

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Обробки металів тиском
(назва кафедри, яка відповідає за дисципліну)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Ректор (перший проректор)

“ _____ ” _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Високоенергетичні способи обробки металів тиском

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 131 Прикладна механіка
(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) обладнання та технології пластичного формування
конструкцій машинобудування

(назва спеціалізації)

інститут, факультет машинобудівний
(назва інституту, факультету)

мова навчання українська

Робоча програма «Високоенергетичні способи обробки металів тиском» для студентів спеціальності 131
Прикладна механіка освітня програма (спеціалізація) обладнання та технології пластичного формування
конструкцій машинобудування
 (назва спеціалізації)

„___” _____, 20__ року- __с.

Розробники: проф., канд. техн. наук Дубина В.І.
 (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Обробки металів тиском

Протокол від “___” _____ 2018 року № ___

Завідувач кафедри

доц., к.т.н., Широкобоков В.В.

_____ (Дубина В.І.)
 (підпис) (прізвище та ініціали)

“___” _____ 20__ року

Схвалено науково-методичною комісією машинобудівного факультету

Протокол від. “_21_” грудня _____ 20 18 року № 4

“_21_” _____ грудня _____ 20 18 року Голова _____
 (_____)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми*

“___” _____ 20__ року Керівник групи _____
 (_____)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

*Якщо дисципліна викладається невивусковою кафедрою

_____, 20__ рік

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
1 Опис навчальної дисципліни	4
2 Мета та задачі дисципліни, її місце в навчальному процесі	5
2.2 Завдання вивчення дисципліни	5
2.3 Перелік дисциплін, засвоєння яких необхідно для вивчення та знання таких дисциплін	5
3 Зміст дисципліни	6
3.1 Розподіл навчального часу за модулями, блоками, темами та видами занять	6
3.2 Зміст навчальних занять	8
3.3. Практичні заняття та їх тривалість	9
3.4. Тематика самостійної роботи студентів	10
4 Навчально-методичні матеріали до дисципліни	12
4.1. Основна література	12
5 Модульно-рейтингова система викладання курсу та контролю рівня знань студентів	13
5.1. Контроль рівня знань студентів за модулем 1	13
5.2 Контроль рівня знань студентів за модулем 2	14
5.3 Загальне оцінювання знань студентів при вивченні курсу	15

1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	освітньо-професійна програма «Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування» спеціальності «131 Прикладна механіка» галузі знань «13 Механічна інженерія»	Нормативна (за вибором) професійно-орієнтована дисципліна	
Модулів – 2		Рік підготовки:	
Змістових модулів –		5-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 144/0		10-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента - 5	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>магістр</u>	Лекції	
		28 год.	
		Практичні, семінарські	
		14 год.	
		Лабораторні	
		0 год.	
		Самостійна робота	
		48 год.	
		Індивідуальні завдання: год.	
		Вид контролю: залік	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 48%

для заочної форми навчання –

2 Мета та задачі дисципліни, її місце в навчальному процесі

2.1 Мета викладання дисципліни. Основна мета дисципліни «Високоенергетичні імпульсні методи обробки металів» - вивчення студентами основних питань теорії та технологій різних процесів обробки металів вибухом та обладнань і пристосувань для деформації металів вибухом і одержання виробів в промислових умовах.

2.2 Завдання вивчення дисципліни

Для сучасної науки і техніки часто необхідні матеріали з такими властивостями і форми з них таких розмірів і форм, які неможливо одержати традиційними методами виробництва, включаючи обробку тиском.

Застосування нових, перспективних процесів деформування металів з використанням енергії вибуху суттєво поповнити цю прогалину.

Внаслідок вивчення дисципліни студент повинен знати та уміти:

- фізичні основи обробки металів тиском;
- розробляти, планувати, організовувати технологічні процеси зварювання вибухом металів в твердій фазі: зміцнення металів, штамповки металів вибухом, пресування вибухом некомпактних матеріалів;
- використання методів обробки металів вибухом в промисловості;
- вибирати заготовки та економічне обґрунтування засобу їхнього одержання, складання планів обробки поверхонь деталей.

2.3 Перелік дисциплін, засвоєння яких необхідно для вивчення та знання таких дисциплін

Для глибокого та всебічного розуміння технології обробки металів вибухом необхідно вивчення та знання таких дисциплін:

1. Вища математика;
2. Фізика;
3. Технологія холодного штампування;
4. Технологія гарячого штампування;
5. Технологічні основи машинобудування;
6. Опір матеріалів;
7. Матеріалознавство;
8. Технологія конструкційних матеріалів;
9. Теорія обробки металів тиском;
10. Конструювання та виготовлення штампового оснащення.

