... 46,5 H7</p> <p>0,05 - 0,20</p> <p><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>
 <p>5. Патроны устанавливаемые цанговые или с зажимными втулками к токарно-револьверным станкам и токарно-револьверным автоматам</p>	<p>4.1. Твердость корпуса и хвостовика</p> <p>4.2. Предельные отклонения диаметра отверстия корпуса под хвостовик развертки</p> <p>4.3. Допуск соосности отверстия под хвостовик развертки и хвостовика патрона, мм</p> <p>4.4. Шероховатость поверхности отверстия под хвостовик развертки</p>	<p>57... 61 H7</p> <p>0,02</p> <p><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>
 <p>6. Патроны с зажимными втулками для инструмента с цилиндрическим хвостовиком к токарно-револьверным станкам и токарно-револьверным автоматам</p>	<p>5.1. Твердость корпуса и хвостовика</p> <p>5.2. Предельные отклонения диаметра отверстия корпуса под цангу или зажимную втулку</p> <p>5.3. Допуск радиального биения конической поверхности и поверхности отверстия корпуса под цангу или зажимную втулку относительно поверхности хвостовика, мм</p> <p>5.4. Шероховатость поверхностей цилиндрического и конического отверстий под цангу и отверстия под зажимную втулку</p> <p>5.5. Технические требования к цанге</p> <p>6.1. Твердость корпуса HRC<sub>3</sub></p> <p>6.2. Предельные отклонения диаметра отверстия корпуса под зажимную втулку</p> <p>6.3. Допуск радиального биения поверхности отверстия под втулку</p>	<p>41,5... 46,5 H7</p> <p>0,02</p> <p><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p> <p>п. 1 табл. 4; 5</p> <p>41,5... 46,5 H7</p> <p>0,02</p>

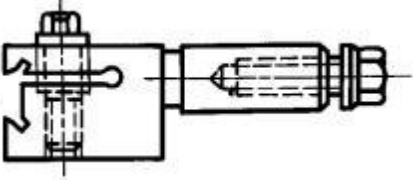
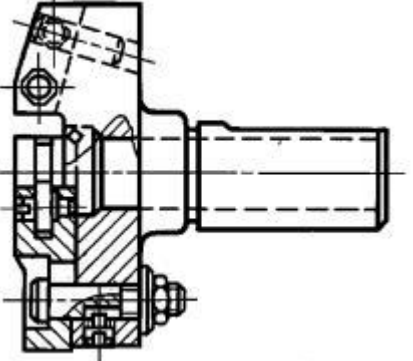
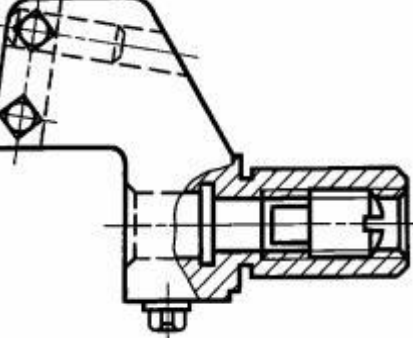
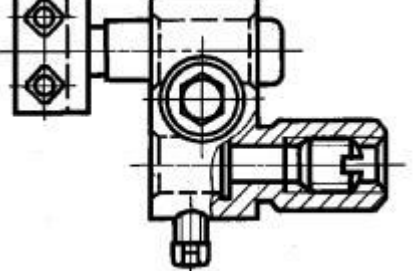
Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
<p data-bbox="261 465 858 524">7. Поводковые патроны для качающихся оправок к токарно-револьверным станкам</p> 	<p data-bbox="858 206 1318 322">относительно наружной поверхности хвостовика корпуса, мм 6.4. Шероховатость поверхности отверстия под втулку</p> <p data-bbox="858 465 1318 497">7.1. Твердость HRC<sub>3</sub>:</p> <p data-bbox="858 501 1318 560">а) корпуса б) оправок</p> <p data-bbox="858 564 1318 680">7.2. Предельные отклонения диаметра отверстия под зажимную втулку в оправках для разверток с цилиндрическим хвостовиком</p> <p data-bbox="858 685 1318 775">7.3. Угловое смещение оправок относительно оси корпуса, в пределах, мм</p> <p data-bbox="858 779 1318 896">7.4. Допуск симметричности опорных плоскостей паза корпуса под поводок оправки относительно оси корпуса, мм</p> <p data-bbox="858 900 1318 967">7.5. Шероховатость поверхности отверстия под зажимную втулку</p>	<p data-bbox="1318 264 1481 295"><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p> <p data-bbox="1318 501 1481 560">41,5... 46,5 51,5... 56,5</p> <p data-bbox="1318 564 1481 595">H7</p> <p data-bbox="1318 685 1481 716">0,05 - 0,20</p> <p data-bbox="1318 779 1481 810">0,2</p> <p data-bbox="1318 900 1481 931"><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>
<p data-bbox="261 1326 858 1384">8. Патроны для метчиков к токарно-револьверным станкам</p>  <p data-bbox="261 1751 858 1809">9. Выдвижные патроны для метчиков к токарно-револьверным автоматам</p>	<p data-bbox="858 1326 1318 1384">8.1. Твердость корпуса, втулки и хвостовика</p> <p data-bbox="858 1388 1318 1447">8.2. Предельные отклонения диаметра отверстия втулки под метчик</p> <p data-bbox="858 1451 1318 1563">8.3. Допуск радиального биения поверхности отверстия втулки под метчик относительно поверхности хвостовика, мм</p> <p data-bbox="858 1568 1318 1680">8.4. Допуск соосности квадратного и цилиндрического отверстий втулки под метчик не должен превышать допуска на изготовление квадрата</p> <p data-bbox="858 1684 1318 1751">8.5. Шероховатость поверхности отверстия втулки под метчик</p> <p data-bbox="858 1756 1318 1814">9.1. Твердость корпуса и хвостовика</p> <p data-bbox="858 1818 1318 1877">9.2. Предельные отклонения диаметра отверстия в корпусе под зажимную втулку</p> <p data-bbox="858 1881 1318 1993">9.3. Допуск радиального биения поверхности отверстия корпуса под зажимную втулку относительно поверхности хвостовика, мм</p> <p data-bbox="858 1998 1318 2056">9.4. Шероховатость поверхности отверстия под зажимную втулку</p>	<p data-bbox="1318 1326 1481 1357">36,5... 41,5</p> <p data-bbox="1318 1384 1481 1415">H8</p> <p data-bbox="1318 1442 1481 1473">0,05</p> <p data-bbox="1318 1684 1481 1742"><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p> <p data-bbox="1318 1747 1481 1805">36,5... 41,5</p> <p data-bbox="1318 1809 1481 1841">H7</p> <p data-bbox="1318 1868 1481 1899">0,04</p> <p data-bbox="1318 1998 1481 2056"><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>

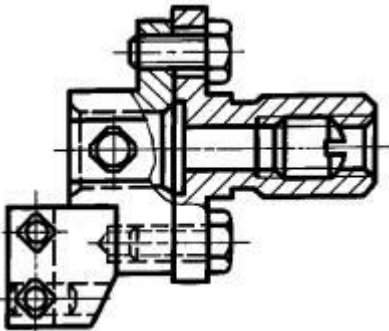
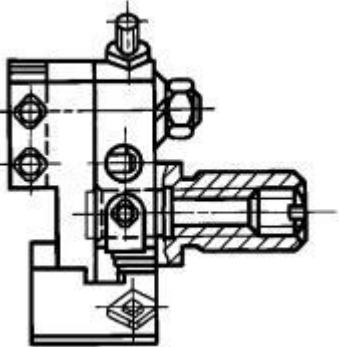
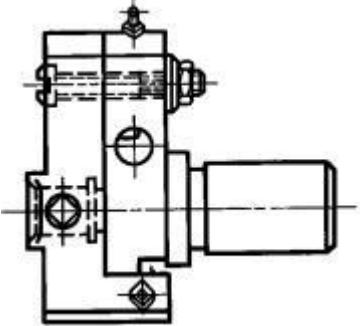
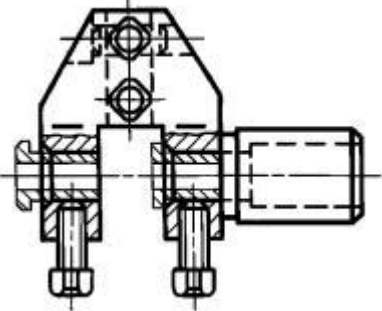
Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
 <p>10. Патроны для плашек к токарно-револьверным станкам</p>	<p>10.1. Твердость втулки и корпуса HRC<sub>3</sub>,</p> <p>10.2. Предельные отклонения диаметра отверстия втулки под плашку</p> <p>10.3. Допуск радиального биения поверхности отверстия под плашку относительно поверхности хвостовика, мм</p> <p>10.4. Шероховатость поверхности отверстия под плашку</p>	<p>36,5... 41,5</p> <p>H8</p> <p>0,05</p> <p><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>
 <p>11. Выдвижные патроны для плашек к токарно-револьверным автоматам</p>	<p>11.1. Твердость втулки, корпуса и хвостовика</p> <p>11.2. Предельные отклонения диаметра отверстия втулки под плашку</p> <p>11.3. Допуск радиального биения поверхности отверстия под плашку относительно поверхности хвостовика, мм</p> <p>11.4. Шероховатость поверхности отверстия под плашку</p>	<p>36,5... 41,5</p> <p>H8</p> <p>0,04</p> <p><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>

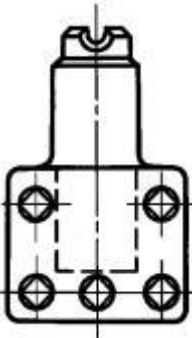


### 3. Державки

Таблица 11

Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
 <p>1. Державки для накатки к токарно-револьверным станкам</p>	<p>1.1. Твердость втулки HRC<sub>3</sub>:</p> <p>а) корпуса и роликодержателя</p> <p>б) оси под ролик</p> <p>1.2. Предельные отклонения:</p> <p>а) диаметра оси под ролик</p> <p>б) ширины паза под ролик</p> <p>1.3. Шероховатость рабочей поверхности оси под ролик</p>	<p>36,5... 41,5</p> <p>57... 61</p> <p>h8</p> <p>H11</p> <p><math>R_a \leq 0,63</math> мкм</p>
<p>2. Державки для стержневых и отрезных пластинчатых резцов к токарно-револьверным станкам</p>	<p>2.1. Твердость корпуса HRC<sub>3</sub>,</p> <p>2.2. Шероховатость поверхностей паза типа «ласточкин хвост»</p>	<p>36,5... 41,5</p> <p><math>R_a \leq 2,5</math> мкм</p>

Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
 <p>3. Державки люнетные для стержневых резцов к токарно-револьверным станкам</p> 	<p>3.1. Твердость HRC<sub>3</sub>:</p> <p>а) корпуса и роликодержателя 36,5... 41,5</p> <p>б) оси под ролик 57... 61</p> <p>в) ролика 59... 63</p> <p>3.2. Допуск радиального биения наружной поверхности ролика относительно его оси, мм 0,01</p> <p>3.3. Шероховатость рабочей поверхности ролика <math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>	
<p>4. Державки для стержневых резцов и сверл к токарно-револьверным станкам и токарно-револьверным автоматам</p> 	<p>4.1. Твердость корпуса HRC<sub>3</sub> 36,5... 41,5</p> <p>4.2. Предельные отклонения диаметра отверстия под зажимную втулку H7</p> <p>4.3. Допуск радиального биения поверхности отверстия под зажимную втулку относительно поверхности хвостовика, мм 0,02</p> <p>4.4. Шероховатость поверхности отверстия под зажимную втулку <math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>	
<p>5. Комбинированные державки для резцов и сверл к токарно-револьверным автоматам</p> 	<p>5.1. Твердость корпуса и державки-вставки HRC<sub>3</sub> 36,5... 41,5</p> <p>5.2. Предельные отклонения диаметра отверстия под зажимную втулку H7</p> <p>5.3. Допуск радиального биения поверхности отверстия под зажимную втулку относительно поверхности хвостовика, мм 0,02</p> <p>5.4. Шероховатость поверхности отверстия под зажимную втулку <math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>	
<p>6. Устанавливаемые державки для резцов и сверл к токарно-револьверным автоматам</p>	<p>6.1. Технические требования к державке</p>	<p>п. 5 табл. <a href="#">10</a></p>

Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
 <p>7. Качающиеся копирные державки для обтачивания с тангенциальной установкой реза к токарно-револьверным автоматам</p>	<p>7.1. Твердость корпуса и резцедержателя HRC<sub>3</sub>,  7.2. Предельные отклонения диаметра отверстия под зажимную втулку  7.3. Допуск радиального биения поверхности отверстия под зажимную втулку относительно поверхности хвостовика, мм  7.4. Шероховатость поверхности отверстия под зажимную втулку</p>	<p>36,5... 41,5  H7  0,02  <math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>
 <p>8. Качающиеся копирные расточные державки к токарно-револьверным автоматам</p>	<p>8.1. Твердость корпуса и резцедержателя HRC<sub>3</sub>,  8.2. Предельные отклонения диаметра отверстия под зажимную втулку  8.3. Шероховатость поверхности отверстия под зажимную втулку</p>	<p>36,5... 41,5  H7  <math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>
 <p>9. Однорезцовые державки с направляющими втулками к токарно-револьверным автоматам</p>	<p>9.1. Твердость корпуса HRC<sub>3</sub>,  9.2. Предельные отклонения диаметров отверстий под направляющие втулки  9.3. Допуск радиального биения поверхностей отверстий под направляющие втулки относительно поверхности хвостовика, мм  9.4. Шероховатость поверхностей отверстий под направляющие втулки</p>	<p>36,5... 41,5  H7  0,02  <math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>
 <p>10. Многорезцовые державки под поводковый штифт или с поводком к</p>	<p>10.1. Твердость HRC<sub>3</sub>;  а) корпуса</p>	<p>36,5... 41,5</p>

Наименование инструмента	Наименование показателей	Норма
<p>токарно-карусельным станкам</p> 	<p>б) штыря</p> <p>10.2. Предельные отклонения размера поводка</p> <p>10.3. Допуск параллельности общей прилегающей плоскости рабочих поверхностей штырей относительно оси хвостовика, мм</p> <p>10.4. Допуск симметричности:</p> <p>а) паза под поводковый штифт относительно хвостовика, мм</p> <p>б) плоскостей поводка относительно хвостовика, мм</p> <p>10.5. Шероховатость поверхности поводка</p>	<p>57...61</p> <p>h11</p> <p>0,20</p> <p>0,10</p> <p>0,05</p> <p><math>R_a \leq 2,5</math> мкм</p>
<p>11. Расточные державки под поводковый штифт или с лысками к токарно-карусельным станкам</p> 	<p>11.1. Твердость корпуса HRC<sub>3</sub></p> <p>11.2. Предельные отклонения расстояния между лысками</p> <p>11.3. Допуск симметричности:</p> <p>а) паза под поводковый штифт относительно хвостовика, мм</p> <p>б) плоскостей лысок относительно хвостовика, мм</p> <p>11.4. Шероховатость поверхности лысок</p>	<p>36,5... 41,5</p> <p>h11</p> <p>0,10</p> <p>0,05</p> <p><math>R_a \leq 2,5</math> мкм</p>
<p>12. Державки для круглых резцов к токарно-револьверным станкам</p> 	<p>12.1. Твердость HRC<sub>3</sub>:</p> <p>а) корпуса и кольца</p> <p>б) регулятора</p> <p>в) оси</p> <p>12.2. Предельные отклонения диаметра оси под резец</p> <p>12.3. Допуск перпендикулярности опорного торца кольца, сопрягаемого с резцом, относительно поверхности корпуса, сопрягаемой с револьверной головкой, мм</p> <p>12.4. Шероховатость:</p> <p>а) рабочей поверхности оси</p> <p>б) поверхности опорной плоскости кольца</p>	<p>36,5... 41,5</p> <p>51,5... 56,5</p> <p>41,5... 46,5</p> <p>h7</p> <p>0,01</p> <p><math>R_a \leq 0,63</math> мкм</p> <p><math>R_a \leq 1,25</math> мкм</p>

## Лекція 31

### Пристрої для закріплення зубчастих коліс при шліфуванні отворів

#### План

**39** Пристосування для затискання зубчастих коліс. Загальні відомості

**40** Конструкції патронів для установки і затискання циліндричних і конічних зубчастих коліс

#### **39 Пристосування для затискання зубчастих коліс. Загальні відомості**

Шліфування центрального отвору в зубчастому колесі виконується після гартування профілю зубів. Ця операція зазвичай являється останньою і забезпечує концентричність осі початкового кола колеса з віссю центрального отвору. Центрування і закріплення зубчастого колеса в патронах при шліфуванні центрального отвору виконується по бічних профілях зубів. Для цього в впадини косозубого циліндричного колеса устанавлюють ролики, в впадини косозубого циліндричного колеса - кульки або виті пружні ролики, в западини конічного колеса - шарики.

Патрони для центрування і закріплення зубчастих коліс при шліфуванні отвору поділяються на чотири групи: 1) для одновінцових циліндричних коліс; 2) для двух- і багатовінцових циліндричних коліс; 3) для циліндричних коліс з внутрішнім зачепленням; 4) для конічних зубчастих коліс.

Патрони поділяють на спеціальні і універсальні. Спеціальні патрони застосовують для шліфування отворів зубчастих коліс одного типорозміру, універсальні, — для декількох типорозмірів. При проектуванні таких патронів необхідно розраховувати діаметр роликів (кульок), що встановлюються в впадинах зубів колеса, і відстань між віссю роликів і віссю патрона.



## 40 Конструкції патронів для установки і затискання циліндричних і конічних зубчастих коліс

На рис. 1 показаний мембранний патрон з п'ятьма кулачками для установки циліндричних зубчастих коліс при шліфуванні отвору. Ці патрони забезпечують високу точність центрування коліс, надійні в експлуатації і прості у виготовленні. У патроні можна закріплювати циліндричні колеса з прямими зубами, найбільшим зовнішнім діаметром 175 мм і числом зубів, кратним п'яти.

Корпус патрона 1 кріпиться до планшайби 9 гвинтами 8. Патрон з планшайбою встановлюють на кінці шпинделя шліфувального верстата. У патроні є мембрана (диск) 10, виготовлена заодно з п'ятьма ріжками (кулачками), рівномірно розташованими по колу мембрани. У отворах ріжків мембрани закріплені сферичні опори 11. Мембрана 10 кріпиться до корпусу 1 десятьма гвинтами. На передній частині корпусу є п'ять радіальних прямокутних пазів, в яких встановлені направляючі колодки 18, що закриваються секторами 17, закріпленими на корпусі. Колодки 18 мають на торці хрестоподібні пази для установки змінних кулачків 13, закріплюваних на колодках гвинтами. У отвір вставлені гумові стержні 14, в яких угвинчені ролики 15.

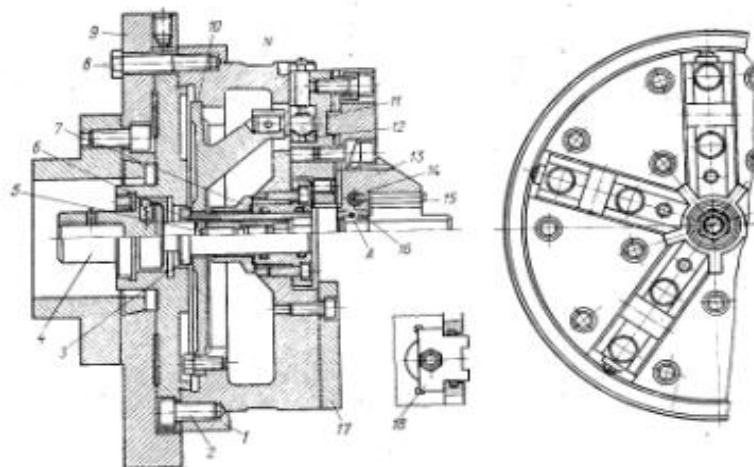


Рисунок 1 – Мембранний патрон для установки і затиску циліндричних зубчастих коліс

Центрування оброблюваного зубчастого колеса виконується роликками 15, вільно розташованими в западині між зуб'ями колеса. Торцем зубчасте колесо упирається в торці змінних кулачків 13. При подачі стислого повітря в ліву порожнину пневмоциліндра поршень з штоком і тягою рухається вправо і шток через тягу і втулку 4 переміщає втулку 3, яка голівкою натискає на мембрану 10 і вигинає її, ріжки з кулачками 13 разводяться, і зубчасте колесо встановлюється в патрон.

