

ВЕСТНИК
НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА "ХПИ"

ISSN 2079-5459

Сборник научных трудов

45'2011

*Тематический выпуск "Новые решения в
современных технологиях "*

Издание основано Национальным техническим университетом «ХПИ» в 2001 году

Госиздание

Свидетельство Госкомитета по информационной политике

Украины КВ №5256 от 02.07.2001 г

КООРДИНАЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель

Л.Л.Товажнянский, д-р техн.наук, проф.

Секретарь

К.А. Горбунов, канд. техн.наук, доц.

Координационный совет

А.П. Марченко, д-р техн. наук, проф.

Е.И. Сокол, д-р техн. наук, проф.

Е.Е. Александров, д-р техн. наук, проф.

Л.М. Бесов, д-р техн. наук, проф.

Б.Т. Бойко, д-р техн. наук, проф.

Ф. Ф. Гладкий, д-р техн. наук, проф.

М.Д. Годлевский, д-р техн. наук, проф.

А.И. Грабченко, д-р техн. наук, проф.

В. Г. Данько, д-р техн. наук, проф.

В.Д. Дмитриенко, д-р техн. наук, проф.

И.Ф. Домнин, д-р техн. наук, проф.

Ю.И. Зайцев, канд. техн. наук, проф.

В.В. Елифанов, канд. техн. наук, проф.

О.П. Качанов, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.

С. И. Кондрашов, д-р техн. наук, проф.

В.М. Кошельник, д-р техн. наук, проф.

В.И. Кравченко, д-р техн. наук, проф.

Г.В. Лисачук, д-р техн. наук, проф.

В.С. Лупиков, д-р техн. наук, проф.

О.К. Морачковский, д-р техн. наук, проф.

В.И. Николаенко, канд. ист. наук, проф.

П.Г. Перерва, д-р энон. наук, проф.

В.А. Пуляев, д-р техн. наук, проф.

М.И. Рыщенко, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.

Г.М. Сучков, д-р техн. наук, проф.

Ю.В. Тимофеев, д-р техн. наук, проф.

Н.А. Ткачук, д-р техн. наук, проф.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ответственный редактор

Е.И. Сокол, д-р техн. наук, проф.

Ответственный секретарь

А.В. Ивахненко, ст. преп.

Г.И. Львов, д-р техн.наук, проф.

А.С. Куценко, д-р техн. наук, проф.

И.В. Кононенко, д-р техн. наук, проф.

Л.Г. Раскин, д-р техн. наук, проф.

В.Я. Заруба, д-р техн. наук, проф.

В.Я. Терзиян, д-р техн. наук, проф.

М.Д. Узунян, д-р техн. наук, проф.

Л.Л. Брагина, д-р техн. наук, проф.

В.И. Шустиков, д-р техн. наук, проф.

В.И. Тошинский, д-р техн. наук, проф.

Р.Д. Сытник, д-р техн. наук, проф.

В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.

Б.В. Клименко, д-р техн. наук, проф.

Г.Г. Жемеров, д-р техн. наук, проф.

В.Т. Долбня, д-р техн. наук, проф.

Н.Н. Александров, д-р техн. наук, проф.

П.Г. Перерва, д-р энон. наук, проф.

Н.И. Погорелов, канд. энон. наук, проф.

АДРЕС РЕДКОЛЛЕГИИ

61002, Харьков, ул. Фрунзе. 21 НТУ
«ХПИ», СМУС Тел. (057) 707-60-40

Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Збірник наукових праць.
Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях.- Харків: НТУ „ХПІ» -
2011. - № 45 . - 176 с.

В сборнике представлены теоретические и практические результаты научных исследований и разработок, которые выполнены преподавателями высшей школы, аспирантами, научными сотрудниками, специалистами различных организаций и предприятий.