3 Зміст дисципліни

Навчальний процес на кафедрі ОМТ в ЗНТУ в умовах кредитно - модульної системи організації навчання здійснюється в таких організаційних формах: навчальні заняття виконання індивідуальних завдань, самостійна робота студентів, практична підготовка, контрольні заходи.

Основні види занять, що входять до складу модулів: лекція, лабораторні заняття, практичне заняття, консультація.

Індивідуальні завдання виконуються студентами самостійно при консультуванні викладачем.

Дисципліна «Високоенергетичні імпульсні методи обробки металів» вивчається на 5 курсі у 10 семестрі і завершується заліком.

Навчальним планом передбачено:

лекцій -28 години;

практичних занять - 14 годин;

самостійної роботи студента - 48 годин;

Загальна кількість — 90 годин (3 кредити)

В умовах кредитно-модульної системи навчальна дисципліна «Високоенергетичні імпульсні методи обробки металів» відповідає 3,0 заліковим кредитам.

3.1 Розподіл навчального часу за модулями, блоками, темами та видами занять

Дисципліна складається з 2 блоків змістових модулів – 6 основних її розділів, які разом зі змістовими модулями наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Склад, обсяг і термін виконання змістових модулів

Блок змістових модулів	Короткий зміст модулів	Розподіл навчального часу за видами занять			СРС, годин	Обсяг навантаження студента	
		Лекції, годин	Лабор. роботи №/год	Практ. заняття №/год		Годин	Кредити
1	2	3	4	5	6	7	8
Блоки змістових модулів, що виносяться на 1-й модульний контроль							
1	Вступ. Імпульсні джерела високих енергій	4	-	2	8	14	
2	Штапування листового металу. Зміцнення, з'єднання і зварювання металів. Розвальцьовування труб	4	-	2	8	14	
3	Високошвидкісне об'ємне штапування. Різання холодного і гарячого металу. Пробивка отворів і клепання.	4	-	3	8	15	
Разом за 1-й підсумковий модуль, годин		12	-	7	24	42	1,5
Термін проведення 1-го підсумкового модульного контролю – 8 (або 9-й) тиждень семестру							
1	2	3	4	5	6	7	8
Блоки змістових модулів, що виносяться на 2-й модульний контроль							
4	Пресування некомпактних матеріалів вибухом. Брикетування металеві стружки.	6	-	2	8	16	
5	Обладнання для обробки металів високоенергетичними методами і основні правила техніки безпеки	6	-	2	8	16	
6	Організація цехів (дільниць) вибухового штапування	4	-	3	8	15	
Разом за 2-й модуль, годин		16	-	7	24	48	1,5
Термін проведення 2-го підсумкового модульного контролю – 16-й тиждень семестру							
Всього		28	-	14	48	90	3,0

3.2 Зміст навчальних занять

Модуль 1

Блок I. Вступ. Імпульсні джерела високих енергій.

Останнім часом у вітчизняній і зарубіжній промисловості все ширше застосовують з метою максимального наближення заготовки до форми і розмірів остаточної деталі методи металообробки, засновані на використанні енергії вибуху бризантних вибухових речовин, порохів і вибухових газових сумішей, електричних розрядів в рідині і інших імпульсних енергоносіїв.

Великі енергетичні можливості, простота і економічність імпульсних методів зумовили значний інтерес, що проявляється до них технологіями. Область застосування імпульсних енергоносіїв в металообробці розширюється з кожним роком.

Бризантні вибухові речовини. Порохи. Газові суміші. Високовольтний електричний розряд в рідині.

Імпульсне магнітне поле і його взаємодія з металом, що формується.
Література [1.с. 3-17; 2.с. 5-30; 3.с. 4-40]

Блок 2. Штампування листового металу.

Гідровибухове штампування. Штампування вибухом в піску. Пробивка і різання металів вибухом.

Штампування деталей за допомогою порохів і газових сумішей. Листове електрогідравлічне штампування. Штампування за допомогою імпульсних магнітних полів. Зміцнення металів вибухом. Зварювання металів вибухом. Складальні операції з використанням імпульсного магнітного поля. Суть процесу імпульсного розвальцьовування труб. Розвальцьовування труб вибухом. Електроімпульсне розвальцьовування труб.