Під час подачі стислого повітря в праву порожнину пневмоциліндра поршень з штоком і тягою переміщається вліво і шток через тягу і втулку 4 відводить втулку 3 від мембрани 10. Мембрана 10 за рахунок пружних сил випрямляється, і ріжки опорами 11 через сферичні шайби 12 переміщують колодки 18 з кулачками 13 до центру. Кулачки 13, натискуючи на ролики 15, центрують і зажимають зубчасте колесо. При зміні кулачків 13 робочі поверхні настановних кулачків і їх опорні торці шліфуються на верстаті. При шліфуванні кулачки знаходяться в зведеному положенні і між ними по поверхні А закріплюється кільце 16. Втулка 7 оберігає мембрану 10 від зайвого прогину. Переміщення кулачків 13 регулюється повздовжнім переміщенням втулки 3, яка кріпиться кулькою 6 і гвинтом 5.

На рис. 2 показаний клиновий патрон для центрування і затиску одновінцових циліндричних зубчастих коліс з прямими і косими зубами. Патрон за допомогою перехідної планшайби встановлюють на шпинделі верстата і закріплюють. У корпусі 3 патрона встановлено і закріплено три колодки 5, розташовані по колу під кутом  $120^\circ$ .

При переміщенні поршня з штоком в пневмоциліндрі шток через тягу і втулку 2 пересуває втулки 11 з хрестовиною 10 уздовж вісі патрона. При цьому хрестовина, сполучена пластинчатими пружинами 4 з трьома кулачками 6, переміщає їх в наклонних пазах колодок 5 вліво або вправо.

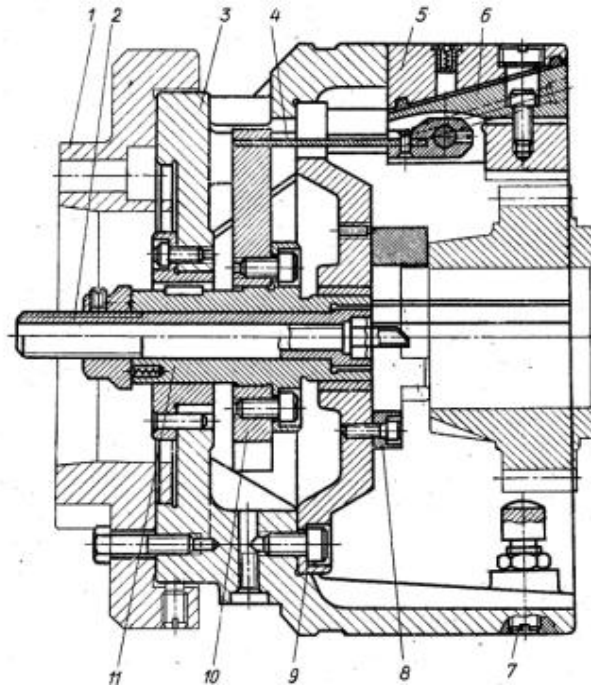


Рисунок 2 – Клиновий патрон для установки і затиску одновінцових  
циліндричних зубчастих коліс

Під час подачі стислого повітря в праву порожнину пневмоциліндра поршень з штоком переміщається вліво і шток через тягу і втулку 2 пересуває втулку 11 з хрестовиною 10 вліво. Кулачки 6 із змінними губками, переміщаючись до вісі патрона і натискаючи губками на ролики, що встановлені в западинах зубчастого колеса, затиснуть колесо в патроні.

При подачі стислого повітря в ліву порожнину пневмоциліндра поршень з штоком переміщається вправо і шток через тягу і втулку 2 пересуває втулки 11 з хрестовиною 10 вправо. Кулачки 6 із змінними губками, переміщаючись від вісі патрона, розтискають зубчасте колесо. При закріпленні зубчасте колесо торцем підтискається до змінного упору 8, закріпленому на фланці 9.

Аби обробляти зубчасті колеса із зовнішнім діаметром 130—180мм, до патрона додається комплект змінних губок (кулачків), які після установки повинні шліфуватися.

Центрування і затиск циліндричних коліс з косими зуб'ями виконують кулачками із змінними губками за допомогою роликів у вигляді спіральних циліндричних пружин або кульками (по два на впадину), встановленими в сепараторові. Регульована опора 7 служить для підтримки зубчастого колеса при установці в патроні. Корпус 3 патрона і фланець 9 виготовлені з алюмінієвого сплаву.

На рис. 3 показаний патрон для установки і затиску конічних зубчастих коліс. При шліфуванні отвору зубчасте колесо встановлюють і центрують по робочих бічних поверхнях зубів кульками. У момент затиску колесо не повинно міняти своє положення, створене кульками. У патроні кожен з шести шариків 6 встановлений в конусному отворі стійок 7. Зубчасте конічне колесо при установці в патроні заздалегідь орієнтується трьома планками 4 і базується бічними поверхнями зуб'їв на шість кульок 6. Колесо притискається до кульок трьома важелями 8, що вільно сидять на вісях 12. Втулка 2 гвинтом 3 і тягою сполучена з штоком поршня пневмоциліндра.

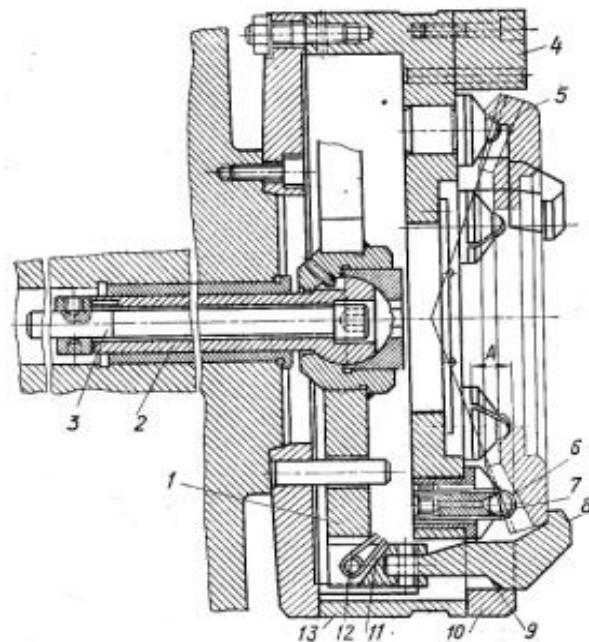


Рисунок 3 – Патрон для установки і затиску конічних зубчастих коліс

При подачі стислого повітря в праву порожнину пневмоциліндра поршень з штоком рухається вліво і шток через тягу, гвинт 3 і втулку 2 переміщає хрестовину 1 з важелями 8 вліво. Важелі направляючими 10 підтискаються до центру патрона. Під час подальшого руху хрестовини 1 вліво важелі 8 затискають конічне колесо в патроні. При подачі стислого повітря в ліву порожнину пневмоциліндра поршень з штоком переміщається вправо де шток через тягу, гвинт 3 і втулку 2 пересуває хрестовину 1 з важелями 8 вправо. Важелі під дією пружин 11 прижимаються похилою поверхнею 9 до направляючих 10 і при русі управо розходяться від центру і розтискають конічне колесо 5. Корпус 13 патрона виготовлений з алюмінію.

**Контрольні питання:**

1 Принцип дії клинового патрону для установки і затиску одновінцових циліндричних зубчастих коліс?

2 Дайте загальну характеристику Патрону для установки і затиску конічних зубчастих коліс?

**Література:** (Б1), с. 161...168

## Лекція 32

### Пристосування для зуборізних та протяжних верстатів

#### План

**41** Пристосування для зуборізних і протяжних верстатів. Коротка характеристика

**42** Пристосування для зуборізних верстатів. Конструкції, принцип дії

**43** Пристосування для протяжних верстатів. Конструкції, принцип дії

#### **41 Пристосування для зуборізних і протяжних верстатів. Коротка характеристика**

Установка і затиск зубчастих коліс при нарізанні на них зуб'їв виконується на різних пристосуваннях. Спосіб обробки зуб'їв визначає вигляд пристосування до зубообробних верстатів. Залежно від групи верстата ці пристосування поділяють на типи: зубофрезерні, зубодовбальні, зубострогальні, зубошевінговальні, зубошліфувальні і т.д.

Конструкція пристосування до зубооброблюваних верстатів залежить також від габаритних розмірів зубчастих коліс, міри точності їх виготовлення, форми і розмірів базових поверхонь і від установчих місць столу або шпинделя верстата, на яких пристосування встановлюють.

Залежно від форми зубчастого колеса і довжини ступіци основною установочною базою може бути отвір або плоска торцова поверхня ступіци або обода колеса.

При нарізанні зубчастих коліс з невисокою мірою точності, а також при попередньому нарізанні зуб'їв зубчасті колеса встановлюють на жорстких опраках з невеликим зазором. При нарізанні зубчастих коліс з вищою мірою точності установка— центрування виконується на оправках без зазору.

В разі установки зубчастого колеса на оправку із зазором виникає неспівпадання вісей колеса і столу верстата, що створює радіальне биття основного і ділильного кіл колеса, рівне подвійному ексцентриситету або максимальному зазору між поверхнею отвору колеса і посадочною поверхнею оправки. Тому для точного центрування, застосовують оправки, що забезпечують беззазорну посадку коліс на оправку.

На точність нарізання зубів коліс великий вплив надає правильність установки і центрування зуборізних пристосувань на верстаті, вісь яких повинна збігатися з віссю обертання столу верстата. Биття оправки для нарізання зубів колеса має бути не більше 0,005—0,004 мм.

В даний час на заводах серійного типа застосовують оправки до зуборізних верстатів з ручним затиском, а на заводах багатосерійного і масового виробництв — пристосування до зуборізних верстатів з механізованим приводом. Є пристосування, в яких автоматизовані всі елементи циклу зубонарізання: установка, затиск, розтиск і знімання нарізаного колеса.

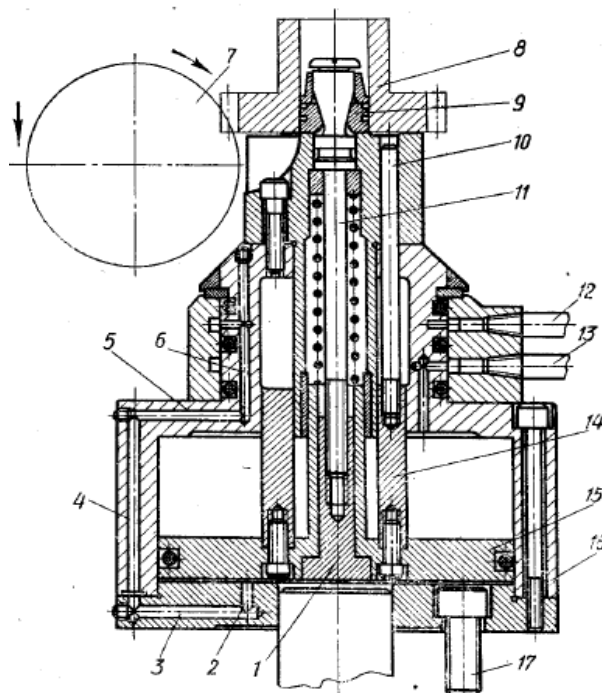
## **42 Пристосування для зуборізних верстатів. Конструкції, принцип дії**

Пристосування з цанговим пневматичним затиском (рис. 1) для фрезерування зуб'їв циліндричних зубчастих коліс черв'ячною фрезою 7 встановлюють на зубофрезерному столі верстата і закріплюють гвинтами 17. При перемиканні розподільного крану стисле повітря через штуцер 13 поступає у верхню порожнину пневмоциліндра, вбудованого в корпусі 16 пристосування, і переміщає поршень 15 з штоком 1 і тягою 11 вниз. При цьому тяга верхнім конічним кінцем розтискає цангу 9, яка затискає оброблюване колесо 8. Після нарізання зуб'їв на колесі розподільний кран перемикається, і стисле повітря через штуцер 12 і повітряні канали 6, 5, 4, 3, 2 в пневмоциліндрі і його кришці поступає в нижню порожнину

пневмоциліндра і переміщує поршень 15 з штоком 1 і тягою 11 вгору. Верхній кінцевий кінець тяги виходить з отвору цанги 9, яка під дією пружних сил стискується, і оброблене колесо 8 звільняється від затиску. При русі поршня вгору з ним переміщається втулка 14 і стержень 10 знімає колесо 8 з цангової оправки. Далі цикл обробки зубчастого колеса повторюється.

На рис. 2 показано пристосування для фрезерування зуб'їв циліндричних зубчастих коліс, встановлених пакетом. Колеса, що оброблюються встановлюють в пристосуванні і знімають уручну, а затиск і розтиск коліс виконується пневмоприводом.

Пристосування розміщують на столі зубофрезерного верстата і його корпус 1 кріплять болтами. Всередині корпусу вбудований пневмоциліндр з поршнем 2 і кришкою. У пристосуванні розташована плаваюча втулка 5 з клинами 9. На корпусі 1 пристосування встановлена і закріплена гвинтами втулка, на зовнішній поверхні якої закріплено шість шпонок 6. Оброблювані зубчасті колеса центральним базовим отвором встановлюють і попередньо центрують шістьма шпонками 6 нерухомої втулки.





## Рисунок 1 – Пристосування з поршневим пневмоприводом для фрезерування зуб'їв циліндричного колеса

Почергова подача стислого повітря в порожнині пневмоциліндра виконується при перемиканні золотника розподільного крану. Від розподільного крану стисле повітря по трубопроводу подається до воздухоприймачу і потім в одну з порожнин пневмоциліндра.

У втулці 15, що запресована в корпусі 12 воздухоприймача, розташований на шарикопідшипниках необертальний воздухорозподільник 13, закріплений на воздухопідводящій трубі 14, яка жорстко пов'язана з нерухомою частиною верстата.

Після установки пакету зубчастих коліс на пристосування кладуть швидкознімну шайбу 7. Далі перемикають розподільний кран на затиск, стисле повітря від нього по трубопроводу 14 і каналам розподільника повітря 13 через трубу 10 поступає у верхню порожнину пневмоциліндра і переміщає поршень 2 з штоком 3 вниз. Закріплена на штоку гайка 5 стискує пружину 4, яка переміщає плаваючу втулку 8 з клинами 9 вниз. При цьому клини розсуються і остаточно центрують деталі, що оброблюються. Під час подальшого опускання поршня 2 вниз шток 3 гайками на його верхньому кінці притискує шайбу 7 до деталей і вони закріплюються. Після нарізання зубів на колесах розподільний кран перемикається на розтиск і стисле повітря від розподільного крану через розподільник повітря 13 по трубопроводу 11 поступає в нижню порожнину пневмоциліндра. При цьому стисле повітря переміщає поршень 2 з штоком 3 вгору. На початку переміщення вгору штока гайки на його верхньому кінці відходять від шайби 7, а при подальшому підйомі циліндричний виступ штока впирається в нижній торець плаваючої втулки 8. Клин 9, переміщаючись в Т-подібних пазах втулки 8, зрушуються до центру, деталі, що оброблюються звільняються від затиску і центрування, потім знімають шайбу 7 і оброблювані деталі. Далі робочий встановлює в пристосування наступний пакет деталей, ставить шайбу 7, виконує

відповідне перемикання розподільного крану, і цикл обробки деталей повторюється. Пристосування застосовують у багатосерійному і масовому типах виробництва.

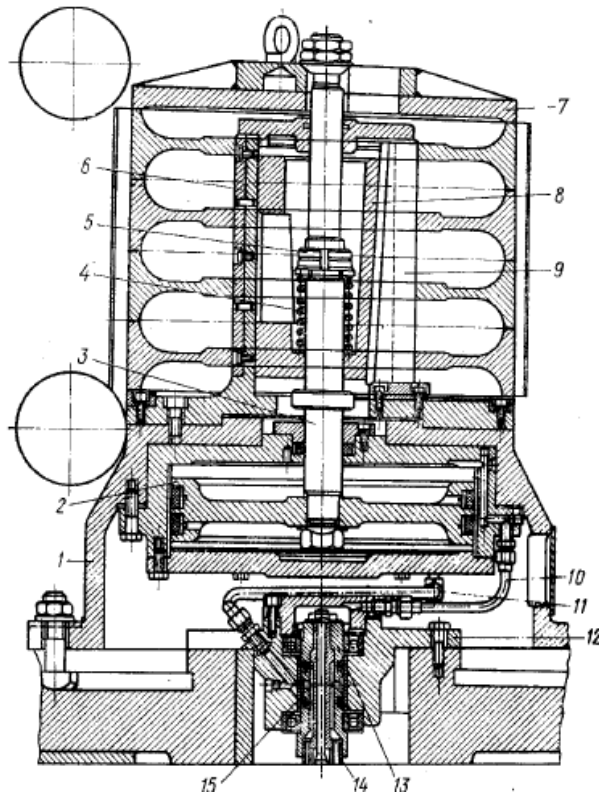


Рисунок 2 - Пристосування з поршневим пневмоприводом для фрезерування зубів в декількох циліндричних колесах

### **43 Пристосування для протяжних верстатів. Конструкції, принцип дії**

Протягання різних отворів, як заздалегідь оброблених, так і необроблених (штампованих), виконується відповідними протяжками. При протяганні деталь, що оброблюється, центрується і прямує відносно вісі протяжки самою протяжкою. В процесі протягання сила різання притискує оброблювану деталь до опорної поверхні планшайби, встановленої в отворі станини верстата. При протяганні отвору оброблювану деталь не

закріплюють в пристосуванні, тому пристосування не мають спеціальних затискних пристроїв. Протягання різних отворів в деталях координатним методом застосовують рідше. При обробці цим методом деталі встановлюють в спеціальному пристосуванні, яке забезпечує розташування вісі протягнутого отвору відносно інших базових поверхонь деталі із заданою точністю. Для протягання отворів в деталях з необробленими базовими торцями необхідно застосовувати пристосування з сферичними опорами, що самовстановлюються. При користуванні жорсткими опорами протяжка може зламатися.

На рис. 3, а показано нормалізоване пристосування з сферичною опорою, що самовстановлюється, використовується для протягання круглих і шліцьових отворів в різних деталях.

На сферичну поверхню 1 планшайби 2 кульовою поверхнею встановлена опорна шайба, що само встановлюється, 3 із змінною втулкою 4. При протяганні отвору в деталі з необробленими торцями шайба 3 може вільно переміщатися по сферичній поверхні 1 планшайби 2 і забезпечувати правильне положення вісі протяжки відносно вісі протягуваного отвору. Шайба 3 притискається до сферичної поверхні планшайби 2 чотирма плоскими пружинами 5.

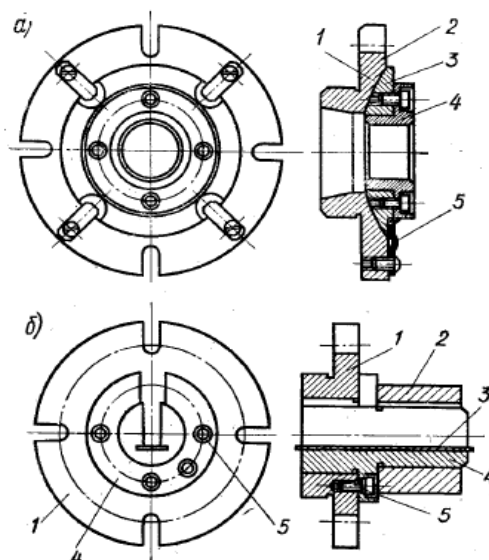


Рисунок 3 – Пристосування для протягання отворів в деталях (а) і шпоночних пазів (б)

На рис. 3, б показано пристосування для установки різних деталей при протяганні в них шпонкових пазів на протяжних верстатах. На планшайбі 1 винтами 5 закріплена направляюча втулка 4, на яку центральним базовим отвором встановлюють оброблювану деталь 2. Втулка напрямна 4 має прямокутний паз, в якому встановлена загартована змінна пластина 3. Пластина при зносі протяжки забезпечує задану відстань між нижньою опорною поверхнею шпонкової протяжки і віссю отвору оброблюваних деталей. Направляюча втулка 4 також забезпечує симетричне переміщення шпонкової протяжки відносно вертикальної площини, що проходить через вісь шпонки оброблюваної деталі.

Деталі при зовнішньому протяганні плоских і фасонних поверхонь встановлюють і закріплюють в спеціальному одно- або багатомісному пристосуванні, в якому затиск і розтиск оброблюваних деталей виконується від гидро- або пневмопривода. Протягання зовнішніх поверхонь деталей здійснюється спеціальними протяжками на вертикально-протяжних верстатах у багатосерійному і масовому виробництвах.

**Контрольні питання:**

- 1 Принцип дії пристосувань для зуборізних верстатів ?
- 2 Принцип дії пристосувань для протяжних верстатів?

**Література:** (Б1), с. 225...231

## РОЗДІЛ 5 МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТОСУВАНЬ

### Тема 5.1 Універсально-збірні та збірно-розбірні пристосування

#### Лекція 33

#### Призначення та вимоги до УЗП та ЗРП. Конструктивні особливості.

#### Типові пристрої на базі комплектів УЗП та ЗРП

##### План

1 Збірно – розбірні пристосування. Застосування і вимоги до ЗРП

2 Універсально – збірні пристосування. Використання і вимоги УЗП. Конструктивні особливості. Типові пристосування на базі комплексів УЗП і ЗРП

3 *Нормалізація та універсалізація пристосувань. Роль та призначення нормалізації*

4 *Напрямки та етапи нормалізації пристосувань*

5 *Пристосування для змінно - поточної та групової обробок*

#### 1 Збірно – розбірні пристосування. Застосування і вимоги до ЗРП

Ці пристосування конструюють і збирають з гостованих і нормалізованих деталей. Наприклад, спеціальні верстатні пристосування для фрезерних і свердлильних операцій в системі ЗРП збирають з тестованих і нормалізованих, функціонально взаємозамінних деталей і вузлів.

