

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
Луцький індустріальний інститут

На правах рукопису

ТКАЧУК ЮРІЙ ЯРОСЛАВОВИЧ

УДК 621. 923. 7

РОЗРОБКА МЕТОДУ ВІБРОФОРМУВАННЯ ЗАГОТОВОК

З МЕТАЛЕВИХ ПОРОШКІВ

Спеціальність 05. 02. 08 - технологія машинобудування

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Луцьк - 1996



00778238 (Z)

Дисертація є рукопис.

Робота виконана на кафедрі "Технологія та автоматизація виробництва" Луцького індустріального інституту.

- | | |
|----------------------|---|
| Науковий керівник | - кандидат технічних наук
доцент Рудь В. Д. |
| Офіційні опоненти | - доктор технічних наук
професор
Іскович-Лотоцький Р. Д.
- кандидат технічних наук
доцент Гусев А. П. |
| Провідна організація | - Інститут проблем матеріалознавства АН України. |

Захист дисертації відбудеться "28" 02 1996 р.
о 15 год на засіданні спеціалізованої Ради К 35.01.01.
Луцького індустріального інституту (263013 , м. Луцьк ,
вул. Львівська 75 , Луцький індустріальний інститут).

Відгук на автореферат у двох примірниках, засвідчених
печаткою, просимо надсилати вченому секретарю спеціалізова-
ної Ради.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці інституту
(вул. Львівська, 75).

Автореферат розісланий "26" 01 1996 р.

Вчений секретар
спеціалізованої Ради,
кандидат технічних наук

Марчук В. І.

ЛННБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Прогрес в технології машинобудування в великій мірі визначається вдосконаленням процесів виготовлення заготовок деталей. Одним з найбільш перспективних є метод формування виробів з металевих порошків. Саме на етапі пресування утворюється первинна структура, яка забезпечує отримання матеріалу з високими фізико-механічними характеристиками при послідовному спіканні і термічній обробці.

В останні десятиріччя на базі досягнень в розвитку теорії пресування порошків і результатів ряду експериментальних досліджень було встановлено, що особливо ефективними виявились методи, які базуються на використанні зсувних схем деформування. В цьому випадку, за рахунок активізації напружень зсуву, в порошковому матеріалі забезпечується найбільш щільне структурне впакування часток на першій стадії ущільнення; активізуються процеси переміщення структурних елементів формовки при пластичній деформації найбільш навантажених контактних ділянок і часток на завершальних стадіях процесу пресування; за рахунок активізації взаємного переміщення структурних елементів відбувається руйнування оксидних плівок і утворення якісних міжчасткових контактів. В порівнянні з традиційними способами в цьому випадку при одних і тих самих тисках пресування вдається отримати більш міцні формовки з достатньо рівногустою структурою.

Одним із способів, які дозволяють реалізувати таку схему навантаження, є віброформування. В даний час застосування цього методу обмежується виготовленням високопористих заготовок з порошків переважно твердосплавних

дисперсних матеріалів. При цьому використовується спеціальне обладнання, застосування якого є не завжди економічно вигідним. Дослідження процесу вібраційного пресування металевих порошків, в тому числі і на пластичній основі, при виготовленні заготовок з середньою і високою густиною дозволить:

- вивчити механізми дії вібраційних коливань формуючого інструменту на процес ущільнення пористих тіл на другій та третій стадіях ущільнення;
- визначити закономірності впливу основних параметрів коливань матриці на фізико-механічні характеристики заготовки з металевих порошків;
- розробити рекомендації по проектуванню технології та створенню економічного технологічного обладнання для промислової реалізації процесу вібропресування.

Метою роботи є розробка методу отримання заготовок з порошкових матеріалів, який забезпечує утворення матеріалу з найкращими фізико-механічними характеристиками. У відповідності з поставленою метою в роботі розглянуті наступні питання:

1. Проведено аналіз сучасних напрямків розвитку процесів формування металевих порошків.
2. Обґрунтовано ефективність і визначені основні напрямки вдосконалення методу віброформування.
3. Розроблено методіку і дослідний комплекс для експериментального дослідження процесу вібропресування порошків.
4. Розглянуто механізми впливу основних параметрів коливань матриці на процес ущільнення пористого матеріалу.
5. Визначено основні закономірності впливу віброформу-

вання на механічні характеристики отриманих заготовок.

6. Запропоновано комп'ютерну модель ущільнення пористого матеріалу.