Література [1, с. 20-100; 2, с. 30-80; 3, с. 40-120]

Блок 3. Високошвидкісне об'ємне штампування

Застосування високошвидкісного об'ємного штампування, яке здійснюється за допомогою нового різновиду штампувального устаткування – високошвидкісних машин (молотів). Використовування в цих машинах особливих приводів дозволяє доводити швидкість формоутворювального інструменту до десятків метрів в секунду. Різання холодного і гарячого металу (литих і кованих заготовок, прокату). Машини для імпульсного різання металу. Технічні характеристики машин. Імпульсне пробивання отворів ударом жорсткого інструменту. Імпульсне клепання.

Розвальцьовування труб ударом жорсткого інструменту. Метод розвальцьовування труб за допомогою імпульсних пристроїв на пороховому

енергоносії.

Література [1, с. 100-150; 2, с. 80-130; 3, с. 120-180]

Модуль 2

Блок 4. Пресування некомпактних матеріалів вибухом

Методи пресування порошків. Ударні хвилі, які виникають при пресуванні вибухом плоских некомпактних заготовок. Ударні хвилі, які виникають при пресуванні вибухом некомпактних циліндричних заготовок. Схеми пресування вибухом плоских заготовок некомпактних матеріалів. Вплив параметрів процесу пресування вибухом на фізико-механічні характеристики заготовок.

Спікання заготовок з порошку і губки титана, спресованих вибухом. Прокатування титанових заготовок, спресованих вибухом. Брикетування металеві стружки.

Література [1, с. 151-200; 2, с. 140-200; 3, с. 180-250]

Блок 5. Обладнання для обробки металів високоенергетичними методами

Обладнання для обробки металів вибухом. Басейни для гідровибухового штампування. Установки для електро - імпульсного штампування. Установки для магніто- імпульсної обробки. Обладнання для високошвидкісного штампування. Техніка безпеки при штампуванні вибухом. Техніка безпеки при електрогідравлічній та магніто - імпульсній обробці.

Література (1, с. 200-250; 2, с. 200 -250)

Блок 6. Організація цехів (дільниць) вибухового штампування

Промислові дільниці вибухового штампування (відкриті полігони, занедбані шахти, вибухові камери).

Розрахунок ваги заряду (теоретичне, експериментальне).

Література (1, с. 200-250; 2, с. 200 -250)

3.3. Практичні заняття та їх тривалість

3.3.1. Організаційно - технічні розрахунки кількості обладнання на дільниці вибухового штампування та оформлення технологічної документації - 4 год.

3.3.2. Технологічні параметри штампування металів вибухом - 8 год.

3.3.3. Основні правила техніки безпеки при обробці металів імпульсними методами - 4 год.

3.4. Тематика самостійної роботи студентів

Модуль 1

1. Що таке вибух і які його характерні ознаки?
2. У якому вигляді сучасні бризантні В.В. випускаються?
3. Що таке детонатор?
4. З чого складаються тверді органічні В.В.?
5. В процесах вибухового металооброблювання (формозмінення, зварювання, розвальцовки) доцільно застосовувати ВВ зі швидкістю детонації $D > 5000$ м/с або $D < 5000$ м/с?
6. Яка формула дозволяє визначити швидкість продуктів детонації $v = \frac{D}{K+1}$ або $D = D_{q0} + M \cdot (q - q_0)$?
7. Що називають критичною щільністю?
8. Як впливає гранулометричний склад В.В. на швидкість детонації?
9. Що називають гранично ініціюючим зарядом В.В.?
10. Що означає хороша сипучість в В.В.?
11. Що розуміють під водостійкістю В.В.?
12. Як оцінюють бризантність В.В.?
13. В.В. поділяють на вибухові хімічні сполуки і вибухові механічні суміші. Дайте визначення.
14. В.В. діляться на чотири групи: ініціюючі В.В. (первинні), бризантні (вторинні), порох і піротехнічні склади. Приведіть приклади представників кожної групи.
15. Що таке "ударна хвиля" і в чому її фізична сутність?
16. Як впливає деформація вибухом на зміну властивостей металів?
17. Поясніть принципові схеми штампування металів вибухом на повітрі і у воді.
18. Що таке бездимний порох?
19. Що таке димний порох?
20. Процес горіння пороху складається з трьох фаз: запалювання, займання і власне горіння. Дайте визначення кожній фазі.
21. Силою пороху «f» - називається робота, яку могли б вчинити газоподібні продукти горіння 1 кг пороху, розширюючись під атмосферним тиском при нагріванні їх від нуля градусів до температури горіння. За якою формулою можна знайти силу пороху «f»?
22. Хімічне перетворення газових сумішей відбувається за двома основними режимами - нормального горіння і газової детонації. Дайте визначення кожному режиму.
23. Що називають електрогідравлічним ефектом?
24. Чому при вибуху хімічних В.В. можна отримати практично необмежену енергію, а при електричному вибуху обмежену енергію?
25. У чому сутність методу магнітно-імпульсної обробки металів?