Після зняття з виробництва машини, при виготовленні якої використовувалися збірно-розбірні пристосування, вони разбираються, а їх деталі і вузли використовуються при збірці нових спеціальних пристосувань для обробки деталей нової машини.

У комплект ЗРП входять дрібні допоміжні деталі, елементи корпусних деталей, силові вузли для затиску і розтиску заготовок і т.д. Елементи корпусних деталей виготовляють з сірого чавуну СЧ 18 - 24.

Збірка корпусів пристосувань виробляється в основному без додаткової обробки або з невеликою обробкою, що не впливає на їх подальше вживання.

У ЗРП застосовують гостовані затискні силові вузли, які можуть багато разів використовуватися. Приблизно 90% всіх збірно-розбірних пристосувань мають механізовані затискні вузли з пневматичним або гідравлічним приводом.

У системі ЗРП застосовують і спеціальні деталі, які виготовляють залежно від форми і розмірів оброблюваної деталі. До спеціальних деталей в основному відносяться установчі елементи пристосування; трудомісткість їх виготовлення незначна.

Система ЗРП є прогресивною і економічно ефективною для серійного і масового типа виробництва. Техніко-економічна ефективність вживання системи ЗРП пояснюється великою економією виробничих витрат на проектування і виготовлення пристосувань з гостованих деталей і вузлів в порівнянні з витратами при виготовленні пристосувань з негостованих деталей і вузлів.

Вживання системи ЗРП значно скорочує цикл підготовки виробництва, зокрема проектування і виготовлення технологічного оснащення при переході до випуску нового типа виробу.

## **2 Універсально – збірні пристосування. Використання і вимоги УЗП. Конструктивні особливості. Типові пристосування на базі комплексів УЗП і ЗРП**

Універсально-збірні пристосування (УЗП). Система УЗП була розроблена і упроваджена в машинобудуванні В. С. Кузнецовим и В. А.

Пономарьовим в 1947 р. Техніко-організаційна складова системи УСП полягає в тому, що будь-яке спеціальне верстатне пристосування збирається із стандартизованих і нормалізованих деталей і вузлів, заздалегідь виготовлених і багато разів використовуваних.

Вживання системи УЗП в машинобудуванні забезпечує швидку підготовку нового технологічного оснащення для різних верстатних пристосувань під час переходу заводів на випуск нових машин в одиничному і дрібносерійному типі виробництва і в експериментальних цехах багатосерійного і масового виробництва.

Матеріальною базою для збірки верстатних пристосувань в системі УЗП є заводський комплект стандартизованих і нормалізованих елементів, що складається з великої кількості базових, корпусних, настановчих, направляючих, затискних, кріпильних і інших деталей і вузлів.

Кількість типорозмірів кожного елемента залежить від вимог заводу і міри розвитку системи УЗП. Матеріальна основа системи повинна строго поєднуватися з організацією спеціальної служби УЗП на заводі. Без цього не може бути нормального обслуговування виробництва універсально-збірним технологічним оснащенням.

Всі елементи УЗП, що є на заводі, знаходяться в неперервному обігу. Одні і ті ж деталі і вузли багато тисяч разів використовують для збірки різних верстатних пристосувань. Елементи УЗП повністю взаємозамінні, володіють високими зносостійкістю і великим терміном служби в експлуатації.

Є три серії елементів УЗП, що відрізняються габаритними розмірами однотипних конструкцій, кріпильною різьбою, шагами і розмірами Т-подібних і шпонкових пазів.

Завод обирає одну з серій УЗП залежно від форми і габаритних розмірів виробів, що випускаються, а також програми їх випуску.

Весь комплект УЗП ділять по функціональних ознаках на вісім груп: деталі базові, корпусні, настановчі, направляючі, затискні, кріпильні, різні і нерозбірні вузли.

У комплекти УЗП підбирають такі елементи, які необхідні для даного заводу. При цьому враховують типорозміри оброблюваних деталей і технологічні операції, що виконуються при їх виготовленні.

На заводах комплект елементів УЗП складається з 15—25 тис. деталей і певної кількості стандартних нерозбірних вузлів. При такій кількості деталей можна збирати і використовувати на верстатах одночасно 150—300 компоновок різних верстатних пристосувань.

Мінімальний пусковий комплект елементів УЗП, що забезпечує використання цієї системи, на заводі може складатися з 1,2 – 2,6 тис. деталей. При такому комплекті на заводі можна зібрати за рік декілька сотень різних пристосувань УЗП.

На рис. 1, а показане УЗП (кондуктор) для свердління двох отворів в рейці. Рейку (рис. 1, б) встановлюють площиною 1 на опорні поверхні кондуктора, а повздовжнє її положення фіксується конусним фіксатором. У кондукторі рейку затискають гвинтовим затиском в кінці 2 і прихватом в кінці 3. До рейки в кінці 4 підводять додаткову опору для запобігання їй прогиба при обробці. На збірку кондуктора витрачають 2 години.

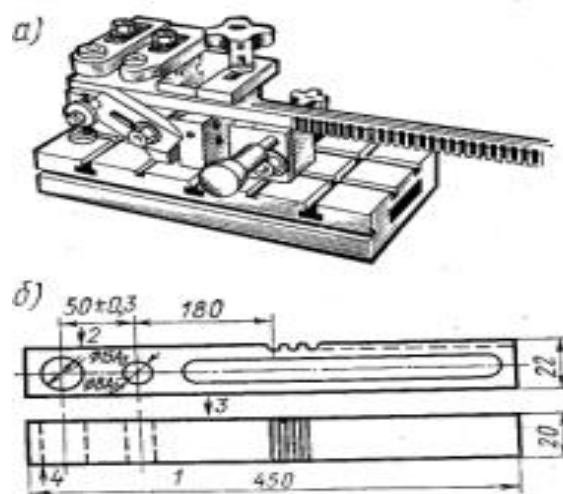


Рисунок 1 – УЗП (кондуктор) (а) для свердління двох отворів в рейці (б)



Переваги вживання системи УЗП:

1 Можливість використання УЗП на таких технологічних операціях, де вживання спеціальних пристосувань нерентабельне.

2 Значне зниження трудомісткості і собівартості виготовлення технологічного оснащення при переході до випуску нової машини, оскільки слюсарі виконують збірку УЗП безпосередньо у виробничих цехах по кресленнях деталей або по їх дослідних зразках.

3 Унаслідок багатократного використання деталей УЗП - більша економія металу.

4 Підвищення ефективності виробництва, технічного рівня працівників основних цехів заводу; у спільній творчій роботі конструктора і зборщика УЗП стирає грань між розумовою і фізичною працею.

Основні деталі з набору УЗП показані на рис. 2. Для здобуття різних компоновок їх виконують з Т-подібними пазами, гребенями, довгими прорізами, гладкими і різьбовими отворами. Застосовують пази шириною 8 і 16 мм. Допускаємо відхилення пазів від взаємної паралельності і перпендикулярності складає 0,01 мм на довжині 200 мм.

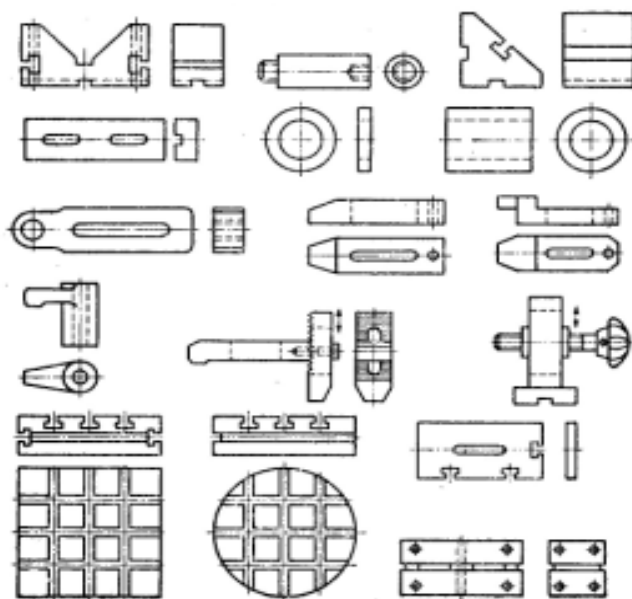


Рисунок 2 – Основні деталі УСП

Деталі набору УЗП мають бути міцними, зносостійкими і тривалий час зберігати точні розміри і форму.

Практика експлуатації системи УЗП на заводах показала, що знос основних деталей за 10 років складає менше 0,01 мм.

За наявності набору деталей УЗП виготовлення пристосування зводиться до його збірки за заданою компоновальною схемою. В деяких випадках потрібно виготовляти спеціальні деталі, але їх кількість зазвичай не перевищує 1—1,5% від загального числа деталей системи. Користуючись системою УЗП, в багато разів скорочується час виготовлення пристосувань.

Тривалість зборки пристосування середньої складності 2,5—5 годин. Зборку виконують робітники високої кваліфікації по кресленню оброблюваної заготовки або по її зразку, виконаному в металі. Якщо дане пристосування може використовуватися знову, його доцільно сфотографувати з декількох позицій. На фотографії, замінюючи загальні види компоновки, вказують номери використаних деталей набору. За цієї умови повторні зборки пристосування виконують за коротші терміни.

Система УЗП забезпечує значне скорочення часу і вартості підготовки виробництва нових об'єктів. Ця система дає можливість застосовувати пристосування у виробництвах з малим випуском, де виготовлення їх звичайним порядком неекономічно. Останнім часом УЗП застосовують і для групової обробки.

На рис. 3, а і б дані приклади УЗП для свердління і фрезерування спеціальних деталей.

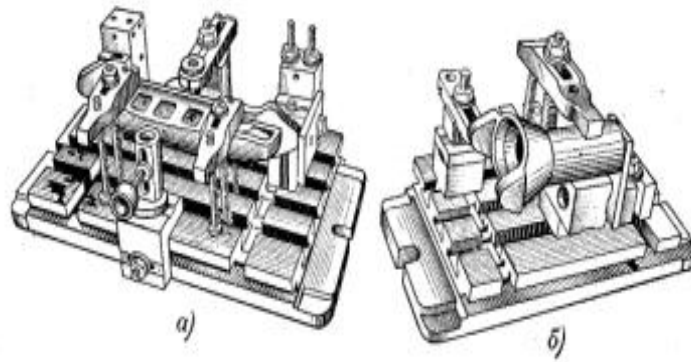


Рисунок 3 – Приклади УЗП: а – для свердління, б – для фрезерування

До недоліків УЗП відносять їх знижену жорсткість і високу первинну вартість набору, що включає велику кількість точних деталей. Знижена жорсткість обумовлена великими деформаціями основних деталей (плит і ін.) - 80% і контактними деформаціями в стиках системи — 20%.

Основна частина зібраних компоновок УЗП (близько 60%) доводиться, як показує практика, на свердлильні пристосування, потім фрезерні (30%) і токарні (7%); остання частина — на контрольні, шліфувальні і інші типи. Це співвідношення у міру розвитку системи змінюється.

Основними споживачами УЗП є текстильне машинобудування, заводи загального машинобудування, поліграфічне машинобудування, насособудування і інші галузі машинобудування.

Оборотність пристосування (середній термін прокату УЗП) складає 15 днів, включаючи 1 день зборки, 2 дні для транспортировки і 1 день на розбирання.

Система УЗП використовується також в приладобудуванні і важкому машинобудуванні. У ній починають використовувати пневмо- і гідросилові вузли для закріплення заготовок.

### ***3 Нормалізація та універсалізація пристосувань. Роль та призначення нормалізації***

Освоєння і розвиток виробництва нових машин пов'язане з підготовкою різноманітного і трудомісткого технологічного оснащення. При швидкому розвитку сучасного виробництва і безперервному вдосконаленні виробів потрібна часта заміна продукції нової, що випускається, більше здійсненої. В цих умовах що застосовувалася раніше спеціальне оснащення за малим виключенням стає непридатним до використання. Для підготування виробництва нового виробу доводиться конструювати і виготовляти нове численне і складне оснащення. Терміни її підготовки мають бути короткими, інакше до моменту повного розгортання випуску виріб починає морально старіти. В той же час необхідно посилювати оснащеність технологічних процесів для підвищення продуктивності праці і зниження собівартості продукції. Це протиріччя викликало необхідність прискорення і удешевлення виготовлення усього технологічного оснащення і спеціальних пристосувань зокрема.

Останню задачу вирішують нормалізацією і стандартизацією деталей і вузлів пристосованих. При цьому скорочується номенклатура і збільшується кількість що підлягають виготовленню деталей одного найменування і розміру. На етапі конструювання зменшуються об'єм, терміни, трудомісткість і собівартість виконання конструкторських робіт, на етапі виготовлення з'являється можливість виробництва деталей пристосувань партіями, централізованим порядком і в запас. Це значно знижує трудомісткість, собівартість і терміни виготовлення пристосувань. На етапі експлуатації скорочуються час і витрати на ремонт пристосувань в результаті використання деталей і вузлів із запасу. Нормальні і стандартні елементи можуть бути зняті з використаних пристосувань і після часткового ремонту (якщо потрібно) передані на склад для повторного використання при складанні нових пристосувань. Рівень

використання нормальних і стандартних деталей при конструюванні спеціальних пристосувань досягає 70%.

Для зниження вартості виготовлення пристосувань, скорочення часу на їх проектування і для подальшого використання незношених деталей (після ліквідації пристосування) здійснюється нормалізація елементів і розробка конструкцій нормалізованих пристосувань. Нормалізація пристосувань проводиться в масштабі заводу або окремого відомства. Нормалізованих пристосувань належать різні поворотні столи для свердлувальних і фрезерних верстатів, стойки поворотних кондукторів, патрони для токарних верстатів і ін.

У області пристосувань нормалізацією і стандартизацією охоплені:

- 1) конструктивні і розмірні елементи (різьблення, конуси, з'єднання шпон та ін.)
- 2) заготовлі корпусів
- 3) деталі пристосувань
- 4) вузли
- 5) деяких конструкцій пристосувань
- 6) елементів силових приводів.

Необхідними умовами для впровадження комплексної механізації в дрібносерійному і серійному виробництві являється широке використання групового методу обробки деталі, застосування універсально-сборних переналагоджуваних пристосувань, нормалізація деталей і вузлів продукції, що випускається, підприємствами

Вали, виготовлені з гарячекатаної вуглецевої сталі, хімічний склад (%) і механічні властивості якої (після нормалізації) були  $3\ 0,45\ \text{Si}\ 0,30\ \text{Mn}\ 0,60\ \text{P}\ 0,025\ \text{S}\ 0,023\ \text{Cr}\ 0,15\ \text{Ni}\ 0,16\ \text{Ov} = 620\ \text{МПа}\ a_{0,2} = 360\ \text{МПа}\ b=18\ \text{г[} = 40\ \%,$  випробовували на втому при вигині з обертанням (частота обертання 2-10 мин- ). Межі витривалості визначали на базі 10 млн. циклів вантаження. Поверхнєве наклепання галтелів здійснювали за допомогою пристосування, в якому обробка ведеться одночасно двома фіксованими

роликами, розташованими один проти іншого в площині, що перетинає зразок по лінії початку галтельного переходу. Таким чином, напрям натиснення роликів в цьому випадку був перпендикулярним осі валу. Зміцнення проводили по режимах, різна інтенсивність яких досягалася зміною тиску на ролики. Залежно від розміру валу і радіусу його галтелі це зусилля варіювали в межах 0,5-25,0 кН. У кожному конкретному випадку режим обкатки підбирали так, щоб отримати на різних валах порівнянні значення глибини наклепаного шару.

Проте нормалізація деталей і вузлів пристосувань, при безперечному її значенні, не вирішує питання серійного виготовлення цих деталей і вузлів. Навіть при широко організованій нормалізації деталей і вузлів контрольних пристосувань проектування і виготовлення цих пристосувань в основному залишається за підприємствами, що використовують ці пристосування.

При усіх трьох розглянутих варіантах коефіцієнт нормалізації технологічного оснащення (пристосувань, різального і измерительного-інструмента) має надзвичайно важливе значення, оскільки зі збільшенням цього коефіцієнта знижується кількість індивідуалізованих деталей, оснащення і тим самим її вартість. Трудомісткість виготовлення оснащення при цьому також знижується за рахунок виготовлення великих партій нормальних деталей пристосувань і інструменту.

Можливість оснащення технологічних процесів високопродуктивними пристосуваннями забезпечувалося до недавнього минулого тільки в умовах масового і великосерійного виробництва. Нормалізація і уніфікація деталей і вузлів технологічного оснащення на основі технологічної спадкоємності забезпечила можливість багатократного їх використання і зумовила можливість застосування методів великосерійного виробництва в умовах досвідченого, індивідуального і дрібносерійного машинобудування. Це сприяло

зближенню, а у ряді випадків стиранню меж різних типів виробництва, що історично склалися, з точки зору технології виробництва машин.

#### ***4. Напрямки та етапи нормалізації пристосувань***

До першого етапу нормалізації пристосувань відноситься нормалізація їх загальних конструктивних і розмірних елементів. Метою нормалізації є встановлення розмірних рядів на елементи і вузли пристосувань, визначення габаритних і приєднувальних розмірів, нормалізація конструктивних елементів (резьб, деталей кріплення штифтів, шпон соединений і т. п.), встановлення посадок для вживаних сполучень і допусків на основні деталі.

На другому етапі піддають нормалізації деталі спеціальних пристосувань (настановні елементи, деталі затискних пристроїв, корпуси пристосувань і їх елементи, установи для перевірки положення інструментів, деталі допоміжних пристроїв), а також їх заготівлі (відливання, поковки).

Третій етап нормалізації охоплює частини пристосувань різного функціонального призначення : вузли затискних систем (пневмоциліндри, пневмокамери, гідроциліндри, замки реечно-важельних затискачів та ін.) вузли допоміжних пристроїв (дільникные і поворотні механізми, фіксатори, виштовхувачі) і інші механізми. Розробка нормалей ведеться передовими машинобудівними заводами, проектно-технологічними і научно-дослідницькими інститутами.

Випуску загальнодержавних стандартів (ДСТУ) передуює велика підготовча робота по узагальненню і коригуванню раніше випущених нормалей. У практиці застосовують нормалі на деталі корпусів і вузли збірний-розборних пристосувань (ЗРП). Особливістю цієї системи є придатність її елементів для багатократного використання. Нормалізовані вузли ЗРП монтують на корпусі пристосувань. Доопрацювання корпусу (свердління і нарізування отворів та ін.) не перешкоджає його повторному

застосуванню в інших компонуваннях. Корпуси пристосувань збирають з нормалізованих взаємозамінних елементів простої геометричної форми

Їх взаємне з'єднання передбачено гвинтами, болтами, а також склеюванням синтетичними клеями. Ці - види соедине-ний допускають легке і швидке розбирання корпусу і всього при-способлення на складові елементи. Систему можна застосовувати для пристосувань із звичайними і швидкодіючими (пневма-тическим, гідравлічними та ін.) затискними пристроями. Її впровадження сприяє скороченню трудомісткості конструи-рования і виготовлення спеціального оснащення.

### ***5 Пристосування для групової обробки***

В основному для групової обробки застосовуються пристосування з систем СНП, СБП, УНП, СРП. В умовах серійного виробництва і частій зміні об'єктів виробництва широко використовуються спеціалізовані переналагоджувані пристосування. Застосовуються пристосування, які дозволяють здійснювати обробку різних типів і типоразмерів деталей в деякому діапазоні розмірів. Налаштування таких пристосувань може робитися за рахунок заміни спеціальної наладки, пристосованої до конфігурації цієї деталі, і тоді система пристосувань називається - СНП, або за рахунок регулювання положення елементів пристосування без заміни наладки - СБП. Окрім цих систем пристосувань для змінно-поточної обробки застосовують пристосування комбінованого типу для послідовної обробки закріплених за цим верстатом деталей без переналадки.

Широке застосування знаходять пристосування комбіновані для одночасної установки декількох деталей, закріплених за верстатом, на якому здійснюють групову обробку. Такі пристосування призначені для обробки деталей різних типоразмерів (на свердлінні, фрезеруванні ін.).



