

УДК 621.762

А. В. МІНІЦЬКИЙ, Б. О. СИДОРЕНКО, Ю. Й. БЕСАРАБЕЦЬ

Національний технічний університет України «КПІ», Київ

ВПЛИВ ЗОВНІШНЬОГО КОНТАКТНОГО ТЕРТЯ НА ПРОЦЕС ДОПРЕСОВКИ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА

В роботі досліджено вплив зовнішнього контактного тертя брикетів із залізного порошку о стінки прес-інструменту при допресовці. Показано вплив допресовки на зростання щільності брикетів на основі залізного порошку. Встановлено роль мастила та площі бічної поверхні на процеси ущільнення порошкових брикетів.

Ключові слова: пресування, допресовка, щільність, тертя, мастило, брикети

Вступ та постановка завдання. При пресуванні порошкових матеріалів розрізняють два види контактної тертя: зовнішнє о стінки матриці прес-форми і внутрішнє тертя частинок порошку одна об одну [1]. При цьому, саме зовнішнє тертя приводить до нерівномірного розподілу щільності в об'ємі брикету через втрати зусилля пресування на подолання тертя [2]. Втрати зусилля пресування на зовнішнє тертя залежать від багатьох факторів: коефіцієнт тертя в парі брикет – матриця, якість стінок прес-форми, наявність мастила, висота брикету і т. ін. Ці зовнішні фактори, що впливають на отримані значення щільності, важко піддаються обліку і, як правило, кількісно не враховуються. Мабуть, вплив саме цих факторів зумовило вислів В.Д. Джонса про неможливість збігу даних по щільності порошкових об'єктів, одержуваних у різних лабораторіях [3].

Відомий ГОСТ [4] за визначенням ущільнюваності порошків заліза, на нашу думку, недостатньо враховує негативний вплив зовнішніх факторів, що спотворюють результати визначення ущільнюваності і тому може використовуватися тільки в якості первинного і аж ніяк не самого інформативного тесту по визначенню ущільнюваності. До його найбільш важливих недоліків слід віднести наступне:

- випадковість вибору рекомендованого мастила;
- неконтрольованість якості нанесення мастила;
- відсутність коректних вимог, яким повинна відповідати прес-форма, що використовується для визначення ущільнюваності.

Метою цієї роботи є виявлення процедури визначення щільності порошкових брикетів, яка може виявитися більш коректною та корисною при створенні і порівнянні технологічних сценаріїв виготовлення кінцевого виробу і вибору найбільш прийняттого.

Розглядаючи можливість мінімізації впливу особливостей робочої поверхні прес-форми на результати ущільнення, слід враховувати ту обставину, що навіть дві нові, виготовлені як однакові, прес-форми мають відмінності в макрорельєфі і шорсткості робочої поверхні. Спрацювання робочої поверхні при експлуатації позбавляє прес-форму статусу «нової». Неминуча відмінність в зношенні двох «однакових нових» прес-форм обумовлює дивергенцію їх характеристик. По суті, можна вважати «нову» прес-форму поняттям короткочасним і практично недоступним. У звичайних обставинах дослідники оперують в тій чи іншій мірі зношеними прес-формами і до цієї реальної обставини може бути прив'язаний процес визначення ущільнюваності. Отже, необхідно використовувати процедуру ущільнюваності, що враховує можливість використання «реальних» прес-

форм, але з отриманням максимально коректних та інформативних даних. Торкаючись необхідності зниження зовнішнього контактного тертя, слід також врахувати таку практичну обставину, що простіше наносити мастило на відкриту поверхню брикету, ніж на закриту поверхню прес-форми. Виходячи з цього, в цій роботі використовували процедуру двоступеневого визначення ущільнюваності порошку заліза марки ПЖРВ і сумішей на його основі при пресуванні з допресовкою в одній і тій же прес-формі.

Методика дослідження. Для проведення вище наведених і наступних експериментів використовували ненову роз'ємну прес-форму з робочим діаметрів 10 мм. Пресування проводили зі стану утруски. Для проведення допресовки, отримані при первинному пресуванні, циліндричні брикети вставляли між клинів прес-форми, після чого на них набивали обойму і проводили вирівнювання клинів по висоті, вставляли пуансони і здійснювали повторне пресування при тиску 700 МПа. Таким чином, повторне пресування проводили при щільному охопленні брикету клинами прес-форми. Насамперед було враховано ту відому обставину, що при первинному пресуванні, проведеному при експериментальному визначенні кривої ущільнюваності порошків, як правило, використовують однакові навіски, але пресування проводять при різних тисках. Природно, при різних тисках отримують брикети різної висоти, тобто з різною контактною поверхнею, що призводить до появи залежності щільності брикету від його висоти.