Модуль 2

1. Як впливає деформація вибухом на зміну властивостей металів?
2. Назвіть механізм пластичного деформування металів при вибуховому навантаженні.
3. Назвіть основні параметри процесу зварювання металів вибухом.
4. Як утворюються хвилі в зоні з'єднання зварених вибухом металів і які фактори впливають на параметри цих хвиль?
5. Перерахуйте можливі схеми зварювання вибухом металів і дайте їх пояснення.
6. Назвіть В.В., які використовуються для зварювання металів вибухом.
7. Що таке комбінований заряд і в чому закладається особливість його впливу на зміцнення при вибуховому навантаженні?
8. Розкажіть про механізм зміцнення металів вибухом при використанні дисперсних частинок.
9. Як впливає зміцнення вибухом на зміну твердості по глибині зміцненого металу?
10. В чому різниця структури металів, зміцнених вибухом і статичними загрузками?
11. Як впливає зміцнення на структуру і властивості металів?
12. Назвіть схеми зміцнення металів вибухом, їх переваги та недоліки.
13. В яких випадках при штампуванні металу використовують енергію вибуху?
14. Назвіть основні технологічні параметри процесу штампування металів вибухом.
15. Поясніть принципіальні схеми штампування металів вибухом на повітрі та в воді.
16. Переваги і недоліки високошвидкісного штампування.
17. Як змінюється щільність порошкових заготовок від параметру заряду В.В.?
18. Які існують способи пресування порошків?
19. Для чого здійснюють спікання зпресованих порошків і як змінюються їх властивості після спікання?
20. Як впливає на властивість спечені порошкові заготовки наступна пластична деформація?
21. Вибухові камери та установки.
22. Установки для електрогідравлічного штампування.
23. Установки для магнітно-імпульсної обробки.
24. Дільниця для гідро вибухового штампування під пневмооболонкою.
25. Дільниця імпульсного штампування на ПАТ «Мотор-Січ».

4 Навчально-методичні матеріали до дисципліни

Надається частковий перелік навчальної та довідкової літератури, що рекомендується при вивченні дисципліни «Технологія виробництва, експлуатації та ремонту КШП», але слід мати на увазі, що джерела, які можуть бути використані, не обмежуються тільки цим переліком.

4.1. Основна література

1. Дубина В.І. Високоенергетичні імпульсні способи обробки металів. - Запоріжжя: ЗНТУ, курс лекцій, 2014. - 110 с.
2. Дубина В.И. Высокoэнергетические импульсные способы обработки металлов. - Запорожье: ЗНТУ, курс лекций, 2014. - 105 с.
3. Л.Л. Роганов, М.Л. Роганов, Л.М. Абрамова Імпульсні ковальсько-пресові процеси і машини. Навчальний посібник для студентів спеціальностей 8.05050203, 7.090404. Краматорськ: ДДМА, 2010. - 132 с.
4. Штамповка взрывом. Основы теории. Под ред. М.А. Алучина. М.:Машиностроение, 1972. - 150 с.
5. Крупин А.В., Соловьев В.Я., Попов Г.С., Крестев М.Р. Обработка металлов. - М.: Металлургия, 1991. - 496 с.
6. Крупин А.В., Соловьев В.Я. Основы обработки металлов взрывом. - М: МиСиС, курс лекций, 1989. - 109 с.
7. Степанов В.Г., Шавров И.А. Высокoэнергетические импульсные методы обработки металлов. - Л.: Машиностроение, 1975. - 280 с.
8. Процессы обработки металлов взрывом. А.В. Крупин, С.Н. Калюжин, Е.У. Атабеков, В.Я. Соловьев, М.Н. Орлов. Учебное пособие для ВУЗов. - М.: Металлургия, 1996. - 336 с.