На круглий стіл вертикально-фрезерного верстата встановлені звичайні пристосування 1, 2 і 3, в яких одночасно обробляються деталі різних типоразмерів. Робітник, обслуговуючий верстат, завантажує ці пристосування у вказаній послідовності і знімає оброблені заготівлі на ділянці завантаження. Переклад верстата на змінно-потоківу обробку може робитися без знімання пристосувань; в цьому випадку в кожному пристосуванні послідовно обробляються партії прикріплених заготівель. Інші пристосування в цей час не використовуються. Для групової обробки застосовують також комбіновані пристосування зі змінними деталями. Закріплені за цим пристосуванням заготівлі різного типоразмера пропускають через одну або партіями. На малюнку 12.3 дана схема кондуктора, на якому можна свердлити отвори в кільцях різного діаметру.

Застосування комбінованих пристосувань для змінно-потоківої і групової обробки забезпечує краще використання устаткування в часі і зниження собівартості обробки. Конструюванню цих пристосувань передують велика робота по вибору схеми і загального компоновання пристосування. Її виконують після ретельного підбору деталей по спільності конструктивних і технологічних ознак і розробки технологічних процесів виготовлення відібраних груп деталей. Від підготовчої роботи багато в чому залежить ефективність використання групового оснащення.

В умовах серійного виробництва і частій зміні об'єктів виробництва для закріплення і обробки різних груп деталей широко використовуються і спеціалізовані переналагоджувані пристосування. У цих випадках проектування і виготовлення спеціальних пристосувань економічно не вигідне. Найбільш доцільним є застосування пристосувань, розрахованих на обробку різних типів і типоразмерів деталей в деякому діапазоні розмірів.

Налаштування таких пристосувань для закріплення і обробки конкретної деталі може робитися за рахунок заміни спеціальної наладки, пристосованої до конфігурації оброблюваної деталі, і тоді пристосування

називається спеціалізованим налагоджувальним (СНП), або за рахунок регулювання положення елементів пристосування без заміни наладки, і тоді пристосування називається спеціалізованим безналадочним (СБП). Спеціалізація пристосувань для обробки різних груп деталей може бути зроблена відповідно до визначника деталей загальномашинобудівного застосування.

**Контрольні питання:**

- 1 Застосування і вимоги до ЗРП?
- 2 Типові пристосування на базі комплексів УЗП і ЗРП?
3. Дайте поняття нормалізації.
4. Яку роль виконує нормалізація пристосувань?
5. Дайте характеристику етапів нормалізації.
6. Які пристосування використовують при груповій обробці деталей?

**Література:** ( Б1), с. 8...11 (Б2), с. 210...213, (Б2), с. 208...209, (Б2), с. 216...219

## Тема 5.2 Методика проектування верстатних пристосувань

### Лекція 34

#### Методика проектування верстатних пристосувань Початкові данні для проектування пристроїв

##### План

- 1 Вихідні дані для проектування
- 2 Етапи проектування спеціального кондуктора

##### 1 Вихідні дані для проектування

Принципову схему конструкції спеціального верстатного пристосування виконує технолог, проектуючи технологічний процес обробки деталі. Конструкцію пристосування за схемою, запропонованою технологом, розробляє конструктор по технологічному оснащенню. У масовому, багатосерійному і частково в серійному виробництвах технолог при проектуванні технологического процесу виготовляє операційні ескізи механічної обробки деталі для всіх основних операцій. При цьому технолог намічає настановчі базові поверхні, схему установки деталі в пристосуванні і місця її затиску.

Розташування деталі на схемі пристосування повинне відповідати її положенню у верстатному пристосуванні при обробці деталі на відповідному верстаті. В разі установки деталі в пристосування не по конструктивним, а по допоміжним технологічним базам технолог повинен розрахувати похибки базування і виконати перерахунок допусків на базисні розміри і на ескізі деталі проставити нові розрахункові допуски. Конструктор, отримавши від керівника групи завдання на розробку спеціального верстатного пристосування для обробки деталей на відповідному верстаті, проводить наступну роботу:

1. Вивчає принципову схему конструкції спеціального пристосування, розробленого технологом, в якій вказаний спосіб базування і закріплення деталі.

2. Вивчає робочі креслення заготовки і готової деталі з технічними умовами.

3. Знайомиться по технологічній карті з технологічним процесом механічної обробки деталі.

4. Вивчає операційний ескіз механічної обробки деталі на відповідній операції і верстаті і схему її установки і закріплення в проектованому пристосуванні.

5. Знайомиться з верстатом, на якому буде встановлено спеціальне пристосування, що проектується.

6. Вивчає в механічному цеху умови роботи проектуемого пристосування і вирішує з інженерно-технічними робітниками цеху питання, що виникли і враховує їх пропозиції і побажання.

7. На закінчення конструктор з технологом вирішують ряд питань, що виникли в конструктора в процесі ознайомлення із завданням: визнають річну програму випуску деталей, обговорюють схему конструкції пристосування, визначають економічний ефект від використання пристосування і остаточно встановлюють оптимальний варіант схеми конструкції пристосування.

8. Далі конструктор на підставі прийнятої схеми пристосування конструктивно оформляє елементи пристосування і його загальну компоновку з необхідними проекціями і розрізами.

При проектуванні конструкції пристосування конструктор використовує наступні матеріали:

1. Нормалі, стандарти і ГОСТи на різні деталі і вузли верстатних пристосувань і механізованих приводів.

2. Креслення пристосувань, що використовуються на даному заводі для обробки аналогічних деталей.

3. Креслення конструкцій спеціальних і групових пристосувань, що використовуються на інших заводах.

Після розробки конструкції пристосування конструктор повинен показати технологу креслення пристосування і отримати його згоду на виготовлення даної конструкції в металі.

## 2 Етапи проектування спеціального кондуктора

При проектуванні пристосування конструктор повинен проводити роботу в певній послідовності. Розглянемо послідовність проектування пристосування для конкретної деталі. Дано завдання спроектувати конструкцію кондуктора для свердління трьох отворів в деталі, ескіз якої представлений на рис. 1. У деталі потрібно просвердлити одноступінчатий отвір 4 в малій голівці, один отвір 2 в приливі 12 цієї ж головки і одноступінчатий отвір 10 з різьбою в приливі 9 більшої головки.

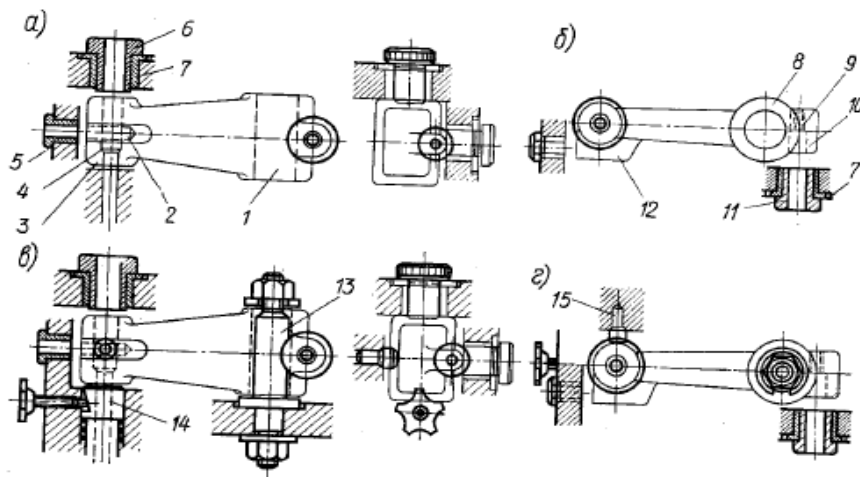


Рисунок 1 – Початковий етап проектування спеціального кондуктора

Спочатку викреслюють контур оброблюваної деталі в необхідній кількості проєкцій на такій відстані, аби залишалось досить місця для розміщення на цих проєкціях всіх деталей і вузлів пристосування. Контур

оброблюваної деталі вказують тонкими суцільними або штрихпунктирними лініями, аби вона виділялася на кресленні пристосування.

Довкола контура деталі спочатку викреслюють направляючі деталі пристосування, в даній конструкції змінні кондукторні втулки 5, 6, 11, встановлені в постійні втулки 7 (рис. 1, а, б). Потім вибирають і викреслюють настановчі (центрируючі) або опорні деталі пристосування: нерухомий установчий палець 13, упор 15 і рухливу опору 14 (рис. 1, в, г). Далі визначають і викреслюють затискні і допоміжні деталі пристосування (рис. 2, а, б). На закінчення вибирають форму і розміри, а також матеріал деталей пристосування і монтують всі деталі і вузли в корпусі пристосування (рис 2, в, г).

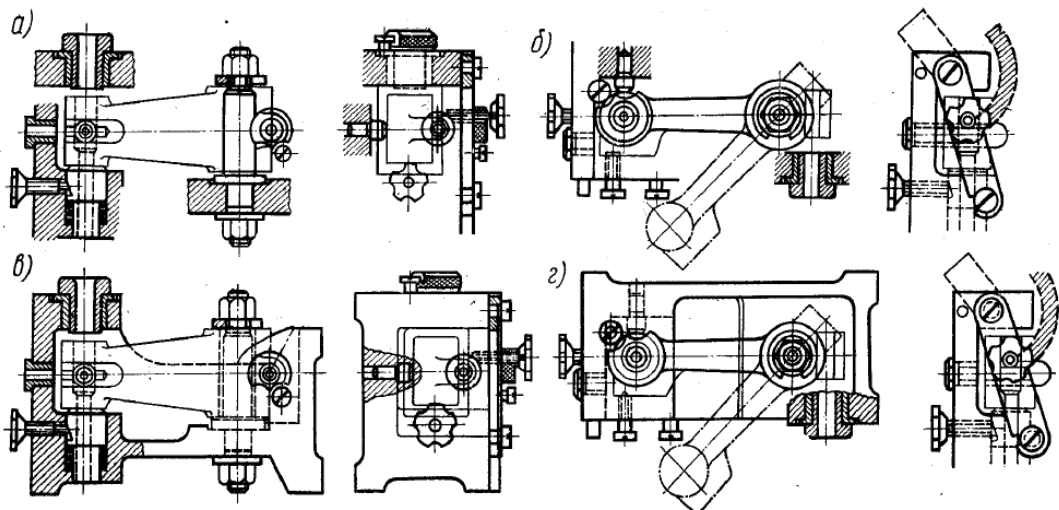


Рисунок 2 – Кінцевий етап проектування спеціального кондуктора

Спроектвану конструкцію спеціального пристосування викреслюють в декількох проекціях, а також дають необхідні розрізи і перетини, необхідні для пояснення роботи конструкції пристосування. Загальні види проекції пристосування слід викреслювати в масштабі 1:1. Проекції загальних видів пристосування повинні мати габаритні розміри. На проекціях проставляють контрольні розміри з допусками, що

визначають точність взаємного розташування деталей пристосування, які забезпечують точність розташування поверхонь оброблюваних деталей в даному пристосуванні.

Точність роботи пристосування, що виготовляється інструментальним цехом, перевіряють в механічному цеху шляхом контролю розмірів деталей, що обробляються в даному пристосуванні. Для спроектованого кондуктора контрольними розмірами є розміри діаметрів направляючих кондукторних втулок, відстань від цих вісей до базових поверхонь настановчих або опорних деталей пристосування.

На кресленні загального виду пристосування вказують технічні умови на пристосування і його габаритні розміри. На кресленні проєкцій пристосування на поверхнях, що сполучаються, деталей мають бути проставлені класи точності з посадками, а також допуски на взаємну непаралельність, неперпендикулярність поверхонь настановчих елементів і вісей центруючих деталей пристосування.

У технічних умовах задають необхідну точність збірки окремих деталей пристосування і вказують його відладку, методи перевірки при установці на верстаті і так далі.

На кресленні загального виду пристосування дають нумерацію всіх деталей, що входять в пристосування, їх специфікацію з указаними матеріалами і марками, номери ГОСТів або нормалей. Після виготовлення проєкцій загального виду пристосування виконується його деталювання. Робочі креслення пристосування виготовляють лише на спеціальні деталі.

Далі креслення пристосування передають в інструментальний цех заводу, де виготовляють пристосування в металі. Після цього інструментальний цех перевіряє пристосування і здає його в центральний інструментальний склад або в механічний цех, де воно проходить випробування на верстаті. Пристосування вважається придатним, якщо оброблена в нім деталь відповідає кресленню і технічним умовам на її виготовлення. При проектуванні пристосувань слід розраховувати: 1)

похибки установки деталі; 2) похибки налаштування станка; 3) похибки обробки; 4) сумарну похибку обробки деталей в даному пристосуванні; 5) сили затиску деталі в пристосуванні залежно від сил різання і їх моментів, що діють на деталь при її обробці на верстаті; 6) для пристосувань з механізованим приводом діаметр циліндра (поршня) або діаметр діафрагми і осьову силу на штоку механізованого приводу, що передається через проміжні ланки зажимним пристроям пристосування.

При розробці конструкції верстатного пристосування необхідно строго дотримуватися єдиної системи конструкторської документації, в якій вказані загальні правила виконання креслень (ГОСТ 2.301-68; 2.316-68; 2.317-69; 2.101-68; 2.108-68; 2.109—73; 2.770-68; 2.780-68; 2.782-68).

### **Контрольні питання:**

**1** Яку роботу проводить конструктор, отримавши від керівника групи завдання на розробку спеціального верстатного пристосування для обробки деталей на відповідному верстаті?

**2** Що слід розраховувати при проектуванні пристосувань?

**Література:** (Б1), с. 231...235 Б2), с. 195...199



## Лекція 35

### Необхідність і економічне обґрунтування розробки та проектування пристроїв

#### План

3 Техніко – економічне обґрунтування вживання верстатних пристосувань. Загальна характеристика

4 Методики розрахунку економічного ефекту і річних витрат при виготовленні пристосування

#### **3 Техніко – економічне обґрунтування вживання верстатних пристосувань. Загальна характеристика**

Економічний ефект від вживання пристосувань визначають шляхом зіставлення річних витрат і річної економії для порівнюваних варіантів обробки деталей. Річні витрати складаються з амортизаційних відрахувань і витрат на вміст і експлуатацію пристосування. Річна економія виходить за рахунок зниження трудомісткості виготовлення оброблюваних деталей, тобто за рахунок скорочення витрат на заробітну плату робітників-верстатників і зменшення цехових накладних витрат.

Вживання пристосування економічно вигідно в тому випадку, якщо річна економія від його вживання більше річних витрат, пов'язаних з його експлуатацією. Економічна ефективність вживання будь-якого пристосування визначається також величиною терміну окупності, тобто терміну, протягом якого витрати на пристосування будуть відшкодовані за рахунок економії від зниження собівартості оброблюваних деталей.

Необхідно відзначити, що в деяких випадках з метою досягнення високої точності оброблюваних деталей застосовують пристосування незалежно від їх економічної ефективності.

При техніко-економічних розрахунках, виконаних при виборі відповідної конструкції пристосування, необхідно зіставляти економічність різних конструктивних варіантів пристосувань для конкретної операції оброблюваної деталі. Вважаючи, що витрати на ріжучий інструмент, амортизацію верстата і електроенергію для цих варіантів однакові, визначають і порівнюють лише ті елементи собівартості операції, які залежать від конструкції пристосування. Отже, елементи собівартості обробки, залежні лише від конструкції пристосування, для порівнюваних варіантів а та б при використанні нового (модернізованого) (собівартість  $C_a$ ) і старого (собівартість  $C_b$ ) пристосувань визначають за формулою:

$$C_a = Z_a \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_a}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right),$$

$$C_b = Z_b \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_b}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right),$$

де  $S_a$  — витрати на виготовлення пристосування по варіанту а, грн.;

$S_b$  — витрати на виготовлення пристосування по варіанту б, грн.;

$Z_a$  — штучна заробітна плата верстатника при використанні для обробки деталей пристосування по варіанту а, грн.;

$Z_b$  — штучна заробітна плата верстатника при використанні для обробки деталей пристосування по варіанту б, грн.;

$H$  — цехові накладні витрати у відсотках до заробітної плати робітників;

$\Pi$  — річна програма випуску деталей, шт.;

$A$  — термін амортизації пристосування, р.;

$q$  — витрати, пов'язані з експлуатацією пристосувань (ремонт, вміст, регулювання) у відсотках, від вартості пристосування

На рис. 1 приведений графік зміни величин собівартості  $C_a$  і  $C_b$  залежно від річного випуску  $\Pi$  деталей. Точка перетину  $K$  двох кривих відповідає тій програмі випуску  $\Pi_k$  оброблюваних деталей, при якій оба варіанта, що зіставляються, в економічному співвідношенні рівноцінні. Величину цієї програми, а отже, і точку перетину кривих знаходимо, вирішуючи спільне рівняння для  $C_a$  і  $C_b$  відносно  $\Pi_k$ :

$$\dot{I}_e = [(S_a - S_a')(\frac{1}{A} + \frac{q}{100})] / [(C_a - C_a')(1 + \frac{I}{100})].$$

З графіка виходить, що якщо задана річна програма  $\Pi > \Pi_k$ , то вигідно застосовувати складніше пристосування (варіант а), і, навпаки, при  $\Pi < \Pi_k$  економічніше застосовувати пристосування за варіантом б.

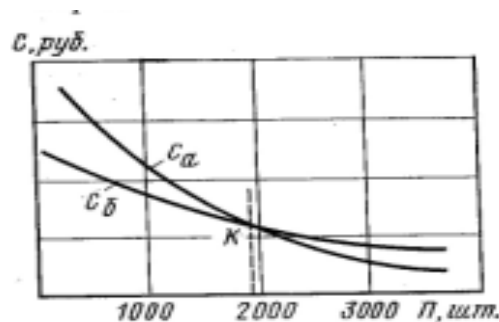


Рисунок 1 – Графік зміни собівартості залежно від річного випуску виробів

Застосовують простіші наближені способи визначення витрат на виготовлення пристосувань за формулою:

$$S = C \cdot N,$$

де  $S$  — витрати на виготовлення пристосування, грн.;

$N$  — кількість деталей в пристосуванні, шт.;

$Z$  — постійна, залежна від складності пристосування і його габаритних розмірів

Для простих пристосувань беруть  $Z = 15$ ; для пристосувань середньої складності  $Z=30$  і для складних пристосувань  $Z = 40$ .

Термін  $A$  амортизації пристосування, протягом якого його використовують для випуску заданих деталей, рівний 1,2—3 і 4—5 р. відповідно для простих, середньої складності і складних пристосувань. Річні витрати  $q$ , пов'язані з експлуатацією пристосування, беруть рівними 20% від витрат  $S$  на його виготовлення.

Для визначення заробітної плати робітника-верстатника необхідно знати штучний час  $t_{шт}$  обробки деталі на даній операції і хвилину ставки  $Z_{хв}$  робочого верстатника за діючою тарифною сіткою:

$$C = t_{шт} \cdot C_{\text{ста}}.$$

#### **4 Методики розрахунку економічного ефекту і річних витрат при виготовленні пристосування**

Економічний ефект  $E$  від вживання одного пристосування при обробці деталі визначають з урахуванням цехових накладних витрат  $H$ . Величину  $H$  беруть у відсотках від прямої заробітної плати робочого верстатника.

Річні витрати на одне пристосування залежать від виду пристосування, первинних витрат на нього, терміну служби і експлуатаційних витрат.

Річні витрати на одне спеціальне пристосування:

$$C_{\text{сп}} = (1 + \hat{E}_{\text{вд}} / \hat{O}_{\text{сп}} + \hat{E}_{\text{вг}}) \tilde{N}_{\text{сп}},$$

де  $K_{пр}$  — коефіцієнт витрат на проектування спеціального пристосування (відношення витрат на проектування і відладку пристосування до витрат на його виготовлення в металі);

$K_{ек}$  - коефіцієнт витрат на експлуатацію спеціального пристосування (відношення річних експлуатаційних витрат на пристосування до витрат на його виготовлення в металі);

$T_{сп}$  — термін експлуатації спеціального пристосування до повного зносу, приймають за даними заводу, роки;

$1/T_{сп} = K_{ам}$  - коефіцієнт амортизації спеціального пристосування;

$C_{ст}$  — первинні витрати на виготовлення спеціального верстатного пристосування, визначають за фактичними витратами інструментального цеху заводу або нормативним матеріалам, грн.

Річні витрати на одне універсальне пристосування:

$$Z'_y = (K'_{ам} + K'_{ек})C'_{ст},$$

де  $K'_{ам} = 1/T_y$  — коефіцієнт амортизації універсального пристосування;

$K'_{ек}$ — коефіцієнт витрат на експлуатацію універсального пристосування (відношення суми експлуатаційних річних витрат до первинних витрат на виготовлення пристосування в металі);

$T_y$  — срок служби універсального пристосування до повного зносу в роках, приймають за дослідними даними заводу або нормативним матеріалам), роки;

$C'_{ст}$ — первонаочальні витрати на виготовлення універсального пристосування в металі, приймають за дослідними даними заводу або нормативними матеріалами

У формулі для визначення  $Z_u'$  витрати на проектування відсутні, оскільки універсальні пристосування нормалізовані і тестовані і витрати на проектування входять до їх собівартості.

