

ВІДГУК

на дисертаційну роботу Матюхіна Антона Юрійовича «Моделювання процесів пластичної формозміни товстостінних порожнистих тіл обертання з використанням гармонійних функцій», подану до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла

У машинобудівному і металургійному виробництві широко використовуються заготовки у вигляді порожнинних циліндрів. У багатьох випадках вони піддаються подальшій обробці шляхом механічної або об'ємної штамповки. Найбільш поширеною в промисловості при формозміні кільцевих заготовок є осадка – технологічний процес, при якому збільшуються розміри поперечного перерізу за рахунок зменшення їх висоти.

Всі процеси пластичної формозміни характеризуються складним напружено-деформованим станом, який виникає за рахунок неоднорідності розподілу деформацій по об'єму тіла, різної формозміни в зоні контакту і внутрішніх точках оброблюваного матеріалу.

Визначення напруженого стану тіл при їх пластичній деформації для різних способів пластичної формозміни є фундаментальною задачею теорії пластичності. Осадка товстостінних кілець в осьовому напрямку використовується для одержання бандажів, матриць, кілець, осадка в контейнерах і на оправках – для одержання точних розмірів зовнішнього і внутрішнього діаметрів. У порошковій металургії при неоднорідному всесторонньому стиску одержують циліндричні вироби в умовах зовнішнього і внутрішнього підпорів. Цими факторами визначається актуальність дослідження напружено-деформованого стану порожнинних циліндричних заготовок при їх осьовій пластичній деформації, а отже і **актуальність** теми дисертаційного дослідження.

Дисертація Матюхіна А.Ю. присвячена розв'язанню замкненої задачі теорії пластичності для порожнинних циліндричних тіл в умовах неоднорідної формозміни. На основі методу гармонічних функцій побудована реальна математична модель пластичного середовища в умовах осесиметричного напруженого стану, що дозволило визначити компоненти напружено-деформованого стану як функції основних факторів пластичної формозміни (швидкість і ступінь деформації, температура, хімічний склад матеріалу, коефіцієнт контактної тертя, фактор форми).

Розв'язано низку прикладних задач теорії пластичності, пов'язаних із визначенням напружено-деформованого стану товстостінної порожнинної циліндричної заготовки при її пластичній деформації в осьовому напрямку за різних схем деформування: вільна осадка між двома шорсткими плитами; осадка з частковим або повним обмеженням текучості металу (осадка на оправці або в контейнері).

Дисертаційна робота є складовою частиною держбюджетних НДР, які в 2012-2016 р.р. виконувалися в Запорізькому національному технічному університеті і фінансувалися МОН України.

У дисертаційній роботі одержано такі **нові** наукові результати:

- побудовано узагальнене рівняння рівноваги в циліндричних координатах для визначення дотичних напружень при осьовому навантаженні порожнинних заготовок, здійснена його лінеаризація ;
- методом гармонічних функцій побудовано математичну модель пластичного середовища. Встановлено розрахункові формули для визначення компонент тензора напружень і тензора швидкостей деформацій для осесиметричної задачі;
- отримано замкнений розв'язок осесиметричної задачі теорії пластичності з використанням гармонічних функцій. Побудовано аналітичні вирази для визначення напружень при різних варіантах формозміни циліндричних порожнинних тіл при їх деформації в осьовому напрямку;
- розроблено методику і проведено лабораторний експеримент з дослідження впливу зовнішньої дії на бічну поверхню осаджуваного зразка, положення радіуса нейтральної поверхні, течію матеріалу для двозонного і однозонного осередків деформації;
- проведено числовий експеримент методом скінченних елементів на базі програмного продукту ANSYS / LS-DYNA.

Наукові положення і зроблені на їх підставі висновки в повній мірі **обґрунтовані і аргументовані**. Їх **достовірність** забезпечується: математичною строгістю постановок інженерних задач теорії пластичності в умовах осесиметричної неоднорідної формозміни; застосуванням до теоретичного дослідження напружено-деформованого стану циліндричних тіл надійного методу гармонічних функцій; зіставленням одержаних результатів для окремих задач із результатами, одержаними іншими авторами, зокрема, з експериментальними даними, здобутими автором дисертації; фізичною несуперечністю одержаних результатів та сформульованих висновків.