Для научных работников, преподавателей, аспирантов, специалистов

У збірнику представлені теоретичні та практичні результати наукових досліджень та розробок, що виконані викладачами вищої школи, аспірантами, науковими співробітниками, спеціалістами різних організацій та підприємств.

Для наукових співробітників, викладачів, аспірантів, спеціалістів

Друкується за рішенням Вченої ради НТУ „ХПІ”, Протокол №10 від 01.11.2011

Національний технічний університет „ХПІ” 2011

МИХАЛЕВИЧ В. М., докт. техн. наук, проф., ВНТУ, Вінниця
ДОБРАНЮК Ю. В., аспірант, ВНТУ, Вінниця
ТРАЧ Є. А., магістрант, ВНТУ, Вінниця

ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ БІЧНОЇ ПОВЕРХНІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗРАЗКІВ ПІД ЧАС ВІСЕСИМЕТРИЧНОГО ОСАДЖЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Детально розглянуто задачу визначення НДС та граничних деформацій матеріалу бічної поверхні циліндричних зразків під час вісесиметричного осадження із використанням комбінування імітаційного та експериментально-аналітичного моделювань.

Подробно рассмотрена задача определения НДС и предельных деформаций материала боковой поверхности цилиндрических образцов при осесимметричной осадке с использованием комбинирования имитационного и экспериментально аналитического моделирования.

Definition problem of the deformation's mode and ultimate strain of a lateral surface's material of cylindrical patterns during axial-symmetrical compression with use of a combination of imitating and experimentally analytical modelling is in detail considered.

Вступ. Вісесиметричне осадження циліндричних зразків є не тільки поширеною технологічною операцією із наявністю вільної поверхні, але і одним із основних видів лабораторних досліджень для визначення найважливіших технологічних властивостей матеріалів.

Теорія процесу осадження є базовою для створення та удосконалення певних теоретичних методик розрахунку технологічних параметрів різноманітних процесів кування, об'ємного штампування, прокатки та ін. Тому дані про особливості та закономірності указанного процесу представляють теоретичний та практичний інтерес. В роботах [1 - 8] висвітлено ряд результатів, які отримано на основі експериментально-аналітичного підходу. Протягом останніх років значного поширення набуло моделювання процесів деформування методами скінченних та граничних елементів за допомогою спеціалізованих пакетів [9 – 11]. Тому важливим є порівняльний аналіз та комбінування сучасних методик дослідження процесів пластичного деформування.

Основна частина. Відповідно до експериментально-аналітичної методики [1, 4 – 8], для характеристики граничного стану початковою інформацією є експериментально отримана залежність між осьовою та коловою деформаціями у вигляді таблично заданої функції, яку апроксимуємо залежністю між компонентами деформацій у вигляді розв'язку диференціального рівняння:

$$\frac{d\varepsilon_z}{d\varepsilon_\varphi} = -\frac{1}{2} - \frac{3}{2} e^{-\varepsilon_\varphi/m}, m > 0, \quad (1)$$

де $m > 0$ – константа, яка визначається експериментально.

Використовуючи вирази для знаходження накопиченої деформації та показника напруженого стану [2, 4 – 6, 12], апроксимацію кривої граничних деформацій під час стаціонарного деформування [5, 6], модель накопичення пошкоджень, що базується на лінійному принципі [4 – 6], отримали модель граничного стану бічної поверхні циліндричних зразків під час вісесиметричного осадження за умови бочкоутворення:

$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_u(t, m) = m \int_0^t \sqrt{\frac{1}{(1-x)^2} + 3} \cdot dx = \frac{m}{2} [4 + \ln(2 + y(t)) - \\ - \ln(3 \cdot y(t)) - 2 \cdot (y(t) + 1)], \quad y(t) = \sqrt{1 + 3(1-t)^2} - 1, \\ \eta(t) = \frac{3t - 2}{y(t) + 1}, \quad t \in [0, 1); \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\int_0^{t_*(m)} \frac{m \cdot \sqrt{\frac{1}{(1-t)^2} + 3}}{a_2 \cdot \exp \left(- \frac{(3 \cdot t - 2) \cdot \ln \left(\frac{(1-\eta(t)) \cdot a_1}{2 \cdot a_2} + \frac{(1+\eta(t)) \cdot a_2}{2 \cdot a_3} \right)}{y(t) + 1} \right)} dt - 1 = 0. \quad (3)$$

Із використанням моделі (2), (3), розроблено експериментально-аналітичні методики визначення та прогнозування граничних деформацій під час вісесиметричного осадження.