Річні витрати на одне збірно-розбірне пристосування (ЗРП):

$$Z''_{об} = (K''_{np} / T + K''_{ам} + K''_{эк}) C''_{ст},$$

де  $K_{np}''$  — коефіцієнт витрат на проектування ЗРП;

$K_{ам}''$  — коефіцієнт амортизації ЗРП;

$K_{эк}''$  — коефіцієнт річних затрат на експлуатацію ЗРП;

$C_{ст}''$  — витрати на придбання (при виготовленні заводом — собівартість) нормалізованих і спеціальних деталей і вузлів, з яких збирають ЗРП, включаючи витрати на пригін і доробку цих деталей і вузлів і зборку пристосування;

$T$  — термін експлуатації пристосування, приймають за дослідними даними заводу, роки

Вартість виготовлення і експлуатація пристосування:

$$S_{i\dot{a}\dot{u}} = S_{a\dot{e}\dot{a}} + S_{\dot{d}\dot{a}\dot{i}} K,$$

де  $S_{виг}$  — цехова собівартість виготовлення пристосування, грн.;

$S_{рем}$  — вартість одного ремонту за час роботи пристосування при обробці заданої кількості деталей, грн.;

$K$  — кількість ремонтів за час праці пристосування до повного зносу

### Контрольні питання:

1 В якому випадку вживання пристосування економічно доцільно?

2 За якою формулою розраховують вартість виготовлення і експлуатація пристосування?

**Література:** (Б1), с. 235...240, (Б2), с. 204...208, (Б2), с.195...199

## Лекція 36

### Послідовність проектування спеціальних пристосувань

#### План

5 Загальні вимоги для проектування пристосування

6.Послідовність проектування пристосування

7 Забезпечення точності пристосувань

#### 5 Загальні вимоги для проектування пристосування

Конструювання пристосування тісно пов'язано з розробкою технологічного процесу виготовлення цієї деталі.

У завдання технолога входять:

- 1) вибір заготівлі і технологічних баз;
- 2) встановлення маршруту обробки;
- 3) уточнення змісту технологічних операцій з розробкою ескіза обробки, що дають уявлення про установку і закріплення заготівлі;
- 4) визначення проміжних розмірів по усім операціями допусків на них;
- 5) встановлення режимів різання;
- 6) визначення штучного часу на операцію після еля-ментам;
- 7) вибір типу, моделі верстата.

Ця робота закінчується складанням схеми базування заготовки на цю операцію і замовлення, що містить відомості, що необхідяться для розробки конструкції пристосування.

У завдання конструктора входять:

- 1) конкретизація прийнятої технологом схеми установки;
- 2) вибір конструкції і розмірів настановних елементів пристосування;

- 3) визначення величини необхідної сили затиску;
- 4) уточнення схеми і розмірів затискного пристрою;
- 5) визначення розмірів направляючих деталей пристосувань;
- 6) загальне компоновання пристосування зі встановленням допусків на виготовлення деталей і складання пристосування.

Матеріали необхідні конструктору для проектування пристосування :

- 1) креслення заготовлі і деталі з технічними вимогами;
- 2) операційні креслення на передуючу і виконуєму операції;
- 3) операційних карти технологічного процесу обробки цієї деталі;
- 4) нормалі, стандарти і ДСТУ на різні деталі і вузли верстатних пристосувань;
- 5) креслень пристосувань, вживаних на цьому заводі для обробки аналогічних деталей;
- 6) альбомів нормалізованих конструкцій;
- 7) річна програма виготовлення деталі;
- 8) паспортних даних верстатів (розмірів столу, шпинделів, міжцентрових відстаней, розмірів і розташування пазів і отворів, для кріплення і так далі).

## **6 Послідовність проектування**

1) Встановлюють розміри столу, розміри і кількість Т-подібних пазів на столі, найменша і найбільша відстань від столу до шпинделя; встановити розміри посадочних поверхонь шпинделя (розміри конуса, шийки), висоту центрів над станиною і супортом, відстань між центрами. Ці дані потрібні для визначення розмірів настановних елементів пристосування : розмірів основи, ширини шпонок, розміри і відстані між проушинами для болтів і тому подібне.

2) Уточнюють спосіб базування деталі, намічений в технологічному ескізі на операцію : чи поєднується настановна і



вимірювальна бази, чи потрібні додаткові опори, що підводяться або регульовані, яка має бути форма опорних поверхонь (сферична, плоска рифлена, плоска гладка і тому подібне).

3) Приступаючи до проектування на листі креслення, викреслюють основні контури деталі в трьох проекціях в тому вигляді, в якому деталь поступає для обробки на цій операції. Масштаб зображення має бути (по можливості) 1: 1.

4) Деталь зображують умовно прозорою тонкою червоною або чорною штрих-пунктирною лінією. Головна (фронтальна) проекція деталі повинна показувати положення деталі на верстаті, видиме з боку робітника-верстатника. Проекції розташовуються на достатній відстані один від одного, достатній для викреслювання навколо них усіх елементів пристосування. На поверхнях, що підлягають обробці, вказують припуск, або вони виділяються якимсь чином.

5) Уточнюють напрям дії сил різання, місця додатка і напряму зусиль затиску.

6) Викреслюють настановні елементи пристосування (опори, призми, пальці і тому подібне). Опори розташовуються по контуру настановної поверхні деталі з найбільшою відстанню між ними, щоб забезпечувати стійке положення деталі.

7) Діючі сили різання і зусилля затиску по можливості мають бути спрямовані до опор, не викликати деформацій деталі. Викреслити елементи затискного пристрою, звертаючи особливу увагу на форму поверхонь, що контактують із заготовлею, що затискається. Вони повинні мати можливість самоустановлюватися при затиску, поверхня робиться рифленою при контакті з чорновими поверхнями деталі, або мати захисні прокладення при контакті з чисто обробленими поверхнями. При відкріпленні деталі затискні елементи повинні відсовуватися від деталі на достатню відстань, щоб не перешкоджати її витяганню з пристосування.

8) На кресленні деталь зображається в затиснутому положенні, положення затискних елементів при відкріпленні деталі показується контурною штрих-пунктирною лінією. При необхідності далі викреслюють пристосування, що направляють елементи, визначають положення різального інструменту (кондукторні втулки, габаритні установи для вивіряння положення фрез).

9) Викреслюють допоміжні деталі і механізми пристосування (опори, що підводяться, стойки, кронштейни для кріплення затискних і направляючих елементів).

10) Об'єднують усі елементи пристосування корпусом, з використанням типових форм. Найчастіше корпус робиться литим або коробчатої форми з ребрами жорсткості.

11) Усі поверхні для кріплення настановних, затискних і допоміжних елементів, підводяться у вигляді платиків над загальною поверхнею корпусу.

Корпус повинен мати направляючі (що базують) елементи для точної установки пристосування на верстаті (направляючі шпонки, пальці); проушини для кріплення пристосування Т-подібними болтами; масивні пристосування повинні мати рим-болти для строповки при установці пристосувань на верстаті.

12) Остаточо оформити усі проекції пристосування, викреслити додаткові приватні види, розрізи, перерізи, так щоб по цьому кресленню можна було виконати деталювання.

13) Нанести габаритні розміри пристосування, з урахуванням висувних або таких, що відкидаються елементів, показати розміри приєднувальних поверхонь, проставити розміри сполучення деталей з вказівкою посадок (у рухливих з'єднаннях, в місцях запрессовки, в ходових різьбових з'єднаннях і тому подібне).

14) Скласти специфікацію пристосування ГОСТ 2.108-68.

15) На полі креслення дати технічну характеристику пристосування (діапазон розмірів встановлюваних деталей, діапазон оброблюваних поверхонь, зусилля затиску, робочий тиск в пневмоцилиндрі і тому подібне) і технічні умови на виготовлення, складання, регулювання і прийом пристосування (термообробка, покриття поверхонь, пригін деталей при складанні, регулювання ходу затискних пристроїв, забарвлення пристосування).

16) У технічних умовах важливе місце повинні займати вимоги по точності розташування елементів пристосування (паралельність, перпендикулярність настановних елементів пристосування настановним і направляючим елементам корпусу пристосування).

17) Потім викреслюють повністю конструкцію пристосування, кін-структивно оформляючи корпус з урахуванням зручного розташування усіх спроектованих елементів.

З розглянутого виходить, що процес конструювання пристосування - це процес синтезу його елементів, який включає в себе вибір цих елементів, що забезпечують задану точність, продуктивність і економічність.

### **7 Забезпечення точності пристосувань.**

*Точність.* По точності виконуючі розміри пристосування можна розбити на три групи

Перша група - розміри елементів і сполучень, що безпосередньо визначають точність обробки (відстань між осями кондукторних втулок свердлувального пристосування, відхилення від паралельності робочої площини настановних елементів і площини корпусу пристосування, що контактує із столом верстата, і так далі), а також розміри настановних елементів. Склад цієї групи визначає з аналізу технологічних розмірних ланцюгів за кожним показником, що витримується на операції, точність, в якій розміри пристосування є складовими ланками. Допуски розмірів

першої групи зазвичай приймаються в 2 - 3 рази меншими, ніж розмірів, що витримуються при обробці заготовки. Це забезпечує у ряді випадків досить надійне виконання заданих розмірів заготівлі і необхідний ресурс роботи пристосування до граничного зносу його елементів.

Друга група - розміри деталей і сполучень пристосувань, похибки яких не роблять впливу на точність обробки (розміри сполучень затискних пристроїв і приводів, виштовхувачів і інших допоміжних пристроїв). Допуски на розміри другої групи визначають залежно від призначення механізму, а також характеру і умов роботи розглядаємого сполучення. Зазвичай тут допуски бере по 7 - 9 - у квалітетам точність.

Третя група - розміри оброблених і необроблених поверхонь деталей пристосувань, що не сполучаються. Вільні розміри виконує по 14-у квалітету точність для оброблених і по 16-у квалітету для необроблених поверхонь.

Мета розрахунку на точність полягає у визначенні необхідної точності виготовлення пристосування по вибраному параметру і завдань допусків розмірів деталей і елементів пристосування.

Розрахунки включають наступні етапи:

- 1) вибір одного або декількох параметрів пристосування, які роблять вплив на положення і точність обробки заготівлі;
- 2) прийняття порядку розрахунку і вибір розрахункових чинників;
- 3) визначення необхідної точності виготовлення пристосування за вибраними параметрами;
- 4) розподіл допусків виготовлення пристосування на допуски розмірів деталей, що є ланками розмірних ланцюгів;
- 5) внесення в ТУ складального креслення пристосування пункту про забезпечення точності пристосування.

Пристосування розраховується на точність по одному параметру у разі, якщо при обробці заготівлі розміри виконуються в одному напрямі; за декількома параметрами, якщо на заготівлі виконуються розміри в

декількох напрямках. Напрямок розрахункового параметра пристосування повинен співпадати з напрямком виконуваного розміру при обробці заготівлі. При отриманні на оброблюваній заготівлі розмірів в декількох напрямках пристосування можна розраховувати тільки по одному параметру у напрямі найбільш точного по допуску і найбільш відповідального по кресленню.

Залежно від конкретних умов в якості розрахункових параметрів можуть виступати:

- допуск паралельності і перпендикулярності робочої поверхні настановних елементів до поверхні корпусу пристосування, що контактує з верстатом;
- допуск кутових і лінійних розмірів;
- допуск співісної (ексцентриситет);
- допуск перпендикулярності осей циліндричних поверхонь і так далі
- допуск розташування втулок кондуктора відносно настановних поверхонь пристосування;
- допуск міжцентрових відстаней між кондукторами і втулками;
- допуск перпендикулярності або паралельності осей втулок відносно робочої поверхні настановних елементів і опорної поверхні корпусу пристосування.

#### **Контрольні питання:**

1. Що можна віднести до загальних вимог при проектуванні пристосування?
2. Дайте скорочений порядок проектування пристосування
3. На які групи можна поділити виконуючі розміри пристосування, дайте характеристику кожній групі.
4. Які етапи включають розрахунки на точність?
5. Які параметри можуть виступати в якості розрахункових на точність.

## Лекція 37

### Проектування вимірювальних пристроїв

#### План

- 1 Вимірювальні пристосування. Загальна характеристика
- 2 Наставочні елементи вимірювальних пристосувань
- 3 Затискні та вимірювальні елементи вимірювальних пристосувань
- 4 Допоміжні елементи вимірювальних пристосувань. Корпуси вимірювальних пристосувань
- 5 Контрольні пристосування. Основні елементи пристосувань.
6. *Методи проектування вимірювальних пристроїв*

#### 1 Вимірювальні пристосування. Загальна характеристика

Контрольні пристосування застосовують для перевірки заготовок, деталей і вузлів машин. Пристосування для перевірки деталей застосовують на проміжних етапах обробки (міжопераційний контроль) і для остаточного їх приймання. За допомогою цих пристосувань перевіряють точність розмірів і взаємного положення поверхонь, а також правильність їх геометричної форми.

Висока точність сучасних машин обумовлює необхідність вживання в контрольних пристосуваннях вимірників високої чутливості, а також правильного вибору схеми і конструкції пристосування.

Похибка вимірювання, під якою розуміють різницю між показниками контрольного пристосування і фактичним значенням вимірюваної величини, має бути по можливості малою. Проте надмірне підвищення точності виміру може привести до ускладнення і дорожчання пристосування і зниження його продуктивності.

На основі узагальнення виробничого досвіду величина похибки вимірювання знаходиться в межах 10-20% від поля допуску на

контрольований об'єкт. Загальна (сумарна) похибка вимірювання визначається сукупністю ряду складових: похибка, що властива самій схемі; похибка установки контрольованого виробу; похибка налаштування пристосування по еталону; знос деталей пристосування, а також наслідки температурних коливань.

Для перевірки невеликих і середніх деталей застосовують стаціонарні контрольні пристосування. Для крупних виробів використовують переносні пристосування, що встановлюються на деталь (вузол), що перевіряється.

Разом з одновимірними знаходять широке вживання багатовимірвальні пристосування, де за одну установку перевіряють декілько параметрів. Ще більшого ефекту в підвищенні продуктивності і полегшенні умов праці досягають, застосовуючи контрольні напівавтомати і автомати, що є ланками автоматичних ліній обробки і зборки.

Найбільш прогресивні автоматичні пристрої встановлюють безпосередньо на верстатах або біля них; вони контролюють деталі в процесі обробки або безпосередньо після обробки, впливаючи на робочі органи верстата і протікання технологічного процесу. В даному випадку контроль з пасивного перетворюється на активний, попереджувальний. Контрольні пристосування з самостійних пристроїв перетворюються на складову частину автоматичних систем. Це дозволяє знизити собівартість продукції в результаті усунення браку і виключення контролю як самостійної операції.

Контрольні пристосування звичайного або автоматичного типу повинні забезпечувати задану точність і продуктивність контролю, бути зручними в експлуатації, простими в виготовленні, надійними при тривалій роботі і економічними.

Контрольне пристосування складається з настановчих, затискних, вимірвальних і допоміжних елементів, що встановлюються в корпусі пристосування.

## 2 Настановчі елементи вимірювальних пристосувань

Настановчими називають ті елементи, на які деталь (вузол), що перевіряється, ставиться своїми вимірювальними базами відносно вимірювального пристрою. Для установки на базові площини застосовують постійні опори з сферичними і плоскими головками, опорні пластинки, а також спеціальні деталі (сектори, кільця), залежно від конфігурації бази в плані. Опори з сферичними головками застосовують для установки деталей на чорнові (необроблені) бази; для установки на чисто оброблені бази використовують опори з гладкою і досить розвиненою поверхнею. Для підвищення зносостійкості опори рекомендується термічно обробляти до твердості HRC 55...60.

Для установки на зовнішні циліндричні поверхні використовують призми. Оскільки контакт деталі з призмою відбувається по дуже вузьким майданчиках (теоретично лініям), спостерігається порівняно швидкий знос опорних площин і втрата точності контрольного пристосування. Для усунення цього застосовують призми з роликами (рис. 1, а), або переставними валиками (рис. 1, б).

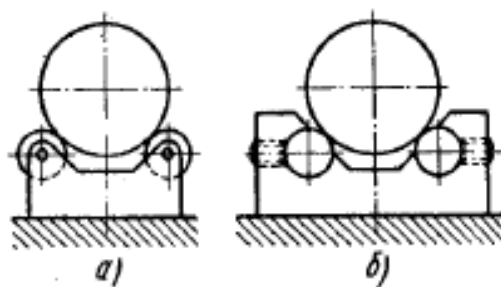


Рисунок 1 – Призми з роликами (а) і приставними валиками (б)

До робочих поверхонь призм для підвищення зносостійкості припаюють також пластинки з твердого сплаву. Кут призми і положення



вимірювального елемента здійснюють вплив на точність вимірюваного діаметрального розміра.

Як затискні елементи застосовують шарики, планки і різні втулки. Для точного центрування використовують також втулки з гідроеластомасою, гофровані втулки, а також пристрої мембранного типу. Добрий результат можна отримати також, якщо замість однієї циліндричної оправки застосувати їх набір, в якому одна оправка відрізняється від іншої на дуже малу величину (5 - 10 мкм). Для установки вузьких деталей застосовують також ступінчасті оправки з невеликим перепадом діаметрів рівнів. У цих випадках вплив зазору на точність вимірювання може бути значно зменшена. Контрольна оправка повинна мати гладку робочу поверхню (8 - 10-й класи чистоти). Похибки форми цієї поверхні припускаються в мінімальних межах (зазвичай не більше 5 мкм).

При перевірці деталей на биття оправки встановлюють в центри або в призми. При установці в центри необхідно враховувати можливість неспіввісності і похибки виконання центрових отворів. Від псування в процесі експлуатації центрові отвори оберігаються захисними фасками або торцевими виточками. Установку деталей отворами на оправки і пальці застосовують не лише для перевірки концентричності і перпендикулярності торців. Ця схема широко використовується в контрольних пристосуваннях для перевірки співвісності отворів, міжосьових відстаней, а також відстаней від вісі розточуваних отворів до паралельно розташованих площин.

### **3 Затискні та вимірювальні елементи вимірювальних пристосувань**

Затискні пристрої в контрольних пристосуваннях попереджують зсув встановленої для перевірки деталі (вузла) відносно вимірювального

пристрою і забезпечують щільний контакт настановчих баз деталі з опорами пристосування. Робота затискного пристрою контрольного пристосування суттєво відрізняється від роботи аналогічних пристроїв в верстатних пристосуваннях. Для попередження деформацій перевіряємих виробів сили закріплення мають бути невеликими; їх величина має бути стабільна. Необхідність в затискних пристроях відпадає, якщо деталь займає сповна стійке положення на опорах пристосування, і сили від вимірювального пристрою не порушують цієї стійкості. Для підвищення продуктивності контролю затискний пристрій має бути швидкодіючим і зручним для обслуговування.

У контрольних пристосуваннях застосовують ручні затискні пристрої (важелні, пружинні, гвинтові, ексцентрикові), а також пристрої з приводом (пневмозатискачі), в яких стиснене повітря використовується і для приводу допоміжних механізмів пристосування (підйом, поворот або виштовхування деталі).

Часто застосовують комбіновані затискні пристрої, що забезпечують одночасний і рівномірний притиск деталей, що контролюються до декількох опорних елементів пристосування. Місце додатка сили затиску має бути вибрано так, щоб не викликати недопустимих деформацій деталі і елементів контрольного пристосування. Вплив затискного пристрою на показання вимірювального приладу не повинно перевищувати 5% від величини контрольованого параметра деталі. При стабільній величині сили затиску ця похибка вимірювання є постійною, і її можна врахувати в процесі налаштування вимірювального пристрою по еталонній деталі.

Вимірювальні пристрої контрольних пристосувань діляться на граничні і відлікові. Особливу групу складають пристрої, що працюють за принципом нормальних калібрів.

Залежно від вимірювального пристрою вироби, що перевіряються, діляться на три категорії: придатні, брак по переходу за нижню границю допуску і брак по переходу за верхню границю допуску. Як прості

пристрої застосовують вбудовані в контрольні пристосування жорстко закріплені або видвіжні граничні елементи (скоби, пробки, щупи). Приклади таких пристосувань для контролю розмірів Н1, Н2 і Н3 деталі, що вказані на рис. 2.

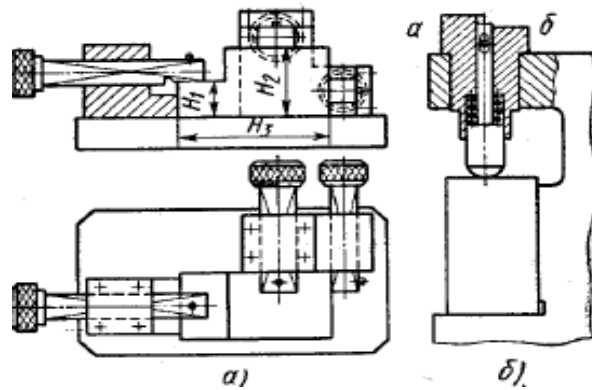


Рисунок 2 – Схема контрольного пристосування з висувними граничними елементами

При наявності жорстко встановлених скоб деталь, що перевіряється послідовно пересувається по плиті пристосування до окремих вимірників. Якщо деталь в процесі перевірки повинна залишатися нерухомою, то застосовують висувні граничні елементи (рис. 2, а). Вказаними пристроями користуються при порівняно грубих допусках на розмір, що перевіряється, для жорстких граничних елементів не вище за 3-й клас точності, а для висувних — не вище 4-го. Для контролю розмірів заготовок з точністю 0,2 мм інколи застосовують ступенчато-стрижневі глибиноміри (рис. 2, б). Придатність виробу перевіряють по положенню верхнього торця стрижня, який повинен знаходитися між сходишками а і б.