Цей методичний недолік принципово може бути усунутий двома шляхами:

1. Проведення пресування при фіксованому тиску брикетів різної маси, і відповідно, висоти. Екстраполяція отриманих значень щільності брикетів на нульову висоту брикету з розрахунковим визначенням щільності дозволяє усунути вплив висоти брикету при визначенні ущільнюваності. Така процедура не прийнятна з ряду причин.

2. Проведення пресування при різних тисках одиничних порошкових наважок однієї маси. Вимірювання щільності і висоти отриманих брикетів. Перерахунок маси наважок за отриманими даними, проведеним таким чином, щоб величина наважки відповідала тиску пресування і відповідно при різних тисках пресування виходили брикети близької висоти.

Обговорення результатів дослідження. У табл. 1 представлені результати ущільнення порошку заліза при 200, 300, 400, 600 і 800 МПа проведеного з розрахунковою зміною маси однакових первинних наважок.

Таблиця 1

Висота і щільність брикетів із залізного порошку після первинного і вторинного пресування

Властивості брикетів із наважок маси 8,3 г	Тиск пресування, МПа				
	200	300	400	600	800
Щільність, г/см ³	4.8965	5.6588	5.9217	6.5172	6.7999
Висота, см	2.023	1.846	1.682	1.537	1.498
Пресування наважок розрахункової маси, г					
Маса, г	6.8	7.20	7.65	8.24	8.3
Щільність, г/см ³	5.1778	5.4992	5.9489	6.4713	6.8172
Висота, см	1.535	1.534	1.538	1.583	1.518

Наведені експериментальні дані свідчать про те, що перерахунок первинної маси наважок на адаптовані до тиску пресування і використання таких розрахункових наважок, дозволили уніфікувати бічну поверхню одержуваних при різних тисках брикетів, тобто уніфікувати поверхню зовнішнього контактного тертя.

У табл. 2. представлена щільність зразків, отриманих пресуванням при різних тисках наважок по 8,3 грама і щільність цих же зразків, підданих допресовці при 700 МПа.

Таблиця 2

Висота і щільність брикетів із залізного порошку отриманих пресуванням при різних тисках і допресованих при 700 МПа

Тиск пресування, МПа	200	300	400	600	800
Висота брикетів, см	1,909	1,817	1,723	1,546	1,461
Щільність брикетів, г/см ³	5,0589	5,3780	5,8916	6,4252	6,6349
Допресовка брикетів при 700 МПа					
Висота брикетів, см	1,344	1,324	1,318	1,304	1,245
Щільність брикетів, г/см ³	6,3605	6,4430	6,7334	6,8522	6,8734

Отримані дані свідчать про те, що використання допресовки підвищує щільність брикетів навіть при використанні рівних тисків пресування порошку і допресовці брикету.

Наведені дані свідчать про те, що допресовка брикетів призводить до збільшення їх щільності, навіть якщо тиск допресовки трохи нижче тиску первинного пресування. Залежність щільності допресованих брикетів від тиску первинного пресування зберігається, хоча вона і згладжена. Допресовка брикетів призводить до вирівнювання їх щільності по висоті; після допресовки зменшується візуально зона непропресовки в центральній частині брикетів.

На рисунку приведена залежність щільності брикетів з тією відмінністю, що перед допресовкою брикети змащували вазеліном, що мало знизити зовнішнє тертя брикетів об стінки прес-форми.

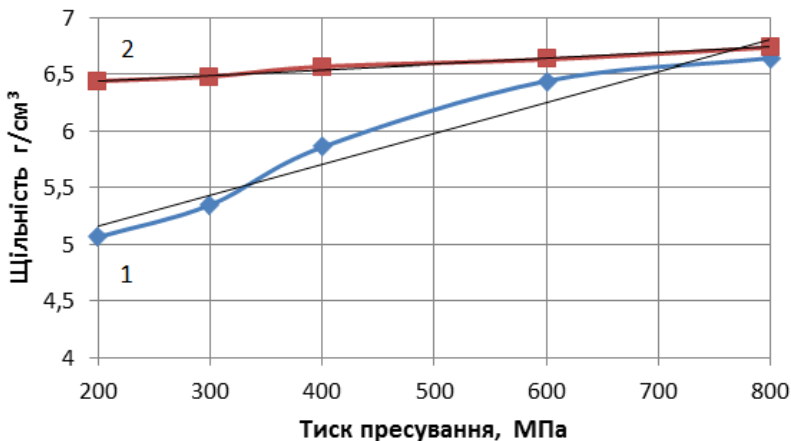


Рисунок. Щільність брикетів, отриманих при різних тисках пресування (1) і їх щільність після нанесення мастила і допресовки за одного тиску 700 МПа (2)

