

ISSN 2307-5732

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

2.2016

ВІСНИК

**Хмельницького
національного
університету**

Технічні науки
Technical sciences

SCIENTIFIC JOURNAL

HERALD OF KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

2016, Issue 2, Volume 235

Хмельницький

ВІСНИК
ХМЕЛЬНИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
серія: Технічні науки

Затверджений як фахове видання (перереєстрація)
Наказ МОН 04.07.2014 №793

Засновано в липні 1997 р.

Виходить 6 разів на рік

Хмельницький, 2016, № 2 (235)

Засновник і видавець: Хмельницький національний університет
(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)

Включено до наукометричних баз:

Google Scholar	http://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=aIUP9OYAAAAJ
Index Copernicus	http://jml2012.indexcopernicus.com/passport.php?id=4538&id_lang=3
РИНЦ	http://elibrary.ru/title_about.asp?id=37650
Polish Scholarly Bibliography	https://pbn.nauka.gov.pl/journals/46221

Головний редактор	Скиба М. Є. , д.т.н., професор, заслужений працівник народної освіти України, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України, ректор Хмельницького національного університету
Заступник головного редактора	Войнаренко М. П. , д. е. н., професор, заслужений діяч науки і техніки України, член-кореспондент Національної академії наук України, проректор з науково-педагогічної та наукової роботи, перший проректор Хмельницького національного університету
Відповідальний секретар	Гуляєва В. О. , завідувач відділом інтелектуальної власності і трансферу технологій Хмельницького національного університету

Ч л е н и р е д к о л е г і ї

Технічні науки

Березненко М.П., д.т.н., Бубулис Алгимантас, д.т.н. (Литва), Гордєєв А.І., д.т.н., Грабко В.В., д.т.н., Диха О.В., д.т.н., Жултовський Б., д.т.н. (Польща), Зубков А.М., д.т.н., Камбург В.Г., д.т.н. (Росія), Каплун В.Г., д.т.н., Карван С.А., д.т.н., Карташов В.М., д.т.н., Кичак В.М., д.т.н., Кіницький Я.Т., д.т.н., Коновал В.П., д.т.н., Коробко Є.В., д.т.н. (Білорусія), Костогриз С.Г., д.т.н., Кофанов Ю.М., д.т.н. (Росія), Мазур М.П., д.т.н., Мандзюк І.А., д.т.н., Мельничук П.П., д.т.н., Мясіщев О.А., д.т.н., Натріашвілі Т.М., д.т.н. (Грузія), Нелін Є.А., д.т.н., Павлов С.В., д.т.н., Пастух І.М., д.т.н., Поморова О.В., д.т.н., Пановко Г.Я., д.т.н. (Росія), Попов В., доктор природничих наук (Німеччина), Прохорова І.А., д.т.н., Рогатинський Р.М., д.т.н., Ройзман В.П., д.т.н., Рудницький В.Б., д.фіз.-мат.н., Сарібеков Г.С., д.т.н., Сілін Р.І., д.т.н., Славінська А.Л., д.т.н., Сорокатиї Р.В., д.т.н., Сурженко Є.Я., д.т.н. (Росія), Троцишин І.В., д.т.н., Шинкарук О.М., д.т.н., Шклярський В.І., д.т.н., Щербань Ю.Ю., д.т.н., Юрков М.К., д.т.н. (Росія), Ясній П.В., д.т.н.

<i>Технічний редактор</i>	Горященко К. Л., к.т.н.
<i>Редактор-коректор</i>	Броженко В. О.

**Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,
протокол № 9 від 31.3.2016 р.**

Адреса редакції: редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"
Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, Україна, 29016

т	(038-22) 2-51-08	web:	http://journals.khnu.km.ua/vestnik
e-mail:	visnyk_khnu@rambler.ru		http://vestnik.ho.com.ua
			http://lib.khnu.km.ua/visnyk_tup.htm

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 9722 від 29 березня 2005 року

© Хмельницький національний університет, 2016
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2016