#### **4 Допоміжні елементи вимірювальних пристосувань. Корпуси вимірювальних пристосувань**

Допоміжні пристрої контрольних пристосувань мають різне цільове призначення. У пристосуваннях для перевірки радіального або осьового биття застосовують поворотні пристрої; у пристосуваннях для перевірки прямолінійності або паралельності використовують повзуни для переміщення вимірювальних елементів. Для контролю циліндричних деталей, в яких перевіряють правильність форми шийок або співвісність рівнів, застосовують приводні механізми для їх обертання. Для установки і зняття деталей використовують підйомні пристрої і виштовхувачі. Специфічними є передавальні пристрої між виробом, що контролюється і відліковим або граничним вимірником (індикатором, датчиком електроконтакта).

Приклад простої конструкції цього пристрою показаний на рис. 3, а. Вимірник може бути винесений в зручне місце, що попереджає його від випадкових пошкоджень в процесі роботи, оскільки завдяки обмежувачим упорам хід штифта менше межі виміру індикатора. Для зміни напрямку лінійного переміщення і передавального відношення служать ричажні важелі (рис. 3, б). Ці передачі вмонтовують на циліндричних, конічних і кулькових цапфах. Перевагою двох останніх конструкцій є можливість регулювання зазорів, що виникають в процесі зносу. Застосовується також підвіска важелів на плоских сталевих пружинах завтовшки 0,2— 0,3 мм (рис. 3, в). Ця система не вимагає регулювання, оскільки в процесі її роботи зносу не спостерігається. Якщо вимірювальний пристрій заважає установці і зняттю контрольованих виробів, то його забезпечують важелем для відведення (рис. 3, г) або виконують у вигляді поворотного (що відводиться) вузла.

Широкого поширення набули також датчики електроконтактів; їх застосовують в контрольних пристосуваннях і контрольньо-сортирувальних автоматах.

Корпус контрольного пристосування є його базовою деталлю. Корпуси стаціонарних пристосувань виконують у вигляді масивної і жорсткої плити або корпусної деталі, на якій розташовують основні і допоміжні деталі і пристрої. Корпуси виготовляють з сірого чавуну СЧ 12-28 або СЧ 15-32. Корпуси пристосувань для точних вимірювань необхідно піддавати старінню або відливати з чавуну, стійкого проти короблення (СЧ 24-44 або СЧ 28-48).

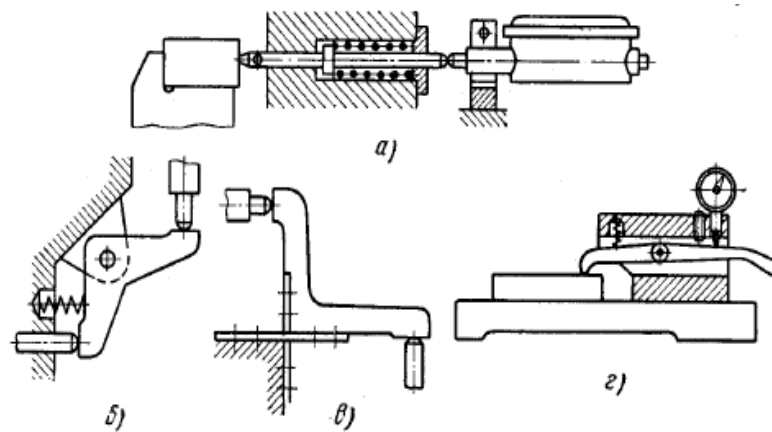


Рисунок 3 – Приклади допоміжних пристроїв

### ***5 Контрольні пристосування. Основні елементи пристосувань***

Контроль якості виробів дуже важливий в сучасному машинобудуванні. Застосування універсальних вимірювальних інструментів і калібрів малопродуктивне, і не завжди забезпечує потрібну точність і зручність контролю, а в умовах потоково-автоматизованого виробництва взагалі неприйнятно. Контрольні пристосування застосовують для перевірки заготівель, деталей і вузлів машини.

Похибки виміру залежно від призначення виробу припускаються в межах 8-30% поля допуску на контрольований об'єкт. Загальна (сумарна)

погрішність виміру визначається рядом її складових : - погрішністю схеми виміру; - погрішністю установки контрольованого виробу; - погрішністю налаштування пристосування по еталону, зносу деталей пристосування, а також коливаннями температури. На вибір схеми виміру великий вплив робить задана продуктивність контролю. При 100% перевірки деталей в потоковому виробництві час контролю не повинен перевищувати темпу роботи потокової лінії.

Для перевірки невеликих і середніх деталей застосовують стаціонарні контрольні пристосування, а для великих - переносні. Разом з одновимірними знаходять широке застосування багатовимірні пристосування, де за одну установку перевіряють декілька параметрів. Контрольні пристосування ділять на пасивні і активні. Пасивні застосовують після виконання операцій обробки. Активні встановлюють на верстатах, вони контролюють деталі в процесі обробки, даючи сигнал на органи верстата або робітникам на припинення обробки або зміну умов її виконання при появі браку. Контрольне пристосування складається з настановних, затискних, вимірювальних і допоміжних елементів, змонтованих на корпусі пристосування

На настановні елементи (опори) ставлять деталь, що перевіряється, своїми вимірювальними базами для проведення контролю. Для установки застосовують постійні опори з сферичними і плоскими голівками, опорні пластини, а також спеціальні деталі (сектори, кільця і т. д.) залежно від конфігурації деталі. Опори з сферичними голівками застосовують для установки деталей на необроблені бази; з гладкою поверхнею - на оброблені бази. Призми використовують для установки деталей на зовнішні циліндричні поверхні. Для перевірки деталей на радіальне або осьове биття застосовують установку на одно або два співісні циліндричні отвори. Часто деталі для перевірки встановлюють на конічні кільця або розтискні оправляння. Крім того застосовують різні поєднання

елементарних поверхонь в якості настановних баз (площина - зовнішня циліндрична поверхня, площина - отвори і т. д.)

У контрольних пристосуваннях застосовують ручні затискні пристрої (важільні, пружинні, гвинтові, ексцентрикові), також пристрої з приводом (пневмозажимы). Часто застосовують комбіновані затискні пристрої. Вимірювальні облаштування контрольних пристосувань діляться на граничні (бесшкальные) і відлікові (шкальні). Особливу групу складають пристрої, працюючі за принципом нормальних калібрів. Граничні вимірювальні пристрої не дають чисельного значення вимірюваних величин, а усі виробы, що перевіряються, ділять на три категорії: придатні, брак по переходу за нижній кордон допуску і брак по переходу за верхній кордон допуску. В якості простих пристроїв застосовують вбудовані в контрольні пристосування жорстко закріплені або висувні граничні елементи (скоби, пробки, щупи т. д.). Широке застосування отримали датчики електроконтактів : їх застосовують в контрольно-сортувальних автоматах.

В якості відлікових вимірників використовують індикатори з важільною або зубчастою передачами ( до 0,001 мм), а також пневматичні мікрозаходи (до 0,2 мм). Допоміжні облаштування контрольних пристосувань мають різне цільове призначення це різні поворотні пристрої, повзуни, підйомні пристрої, виштовхувачі. Корпусы контрольних пристосувань виконують у вигляді масивної жорсткої плити або корпусної деталі. Виготовляють з СЧ 12 або СЧ 15. На мал. 13.1-13.2 показані приклади деяких пристосувань.

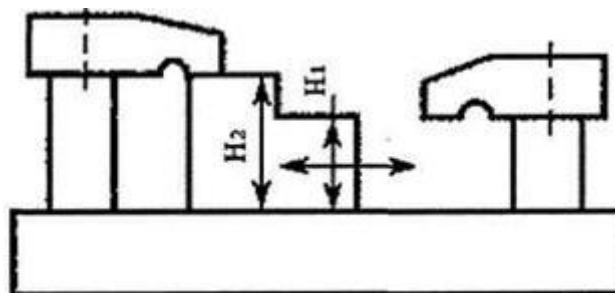


Рисунок 4 - Пристосування з жорсткими граничними елементами.

Проста схема пристосування - схема з жорсткими граничними елементами для перевірки висоти уступів (розміри  $H_1$  і  $H_2$ ) ступінчастої деталі, яку в процесі контролю пересувають по плиті вручну (рис. 4). Контроль роблять від нижньої базової площини. Схема індикаторного пристосування для перевірки співісної двох отворів дана на рис.5. Контрольовану деталь 1 надівають на консольний порожнистий палець 2 і в процесі перевірки повертають рукою на один оборот. При ексцентриситеті малого отвору вимірювальний наконечник 3 передає рух через важіль 4 і штифт 5 на індикатор 6. На його шкалі відзначається подвоєна величина ексцентриситету.

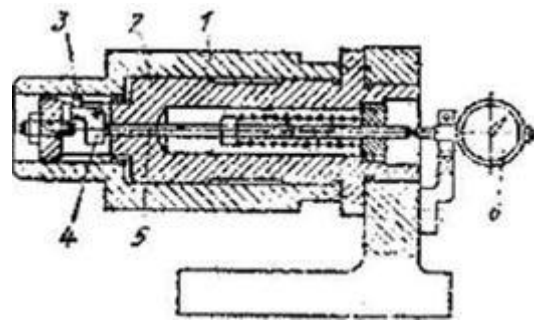
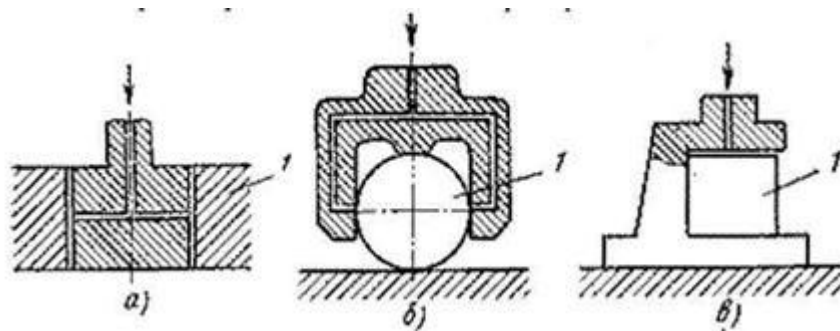


Рисунок 5- Індикаторне пристосування для перевірки співісної двох отворів.



б) діаметру стержнів; в) висоти деталі. Мал. 13.3. Пневматичні пристрої для контролю а) - отворів;



## ***6. Методи проектування вимірювальних пристроїв***

Методи проектування класифікуються:

1) за способами організації виконання проектних процедур (макетування, розрахунок за аналітичними виразами, фізичне моделювання, математичне моделювання);

2) за ступенем автоматизації виконання проектних процедур.

Розглянемо найбільш розповсюджені методи першої групи.

*Макетування.* Виходячи з вимог технічного завдання (ТЗ) на розроблювану ВІС вибираються два-три технологічних процеси, при яких приблизно можуть бути задоволені вимоги ТЗ по функціональних параметрах ВІС. Потім для одержання зразків активних компонентів і базових логічних елементів (ЛЕ) розробляється спеціальна тестова топологічна схема, що повинна включати активні компоненти і базові логічні елементи. Звичайно така схема включає спеціальні тестові компоненти для контролю параметрів фізичної структури і помилок виготовлення.

З допомогою тестової схеми зважаються наступні задачі: вибір декількох типів геометричних конфігурацій активних компонентів і ЛЕ, що приблизно повинні задовольняти схемо-технічні вимоги; нагромадження статистичних даних по параметрах активних компонентів і ЛЕ в різних режимах роботи; дослідження характеру і визначення параметрів паразитних зв'язків між компонентами ВІС; контроль процесів виготовлення фотошаблонів і фотолітографії та визначення мінімально допустимих розмірів топологічних елементів, а також запасів на суміщення, необхідних при вирішенні топологічних задач; виявлення систематичних помилок процесів виготовлення фотошаблонів і фотолітографії для обліку їх при розробці топологічних схем.

При розробці тестової схеми необхідно враховувати можливість вибору того чи іншого технологічного методу виготовлення ВІС. Якщо ні

по одній з наявних технологій неможливо спроектувати дану ВІС, що задовольняє вимогам ТЗ, що визначаються на етапі синтезу й аналізу принципової електричної схеми, то необхідно сформулювати вимоги до заново розроблювального технологічного процесу. При цьому на підставі довідкових даних і наявного досвіду визначаються найбільш перспективні для розроблювальної схеми фізико-топологічні параметри (геометрія активних і пасивних компонентів, дифузійний профіль і т.д.).

На отриманих зразках активних компонентів збирається макет ВІС, що потім досліджується методами, традиційними для звичайної схемотехніки на дискретних компонентах.

Основні недоліки макетування: висока вартість і значний час проектування. Основна перевага – вірогідність результатів.

*Розрахунок за аналітичними виразами.* Для одержання формул, що зв'язують вихідні параметри ВІС (функціональні та вимірювані) із внутрішніми параметрами компонентів, робляться значні спрощення (наприклад, експонентні вольт-амперні залежності вважаються лінійними).

По складності аналітичні вирази орієнтовані на обчислювальну потужність наявних у розпорядженні кожного розробника засобів – “людський мозок”, логарифмічна лінійка, мікрокалькулятор, програмувальний мікрокалькулятор, персональна ЕОМ і т.д. Основні недоліки даного методу проектування ВІС – висока трудомісткість виведення формул і, як правило, низька точність розрахунків. Основна перевага – доступність.

*Фізичне моделювання* полягає у вивченні об'єктів однієї фізичної природи за допомогою об'єктів, що мають іншу фізичну природу, але однаковий з ними математичний опис. В основі методу лежить принцип подібності (аналогій). Найбільш відомим прикладом є застосування електролітичних ванн при моделюванні поля чи потенціалів у транзисторній структурі.

*Математичне моделювання.* Найбільш істотна відмінність цього методу в тому, що математичні моделі ВІС отримують при мінімальних спрощеннях і вони більш адекватно описують процеси, що відбуваються в реальних пристроях. Крім того, при математичному моделюванні (і тільки при ньому) можна математично “точно” вирішувати екстремальні і статистичні задачі, що визначають якість проектування.

За ступенем автоматизації виконання проектних процедур методи проектування поділяються на *ручні*, *автоматизовані* й *автоматичні*. Звичайно, цей розподіл умовний, тому що з розвитком засобів обчислювальної техніки, а також у зв'язку з успіхами обчислювальної математики, роль автоматичного проектування постійно зростає.

Описувати проектовану ВІС можна на різних рівнях – поведінковому (архітектурному), структурному й ін. Створення автоматичних систем проектування вимагає вирішення ряду складних проблем: структурного синтезу на всіх етапах проектування ВІС, екстракції (відновлення принципової електричної схеми по відомій топології), поетапної верифікації й організації взаємозалежного контролю на всіх етапах проектування, організації підтримки й удосконалення бази знань, забезпечення можливості моделювання розроблюваної ВІС разом з іншими функціональними вузлами в складі складної технічної системи (обчислювальної, радіолокаційної, радіонавігаційної і т.д.).

Важливою проблемою, яку вдалося вирішити за допомогою автоматичних систем, є відносно простий перехід при проектуванні ВІС від одних конструктивно-технологічних обмежень до інших.

### **Контрольні питання:**

1 Для чого використовують контрольні пристосування на виробництві?

2 Для чого використовують затискні пристрої в контрольних пристосуваннях?

3 Пристрої, що працюють за принципом нормальних калібрів?

4 Основне призначення корпусів контрольних пристосувань?

5. Перечисліть основні складові елементи вимірювальних пристосувань.

6. Дайте характеристику кожного метода проектування пристосувань.

**Література:** (Б2), с. 249...263

## Лекція 38

### Автоматизація проектуємих пристроїв

#### План

**7** Автоматизація пристосувань. Загальні відомості

**8** Види автоматизованих пристосувань

**9** Ризик параметричної відмови технологічної складальної системи (Д1), с. 269...272.

**10** Основи керування технологічними процесами та системами (Д1), с. 272...277

**11** Методи та засоби керування технологічним процесом (Д1), с. 277...298

**12** Точність вимірювальних пристосувань (Б2), с.195...199

#### **7 Автоматизація пристосувань. Загальні відомості**

Аналіз різних операцій механічної обробки і зборки показує, що доля допоміжного часу в штучному досягає 40%. Впровадження швидкісного різання привело до подальшого збільшення відсотка допоміжного часу. У цих умовах спостерігається прагнення до часткової і повної (комплексної) автоматизації пристосувань. Цей захід забезпечить підвищення продуктивності внаслідок скорочення елементів допоміжного часу, полегшення праці, а також звільнення обслуговуючих робітників.

При частковій автоматизації досягається виконання наступних одного або декількох прийомів роботи: установка і зняття заготовок в пристосуванні за допомогою завантажувальних пристроїв різного типу (це особливо ефективно при обробці дрібних і середніх заготовок, установка яких незручна і небезпечна для робітника із-за малих габаритів пристосування і обмеженості робочої зони); закріплення і розкріплення заготовок в пристосуваннях стаціонарного типа або в пристосуваннях на

верстатах для безперервної обробки; зйом і виштовхування заготовок з робочої зони після виконання операції (простими пристроями цього типу є пружинні виштовхувачі, що видаляють заготовку з робочої зони пристосування після її відкріплення); часто роботу виштовхувача блокують з дією затискного пристрою: обертання, фіксація і закріплення поворотних частин багатопозиційних пристосувань; вимірювання заготовок в процесі їх обробки (пристрої, що використовуються для цієї мети, використовують при шліфуванні, хонінгуванні, і інших операціях). У найбільш досконалому виді вимірювальний елемент управляє механізмами виключення і перемикання подачі або механізмами, що зупиняють верстат. Подібні пристрої активного контролю часто є органічною частиною верстата.

При повній автоматизації пристосування використовують відмічені елементи часткової автоматизації. В цьому випадку виконання даної технологічної операції може бути повністю автоматизоване. Обслуговуючий робітник повинен лише своєчасно завантажувати заготовками бункер (магазин) і стежити за роботою і станом верстата і пристосування.

Вживання автоматизованих пристосувань є одне з ефективних напрямів автоматизації технологічних процесів, заснованих на використанні дешевих універсальних верстатів. Такі верстати перетворюються на полуавтомати і автомати. Слід мати на увазі, що в цьому випадку, окрім автоматизованих пристосувань, потрібно мати встроєні або приставні управляючі і транспортуючі пристрої.

При конструюванні автоматизованих верстатних пристосувань особлива увага повинна приділятися проблемі видалення стружки. При обробці сірого чавуну і інших крихких металів стружку можна видаляти з самих важкодоступних місць, застосовуючи обдування стислим повітрям, відсасуючи стружку або змиваючи її струменем ЗОР. У інших випадках стружка удаляється механічно за допомогою скребків або щіток. При

обробці в'язких матеріалів, коли стружка виходить в'юнкою, застосовують інструмент, забезпечений стружколомами, проте це не завжди дає потрібний ефект.

У автоматизованих пристосуваннях повинно повністю унеможливлюватися неправильна установка заготовки. Для цих цілей застосовують блокувальні і запобіжні пристрої, а також контрольні габарити (у автоматичних лініях). При неправильному положенні (або відсутності) заготовки верстат зупиняється і обробка припиняється.

Привод автоматизованих пристосувань може бути механічним, пневматичним, гідравлічним, пневмогідравлічним, електричним, а також комбінованим. Для живлення пневмоприводов необхідна магістраль стислого повітря. Пневмоприводи не придатні для великих сил, оскільки при звичайному тиску стислого повітря їх габарити виходять дуже великими; вони мають малий к.п.д., створюють шум в роботі від відпрацьованого повітря, що випускається в довкілля, і не забезпечують плавного переміщення робочих органів. Їх переваги: порівняльна простота і невисока вартість виготовлення, швидкодія, надійність в роботі, відсутність зворотньої лінії, нечутливість до зміни температури довкілля. Відпрацьоване повітря може бути використане для очищення робочої зони верстата від стружки, а також для видалення заготовок і зібраних вузлів невеликих розмірів.

Гідроприводи малогабаритні, оскільки працюють при високому тиску масла. Вони безшумні і плавні в роботі, мають високі к.п.д. (до 80-90%) і малі запаздвання в спрацьовуванні (0,01—0,02 с.). Їх недолік - необхідність мати індивідуальну або групову насосну станцію з досить ємким резервуаром, точніше виготовлення і у зв'язку з цим вищу вартість, необхідність мати зворотній трубопровід, чутливість до зміни в'язкості масла при його нагріві.