Сутність комбінованої методики полягає в об'єднанні імітаційного моделювання за допомогою програмного комплексу DEFORM 3D та експериментально-аналітичного підходу [11]. Відповідно до цієї методики, вихідними даними для визначення залежності між осьовою ε_z та коловою ε_φ деформаціями є результати чисельного моделювання процесу осадження (рис. 1, 2).

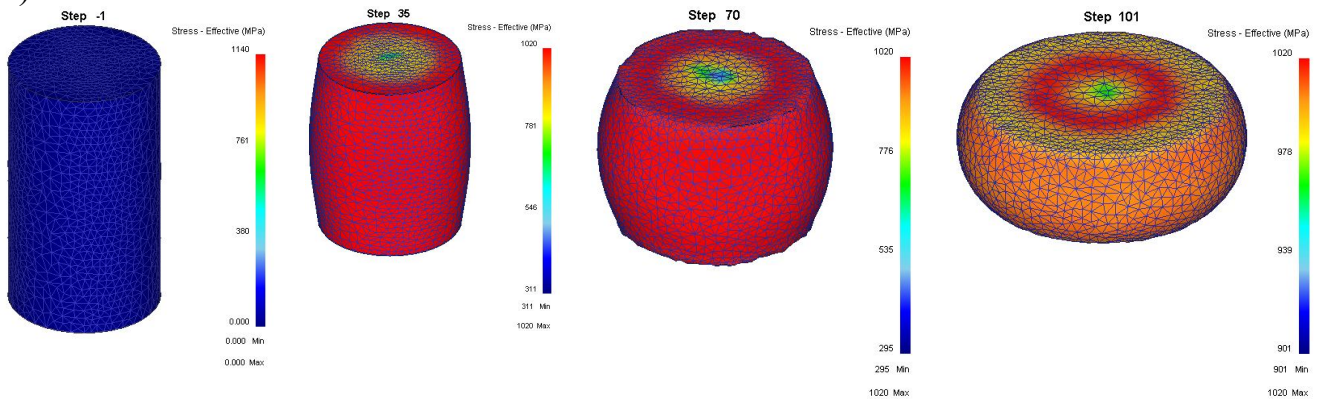


Рис. 1. Розподілення інтенсивності напружень по об'єму циліндричного зразка під час осадження: (зліва направо) початковий етап; на 35 кроці осадження; на 70 кроці осадження; кінцевий крок деформування відповідно

Використовуючи комбіновану методику імітаційного та експериментально-аналітичного моделювань, а також методику прогнозування граничних деформацій, визначено граничні деформації бічної поверхні циліндричного зразка під час вісесиметричного осадження (рис. 3).

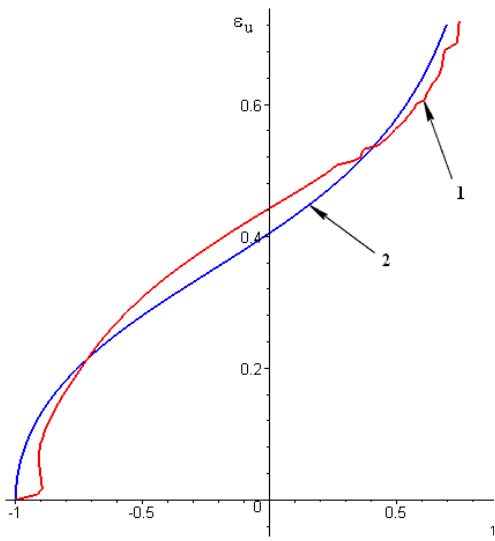


Рис. 2. Траєкторії деформації точки на вільній поверхні циліндричного зразка: 1 – за результатами, отриманими у DEFORM 3D; 2 – відповідно до комбінованої методики