Наведені дані свідчать про те, що при використаних умовах пресування змащування брикетів впливає на збільшення їх щільності при допресовці несуттєво. Це може бути обумовлено наявністю точкових контактів брикету зі стін-

кою прес-форми які не усуваються мастилом, що є причиною високого зовнішнього контактного тертя і перешкоджає допресовці. Ймовірно, мастило видавлюється з цих контактів до об'єму брикету і тому його дія обмежена. Можна припустити, що допресовка брикетів з використанням регульованого зазору між брикетом та прес-формою і мастила, яке не видавлюється з зазору, може дозволити принципово знизити зовнішнє контактне тертя за рахунок створення шару мастила, що повністю відокремлює брикет від прес-форми протягом всього процесу допресовки. Не виключено, що підбір більш ефективного мастила, що не видавлюється із зазору між брикетом та стінками прес-форми може забезпечити додатковий приріст щільності [5]. Визначення тиску виштовхування брикетів із матриці, при їх пресуванні в нероз'ємній прес-формі під тиском 700 МПа, показало, що змащування брикетів дозволяє знизити тиск виштовхування до 12–15 МПа, це на порядок нижче ніж у брикетів, що пресували без мастила (180–200 МПа).

Висновки. Порівняння та аналіз представлених даних дозволяє припустити, що ущільнюваність порошку заліза, що представлена єдиною кривою його ущільнення є недостатньо повною і відповідно, нездатною виявити потенціал ущільнюваності цього порошку. Останній може бути визначений тільки при використанні зовнішніх і внутрішніх прийомів, що полегшують перебіг процесів ущільнення:

– зниженням площі контакту порошку заліза з робочою поверхнею прес-форми, що реалізується за допомогою попереднього брикетування порошку при не високому тиску первинного пресування або набивкою;

– зниженням тиску виштовхування брикету із матриці прес-форми що реалізується змащуванням брикетів перед допресовкою.

Список літератури

1. Кипарисов С.С. Порошковая металлургия [Текст]: моногр. / С.С. Кипарисов, Л.А. Либенсон. – М.: Металлургия, 1980. – 496 с.
2. Анциферов В.Н. Порошковая металлургия и напыленные покрытия [Текст]: учебник для вузов / В.Н. Анциферов, Г.В. Бобров, Л.К. Дружинин – М.: Металлургия, 1978. – 792 с.
3. Джонс В.Д. Основы порошковой металлургии. Прессование и спекание. [Текст]: моногр. / В.Д. Джонс. – М.: Мир, 1965.–403 с.
4. ГОСТ 25280-90 (СЭВ 6741-89, ИСО 3927-77) Порошки металлические. Метод определения уплотняемости. Изд. 01.07.1991
5. William Jandeska. Powder Metallurgy Lubrication Study: Lubricant Practice and Tool Coating Effects // Center for Powder Metallurgy Technology, August 5, 2011.

A. V. MINITSKY, B. O. SYDORENKO, YU. YO. BESARABEC

**INFLUENCE OF CONTACT FRICTION IN PROCESS RE-PRESSING
POWDER MATERIALS BASED ON IRON**

The influence of external contact friction briquettes from iron powder in the wall at a press tool re-pressing. The effect of re-pressed on the increase in the density of powder briquettes. The role of lubrication and the side surface area to seal the powder briquettes processes. Studied and taken into account the shortcomings in the standard compactibility of iron powder. A standardized method to determine compactibility of iron powder with the main factors influencing the error of measuring the density of powder briquettes.

Key words: pressing, re-pressing, density, friction, lubrication, briquettes

Мініцький Анатолій Вячеславович – канд. техн. наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії Національного технічного університету України «КПІ», minitsky@i.ua.

Сидоренко Богдан Олександрович – магістр кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії Національного технічного університету України «КПІ».

Бесарабєць Юрій Йосипович – канд. техн. наук, доцент кафедри інтегрованих технологій машинобудування ММІ Національного технічного університету України «КПІ».