ЗМІСТ

РАДІОТЕХНІКА, ЕЛЕКТРОНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ

О. В. ОСАДЧУК, В. С. ОСАДЧУК, Я. О. ОСАДЧУК РАДІОВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ТИСКУ З ЧУТЛИВИМ MEMS КОНДЕНСАТОРОМ	7
О. М. ШИНКАРУК, І. І. ЧЕСАНОВСЬКИЙ, Л. В. КАРПОВА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ШИРИНИ СПЕКТРУ ВУЗЬКОСМУГОВОГО ІМПУЛЬСНОГО СИГНАЛУ В УМОВАХ НЕЛІНІЙНОЇ ЧАСТОТНОЇ МОДУЛЯЦІЇ	14
Ю. С. ГОРОХОВ МЕТОД РОЗШИРЕННЯ СПЕКТРУ ТАЙМЕРНИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ ППРЧ	18
О. В. ОСАДЧУК, А. Ю. САВИЦЬКИЙ, О. С. ЗВЯГІН ОБРОБКА СИГНАЛУ СЕНСОРА ЗА ДОПОМОГОЮ ДОТИЧНОЇ	20
V. V. ROMANUK EVOLUTION OF EXPERT COMPETENCES IN ESTIMATING A FINITE SET OF OBJECTS BY A GIVEN COMPARISON SCALE VIA PAIRWISE COMPARISON MATRICES WITHIN THE SPACE OF POSITIVE INVERSE-SYMMETRIC MATRICES	25
А. А. БУРЛАКОВ ОРГАНІЗАЦІЯ ГНУЧКОГО ДОСТУПУ ДО ДАНИХ В ДОДАТКАХ НА JAVA-ПЛАТФОРМІ	30
Ю. П. ЗАСПА КОНТАКТНЕ ДИНАМО ЯК ГЕНЕРАТОР КОГЕРЕНТНИХ КОСМІЧНИХ ФОРМ РУХУ ТА ДЖЕРЕЛО ПЛАНЕТАРНОГО, СОНЯЧНОГО, ГАЛАКТИЧНОГО І МЕТАГАЛАКТИЧНОГО МАГНЕТИЗМУ. ЧАСТИНА II	36
К. Ю. БОБРОВНИКОВА МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИЯВЛЕННЯ БОТ-МЕРЕЖ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ DNS-ТРАФІКА	53
В. Л. МАРЧЕНКО, Д. І. СТОПЧАК ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДЕНОРМАЛІЗАЦІЇ БАЗ ДАНИХ	58
О. М. БЕРЕЗЬКИЙ, О. Й. ПІЦУН, С. О. ВЕРБОВИЙ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ МІКРОСКОПІЇ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ	61
І. О. РОЗЛОМІЙ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОННИХ ДОКУМЕНТІВ МОДИФІКАЦІЄЮ ШИФРУ ГАМУВАННЯ	69
А. В. СНІГУР ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ЧИТАННЯ ЛЮДИНОЮ ТЕКСТОВИХ МАТЕРІАЛІВ	74
С. В. ПАВЛОВ, С. О. РОМАНЮК, В. П. ДУМЕНКО РОЗРОБКА ДИСТРИБУТИВНОЇ ФУНКЦІЇ ВІДБИВНОЇ ЗДАТНОСТІ ПОВЕРХОНЬ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ	80
М. І. СТАДНІК ФУНКЦІОНАЛЬНІ СТРУКТУРИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОДНОРІДНИХ ОБ'ЄКТІВ	84
Ю. Б. ПАЛЯНИЦЯ СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОПРАЦЮВАННЯ ФОНОКАРДІОСИГНАЛУ ТА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЙОГО У ВИГЛЯДІ ПЕРІОДИЧНО КОРЕЛЬОВАНОГО ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ	90

