

**Міністерство освіти і науки України**  
**Сумський державний університет**  
*Азадський університет*  
*Каракалтакський державний університет*  
*Київський національний університет технологій та дизайну*  
*Луцький національний технічний університет*  
*Національна металургійна академія України*  
*Національний університет «Львівська політехніка»*  
*Національний технічний університет України*  
*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*  
*Одеський національний політехнічний університет*  
*Сумський національний аграрний університет*  
*Східно-Казахстанський державний технічний*  
*університет ім. Д. Серікбаєва*  
*Технічний університет Кошице*  
*Українська асоціація якості*  
*Українська інженерно-педагогічна академія*  
*Університет Барода*  
*Університет ім. Й. Гуттенберга*  
*Університет «Politechnika Świętokrzyska»*  
*Харківський національний університет*  
*міського господарства ім. О. М. Бекетова*  
*Херсонський національний технічний університет*

## **СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАНОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО. ІНДУСТРІЯ 4.0. СУЧАСНИЙ НАПРЯМОК АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ОБМІНУ ДАНИМИ У ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ**

Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції  
(м. Суми, 22–26 травня 2017 року)



Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.

Суми  
Сумський державний університет  
2017

повітря під високим тиском. Саме тому димососи і вентилятори в даний час представляють собою необхідний і важливий елемент нагрівального обладнання.

## **ПРОЦЕСИ ІНТЕНСИВНОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА**

*Мініцький А.В. к.т.н, Горюшкин Н.І., Пилявська Є.О., Мініцька Н.В. к.т.н  
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ*

Відомо, що характеристики порошкових деталей залежать від складу матеріалу і щільності, досягнутої під час технологічного процесу. Для конструкційних деталей щільність спечених виробів являється ключовим параметром. Основні напрями, пов'язані з отриманням високої щільності і підвищення характеристик порошкових виробів, були зроблені в таких технологіях як подвійне пресування і спікання, штампування, просочування і гаряче пресування [1, 2]. Останнім часом з'явилися нові технології, що забезпечують одночасно підвищення складності форми деталі, і її фізико-механічні властивостей; тепле пресування пластифікованих порошків, інжекційне формування, яке, як правило, використовується для формування невеликих деталей [3]. Одним з перспективних напрямів розвитку технологій порошкової металургії є обробка тиском порошкових заготовок з використанням схем інтенсивної пластичної деформації, до яких відносяться рівноканальне кутове пресування, крутіння під високим тиском, рівноканальна багатокутова екструзія, всебічна ковка (3D-Forging) тощо [4]. Суттєва зміна характеристик матеріалів при інтенсивній пластичній деформації пов'язано з утворенням в них нерівноважних структур, подрібненням зерен (з отриманням наноструктурних елементів) та створенням метастабільних фаз.

Метою роботи було дослідження процесів повторного ущільнення порошкових брикетів на основі заліза та його сплавів та визначення впливу різних схем деформації на структуру та властивості матеріалів.

В якості вихідних матеріалів було використано залізний порошок марки ПЖРВ200.28 з насипною щільністю 3,11 г/см<sup>3</sup> та порошок графіту марки ГС-4. Вихідні брикети діаметром 10 мм і висотою 20 мм отримували статичним пресуванням на гідравлічному пресі у сталевій роз'ємній прес-формі під тиском 700 МПа. Для зняття деформаційного наклепу після пресування зразки піддавали відпалу за температурою 700 °С протягом 1 години. Після відпалу зразки піддавали повторній деформації за різними схемами: статичне пресування у прес-формі, вільна осадка між сталевими пластинами та вільна гаряча ковка.

Процес статичної допресовки проводили у роз'ємній прес-формі під тиском 700 МПа. Було встановлено, що ефективність статичної допресовки

залежить, насамперед, від вмісту мастила як у самому брикеті, так і на поверхні брикету, що забезпечує зниження тертя об стінки прес-форми. Показано, що проводити допресовку після пресування може бути доцільно при виготовленні виробів, що мають підвищений вміст графіту та в подальшому піддаються гартуванню.

В роботі було застосовано дві схеми вільної осадки, а саме осадка брикетів вздовж напрямку пресування та перпендикулярно до напрямку пресування. Була проведена як одноразова осадка відпалених брикетів в напрямку перпендикулярному вісі пресування, так і дворазова - з поворотом на кут  $90^0$  (з утворенням практично квадратного перетину). Результати досліджень показали, що суттєвої різниці по щільності між однократною та двократною схемою осадження не спостерігається. В обох випадках допресовка дозволила отримати практично безпористу структуру.

Досліджено технологічні параметри вільної гарячої ковки сирих та спечених порошкових формовок отриманих пресуванням порошку заліза та сумішей на його основі. Встановлено, що процеси інтенсивної пластичної деформації, що відбуваються при вільній гарячій ковці дозволяють реалізувати механізм одночасної дії нормальних та дотичних напружень, що приводить до утворення нерівноважних структур порошкових матеріалів на основі заліза.

Таким чином, в роботі показано перспективність застосування повторної деформації порошкових брикетів на основі заліза. Проаналізовано різні схеми деформації та встановлено вплив технологічних параметрів на структуру та властивості порошкових брикетів. Показано можливість часткової відмови від високотемпературного спікання порошкових матеріалів. Результати роботи можуть бути використані при розробці середньо- та важконавантажених порошкових деталей конструкційного призначення з мінімальним вмістом дефіцитних легуючих елементів.

### Список літератури

1. Чернышов Л.И., Левина Д.А. Порошковая металлургия – трудности и перспективы современного этапа развития / Порошковая металлургия, 2013. - №11/12. – с. 144-153
2. Промышленная технология горячего прессования порошковых изделий/ Ю.Г. Дорофеев, Б.Г. Гасанов, В.Ю. Дорофеев. – М. : Металлургия, 1990. – 206 с.
3. Витязь П.А. Новые технологии получения и свойства порошковых композиционных материалов: порошковая металлургия в мире и в Беларуси: 1990-2010. Состояние, проблемы, перспективы / П.А. Витязь, А.Ф. Ильюшенко, В.В. Савич – Минск, Беларусь, 2010. – 54 с.
4. Коцюба А.А. Порошковые материалы для авиационной и ракетно-космической техники / А.А. Коцюба, А.С. Бычков, О.Ю. Нечипоренко, И.Г. Лавренко . – К.: КВИЦ, 2016. – 304 с.