

Дослідження осаду циліндричної заготовки в умовах осесиметричної деформації

Т. О. Штефан, А. В. Засовенко

Національний університет «Запорізька політехніка», Запоріжжя, Україна
tutta1120@gmail.com, zasov77@gmail.com

Під дією штампа циліндр змінює свою форму: у кінцевому положенні він стає нижче, а його осьові перерізи, починаючи з деякої глибини, збільшують свою площу. Цей ефект у літературі називають бочкоутворенням. Інженерні розрахунки процесів осадки пов'язані з визначенням необхідного зусилля операції і кінцевої форми осадженої заготовки.

Ключові слова: осадка, бочкоутворення, функція потенційної енергії формозміни, гіпотеза міцності Мізеса.

Кольорові метали та їх сплави, використовувані в промисловості, піддаються куванню або штампуванню, як в холодному, так і в гарячому стані. Осадка є найбільш поширеною технологічною операцією. На переходах ковки її застосовують найчастіше як спосіб досягнення необхідного укову. При гарячому штампуванні осадку використовують на попередніх переходах для збиття окалини та наближення форми заготовки до конфігурації поковки, при цьому, залежно від складності поковки, осадку можуть суміщати з елементами формовки, видавлювання, прошивки, що вимагає деякого ускладнення штампового інструменту (Кухарь, 2012).

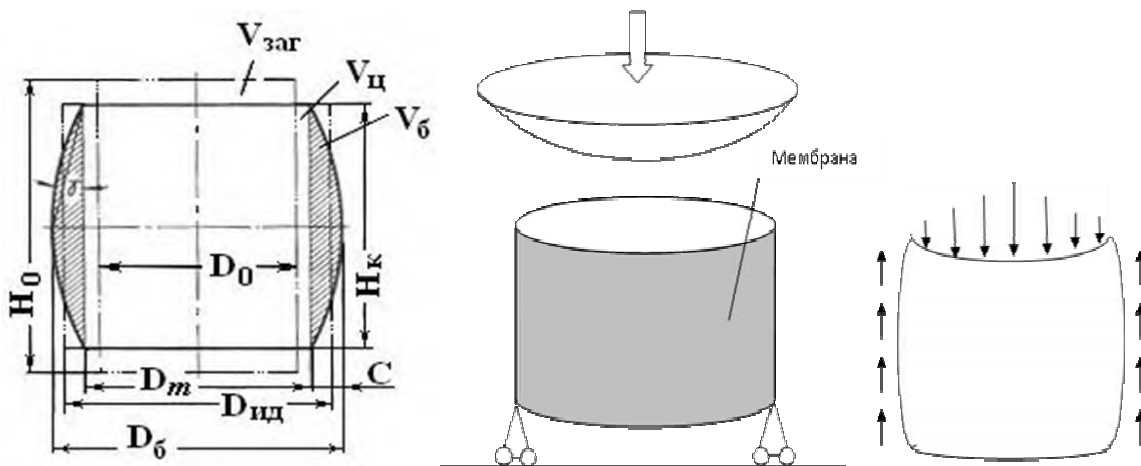


Рис. 1. Схема деформації заготовки

Розглянуто циліндр з одним вільним торцем (рис.1). Дискретизація граничних умов проведено, як в Штефан та Величко (2014), функція Ері записана за допомогою поліномів Лежандра (Shtefan & Zasovenko, 2018).

При чисельному моделюванні (рис. 2) використанні наступні параметри: радіус основи та висота заготовки прийнято рівними 1, коефіцієнт Пуассона прийнято рівним 0,4, навантаження верхньої основи пропорційне 0,1.

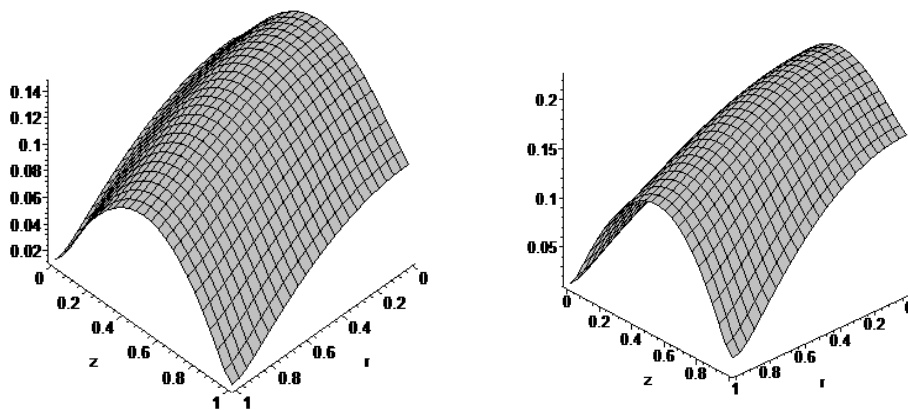


Рис. 2. Функція $F(r, z)$ при навантаженнях $p_0 = p_h$ и $p_h = 2p_0$

Під час математичного моделювання за допомогою пакету МАХІМА виявлено такі ефекти (Штефан & Величко, 2017):

1) положення точки екстремуму функції енергії формозміни на зовнішній межі при висоті циліндру 1 практично не залежить від механічних характеристик плити, інакше кажучи, положення цієї точки є геометричною характеристикою циліндра;

2) положення нормального перетину, який має максимальну площу, практично не залежить від механічних характеристик циліндра;

3) значення функції потенціальної енергії формозміни збільшується відповідно до збільшення коефіцієнта Пуассона.