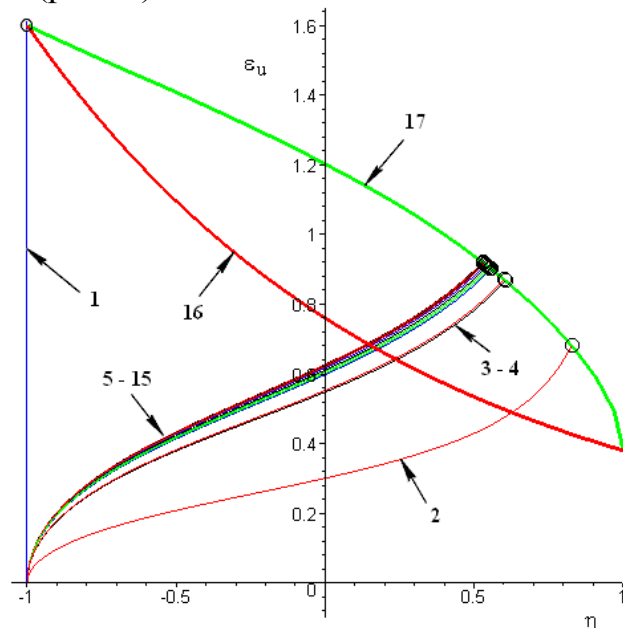


Рис. 3. Криві граничних деформацій та траєкторії деформацій бічної поверхні циліндричного зразка із сталі X18H9T під час вісесиметричного осадження: 1 – 15 – траєкторії деформацій; 16, 17 – криві граничних деформацій під час стаціонарного ($a_1 = 1,6$; $a_2 = 0,76$; $a_3 = 0,38$; [13]) та нестаціонарного деформувань

Висновки. Результати, що представлені на рис. 2, з одного боку свідчать про достовірність даних з моделювання напруженого стану в DEFORM 3D, а з іншого боку – про переваги комбінованої методики: на кривій 2, на відміну від траєкторії 1, відсутні незрозумілі коливання, породжені, швидше за все, обчислювальною похибкою.

Показано, що прогнозування граничних деформацій бічної поверхні циліндричних зразків під час вісесиметричного осадження та відтворення траєкторії деформацій відповідно до комбінованої методики імітаційного та експериментально-аналітичного моделювань може бути здійснено за результатами 3 – 4 початкових етапів деформування. Результати розв’язання задачі нададуть можливість на початкових стадіях деформування не тільки прогнозувати момент досягнення граничного стану і при необхідності вносити певні зміни у процес деформування, але й реалізовувати експрес-методику дослідження властивостей матеріалу за рахунок зменшення трудомісткості експериментальних або чисельних досліджень.