Л.В. ХВОСТИВСЬКА ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПУЛЬСОВОГО СИГНАЛУ СУДИН ЛЮДИНИ	94
Р.В. КОЧАН, Б.Р. ТРЕМБАЧ, Р.Б. ТРЕМБАЧ КОНЦЕПЦІЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ ЗВУКОВОЇ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ РОЗВІДКИ НА БАЗІ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ	101
В.А. СІВАК МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ КОНТРОЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ ПУНКТИВ ОРГАНІВ ТА ГАРАЖІВ ПІДРОЗДІЛІВ ОХОРОНИ КОРДОНУ	105
МАШИНОЗНАВСТВО ТА ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ В МАШИНОБУДУВАННІ	
RÓBERT SÁSIK, MATÚŠ KOVALÍČEK, MIŠHAL HOŠ, PETER SPIŠÁK, RUDOLF MADAJ MANUFACTURING OF THE SPARE PARTS FOR THE AUTOMOTIVE INDUSTRY USING 3D PRINT WITH SLM METHOD	111
Ю.С. КРУТІЙ, М.Г. СУРЬЯНІНОВ ЗГІН КРУГОВОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ ЗІ ЗМІННОЮ ТОВЩИНОЮ	116
В.О. ХАРЖЕВСЬКИЙ КІНЕМАТИЧНИЙ СИНТЕЗ ВАЖЛИВИХ НАПРЯМНИХ МЕХАНІЗМІВ ЗА ЗАДАНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРЯМОЛІНІЙНОЇ ДІЛЯНКИ ШАТУННОЇ КРИВОЇ	122
Н.Г. ШИРМОВСЬКА, І.Р. МИХАЙЛЮК, Г.І. ЛЕВИЦЬКА, Т.О. ВАВРИК, Н.Т. ЛАЗАРІВ МЕТОДИКА ДІАГНОСТУВАННЯ ДЕФЕКТІВ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ ТА АЛГОРИТМ ДІАГНОСТУВАННЯ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ	127
С.О. КОШЕЛЬ, Г.В. КОШЕЛЬ СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ПЛОСКИХ МЕХАНІЗМІВ ЧЕТВЕРТОГО КЛАСУ З ЗАМКНЕНИМ КОНТУРОМ, УТВОРЕНИМ ШАТУНАМИ ТА ДВОМА СКЛАДНИМИ ЛАНКАМИ	133
М.В. БАБІЙ ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРЕСИВНИХ ВІДРІЗНИХ РІЗЦІВ В УМОВАХ РЕМОНТУ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК	144
KIRILL SCHERBYNA FORCE DEPICTION OF THE RADIAL SIZE CHANGE OF THE HELICAL SPRING HONE	149
А.С. ЗЕНКІН, А.В. ПРИЩЕП, С.М. ЗЕНКІНА, О.В. МАЩЕНКО МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СКЛАДАННЯ З'ЄДНАНЬ З НАТЯГОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР	155
П.В. КЕБА, Д.О. ДМИТРІЄВ, Д.Д. ФЕДОРЧУК АНАЛІЗ КІНЕМАТИКИ, ТОЧНОСТІ ТА ДИНАМІКИ ПІРАМІДАЛЬНОЇ КОМПОНОВКИ ВЕРСТАТА З МЕХАНІЗМАМИ ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ	161
А.А. ШТУЦЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ ПЛОСКИХ КІЛЬЦЕВИХ І ФЛАНЦЕВИХ ЗАГОТОВОК	167
О.А. ДОРОФЄЄВ, О.П. ТЕРЕЩЕНКО ВПЛИВ УДАРУ НА КІНЕМАТИЧНІ ТА ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАШИН ШВЕЙНОГО ТА ВЗУТТЄВОГО ВИРОБНИЦТВА	171
АЛЬ-ЯФАЇ-НАСР, В.П. МІСЯЦЬ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РІЗАННЯ ВЗУТТЄВИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ЧАС ДІЇ УЛЬТРАЗВУКОВИХ КОЛИВАНЬ НА ЛЕЗО НОЖА	175