7. Розроблено рекомендації по проектуванню технології та обладнання для промислової реалізації процесу вібропресування заготовок з металевих порошків.

Наукова новизна роботи.

1. Розроблено нову методику і обладнання для дослідження віброформування матеріалів з металевих порошків.

2. Визначено основні закономірності процесу ущільнення порошкових матеріалів при вібропресуванні.

3. Досліджено вплив форми коливань матриці і схеми навантаження на параметри процесу ущільнення і механічні характеристики отриманих заготовок. Експериментально доведено ефективність застосування коливань просторової форми.

Основні положення, які виносяться на захист.

1. Положення про ефективність використання методу вібропресування заготовок з металевих порошків на пластичній основі.

2. Методика досліджень процесу вібраційного формування пористих матеріалів.

3. Механізми впливу коливань формуютьуючого інструменту на процес ущільнення пористих матеріалів при вібропресуванні.

4. Результати експериментального дослідження впливу основних параметрів, форми коливань матриці та схем навантаження на механічні характеристики отриманих заготовок.

5. Рекомендації по проектуванню промислового техноло-

гічного процесу і обладнання для вібропресування матеріалів з металевих порошків.

Практична цінність. Розроблена методика і дослідний комплекс можуть бути використані в науково-дослідній практиці. Розроблено рекомендації по проектуванню промислової технології та обладнання для вібропресування високоміцних заготовок з металевих порошків.

Апробація роботи.

Основні результати, представлені в дисертації, доповідались на:

- міжнародному семінарі "Реологічні моделі і процеси формування пористих і композиційних матеріалів" (Луцьк, 7-14 вересня, 1992 р.);

- 2-му міжнародному симпозіумі українських інженерів-механіків (Львів, 4-6 травня 1995 р.);

- конф. "Ресурсо- та енергозберігаючі технології в машинобудуванні" (Одеса, 5-7 вересня, 1995 р.);

- наук.-тех. конф. професорсько-викладацького складу ЛІІ (Луцьк, 1991-1995 р.р.);

- międzynarodowym Sympoziumie Naukowym "Modulowe Technologie i Konstrukcje w Montazu" Rzeszow-Boguchwala 24-26.01.1996.

Публікації по роботі. По темі дисертації опубліковано 11 наукових робіт у міжнародних та республіканських виданнях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури з 159 найменувань викладених на сторінках машинописного тексту, ілюстративного матеріалу на листах та додатків.

КОРОТКИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність вибраної теми дисертації, наведені відомості про наукову новизну роботи та викладені положення, які виносяться на захист. Представлені відомості про апробацію роботи і публікації.

Перший розділ дисертації присвячено огляду сучасних напрямків розвитку методів формування пористих заготовок. Обгрунтовано доцільність використання та вдосконалення методу віброформування металевих порошків.

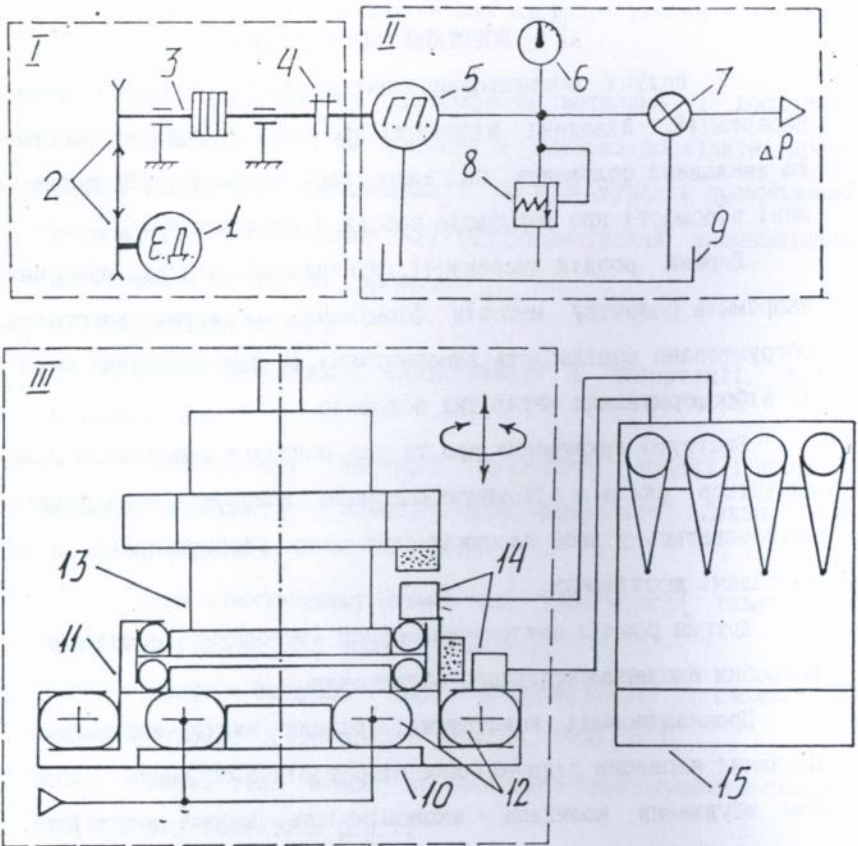
Висунуто припущення про те, що найбільш ефективною може виявитись схема з віброуючою матрицею, коливання якої будуть здійснюватись у двох площинах одночасно. Сформульовані мета та задачі досліджень.