5 Модульно-рейтингова система викладання курсу та контролю рівня знань студентів

На підставі робочої програми дисципліни та вимог кредитно-модульної системи організації навчального процесу кафедра ОМТ розробляє контрольні заходи з перевірки якості засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни. Контрольні заходи з дисципліни «Високоенергетичні імпульсні способи обробки металів тиском» передбачають наступні кваліфікаційні завдання:

- тестові опитування за окремими главами (темами) лекційного курсу;
- виконання та захист звітів практичних робіт;
- виконання самостійної роботи;
- складання заліку.

Склад, обсяг і терміни виконання змістових модулів, на які підрозділяється робоча програма дисципліни, надані у розділі 3.2.

У кожному семестрі планується проведення двох підсумкових модульних іспитів: МК1 та МК2.

На протязі семестру, що передує кожному підсумковому модульному контролю, студент зазнає декілька контрольних заходів, на підставі яких він отримує загальну оцінку. Слід підкреслити, що студент повинен скласти всі заплановані заходи позитивно, тільки в цьому разі він отримає загальну позитивну оцінку. Негативна оцінка з будь-якого контрольного заходу свідчить про незасвоєння ним навчального матеріалу. Студент, який отримав на контрольному заході незадовільну оцінку або не з'явився на нього, має можливість повторного складання протягом одного -двох тижнів.

Студент, який одержав за результатами двох модульних контролів позитивні оцінки, виконав всі завдання, що передбачені робочим навчальним планом дисципліни, звільняється від складання заліку. Загальна оцінка з дисципліни визначається як середня за результатами двох модульних контролів.

5.1. Контроль рівня знань студентів за модулем 1.

5.1.1 Поточний текстовий контроль (0 ... 100 балів). На тестування виносять 4 основних питання. Критерії оцінювання: неправильна відповідь - 0 балів, вірна відповідь - 20 балів.

5.1.2 За модулем 1 виконання практичних завдань не передбачено, але передбачено 1 - 2 контрольних питання (0 ... 20 балів). Тематика контрольних питань видається кожному студенту викладачем після засвоєння № 1, 2 тем, розділів курсу. Критерії оцінювання:

- питання студент не отримав і не виконав - 0 балів;

- студент отримав питання, виконав та захистив його - до 20 балів.

5.1.3. Активна позиція студента (АПС) - кількість балів дає викладач.

Розрахунок загальної суми балів (ЗСБ) та оцінювання рівня знань студентів при вивченні модуля 1 здійснюється за таблицею 5.1.

Таблиця 5.1 – Оцінювання рівня знань студентів при вивченні модуля 1

Показники	Оцінка в балах			
	«5» відмінно	«4» добре	«3» задовільно	«2» незадовільно
ПТК	75-80	55-64	50-54	0-40
ПЗ (КП)	15-20	15-20	10-15	0-14
АПС	0-5	0-5	0-5	0-5
ЗСБ	90-100	75-89	60-74	0-59

Рекомендована література: див. підрозділ 2.2, модуль 1.

5.2 Контроль рівня знань студентів за модулем 2

5.2.1 Поточний текстовий контроль (0...100 балів). На тестування виносять 4 основних питань. Критерії оцінювання: неправильна відповідь – 0 балів, вірна відповідь – 20 балів.

5.2.2 За модулем 2 виконання практичних завдань передбачено. На тестування виносяться 2 практичних завдання (0-20). Критерії оцінювання:

- неправильна відповідь – 0 балів;
- вірна відповідь – до 20 балів.

Розрахунок загальної суми балів (ЗСБ) та оцінювання рівня знань студентів при вивченні модуля 2 здійснюється за таблицею 5.2.

Таблиця 5.1 – Оцінювання рівня знань студентів при вивченні модуля 2

Показники	Оцінка в балах			
	«5» відмінно	«4» добре	«3» задовільно	«2» незадовільно
ПТК	40-50	40-44	50-54	0-40
ПЗ (КП)	15-20	15-20	10-15	0-14
АПС	1-5	0-5	0-5	0-5
ЗСБ	90-100	75-89	60-74	0-59

Рекомендована література: див. підрозділ 2.2, модуль 2.

5.3 Загальне оцінювання знань студентів при вивченні курсу

Знання студентів при вивченні курсу оцінюється за п'ятибальною шкалою, виходячи із суми балів, що вони набрали при контролі рівня знань за модулями 1, 2. Для переведення балів в оцінку необхідно скористуватися таблицею 5.3

Таблиця 5.3 - Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Результати першого і другого рубіжного контролю являються критерієм для оцінки роботи студента в першій та другій половині семестру та одержання заліку.