Г.М. СОКОЛОВА ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ АЗОТУВАННЯ У ТЛЮЧОМУ РОЗРЯДІ НА ОСНОВІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ	181
Н.Г. СУРЬЯНИНОВ, И.А. ТВАРДОВСКИЙ, А.М. ЧУЧМАЙ КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛИ КЕССОННОГО ПЕРЕКРЫТИЯ	186
С.А. МАКСИМОВ, Ю.В. ПЕТУХОВ, А.В. РАДКЕВИЧ, И.В. ШИНКЕВИЧ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОКОН ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ИЗ ЛИСТОВ ПВХ ПРОБОЙНИКОМ НА ШВЕЙНОМ ПОЛУАВТОМАТЕ С МПУ	191
М.А. ЗЕНКІН, В.О. БОРКО, А.С. ЗЕНКІН ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РІВНЯ ЯКОСТІ ВИРОБІВ НА СТАДІЯХ НАУКОВО- ДОСЛІДНИХ І ДОСЛІДНО-КОНСТРУКТОРСЬКИХ РОЗРОБОК	196
Ю.А. БУРСЕННИКОВ, Л.Г. КОЗЛОВ, С.В. РЕПІНСЬКИЙ ОГЛЯД ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ НАСОСАМИ ЗМІННОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ	202
A.V. VOZNYAK, A.O. VOZNYAK EQUAL-CHANNEL ANGULAR EXTRUSION OF POLYMERS	207
О.О. ЄФРЕМОВА, І.П. КРАЙНОВ, Н.Г. МІРОНОВА, Є.П. ШАГО СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ НА ХМЕЛЬНИЧЧИНІ	212
О.О. РУБАНЕНКО ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ МІКРОМЕРЕЖ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗОСЕРЕДЖЕНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ (БІОАМАСИ)	216
ТЕХНОЛОГІЇ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	
Н.М. ЗАЩЕПКІНА, Я.О. ЯЩЕНКО, А.А.МЕЛКОНЯН, А.О. БУРМИСТРОВА ТЕКСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ЯК БАР'ЄР ДЛЯ ЗАХИСТУ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ВІД НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	221
І.А. МАНДЗЮК, Т.В. ІВАНШЕНА, К.О. ПРИСЯЖНА, О.П. МАНДЗЮК РОЗРАХУНОК ЛЮДСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТОКСИЧНОСТІ ШЛЯХОМ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА БІОТЕСТ-ОБ'ЄКТАХ	224
Е.А. ЗАХАРОВА, О.І. ХРИСТЮК, І.Г. СОЛОНЕНКО, Л.В. КОНДРАТЬЄВА ЗАСТОСУВАННЯ САПР ПІД ЧАС ПРОЕКТУВАННЯ ЛІКУВАЛЬНО-БАНДАЖНИХ ВИРОБІВ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ	230
І.С. ГАЛИК, Б.Д. СЕМАК НАПРЯМКИ ПЕРЕОРІЄНТАЦІЇ ЗАКОНОДАВЧО-ПРАВОВОЇ БАЗИ ВИРОБНИЦТВА ТЕКСТИЛЮ ТА ОДЯГУ	234
Т.А. ПУДАЙЛО, І.М. БІЛОУС, В.С. ГОРОБЧИШИНА, О.В. МОРОЗ ВИКОРИСТАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В ТРИКОТАЖНИХ ВИРОБАХ	239
О.А. ДІТКОВСЬКА АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ ДІТЕЙ З МЕТОЮ ВИВЧЕННЯ ЇХ АНТРОПОМЕТРИЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ	243
А.К. КАРМАЛІТА ОСОБЛИВОСТІ ДИЗАЙНУ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ ПРЕЗЕНТАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	247

О.М. ГУЩАК, Б.Д. СЕМАК КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА СТІЙКОСТІ ПОФАРБУВАНЬ РОСЛИННИМИ БАРВНИКАМИ НА ВОВНЯНИХ, ШОВКОВИХ І КАПРОНОВИХ ТКАНИНАХ	250
М.О. МАРУХЛЕНКО, О.Р. МОКРОУСОВА, О.А. ОХМАТ РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ХРОМЗБЕРЕЖНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДУБЛЕННЯ ШКІР	258
У.Б. БУЧКІВСЬКА ВПЛИВ БАГАТОРАЗОВОГО ПРАННЯ ПЛАТТЯНО-КОСТЮМНИХ ТКАНИН НА ЇХ ЗНОСОСТІЙКІСТЬ	263
А.Я. ГАНЗЮК, С.А. КАРВАН, Г.М. ДЕЙЧУК ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ АДСОРБЕНТІВ У ПРОЦЕСАХ ОЧИЩЕННЯ, РОЗДІЛЕННЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ГАЗОВИХ І РІДКИХ СЕРЕДОВИЩ	266
Д.Г. САРІБЕКОВА, В.Ю. КУНИЦЬКИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕЛАСТАНОВИХ НИТОК НА ФОРМОСТІЙКІСТЬ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	270
О.А. ПАРАСКА, В.О. КОВАЛЬСЬКА, С.А. КАРВАН СУЧАСНІ ВИМОГИ ДО ВИРОБНИЦТВА МИЙНИХ ЗАСОБІВ В УКРАЇНІ	273

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ ПЛОСКИХ КІЛЬЦЕВИХ І ФЛАНЦЕВИХ ЗАГОТОВОК

В даній статті проаналізовано особливості локального деформування, які визначають штампування обкочуванням як самостійний вид обробки металів тиском. Наведені приклади найбільш повної реалізації переваг штампування обкочуванням, що забезпечує ефективність промислового використання. В пріоритетних напрямках розвитку науки і техніки особлива роль відводиться енерго- та ресурсозбереженню. Сучасні вітчизняні галузі машинобудування та металообробки, які покликані забезпечити підвищення конкурентоспроможності власної продукції, значною мірою ще базуються на енерго- і металомістких технологічних процесах. Зменшенню енергетичних і матеріальних витрат сприяє розробка та впровадження в металообробку нових процесів обробки металів тиском. Дана обставина визначає пріоритетність розвитку агропромислового виробництва. Розвиток аграрного сектору і необхідність підвищення його ефективності вимагають удосконалення технічного забезпечення.