Адекватність побудованої математичної моделі перевірено МСЕ. В подальшому планується провести детальний чисельний аналіз положень максимумів напружень при одночасному деформуванні обох основ циліндра. Отримані результати також планується узагальнити на випадок багат шарових циліндрів, виготовлених з різних матеріалів, що застосовуються, наприклад, у газовій промисловості.

Список літератури

- Shtefan, T., & Zasovenko, A. (2018). Numerical and analytical solution of the problem on deformation of the circular cylinder using the Bessel functions. *Вісник ТНТУ*, (2), 79–86. https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2018.02.079
- Кухарь, В. В. (2012). Макропоказатели формоизменения и работа деформации при осадке заготовок выпуклыми плитами. *Вісник Національного технічного університету України «КПІ». Серія «Машинобудування»*, (64), 227–233. <http://visnyk-mm.kpi.ua/uk/-64/75-2012-09-05-12-46-59.html>
- Штефан, Т. А., & Величко, Е. В. (2017). Численно-аналитическое решение задачи об осесимметрической деформации в цилиндре под действием сжимающих нагрузок. *Механика машин, механизмов и материалов*, (4), 89–95. <https://mmmm.by/pdf/ru/2017/04/11.pdf>
- Штефан, Т. А., Величко, Е. В. (2014). Энергия формоизменения в коротком цилиндре при аксиальной симметрической деформации. *Деформация и разрушение материалов*, (6), 12–18.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

МАТЕМАТИКА В СУЧАСНОМУ ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Матеріали
VIII Міжнародної
науково-практичної конференції
Київ, 26–27 грудня 2019 року

Вінниця
2020

УДК 51(082)

МЗ4

Матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф. «Математика в сучасному технічному університеті», Київ, 27–28 грудня 2019 р. — Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2020. — 336 с. — Укр., рос., англ., білорус.

Материалы VIII Межд. науч.-практ. конф. «Математика в современном техническом университете», Киев, 27–28 декабря 2019 г. — Винница: Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2020. — 336 с. — Укр., рус., англ., белорус.

Proceedings of Eighth International Scientific-Practical Conference “Mathematics in Modern Technical University”, Kyiv, December, 27–28, 2019. Vinnytsia: Publisher FOP Kushnir Yu. V., 2020. 336 pp.

ISBN 978-617-7721-27-6

Програмний комітет

VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Математика в сучасному технічному університеті»:

Проф. О. І. Клесов (Київ, Україна), (голова)

Проф. Н. О. Вірченко (Київ, Україна)

Проф. О. В. Іванов (Київ, Україна)

Проф. П. В. Задерей (Київ, Україна)

Доц. О. О. Диховичний (Київ, Україна)

Організаційний комітет

Міжнародної науково-практичної конференції «Математика в сучасному технічному університеті»

Доц. В. О. Гайдей (Україна), голова

В. В. Бовсуновська (Київ, Україна)

Ю. Є. Приходько (Київ, Україна)

УДК 51(082)