Пневмо- і гідроприводи не бояться перевантаження і можуть бути вбудовані в системи автоматичного управління.

Електроприводи характеризуються найбільшою швидкістю спрацьовування, малою витратою енергії, більшими, чим в гідроприводах, габаритами і вагою, чутливістю до перевантажень і нагріву і декілька меншою надійність в роботі. Їх к.п.д. вище, ніж в пневмо- і гідроприводах.

## 8 Види автоматизованих пристосувань

На рис. 1 приведена схема пневматичного пристосування для свердління отворів в циліндричних заготовках з подачею їх з магазину. Механізм подачі вертикально-свердлильного верстата змінений для здобуття безперервного зворотньо-поступального руху шпинделя. На вал рейкового колеса (само рєчнє колесо видалене) насаджений кулачок подачі 1. Кулачок 2 управляє золотником 3, регулюючим вступ повітря в пневматический циліндр 4 затискні пристрої. Відпрацьоване повітря, виходячи через вал 5, очищає пристосування від стружки. Обратний хід шпинделя здійснюється пружиною або вантажем.

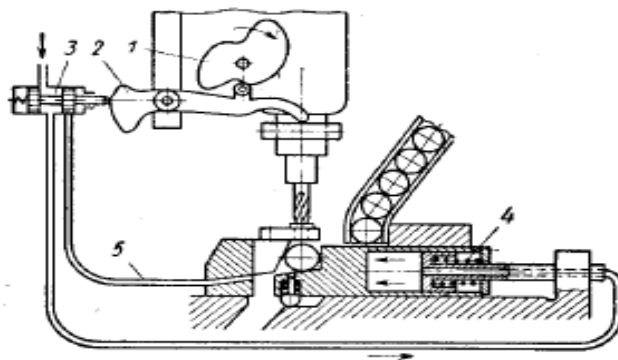


Рисунок 1 – Схема автоматизованого пневматичного кондуктора для свердління отворів у втулках

На рис. 2, а показано автоматизоване пристосування до двостороннього верстата для зняття фасок в отворах втулок. Пристосування має два гідроциліндри. Циліндр 1 використовується для



закріплення заготовок, циліндр 2 служить для подачі заготовок з лотка 3 на робочу позицію 4 і виштовхування з неї оброблених деталей. Управління циліндрами (рис. 2, б) 1 і 2 здійснюється золотниками 3 і 4, на які діє кулачок 5, закріплений на одній з шпиндельних бабок.

На рис. 3 представлена схема автоматизованого пристосування до плоскошліфувального верстата для обробки торців кілець, заготовки 1 яких з магазину 2 подаються на електромагнітний стіл 3 за допомогою сепаратора 4, що періодично повертається на кут  $60^\circ$ . Цей же сепаратор скидає прошлифоване кільце з патрона. Подача постійного струму в обмотки столу і виключення його в потрібний момент здійснюються переривачем 5.

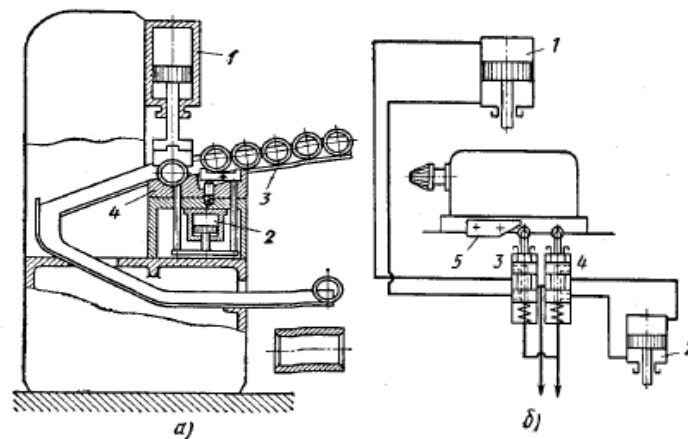


Рисунок 2 - Схема автоматизованого пристосування до двошпіндельного верстата для зняття фасок у втулках

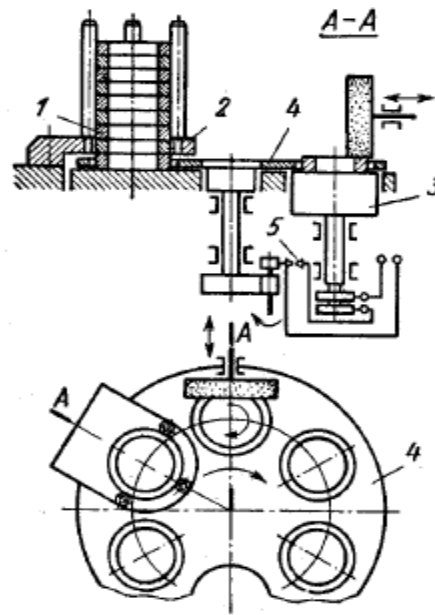


Рисунок 3 - Схема автоматизованого пристосування до плоскошліфувального верстата

### Контрольні питання:

- 1 Для чого необхідно здійснювати автоматизацію пристосувань?
- 2 Охарактеризуйте схему автоматизованого пневматичного кондуктора для свердління отворів у втулках?
- 3 Охарактеризуйте схему автоматизованого пристосування до двошпіндельного верстата для зняття фасок у втулках?
- 4 Опишіть ризик параметричної відмови технологічної складальної системи.
- 5 Що відносять до основи керування технологічними процесами та системами
- 6 Дайте характеристику методів та засобів керування технологічним процесом
- 7 Дайте характеристику точності вимірювальних пристосувань

**Література:** (Б2), с. 264...270, (Д1), с. 269...298, (Б2), с.195...199

## Лекція 39

### Пристосування для автоматичних ліній

#### План

**13** Стаціонарні пристосування для автоматичних ліній. Загальні відомості, схеми

**14** Пристосування – супутники. Загальні відомості, схеми

**13 Стаціонарні пристосування для автоматичних ліній. Загальні відомості, схеми**

На автоматичних лініях знаходять застосування два типи пристосувань: стаціонарні і пристосування-супутники.

Стаціонарні пристосування вмонтовують на окремі агрегати автоматичної лінії; у них подаються, встановлюються, закріплюються і обробляються заготовки з належним направленням ріжучого інструменту. Після виконання необхідного об'єму роботи заготовка розкріпляється, винімається з пристосування і передається на транспортуючий пристрій для переміщення на наступний агрегат.

Зазвичай використовують одномісні однопозиційні пристосування. Рідше зустрічаються багатопозиційні (поворотні) пристосування і багатомісні пристосування. Стаціонарні пристосування автоматичних ліній виконують ті ж функції, що і звичайні пристосування. Проте, їх конструкція і пристрій мають специфічні відмінності.

Перш за все подача і установка заготовок в ці пристосування повинні здійснюватися простим рухом транспортуючого пристрою лінії. Вельми часто настановчі елементи пристосувань у вигляді опорних пластинок є продовженням направляючих планок транспортуючого пристрою і розташовуються з ними на одному рівні. Введення заготовок в

пристосування по складним траєкторіях мало придатне, оскільки це ускладнює і здорожує лінію.

За цих умов настановчі елементи вигідно викоувати висувними. Так, наприклад, при обробці корпусних деталей установку виконують на нижню площину і два базових циліндричних отвори. Як настановчі елементи в даному випадку використовують опорні планки і два висувні пальці з конічними фасками. Після введення заготовки в пристосування кроковим транспортером ці пальці висуваються; їх конічні елементи вирівнюють заготовку, а циліндрична частина пальців точно фіксує її положення в пристосуванні. Якщо настановчі елементи нерухомі, то точна фіксація заготовки по її базах досягається додатковими притискаючи ми пристроями — досилателями, які забезпечують щільний контакт базових поверхонь заготовки з настановчими елементами пристосування.

Для попередження браку і аварій в пристосуваннях часто передбачають автоматичний контроль правильності положення заготовки. Цей контроль здійснюється з використанням пневматичних, електричних і інших датчиків, що перевіряють положення заготовки по її базовим додаткових поверхням. Незрідка контроль здійснюється побічно - по положенню фіксаторів. Якщо, наприклад, фіксуючий палець не увійшов до базового отвору заготовки на потрібну глибину, то її положення вважається за неправильне і виконання операції уривається.

Робота пристосувань має бути чітко погоджена з діями агрегату і транспортуючого пристрою. Питання конструювання цих пристосувань безпосередньо пов'язані з проектуванням автоматичної лінії і розробкою виконуваного на ній технологічного процесу. Пристосування автоматичних ліній мають бути надійними і безвідмовними в роботі. Особлива увага приділяється очищенню пристосувань від стружки шляхом створення похилих стінок в корпусах пристосувань, а також перерахованим раніше заходам її видалення.

Наявність висувних настановчих елементів і фіксаторів викликає збільшення похибки установки заготовки. Для забезпечення заданої якості продукції важливе виконання розрахунків на точність обробки і використання заходів, що забезпечують витримування допуску на заданий розмір. Зокрема, для пристосувань вказаного типу більше значення набуває жорсткість і розрахунок сил затиску. Затискний пристрій має бути достатньо надійним. Його часто виконують самотормозящим шляхом введення клинів і інших замикаючих елементів. В цьому випадку падіння тиску в магістралі стислого повітря, від якої підпитуються пневмоциліндри затискного механізму, не ослаблюють затискання заготовки.

Затискний пристрій не повинен викликати деформацій заготовки, величина яких може знизити задану точність обробки. При складних формах заготовки величина сили затиску і схема закріплення заготовки повинні перевірятися експериментально на стадії ескізного опрацювання пристосування. При простіших формах заготовки деформація може бути визначена розрахунком.

На рис. 1 показана схема пристосування для обробки корпусної деталі на автоматичній лінії. Заготовка 1 переміщується по планках 2 кроковим транспортером з собачками 3 на строго певну відстань. Штанга транспортера проходить знизу під пристосуванням, а його планки лежать на одному рівні з опорними планками пристосування. Остаточна фіксація заготовки відбувається по двох базових отворах висувними пальцями 4, а закріплення - за допомогою гідроциліндра 5. Керування гідроциліндрами крокового транспортера, висувних пальців і затиску виконується механізмом синхронізації автоматичної лінії.

#### **14 Пристосування – супутники. Загальні відомості, схеми**

Пристосування-супутники є пристроями які супроводжують закріплену в них заготовку по всіх агрегатах автоматичної лінії. За

допомогою пристосувань-спутників досить просто вирішується завдання введення заготовок в стаціонарні пристосування, встановлені на різних агрегатах лінії. Пристосування-спутники застосовують найчастіше для обробки заготовок складної конфігурації, виконуючи принцип постійності настановчих баз. В якості останніх використовують досить розвинені поверхні заготовки, що забезпечують її стійке положення в пристосуванні. Всі стадії обробки виконуються при одному закріпленні заготовки.

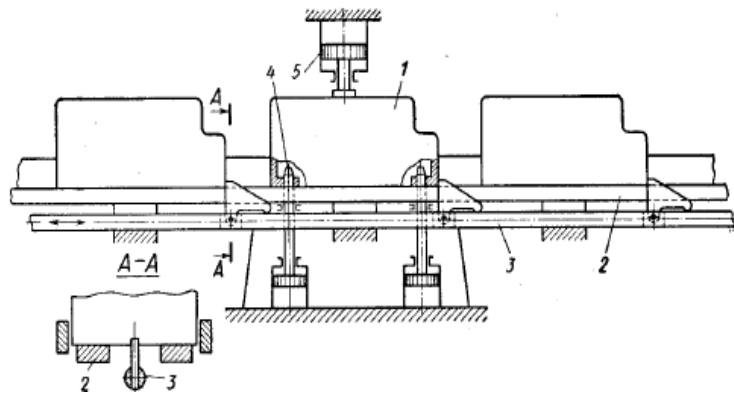


Рисунок 1 – Схема пристосування для переміщення і установки корпусних заготовок на автоматичній лінії

Пристосування – супутник в простому випадку є плитою прямокутної форми в плані, яка із закріпленою на ній заготовкою послідовно переміщається по всій лінії за допомогою крокового або, рідше, ланцюгового транспортера. На початку лінії на супутнику встановлюється і закріплюється заготовка; в кінці лінії вона відкріпляється і знімається. Повернення супутників у вихідне положення виконується спеціальним транспортером (або ланцюгом). Кількість супутників на лінії, як правило, перевищує кількість агрегатів, на яких виконується обробка.

Плита або корпус супутника повинні мати досить розвинену опорну площину; для напрямку супутника використовують пази або бічні майданчики. Цими елементами він ковзає по планках транспортуючого

пристрою в процесі свого переміщення. На рис. 2, а показано схематичне зображення супутника. До корпусу 1 прикручені сталеві загартовані планки 2, якими він прямує по елементах транспортуючого пристрою 3.

На рис. 2, б (поперечний розріз) показаний інший варіант напрямку супутника. Плита 1 ковзає по опорних планках 2, а бічний напрям забезпечується пластиною 3. Супутник на робочій позиції фіксується за допомогою двох (або одного) пальців 4 з конічною частиною (рис. 2, а). Пальці висуваються гідроциліндрами і входять в загартовані втулки 5, запресовані в плиту супутника. В результаті цього забезпечується тривале збереження високої точності фіксації.

На робочій позиції плита супутника має бути притиснута до підставки стаціонарного пристосування, в яке він введений транспортуючим пристроєм. Цей притиск здійснюється безпосередньо або через заготовку при допомозі пневмо- або гідроциліндра. Для більшої надійності закріплення часто виконується через клинову самотормозящу систему. Супутники зазвичай переміщуються за допомогою крокового пристрою, дія якого аналогічно дії пристрою, показаного на рис. 1.

Закріплення заготовки на плиті супутника виконується після її установки на ті або інші бази за допомогою гвинтових прихватів рис.1, а вручну або за допомогою допоміжних агрегатів. В якості останніх найчастіше використовують електро- або пневмо гвинторозгортаючі пристрої (гайковерти), змонтовані на стаціонарних стійках на початку і в кінці (для розкріплення заготовок) ліній.

Використання пневматичних або гідравлічних затискних пристроїв ускладнене, оскільки підведення стислого повітря або рідини до рухомого супутника вельми складне.

На рис. 2,б показаний інший спосіб закріплення заготовки на плиті супутника за допомогою пружинних Г-подібних прихватів 1. При установці і знятті заготовки 2 ці прихвати віджимаються вгору при

допомозі пневмо- або гідроциліндра 3. Цей спосіб закріплення забезпечує постійну, але недостатньо велику силу затиску.

На рис. 2, г показана принципова схема пристрою для затягування гвинтового затиску 1 супутника. На валу 2 по ковзальній шпонці переміщається муфта 3 з торцевим ключем. Обертання на вал передається від електродвигуна 4 через пару конічних і пару циліндричних зубчастих коліс. На проміжковому валу 5 змонтована фрикційна муфта 6, що передає на вал 2 заздалегідь встановлений крутний момент. При подачі масла у верхню порожнину гідроциліндра 7 через систему важеля 8 відбувається підведення ключа і включення електродвигуна від пускового пристрою 9. Через певний проміжок часу відбувається подача масла в нижню порожнину циліндра. Ключ відводиться у вихідне положення, і електродвигун зупиняється. У досконаліших системах заготовка встановлюється і закріплюється, а також звільняється і знімається з супутника за допомогою спеціальних автоматичних пристроїв. Окрім розглянутих простих супутників, зустрічаються супутники поворотні для багатопозиційної обробки, а також супутники для багатомісної обробки.

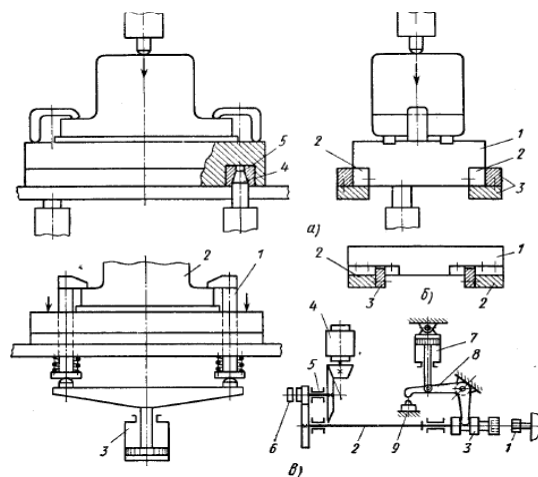


Рисунок 2 – Типи пристосувань супутників для автоматичних ліній



**Контрольні питання:**

**1** Для чого застосовують стаціонарні пристосування на автоматичних лініях?

**2** Типи пристосувань супутників для автоматичних ліній?

**Література:** (Б2), с. 270...277

## Лекція 40

### Специфіка виготовлення пристосувань

#### План

**15** Специфіка виготовлення пристосувань. Загальні відомості

**16** Специфіка виготовлення деталей в пристосуванні з точно координованими отворами

*17 Науково-технічна творчість та її особливість (ДЗ), с. 80...85*

*18 Методи пошуку рішень науково– технічних задач. Метод контрольних запитань (ДЗ), с. 100...105*

*19 Раціоналізація та винахідливість. Визначення понять. (ДЗ), с. 203...207*

*20 Порядок подання розглядання та визначення раціональної пропозиції до використання (ДЗ), с. 207...210*

#### **15 Специфіка виготовлення пристосувань. Загальні відомості**

Виготовлення пристосувань здійснюється різними методами. Пристосування універсального типу випускаються в достатніх кількостях для вкомплектування нових верстатів і діючого верстатного устаткування; значна частина їх стандартизована (трьох- і чотирьохкулачкові патрони, плити і інші пристрої) або затверджена як державні нормалі. Виготовлення цих пристосувань зосереджено на спеціалізованих заводах або в спеціальних цехах верстатоінструментальних заводів і здійснюється за принципами, потоково-масового або багатосерійного виробництва. Аналогічним чином виготовляють нормалізовані пристосування, а також вузли і окремі деталі до них.

Спеціальні пристосування виготовляють одиничним порядком або малими партіями в інструментальних цехах машинобудівних заводів (для

власних потреб) і верстатобудівними заводами (для оснащення тих, що випускаються спеціальні верстати). Пристосування поставляються замовникам в налагодженому стані. Виготовлення спеціальних пристосувань носить характер одиничного виробництва. При широкому використанні нормальних і стандартних елементів їх виготовлення може бути організоване за принципом серійного виробництва на спеціалізованих заводах.

При широкій номенклатурі виробів і великому об'ємі випуска ці заводи обслуговують групи прикріплених підприємств. Спеціалізація виробництва і можливість ефективного використання спеціального устаткування забезпечують виготовлення пристосувань в більш стислі терміни і меншою собівартістю. Заготовки для деталей спеціальних пристосувань виконують методами, властивими одиничному виробництву. Литі заготовки отримують відливанням в землю з формуванням в дерев'яні моделі; поковки виконують вільним куванням, а дрібні деталі обробляють з сортового матеріалу. Заготовки середніх і крупних розмірів складної конфігурації (корпуси пристосувань, стійки, кронштейни і т. п.) часто отримують зваркою.

Литі заготовки відповідальних деталей (корпуси пристосувань) перед остаточною механічною обробкою необхідно піддавати обдиранню і природньому або штучному старінню для зняття залишкової напруги.

Зварні заготовки отримують із заздалегідь заготовлених елементів (плит, планок, шайб, втулок). Їх очищають від іржі і масла, збирають на струбцинах або іншими механічними засобами; правильність їх взаємного положення ретельно вивіряють і прихоплюють в окремих точках. Після зняття струбцин виконують перевірку, а потім накладають основні шви.

Для зменшення деформацій переважно використовують дугове електрозварювання. Газова зварка застосовується для тонких деталей з товщиною до 4 мм. Зменшення деформацій вузла забезпечується також при накладенні переривистих зварних швів.

Для зняття залишкової напруги зварні заготовки підвергають нагріву протягом 1,5—2 ч при температурі 600—650° С. При великих розмірах вузла, коли нагрів затруднений, проковивають шви молотком. Деталі спеціальних пристосувань різні, точність їх виготовлення відповідає зазвичай 2—3-у класам, тому механічна обробка виконується робочими високої кваліфікації. Обробку нормалізованих деталей ведуть партіями на задалегідь налагоджених верстатах, частенько по методу послідовної, паралельної або паралельно-последовательної концентрації переходів.

## **16 Специфіка виготовлення деталей в пристосуванні з точно координованими отворами**

Специфічним є виготовлення деталей з точно координованими отворами (корпусів свердлильних і розточувальних пристосувань, накладних кондукторів, дисків, ділильних пристроїв і т. п.). При невеликих допусках на міжосьові відстані (соті і тисячні долі мм) звичайні методи розмітки і розточування не забезпечують потрібного результату. При більшому об'ємі робіт по виконанню точно координованих отворів доцільно застосовувати координатно-розточувальні верстати, на яких забезпечується висока точність отворів з паралельними, а за наявності поворотного столу — з перетинаючимися або перехрещуючимися вісями. Застосовуючи спеціальні планетарні головки, на цих верстатах можна вести також шліфування точно розташованих отворів, круглих пазів і криволінійних поверхонь.