Ключові слова: штампування обкочуванням, обробка металів тиском, холодне об'ємне штампування, деформування, формоутворення, заготовки, течія металу.

А.А. SHUTS

Vinnytsia National Agrarian University

RESEARCH OF STAMPING PROCESS BY ROLLING-OFF OF PLANE RING AND FLANGED PIECES

This article analyzes the characteristics of the local deformation, which determine the punching creation as a separate type of processing of metals pressure. Examples of the most full realization of the benefits of forging created that ensures efficient industrial use. In the priority directions of development of science and technology is a special role for energy and resource conservation. Modern domestic industry mechanical engineering and metal working, which are designed to improve the competitiveness of its own products, to a large extent still based on energy-intensive industrial processes. Reducing energy and material costs facilitates the development and implementation of new metalworking processes of processing of metals pressure. This determines the priority of the development of agricultural production. The development of the agricultural sector and the need to improve its efficiency is required to improve technical support.

Keywords: rolling-off stamping, metal forming, cold die forging, deformation, forming, blanks, metal flow.

Вступ. В пріоритетних напрямках розвитку науки і техніки особлива роль відводиться енерго- та ресурсозбереженню. Сучасні вітчизняні галузі машинобудування та металообробки, які покликані забезпечити підвищення конкурентоспроможності власної продукції, значною мірою ще базуються на енерго- і металомістких технологічних процесах. Зменшенню енергетичних і матеріальних витрат [1] сприяє розробка та впровадження в металообробку нових процесів обробки металів тиском (ОМТ). Дана обставина визначає пріоритетність розвитку агропромислового виробництва. Розвиток аграрного сектору і необхідність підвищення його ефективності вимагають удосконалення технічного забезпечення.

Підходи, що ґрунтуються на концепції багатостадійних технологічних процесів, все частіше використовуються при моделюванні широкого кола виробничих процесів. Прикладами можуть слугувати процеси хімічного, атомного енергетичного, літако- та автомобілебудування тощо [6].

Викладення основного матеріалу досліджень

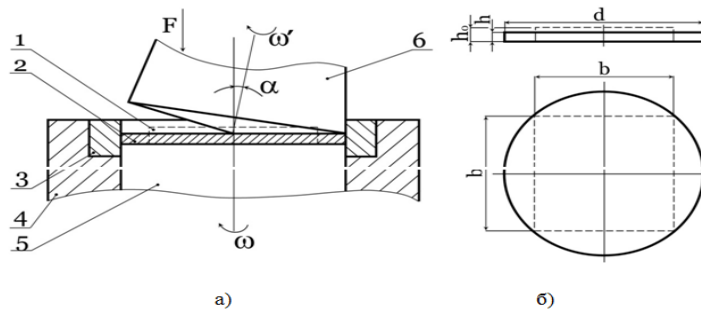
У заготівельному виробництві досить поширеними є круглі плоскі заготовки. Традиційно такі заготовки отримують виручкою або вирізкою з листа, що супроводжується значними відходами у вигляді перемичок. Тому питання ефективного отримання тонких заготовок під наступні операції ОМД є досить актуальним [1].

Незважаючи на розвиток процесів штампування з поліпшеними умовами контактного тертя [1], основною операцією отримання тонких круглих заготовок залишається їх вирубка з листа. При цьому не завжди задовольняє вимогам якості заготовок через вихідної анізотропії та різновтовщинності листа. При подальшій витяжці виробів з таких заготовок основним фактором, що обмежує технологічні можливості, є руйнування заготовок в найбільш небезпечних локальних зонах. Руйнації передують втрата стійкості деформування або місцеве стоншення заготовки у вигляді шийки, з моменту утворення якої збільшення ступеня витяжки стає неможливим.