Матеріали подано в авторській редакції

ISBN 978-617-7721-27-6

©Автори

©КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020

ЗМІСТ

Секція 1. Застосування математики в суміжних науках

Borysenko O. V. <i>Stochastic mutualism model of population dynamics</i>	4
Golinko I., Galytska I. <i>Passive identification of the plant time response for an acting control system</i>	8
Goy T. <i>Jacobsthal number identities using the generalized Brioschi formula</i>	13
Kovalchuk V. V. <i>Lagrange's equation for a triple inverted pendulum</i>	18
Антоненко Н. М., Ткаченко І. Г., Морозов Ю. В. <i>Про один підхід до розв'язання осесиметричної задачі теплопровідності для багатошарової основи з неідеальним тепловим контактом між шарами</i>	22
Баліна О. І., Безклубенко І. С., Буценко Ю. П. <i>Управління потокорозподілом інженерної мережі в аварійній ситуації</i>	25
Бовсуновська В. В., Задерей П. В., Задерей Н. М., Нефьодова Г. Д. <i>Про нерівність Лебега — Ландау на класах ψ-диференційовних функцій</i>	28
Буценко Ю. П., Лабжинський В. А. <i>Кластерний підхід до діагностування складних систем</i>	32
Буценко Ю. П., Савченко Ю. Г. <i>Марківська модель технічного стану в електронних пристроях із структурною надлишковістю</i>	34
Голуб В. П. <i>Определение параметров ядер наследственности в линейной теории вязкоупругости методом интегрального преобразования Лапласа — Карсона</i>	38
Горалік Є. Т., Крюков М. М., Лупіна Т. О. <i>Рух рятувальної шлюпки вільного падіння при сходженні з похилої рампи</i>	43
Горленко С. В. <i>До обернення теореми Гріна</i>	48
Демидюк М. В., Демидюк В. М. <i>Використання методу Понтрягіна в задачі оптимального керування дволанковим маніпулятором</i>	51
Диховичний О. О., Круглова Н. В. <i>Система для аналізу й побудови психологічних опитувальників та визначення точних цільових психологічних профілів</i>	56
Довгай В. В. <i>Оцінка розв'язків неавтономної системи лінійних диференціальних рівнянь другого порядку</i>	59
Донецький С. В. <i>Співіснування атракторів у системі генератор-п'єзокерамічний випромінювач</i>	63
Жданова Ю. Д., Спасітелева С. О., Шевченко С. М. <i>Застосування фракталів в інформаційній та кібернетичній безпеці</i>	67
Задерей П. В., Задерей Н. М., Нефьодова Г. Д., Хрипко С. С. <i>Про ряди Фур'є обмежених функцій</i>	71
Зеленський А. Г., Побігай Є. Д., Томін А. Ю., Фомін О. С. <i>Застосування математики в розрахунках однорідних і тришарових прямокутних пластин на згин</i>	73
Игнатъев А. О. <i>Динамика взаимодействия вирусов и иммунной системы</i>	76

Іваненко Т. В. Математичне моделювання інвестиційного проєкту як функції n змінних	80
Іваненко Т. В., Тимошенко О. А. Детермінована задача прийняття оптимального рішення при виборі інвестиційного проєкту.....	85
Кобзар Ю. М. Моделювання процесу руйнування внаслідок втоми за умов багато циклового навантаження з допомогою рекурентних співвідношень	88
Колесник В. Аналіз даних у фінансовій математиці методом кейсів.....	93
Крюков М. М., Шутовський О. М., Ляшко О. В., Андрейцев А. Ю. Застосування B -сплайнів до розв'язання задачі про деформацію тонких конічних оболонок зі скісними контурами	97
Кузьмін А. В., Кузьміна Н. Н. Об одном алгоритме кластерного анализа сеточного типа.....	101
Кушлик Б. Р., Кушлик-Дивульська О. І., Поліщук Н. В. Математичні аспекти методу аналітичної ієрархії.....	106
Лапач С. М. Проблеми викладання у вищій школі в умовах постнекласичної науки	111
Медведев К. Б., Нефьодова Г. Д., Манжелій А. Ю. Зображення параметрів кола змінної напруги на комплексній площині.....	116
Микитин М. М., Мартиняк Р. М., Середницька Х. І. Математичне моделювання взаємодії пружного півпростору і жорсткої основи за появи міжконтактного зазору по кільцевій або круговій області під дією стоків тепла ..	120
Міцюхін А. І. Кадавання інфармацыі на аснове выкарыстання сумежных класаў кода.....	122
Плащинська А. В. Метод наближеного розв'язку нелінійного інтегрального рівняння руху фронту руйнування внаслідок втоми в тонкій нескінченній пластині	125
Поліщук Н. В., Кушлик-Дивульська О. І. Аналіз надійності роботи триканальної системи масового обслуговування.....	130
Радченко С. Г., Лапач С. Н. Математическое моделирование системы кондиционирования воздуха летательного аппарата	134
Резник В. С. Об одном методе конкретизации функционала при определении параметров ядер наследственности в линейной теории вязкоупругости	138
Рожок Л. С. Напружений стан шаруватих неоднорідних порожнистих циліндрів з овальним поперечним перерізом	142
Селезньова Н. П., Сараєва Ю. О. Точкові оцінки числових характеристик дискретного розподілу в контексті виборів президента ..	147
Скороход Р. В., Коропов О. В. Математична модель радіаційно-індукованої сегрегації в концентрованих металевих сплавах $Fe-Cr-Ni$	153
Стоян В. А., Задорожний О. О. Про результати програмно-аналітичного моделювання динаміки неповно спостережуваних лінійних просторово розподілених систем.....	161
Фернаті П. В. Визначення параметрів ядер інтегральних операторів у нелінійній моделі в'язкопружності за їх резольвентами	165
Штефан Т. О., Засовенко А. В. Дослідження осаду циліндричної заготовки в умовах осесиметричної деформації	170
Яджак М. С. Деякі паралельні алгоритми розв'язання задач цифрової фільтрації ...	172