При малому завантаженні координатно-розточувальних верстатів їх висока вартість не окупається. Тому на невеликих заводах застосовують спрощені методи здобуття точно розташованих отворів на верстатах універсального типу.

Розточування по еталонних втулках здійснюється на точних токарних, горизонтально-розточувальних або вертикально фрезерних

верстатах. Положення вісей розмічають на заготовці простим способом. Потім по цій розмітці свердлять отвори і нарізають в них різі. Діаметр отворів має бути менше діаметру розточування. На лицьовій стороні деталі прикручують еталонні втулки, зовнішній діаметр яких має закруглений розмір (15, 20 і 30 мм). Відстань між втулками 1 точно встановлюється за допомогою мірних плиток 2 (рис. 1, а). Потім втулки остаточно кріплять до заготовки 3, затягуючи гвинти 4. Необхідний розмір набору плиток 1 легко підрахувати, знаючи задану міжосьову відстань  $L$  і розміри втулок  $r$ . Заготовку із закріпленими втулками встановлюють на планшайбу токарного верстата, так аби вісь однієї з втулок збіглася з віссю шпинделя з вивірянням по індикатору (рис. 1, б). Добившись точної установки заготовки, втулку знімають, і отвір розточують до потрібного розміру. Таким чином, вісь розточеного отвору точно збігається з віссю еталонної втулки. Аналогічно розточують останні отвори деталі. Так забезпечують точність міжосьової відстані до 0,01 мм.

Простіше точно розточувати отвори можна на токарному верстаті без попередньої розмітки. Заготовку 1 (рис. 2, а) кріплять на планшайбі токарного верстата прихватами 2. Точну установку заготовки виконують по закріпленому на планшайбі косинцю 3 за допомогою мірних плиток 4.

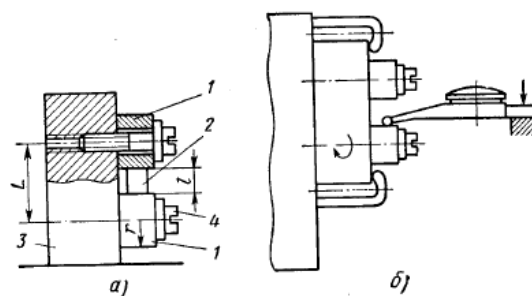


Рисунок 1 – Схема установки еталонних втулок і вивіряння положення деталі по індикатору

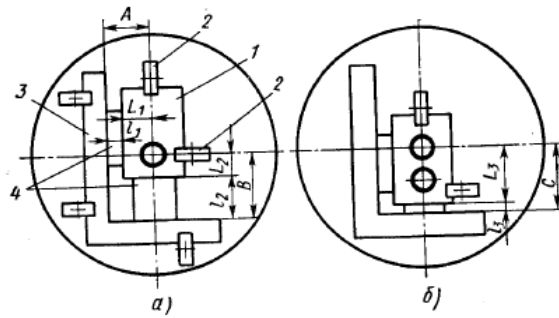


Рисунок 2 – Схема розточування точно координованих отворів з установкою по косинцю і мірним плиткам: а – розточування верхнього отвору, б - розточування нижнього отвору

При обробці (або контролі) похилих майданчиків, положення яких на деталі задано певними кутами, застосовують синусні плити, встановлені на три сферичні опори. Знаючи відстань між опорами, можна розрахувати висоту підставок, для того, щоб оброблювана (контрольована) деталь займала те або інше похиле положення.

Застосовують також синусні плити в комбінації з ділильними пристроями. На них можна розмічати і шліфувати деталі, використовуючи знімні магнітні плити. Плита встановлюється під необхідним кутом до горизонтальної площини за допомогою мірних плиток з високою точністю.

Для досягнення заданої точності при виготовленні пристосувань застосовують спарену (спільну) обробку (одночасне розточування зв'язаних деталей, розгортання, шліфування), а також перенесення розмірів з однієї деталі на іншу. Механічну обробку ведуть на універсальних верстатах, використовуючи інструменти і пристосування загального призначення.

Великі можливості в частині скорочення термінів і собівартості виготовлення пристосувань для серійного виробництва дає використання пластмас.

**Контрольні питання:**

- 1 Опишіть схему установки еталонних втулок і вивіряння положення деталі по індикатору?
- 2 Опишіть схему розточування точно координованих отворів з установкою по косинцю і мірним плиткам?
- 3 Науково-технічна творчість та її особливість
- 4 Опишіть методи пошуку рішень науково– технічних задач та метод контрольних запитань
- 5 Раціоналізація та винахідливість. Дайте поняття.
- 6 Охарактеризуйте порядок подання розглядання та визначення раціональної пропозиції до використання

**Література:** (Б2), с. 278...283, (Д3), с. 80...85, (Д3), с. 100...105, (Д3), с. 203...210

## Лекція 41

### Авторське право

#### План

21 Авторське право загальні відомості

22. Становлення авторського права в Україні

23 *Основи патентоведення. Сутність патентоведення. Відкриття та винахідливість. (ДЗ), с. 422...426*

#### 21 Авторське право загальні відомості

**Авторське право** є інститутом цивільного права і ключовою галуззю права інтелектуальної власності; воно призначене захищати зовнішню форму вираження об'єкта (твір, малюнок, збірник, фотографія та інше), тобто їхнє «матеріальне втілення». Авторське право не може використовуватись для захисту абстрактних ідей, концепцій, фактів, стилів та технік, що можуть бути використані у творі.

Авторське право історично виникло внаслідок потреби захистити права авторів літературних творів та творів мистецтва; нині Авторське право поширюється фактично на будь-які результати творчої діяльності, включаючи комп'ютерні програми, бази даних, фільми, фотографії і скульптури, архітектурні проекти, рекламні проспекти, карти і технічні креслення.

**Авторські права** — це набір суб'єктивних виключних прав, які дозволяють авторам літературних, мистецьких та наукових творів отримати соціальні блага від результатів своєї творчої діяльності

#### Що може бути захищене авторським правом

Практично всі інтелектуальні твори можуть бути захищені як інтелектуальна власність. Інтелектуальна власність ділить всесвіт інтелектуальної творчості на три галузі:

- авторські права;



- торгові марки;
- патенти.

Авторське право захищає вираз, товарний знак, імена, патенти та ідеї. Воно захищає творчі вираження, які були зведені до матеріальної форми, такі як книги, частина музичних записів, комп'ютерних програм, сценарії, картини, фотографії, або кіно.

Товарний знак захищає торгові марки, буквальне маркування елементів у торгівлі. Ідея торгової марки є захист споживачів, надаючи їм деяку упевненість, що елементи, фірми певної марки є справжніми і точно можна сказати де вони виготовились.

Патент захищає інновації.

Основним положенням АП є монопольне право автора на обнародування твору — дію, завдяки якій твір уперше стає доступним для публіки. За життя автора ніхто, крім самого автора, не вправі вирішувати, чи буде випущено у світ його твір, а якщо буде, то коли і яким чином.

В основі систематизації комплексу прав, які охоплюється поняттям «авторське право», лежить їхній поділ на *майнові* та *немайнові*. Ці два види прав відрізняються один від одного тим, що майнові права автор може передати третій особі, а немайнові права автора є його невід'ємними правами — і тому не можуть бути передані будь-кому іншому. Строк чинності немайнових прав не обмежується, строк чинності майнових прав встановлюється міжнародними договорами та національним законодавством.

Строк дії авторського права

---

Відповідно, до українського законодавства АП діє протягом усього життя автора й 70 років після його смерті. Якщо твір оприлюднено анонімно або під псевдонімом, який не прямо асоціюється з конкретною людиною й не є загально відомим, то АП діє лише протягом 70 років після оприлюднення твору. Якщо твір був створений у співавторстві, АП діє протягом життя його авторів і 70 років після смерті останнього з них.

Після завершення строку дії АП твори переходять до суспільного надбання. Це означає, що будь-хто може їх вільно використовувати без виплати авторської винагороди нащадкам автора.

### Межі авторського права

---

Авторське право захищає матеріальне втілення ідеї, а не саму ідею. Цей принцип є ключовою відмінністю між правовими режимами захисту об'єктів промислової власності та об'єктів авторського права.

## 22 Становлення авторського права в Україні

6 лютого 1929 р. постановою Центрального виконавчого комітету і Ради народних комісарів УСРР було затверджено перший український Закон «Про авторське право». Закон складався з 32 статей, був спрямований на стимулювання творчості, захист прав авторів і базувався на Основах авторського права Союзу РСР 1928 р. Прийняттю цього закону передувало бурхливе десятиліття боротьби і пошуків нових форм діяльності у різних сферах життя, зокрема і в галузі авторського права. Зокрема, було прийнято ряд постанов, які суперечили принципам авторського права як такими і свободі та правам людини загалом.

Наприклад, у декреті РНК від 11 березня 1919 р. «Про відміну спадкування» мовилося: «Право спадкування як за законом, так і за духовним заповітом на все майно, що перебуває на території Української Соціалістичної Радянської Республіки, незалежно від громадянства спадкоємців, скасовується». А в постанові Всеукраїнського кінокомітету від 2 квітня 1919 р. «Про заборону приватних кіно- і фотозйомок вуличних подій, маніфестацій тощо» зазначалося: «Від дня опублікування цієї постанови забороняється в межах усієї України будь-яка приватна вулична кіно- і фотозйомка вуличних подій, маніфестацій, пересування військ тощо. Всі наявні в приватних руках вуличні кіно- і фотозйомки, зроблені після 1 січня 1919 р., повинні бути подані до Всеукраїнського комітету.

Невиконання цієї постанови тягне за собою передачу суду революційного трибуналу і конфіскацію апаратів».

30 січня 1925 р. ЦВК і РНК Союзу РСР прийняли постанову «Про основи авторського права». Постановою ЦВК та РНК СРСР від 16 травня 1928 р. були затверджені Основи авторського права в новій редакції, які з певними змінами та доповненнями, діяли на території України до початку 60-х рр. ХХ ст. Ці акти хоча й передбачали можливість примусового викупу авторського права на будь-який твір за рішенням Уряду СРСР, проте розглядали це як тимчасовий захід, який практично не застосовувався. За всіма авторами визнавалося виключне право на створені ними твори, яке за Законом 1925 р. мало чинність 25 років від моменту першого видання або першого публічного виконання твору, а з 1928 р. стало довічним правом автора щодо більшості творів. Передбачався перехід авторських прав до спадкоємців на 15 років після смерті автора. Використання творів дозволялося не інакше як на підставі договорів з авторами, умови яких детально регулювалися законом. Разом з тим Основи авторського права містили широкий перелік випадків вільного використання творів.

18 липня 1963 р. Закон Української РСР затвердив Цивільний кодекс Української РСР, четвертий розділ якого (статті 475–513) був присвячений авторському праву. У зв'язку із приєднанням СРСР у травні 1973 р. до Всесвітньої конвенції про авторське право (1952) до четвертого розділу Цивільного кодексу УРСР були внесені певні зміни та доповнення.

З утворенням України як самостійної держави й орієнтацією її на розвиток ринкових відносин дався ознаки недостатній рівень охорони в ній авторських прав. Виникла потреба у зміні чинного законодавства про авторське право, приведенні його у відповідність до міжнародного законодавства. З прийняттям Верховною Радою України 23 грудня 1993 р. Закону України «Про авторське право і суміжні права», який набув чинності з дня опублікування — 23 лютого 1994 р., та з

ухваленням 16 січня 2003 р. Цивільного кодексу України, глава 36 якого присвячена авторському праву, інших законодавчих актів в Україні було створено правову базу для цивілізованого регулювання відносин, пов'язаних із використанням творів науки, літератури, мистецтва.

**Контрольні питання:**

1. Дайте визначення авторське право
2. Що може бути захищено авторським правом.
3. Опишіть становлення авторського права на Україні.

## Лекція 42

### Прийомка та періодичний контроль пристосувань в процесі їх експлуатації

#### План

24 Прийомка і контроль пристосувань. Коротка характеристика

25 Схема перевірки розточувального пристосування по еталонній деталі

#### 24 Прийомка і контроль пристосувань. Коротка характеристика

Виготовлене пристосування повинно пройти ретельну перевірку перед здачею його в експлуатацію. Перевіркою передбачається зовнішній огляд, контроль комплектності згідно з кресленням, контроль правильності виготовлення пристосування по основним його елементам і сполученням (плавність і легкість переміщень, відсутність заїдань і т. п.), опробовування пристосування в роботі з виконанням необхідних регулювань і доводочних робіт (перевірка дії настановчих і зажимних механізмів, поворотних пристроїв, фіксаторів, виштовхувачів і т. п.) і контролю пристосування на точність виконуваної ним роботи.

Контроль точності виготовлення верстатних і складальних пристосувань зазвичай здійснюють трьома способами: виміром тих розмірів пристосування, від яких залежить точність його роботи; пробною обробкою декількох заготовок (збіркою декількох вузлів) з подальшим контролем їх якості універсальними вимірювальними засобами, калібрами або контрольними пристосуваннями; використанням для контролю еталонних деталей.

Перший спосіб, здійснюється за допомогою універсальних вимірювальних інструментів, трудомісткий і виконується

висококваліфікованими контролерами. Другий спосіб є чисто функціональним, він зручніший для виробничих умов, але пов'язаний з втратою пробних заготовок. Третій спосіб полягає в тому, що в пристосування встановлюють еталонну деталь, положення якої перевіряють відносно направляючих елементів.

## 25 Схема перевірки розточувального пристосування по еталонній деталі

На рис. 1 показана схема перевірки розміру  $H$  в розточувальному пристосуванні. Замість заготовки в пристосування встановлюють еталонну деталь, в якій розмір, що перевіряється, точно, витриманий. Через направляючі (кондукторні) втулки пропускають еталонну качалку.

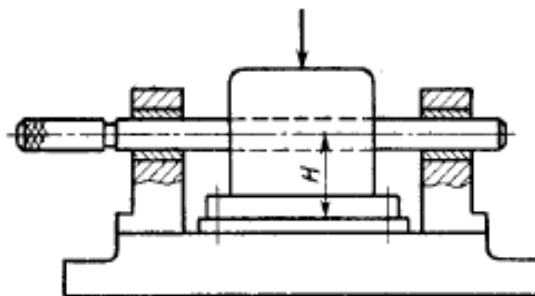


Рисунок 1 – Схема перевірки розточувального пристосування по еталонній деталі

Якщо у виготовленому пристосуванні відстань від площини настановчих елементів до вісі кондукторних втулок не відповідає розміру  $H$ , то качалка не пройде через еталон.

Пристосування періодично оглядають і перевіряють. В умовах серійного виробництва пристосування періодично знімають з верстатів і здають на склад або зберігають біля робочого місця. В цей час їх

оглядають і перевіряють на точність. У масовому виробництві пристосування доводиться перевіряти на верстаті в перервах між змінами. Тут найбільш зручний спосіб контролю по еталонах. На крупних заводах періодична перевірка пристосувань здійснюється спеціальною групою працівників відділу технічного контролю (ВТК). Результати перевірки фіксують в картотеці. На основі періодичних оглядів і перевірок виявляється необхідність профілактичного і поточного ремонту, а також заміни зношених елементів і вузлів пристосувань. Нове контрольне пристосування проходить наладку, перевірку перед здачею в експлуатацію і періодичні перевірки на робітниках і контрольних постах.

При прийманні контрольні пристосування піддають повному метрологічному дослідженню. Його проводять, зіставляючи результати вимірів деталей в пристосуванні з результатами виміру їх універсальними інструментами. Похибки вимірювання аналізують і визначають стабільність роботи контрольного пристосування. На прийняте контрольне пристосування складають атестат, інструкцію для користування і карту періодичної перевірки.

Періодична перевірка контрольних пристосувань в процесі їх експлуатації здійснюється ВТК. Якщо парк пристосувань невеликий (не більше 100—150 шт.), перевірку зазвичай виконують інспектора центральної вимірювальної лабораторії (ЦВЛ). Перевірку здійснюють по спеціальній інструкції. Для її виконання потрібно мати креслення пристосування і карту періодичної перевірки. Після ремонту пристосування проходять контрольну перевірку на опорному пункті ВТК. Вимірювання при перевірці пристосування виконують універсальними пристосуваннями, а також за допомогою еталонних (зразкових) деталей. Останні використовують для періодичного налаштування контрольних пристосувань, забезпечених відліковими вимірювальними засобами (індикаторами, мініметрами і т. п.). На еталонні деталі складають паспорти, а самі вони проходять періодичну перевірку в ЦВЛ.

**Контрольні питання:**

- 1 Яким чином здійснюють контроль пристосувань на підприємствах?
- 2 Схема перевірки розточувального пристосування по еталонній деталі?
- 3 Яким чином здійснюють прийомку пристосувань на підприємствах?

**Література:** (Б2), с. 283...285



## Лекція 43

### Техніко-економічне обґрунтування використання верстатного пристосування

#### План

#### 26 Поряд виконання розрахунків

У процесі проектування пристрою необхідно обґрунтувати економічну ефективність його виготовлення та експлуатації в такій послідовності:

1 Скласти вихідні дані для обчислення собівартості пристрою.

2 Визначити кількісно-калькуляційний час виконання заданої операції без спеціального пристрою або з використанням існуючого пристрою на базовому заводі.

3 Зробити аналіз, за рахунок чого може бути зменшений кількісно-калькуляційний час в процесі впровадження пристрою, що проектується.

4 Розрахувати очікувану економію від впровадження пристроїв та визначити витрати на пристосування.

5 Зробити висновок про економічну доцільність спроектованого пристрою.

Ефективність застосування пристроїв при виконанні технологічних операцій можна оцінити, порівнюючи економію від застосування пристрою із затратами на його виготовлення та експлуатацію:

$$E \geq P,$$

де  $E$  - очікувана економія від застосування пристрою за період, що аналізується, грн.;

$P$  – витрати на пристрій за той самий період, грн.

Очікувана економія розраховується за формулою (13):

$$E = (T_{ш.к} - T_{ш.к}^n) \cdot a_x \cdot N \cdot q,$$

де  $T_{ш.к}$  - штучно – калькуляційний час виконання операції без пристрою або в існуючому пристрої, хв.;

$T_{ш.к}^n$  - очікуваний штучно – калькуляційний час після застосування пристрою, хв.;

$a_x$  - собівартість однієї верстато – хвилини, грн./хв.(табл.1);

$N$  – планова місячна програма, шт.;

$q$  – кількість місяців в аналізованому періоді, міс.

Витрати на пристрій розраховуються за формулою:

$$P = C \cdot N \cdot K,$$

де  $C$  – стала, що залежить від складності пристрою і його габаритних розмірів;

$K$  – коефіцієнт, який вводить конструктор оснащення залежно від вартості металу на підприємстві та інших факторів  $K = 10...15$

Для простих пристроїв беруть  $C = 15$ , для пристроїв середньої складності  $C = 30$ , для складних пристроїв  $C = 45$ .

Пристрій вважається економічно доцільним (рентабельним), якщо річна економія, одержана від його застосування, вища, ніж витрати на його виготовлення.

Таблиця 1 - Собівартість однієї верстато-хвилини, грн./хв.

Роботи	Собівартість	Розряди робіт				
		1	2	3	4	5
Токарні	$a_x$	-	-	0,200	0,207	0,214
Фрезерні	$a_x$	-	-	0,200	0,210	0,214
Свердлильні	$a_x$	-	-	0,180	0,192	0,210
Шліфувальні	$a_x$	-	-	0,200	0,210	0,214

## ЛІТЕРАТУРА

### Базова (Б)

1. Белоусов А.П. Проектування верстатних пристосувань: Навчальний посібник для технікумів. – 3 – є вид., перероб. та доп. – М.: Вища школа, 1980. – 240 с.
2. Корсаков В.С. Основи конструювання пристроїв – М.: Машинобудування, 1971. – 288 с.
3. Пересунько М.П., Башкатова Н.М., Любов В.О., Воєводін А.Б. Проектування технологічного оснащення. – К.: Маріупольський індустріальний технікум, 1996. – 228 с.
4. Гевко Б.М., Дичковський М.Г., Матвійчук А.В. Технологічна оснастка. Контрольні пристрої. Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2009. – 220 с.

### Допоміжна (Д)

- 1 Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування: Навчальний посібник. – Львів: Магнолія 2006, 2007. – 500 с.
- 2 Черпаков Б. І. Техногічна оснастка: Підручник для установ серед. проф. освіти. – М.: Видавничий центр “Академія”, 2003. – 288 с.
- 3 Кузнецов Ю.Н. Патентоведення та авторське право. Підручник. – К.: ООО «ЗМОК» - ООО «ГНОЗИС», 2010. – 446 с.