Другий розділ присвячено опису методики досліджень і розробки експериментального обладнання.

Проаналізовані конструкції різних типів вібромашин. Показані переваги гідравлічних вібраторів з об'ємним способом збудження коливань - економічність, висока потужність, простота і надійність конструкцій.

Розроблено конструкцію універсального гідравлічного вібростенду з об'ємним способом збудження коливань і робочим органом модульного типу (вібростолом) на підтиснених трубчастих оболонках. Всі елементи вібромашини виконані у вигляді блоків. Принципову схему вібростенду з вимірювальним комплексом представлено на мал. 1.

Привідний блок, залежно від виконання, може забезпечувати ступінчасте або безступінчасте регулювання частоти коливань виконавчого елемента. Передбачено можливість використання маховика, що дозволяє реалізувати нестационарну



I - блок приводу пульсатора:

1 - електродвигун, 2 - ременна передача,
3 - вал з маховиком, 4 - муфта.

II - пульсатор і напорна магістраль:

5 - гідравлічний пульсатор, 6 - манометр,
7 - регульовальний кран, 8 - запобіжний
кран, 9 - бак.

III - відростіл з матрицею:

10 - нерухома плита, 11 - рухома плита,
12 - пружні оболонки, 13 - прес-форма,
14 - індукційні датчики.

15 - багатоканальний самоочищувальний пристрій.

Мал.1. Схема дослідного комплексу.

амплітудно-частотну характеристику.

Джерелом пульсуючого потоку служить модернізований шестирінчастий насос. Передбачено можливість використання інших типів пульсаторів, наприклад, плунжерних насосів. Змінюючи величину підтиснення оболонок можна регулювати амплітуду коливань рухомого елемента. В процесі роботи амплітуда коливань може регулюватись за рахунок зміни об'єму рідини, що подається в оболонки. Межі регулювання частоти від 20 до 150 Гц, амплітуди від 0,1 до 1,5 мм. Конструкція встановленої на вібростіл матриці забезпечує можливість реалізації як осьових, так і спіральноворотних коливань. Запропоновано методику проведення дослідження впливу основних параметрів і форми коливань матриці на процес ущільнення і механічні характеристики пористих матеріалів. Розроблена схема вимірювання і реєстрації основних параметрів коливань матриці дозволяє отримувати вимірювальну інформацію у вигляді віброграм, записаних чорнилами на рулонному папері в криволінійних координатах. На основі аналізу отриманих віброграм розроблено методику визначення біжучої зміни сили бічного тертя в процесі формування матеріалу.