Складними при виготовленні є круглі деталі з відносно малою висотою:

$h / d < 0,3$ при діаметрі не більше 300-350 мм. У цьому випадку потрібно пресове обладнання гарячого штампування великої потужності і високої жорсткості, а для виготовлення штампового оснащення потрібні високолеговані дорогі сталі. У зв'язку з цим в статті розглянуто технологічний процес штампування обкочуванням (ШО) плоских кільцевих і фланцевих заготовок.

ШО дозволяє отримувати заготовки необхідної форми шляхом їх переформування з квадратних, круглих і кільцевих. Відповідно до запропонованої технології лист безвідходно розрізається на квадратні заготовки, які переформовують методом ШО (рис. 1) в круглі плоскі або з необхідним по товщині профілем. Таким чином, переформування заготовки здійснюється за схемою осадки методом ШО.



1 - заготовка, 2 - виріб, 3 - матриця, 4 - шпиндель, 5 - виштовхувач, 6 - валок

Рис. 1. Схема переформування заготовок методом ШО (а), вид вихідної квадратної і розкатої круглої заготовки (б)

У разі переформування заготовок методом ШО практично виключається можливість управляти інтенсивністю і напрямком течії металу шляхом зміщення валка, оскільки через застосування матриці-калібру неможливо забезпечити зміщення вершина валка. У разі переважним є відцентрове протягування металу. При цьому максимальна інтенсивність перебігу спостерігається на відстані $r < 0,2R$.

Схему налагоджування, показано на рис. 2 згідно класифікації процесів штампування обкочуванням [4] слід віднести до першої групи - безвідходного виробництва плоских заготовок.

При течії металу в різних осьових напрямках заготовки спостерігаються три стадії формоутворення

На першій стадії відбувається інтенсивний перерозподіл обсягу металу [2] (у зворотному напрямку від прикладеного зусилля P) і радіальному (по лінії Г-Г) напрямках (рис. 3). У тангенціальному напрямку перерозподіл обсягу металу уповільнено, що підтверджується різницею величин a_1 і b_1 (рис. 4). Опір деформації по всьому об'єму деталі також різний, по поверхні взаємодії вихідної заготовки з пуансоном I, зовнішні шари переміщуються інтенсивніше внутрішніх шарів внаслідок великого тертя вихідної заготовки по поверхні взаємодії її з матрицею II (це очевидно при розгляді площі контакту інструменту з вихідною заготовкою).

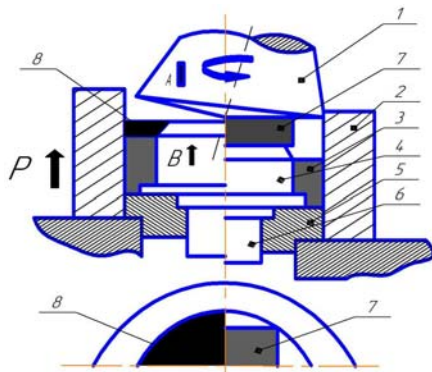


Рис. 2. Схема налагоджування для штампування обкочуванням фланцевих деталей та заготовок: 1 - пуансон; 2 - контейнер; 3,4- матриця; 5 - кільце; 6 - виштовхувач; 7 - вихідна заготовка; 8 - готова деталь

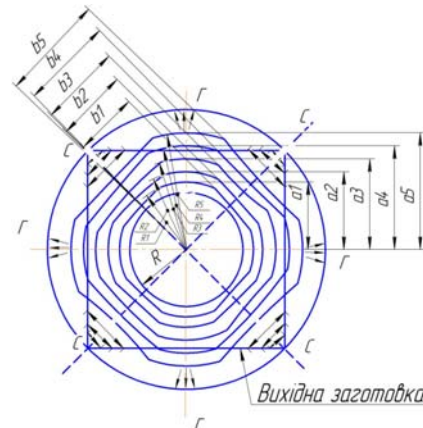


Рис. 3. Схема течії металу в фланцевій частині деталі при штампуванні обкочуванням з кільцевої заготовки. Г - Г - лінія переобладнення радіальної течії металу С - С - лінія переобладнення тангенціального течії металу

У результаті цього з'являються додаткові навантаження: на зовнішній стискаючій, поверхні, так як кожен внутрішній шар стримує рух сусіднього зовнішнього, а у внутрішніх - розтяжні, оскільки кожен зовнішній шар, рухаючись швидше сусіднього, захоплює його за собою.