Список літератури: 1. *Смирнов-Аляев Г. А.* Сопротивление материалов пластическому деформированию. Инженерные методы расчета операций пластической обработки материалов / *Г. А. Смирнов-Аляев* – М. – Л. : Машгиз, 1961. – 463 с. 2. *Огородников В. А.* Деформируемость и разрушение металлов при пластическом формоизменении / *В. А. Огородников* – К. : УМК ВО, 1989. – 152 с. 3. *Матвийчук В. А.* Совершенствование процессов локальной ротационной обработки давлением на основе анализа деформируемости металлов: монография / *В. А. Матвийчук, И. С. Алиев.* – Краматорск : ДГМА, 2009. – 268 с. ISBN 978-966-379-317-7. 4. *Михалевич В. М.* Побудова ефективних обчислювальних схем у Maple під час розв'язання задачі визначення граничних деформацій за умов складного деформування [Електронний ресурс] / *В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк, О. В. Михалевич* // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – №2. – 2009. – 7 с. – Режим доступу до журн.: http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/VNTU/2009_2/2009-2.htm. 5. *Михалевич В. М.* Вісесиметрична осадка циліндричних заготовок / *В. М. Михалевич, В. О. Краєвський, Ю. В. Добранюк* // Наукові нотатки: міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка»). – Луцьк : – 2009 – Випуск 25, ч. 1 – С. 241–249. 6. *Михалевич В. М.* Модель пластичного деформування матеріалу на вільній поверхні циліндричних зразків під час вісесиметричного осадження. Частина 1. Апроксимація деформацій / *В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк* // Вісник Вінницького політехнічного університету. – 2010. – №2 – С. 97 – 102. 7. *Михалевич В. М.* Экспериментально-аналитическая методика и математические модели деформированного состояния на свободной боковой поверхности цилиндрических образцов при осесимметричной осадке / *В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк* // Обработка металлов давлением: сборник научных трудов. – Краматорск : ДГМА – 2010 – №1(22) – С. 114–119. 8. *Михалевич В. М.* Модель пластичного деформування матеріалу на вільній поверхні циліндричних зразків під час вісесиметричного осадження. Частина 2. Визначення накопиченої деформації та інтенсивності логарифмічних деформацій на основі різних апроксимацій / *В. М. Михалевич, Ю. В. Добранюк* // Вісник Вінницького політехнічного університету. – 2010. – №3 – С. 99–102. 9. *Маковецький А. В.* Использование конечно-элементного моделирования в ряде задач обработки металлов давлением / *А. В. Маковецький, А. В. Маковецький* // Обработка металлов давлением: сборник научных трудов. – Краматорск : ДГМА – 2008. – №1(19). – С. 61–66. 10. *Шестаков Н. А.* Моделирование потери устойчивости пластической деформации / *Н. А. Шестаков, В. Н. Субич, А. В. Власов* // Обработка металлов давлением: сборник научных трудов. – Краматорск : ДГМА. – 2009. – №1(20). – С. 9–12. 11. *Добранюк Ю. В.* Моделювання за допомогою програмного комплексу DEFORM 3D напружено-деформованого стану на бічній поверхні циліндричного зразка під час торцевого стиснення / *Ю. В. Добранюк, Л. І. Алієва, В. М. Михалевич* // Обработка металлов давлением: сборник научных трудов. – Краматорск: ДГМА. – 2010. – №4(25). – С. 3–10. 12. *Лебедев А.А.* О выборе инвариантов напряженного состояния при решении задач механики материалов / *А. А. Лебедев, В. М. Михалевич* // Пробл. Прочности. – 2003. – № 3. – С. 5–14. 13. *Огородников В. А.* Параметры модели, формирующей карту материала в процессах обработки давлением / *В. А. Огородников, Л. И. Алиева, В. М. Кожушаный, И. А. Деревенько* // Обработка металлов давлением: сборник научных трудов. – Краматорск: ДГМА – 2011 – №1(26) – С. 91–98.