Здобуті наукові результати крім **теоретичного** мають і **практичне** значення. Побудована в дисертації математична модель для визначення параметрів напружено-деформованого стану в циліндричних координатах може бути використана при розробці оптимізованих технологічних процесів виготовлення виробів циліндричної форми методом осадки. Окремі результати дослідження **впроваджені** в інженерну практику на АТ «Мотор Січ» та в навчальний процес Запорізького національного технічного університету, що підтверджують відповідні акти.

Наукові результати, які визначають зміст дисертації, **повністю** опубліковані в наукових періодичних виданнях. Серед 16 основних і 2 додаткових публікацій: 4 статті в закордонних збірниках доповідей Міжнародних конференцій; 8 статей в

наукових журналах і збірниках з Переліку фахових видань України; 6 тез доповідей на Міжнародних і Всеукраїнських наукових конференціях.

Проблематика дисертаційної роботи **відповідає** паспорту спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Зміст автореферату ідентичний змісту дисертації і відображає основні її положення і результати. Його структура і оформлення відповідають вимогам ДАК МОН України.

Стиль викладу матеріалу дисертації і автореферету та їх графічний супровід відповідають державним стандартам та вимогам до публікацій з механіки деформівного твердого тіла. Дисертація написана російською, а автореферат державною мовами.

Зауваження

1. Для покращення структури дисертаційної роботи було б доцільно:
 - у першому розділі провести тільки огляд літератури з проблематики дисертації без детального наведення змісту відомих публікацій (який в подальшому практично не використовується) і резюме щодо необхідності проведення нових досліджень у цій галузі;
 - у другому розділі навести основні (відомі) співвідношення осесиметричних задач теорії пластичності та методи дослідження напружено-деформованого стану порожнинних тіл обертання, які будуть використані в наступних розділах дисертації;
 - інформацію про власні публікації наводити в кінці кожного розділу після висновків, а в тексті потрібно проводити повний виклад матеріалу.
2. Без достатнього математичного обґрунтування на рис 2.1. і 5.2 (які повністю співпадають) криві з кутовими точками або розривами першого роду апроксимовані півхвилями гладких графіків гармонічних функцій.
3. Із тексту дисертації не зрозуміло, на якій підставі в рівнянні (2.3) вирази $(\Theta'_x + A\Phi_y)$ і $(\Theta'_y - A\Phi_x)$ прирівнювалися до нуля. Аналогічні спрощення зроблені при розв'язуванні рівнянь (2.15), (4.9), (4.37), (4.39), (4.56), (4.69), (4.70).
4. Оскільки при осадці високих (довгих) зразків може виникнути деформація поздовжнього згину (втрата стійкості), доцільно було б встановити геометричні межі «коротких» зразків.
5. При характеристиці наукових публікацій автора в дисертації і авторефераті не розмежовані: публікації у фахових виданнях з Переліку ДАК МОН України; публікації у виданнях, які реферуються наукометричними базами; одноосібні публікації.
6. У списку використаних літературних джерел практично відсутні сучасні публікації зарубіжних авторів.

7. В роботі мають місце окремі неточності у формулюваннях (особливо при описі алгоритмів розв'язання задач), повтори тверджень, рисунків і формул, стилістичні описки. В авторефераті зустрічаються неточності перекладу з російської мови на українську (заготівка, замкнуте розв'язання, розв'язання рівняння, рішення рівняння, замкнуте рішення задачі) та некоректні вислови (перехід дотичного напруження через нуль, крива дотичних проходить через нуль).

Наведені зауваження в основному стосуються структури та оформлення дисертації і автореферату і не впливають на загальну позитивну оцінку роботи.

Висновок

Враховуючи актуальність дисертаційного дослідження, його повноту, наукову новизну та практичне значення здобутих результатів, ступінь їх опублікування, апробації та впровадження, можна зробити висновок, що дисертаційна робота «Моделювання процесів пластичної формозміни товстостінних порожнистих тіл обертання з використанням гармонійних функцій» повністю відповідає вимогам ДАК МОН України і «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор Матюхін А.Ю. заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Офіційний опонент,
професор кафедри загальнотехнічних
дисциплін, технологій та цивільної
безпеки Рівненського державного
гуманітарного університету,
доктор технічних наук



Сяський А.О.



Вх. № 47 від 02.11.2016р.