У результаті вирівнювання навантаження виникає зона внутрішніх шарів з додатковим радіальним навантаженням, збільшується до зовнішньої поверхні. Підтвердженням того, що поверхневі шари металу переміщуються інтенсивніше нижніх шарів, служить розгляд перетину заготовки в першій стадії процесу (рис. 4).

Початок другої стадії процесу визначається в момент зіткнення вихідної заготовки з матрицею по поверхні III. Переміщення обсягу металу хоча і не змінює свого характеру по відношенню до першої стадії, але відбувається при зростаючому опорі деформування, що пояснюється інтенсивним формуванням нижньої частини заготовки. У напрямках по лінії Г-Г радіальна течія металу збільшується, і в момент заповнення зовнішнього діаметра контейнера змінює свій напрямок, в той же час у напрямку по лінії С-С переважає тангенціальна течія металу і в момент зміни напрямку течії металу по Г-Г створюється підвищений гідростатичний тиск, збільшення якого визначає заповнення нижньої частини фланця [3].

Характерною особливістю перших двох стадій формоутворення є наявність внутрішніх кільцевих сходинок при сформованому початкової і кінцевої стадії процесу, а різниця висоти $H_2 - H_1 = S$ дає значення

подачі на один цикл обкочування.

Утворення прямих ділянок на лінії С-С є наслідком, спотворення утворює кільця за рахунок підпору в точці дотику заготовки з напрямком діагоналі.

Третьою стадією процесу є калібрування полотна і внутрішнього діаметра заготовки. Процес відбувається без значного зростання зусилля деформування [2].

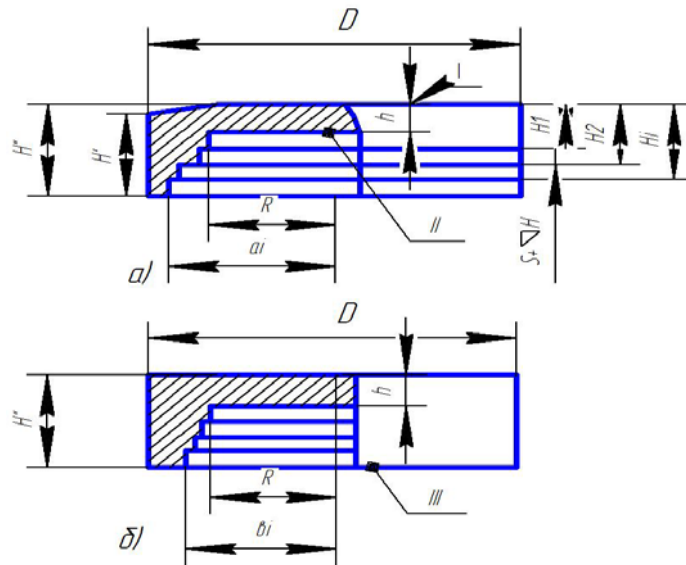


Рис. 4. Переріз заготовки стадії процесу: а) – по площині Г-Г б) – по площині С-С

У стадії аналізу дослідження запропоновано пристрій виготовлення заготовок та деталей методом штампування обкочуванням [5].

Пристрій для здійснення способу містить матрицю 1, обкочувальний пуансон 2 і виштовхувач 3. Пуансон 2 отримує обкочувальний рух від спеціального приводу. Матриця 1 і виштовхувач 2 змонтовані на столі преса і можуть від своїх приводів переміщатися у вертикальному напрямку.

Дослідження отриманих виробів по точності відповідають 10-11 квалітету, шорсткість поверхні становлять 3,2 мкм [3].

Таблиця 1

Розміри і параметри процесу штампування обкочуванням кільцевих і фланцевих заготовок

№ п/п	Найменування параметрів	Позначення	Одиниця вимірювання	Параметри
1	Діагональ вихідної заготовки	$L_{\text{діаг}}$	мм	186 ± 240
2	Товщина вихідної заготовки	$H_{\text{заг}}$	мм	16
3	Кут нахилу осі пуансона	θ	(градус)	2
4	Осьова подача інструмента	S	мм/обк	1,7
5	Температура нагріву	T	°C	740
6	Максимальне зусилля штампа	P	кН	2300

Розрахунок заготовки при штампуванні обкочуванням

1. Вихідні умови (рис. 5):

$$\begin{aligned} C &= D, \\ V_d &= V_3, \end{aligned} \quad (1)$$

де C – діагональ заготовки;
D – зовнішній діаметр деталі;
 V_d, V_3 – обсяг деталі і заготовки.