СОДЕРЖАНИЕ

Середа Б.П., Явтушенко А.В., Васильченко Т.А. Рациональные конструкции планетарных механизмов, используемых в приводах кривошипных прессов	3
Добровлянський С.М., Холявік О.В., Шевчук Д.В. Прес вирубний з дезаксіальним кривошипно шатунним механізмом	9
Дьоміна Н.А., Євстратов В. О., Ткачук М.А. Наукове обґрунтування конструювання робочих деталей розділових штампів	13
Мовшович А.Я., Черная Ю.А., Ищенко Г.И. Исследование влияния физико-механических характеристик детонационных покрытий на износостойкость режущих элементов переналаживаемых штампов	22
Обухов А.Н., Паламарчук В.А., Тарасов А.Ф., Середа В.Г., Горбач Е.В. Оценка точности проектирования рабочей поверхности инструмента трения для тангенциальной обкатки труб	29
Титов В.А., Борис Р.С., Богодист Е.И. Влияние особенностей конструкции рабочей поверхности матрицы оснастки на параметры процесса вытяжки с утонением биметаллических трубчатых элементов	34
Елисеев Р.В. Исследование механизма взрывной штамповки в закрытой камере с воздушной полостью	42
Скворчевський О.Є. Математичне моделювання статичних робочих процесів електрогідравлічних перетворювачів нормально-закритого типу	48
Каргин С.Б. Построение полей линий скольжения при протяжке круглой заготовки в вырезных профилированных бойках	55
Бондарева Е.Н., Алиева Л.И., Гарифулина А.Р. Формоизменение при сквозной прошивке	62
Артес А.Э., Сосенушкин Е.Н. Проблемы развития отечественного кузнечно-штамповочного производства	66

Жбанков Я. Г., Периг А. В., Жукова О. А.	76
Численное моделирование пластического течения материала при равноканальном угловом прессовании через штамп с подвижным дном	
Кухарь В.В., Балалаева Е.Ю., Никитченко А.А., Тузенко О.А.	84
Конечно-элементное моделирование напряженно-деформированного состояния станины кривошипного пресса при работе с упругими компенсаторами погрешностей направления ползуна	
Савелов Д.В., Драгобецкий В.В.	91
Теоретические основы вибрационного формования изделий из металлических порошков	
Тараненко М.Е., Маковецкий А.В.	98
Моделирование ресурсосберегающих технологических процессов горячей объемной штамповки поковок из авиационных сплавов в условиях изотермического и приближенных к нему деформирования	
Михалевич В. М., Добранюк Ю. В., Трач Є. А.	104
Визначення граничних деформацій бічної поверхні циліндричних зразків під час вісесиметричного осадження за допомогою імітаційного моделювання	
Хоменко О.І., Баглюк Г.А., Хоменко А.О.	108
Вплив схеми пресування на розподіл густини порошкової заготовки при ущільненні в закритій матриці	
Гожий С.П., Клиско А.В., Носенко А.И.	113
Интенсификация формообразования конструктивных элементов при штамповке обкатыванием с активными силами трения	
Грушко А.В.	119
Определение параметров скоростного упрочнения материала по его твердости	
Калюжний О. В., Вихованець І.В., Ніколенко М.С., Мельник О.В.	124
Розрахунковий аналіз ресурсозберігаючої технології інтенсивного зміцнення металу навколо отворів у профілях і листових заготовках	
Щербаков В.П.	131
Удосконалення технології виготовлення сухаря фрикційного гасника коливачів пасажирського вагона	
Калюжний В. Л., Запорожченко А. С.	135
Вибір оптимального радіусу заокруглення пуансона для процесу холодного витягування з попередньо спрофільованих листових заготовок	

Наукове видання

**ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"**

Збірник наукових праць

Тематичний випуск

"Нові рішення в сучасних технологіях"

Випуск № 45

Науковий редактор докт. техн. наук, проф. Є. І. Сокол

Технічний редактор Т.Л. Коворотний

Відповідальний за випуск канд. техн. наук І. Б. Обухова

Обл.-вид. № 151-11

Підписано до друку 10.11.2011. Формат 60x84/16. Надруковано на різнографі

Gestetner 6123CP. Ум.-друк. арк. 9,4. Облік.вид.арк. 10,0.

Наклад 300 прим. 1-й завод 1-100. Зам. №45. Ціна договірна

Видавничий центр НТУ «ХПІ»

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК33657 від 24.12.2009р.

61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Типографія "Технологічний центр"

вул. Новгородська, 3а, м. Харків, 61145