2. Інтервали варіювання:

$$\begin{aligned} D_1/D &= 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; \\ H_d &= 3,5; 10; 12; 14; 16; 20; \\ h &= 0; 1,5; 4 \end{aligned}$$

де D_1 – внутрішній діаметр деталі;
 H_d – висота деталі;
h – товщина перемички.

3. Висновки розрахункових формул:

$$V_d = (\pi D^2 H - \pi D_1^2 H_1)/4, \quad (2)$$

$$V_3 = a^2 H_3, \quad (3)$$

де a – сторона заготовки

$$a = (C / \sqrt{2})^2 \quad (4)$$

але $C = D$, тоді

$$a = (D / \sqrt{2})^2, \quad (5)$$

З формули (1.3) знаходимо

$$H_3 = V_3/a^2, \quad (6)$$

Але V_3 по умові (1.1) дорівнює V_d .

Після перетворення (1.6) отримаємо вихідну формулу для розрахунку висоти заготовки

$$H_3 = 1,57 (H_d - B^2 H_1), \quad (7)$$

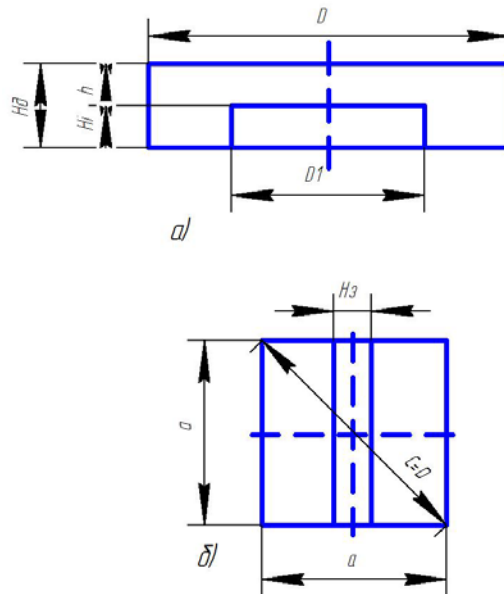


Рис. 5. Розміри готової деталі (а) і вихідної заготовки (б)

Висновки

Запровадження нових методів штампування обкочуванням у виробництво забезпечує збільшення коефіцієнта використання металу до 0,8 і зменшення трудомісткості обробки на 30–35%.

При штампуванні обкочуванням точність розмірів виробів залежить від точності розмірів інструменту та схеми деформування. В основному при штампуванні обкочуванням забезпечується точність обробки по 8–11 квалітету, а шорсткість поверхні становлять 3,2 мкм.

Можливість використання обладнання малої потужності методом штампування обкочуванням, дозволить ефективно використовувати дані процеси у малосерійному та багатосерійному виробництві.

Література

1. 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.
2. Гожій С.П. Штампування обкочуванням як засіб ресурсозбереження / С.П. Гожій, Л.Т. Кривда // Наукові вісті Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». – 2006. – № 2(46). – С. 55–60.
3. Matviychuk V. A. Development of technological process of flanges upsetting on tubular billets by face rolling / V. A. Matviychuk, L. I. Aliyeva // Produkcyja i Zarzadzanie w Hutnictwie. XIV Miedzynarodowa Konferencya Naukowo-Techniczna, Politechnika Czestochowska. Szczyryk 28 czerwca – 1 lipca 2006. – S. 132–136.
4. Корякин Н.А. Штамповка обкатыванием / Н.А. Корякин, В.А. Лебедев. – М. : ЦНИИ информации, 1987.
5. Патент RV №2040999, Кл. B21D37/12. Способ изготовления изделий / Корякин Н.А., Сурков В.А., Глухов В.П., Хоменко А.А. – заяв. 29.06.92., опубл. 09.08.95. Бюл. № 22.
6. Лисогор В. М. Моделювання дії операторів багатостадійних технологічних процесів є людиномашинним управлінням АПК / В.М. Лисогор, А. А. Штуць, Я. Г. Бородянець, Ю. А. Шулле // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014. – № 2 (211). – С. 223.226.

Рецензія/Peer review : 4.4.2016 р. Надрукована/Printed : 19.4.2016 р.

Рецензент : д.т.н., проф., Стадник М.І.