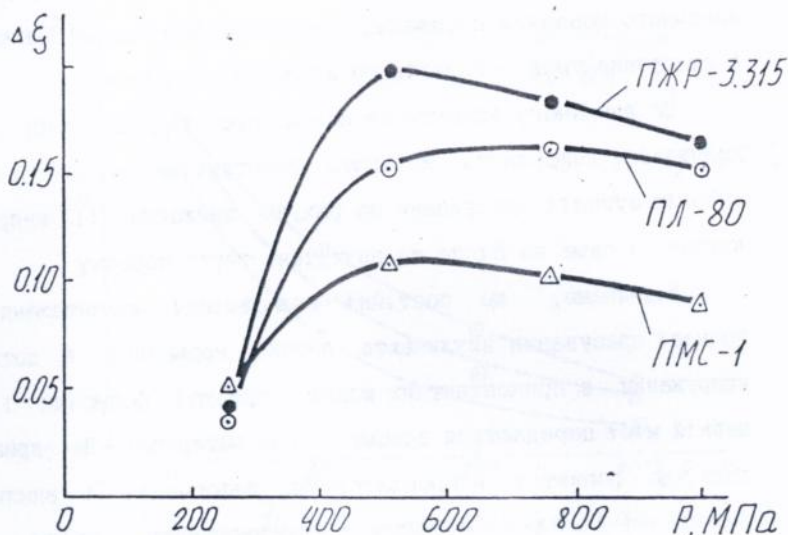
Зміна амплітуди графіку віброграми відображає зміну амплітуди коливань робочого органу в процесі навантаження. Для випадку гідросистем на підтиснених пружних трубчастих оболонках з об'ємним способом збудження коливань, така зміна амплітуди коливань при інших сталих умовах може відбутись за рахунок зміни амплітуди переміщень несучих поверхонь підтиснених оболонок і відповідної зміни їхнього внутрішнього об'єму. Але, в цих умовах, така зміна об'єму обумовлюється

лише пружним розтягом оболонок під дією зміни величини зовнішнього навантаження, прикладеного до несучих поверхонь. Тоді, маючи експериментальну залежність зміни об'єму такої порожнини від зміни зовнішнього зусилля, в ролі якого в нашому випадку виступає сила тертя між робочою поверхнею матриці та бічною поверхнею ущільнюваного брикету, можемо визначити залежність зміни амплітуди коливань ΔQ робочого органу від зміни сили бічного тертя $\Delta N_{\text{тер}}$ в процесі навантаження. Пізніше, за відомою формулою, легко можна вирахувати відповідну зміну коефіцієнту бічного тиску (мал. 2).

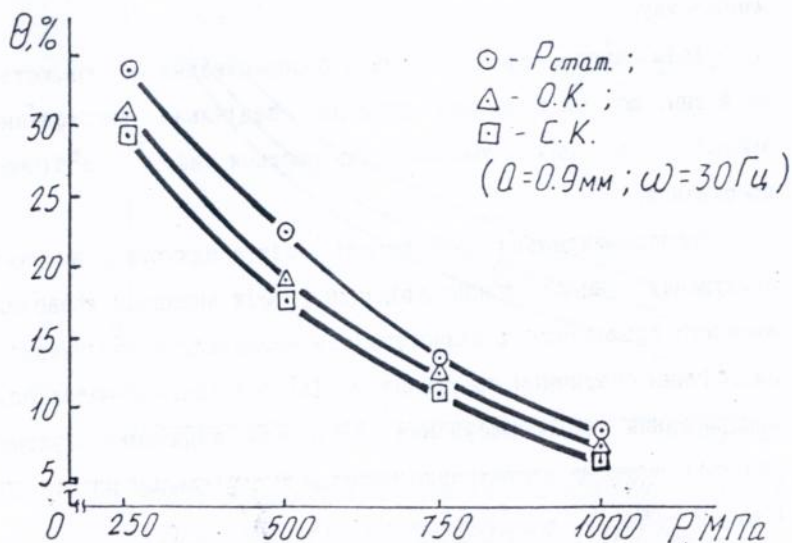
В третьому розділі наведено результати досліджень впливу параметрів і форми коливань матриці на процес ущільнення і міцність неспечених пористих заготовок. Показано, що пориста структура, яка утворюється при пресуванні, багато в чом визначається процесами схоплювання, які мають місце на контактних поверхнях часток. Віброформування, і особливо по схемі з спірально-зворотньою формою коливань матриці дозволяє забезпечити протікання процесів "холодного зварювання" і утворення дифузійних містків зв'язку між частками за рахунок активізації зсувних деформацій в об'ємі матеріалу.

Розглянуто процеси, які відбуваються між двома спряженими поверхнями при їх взаємному русі. Показано, що коливання матриці крім прямого зниження сили бічного тертя за рахунок заміни коефіцієнту тертя спокою на коефіцієнту тертя руху, значно покращують процес притирання таких поверхонь, а це призводить до додаткового зниження коефіцієнту тертя між ними.

Вплив частоти вимушених коливань матриці запропоновано



Мал. 2. Залежність зміни коефіцієнту бічного тиску від тиску пресування.



Мал. 3. Залежність пористості зразків від тиску пресування (ПЖР-3.315)

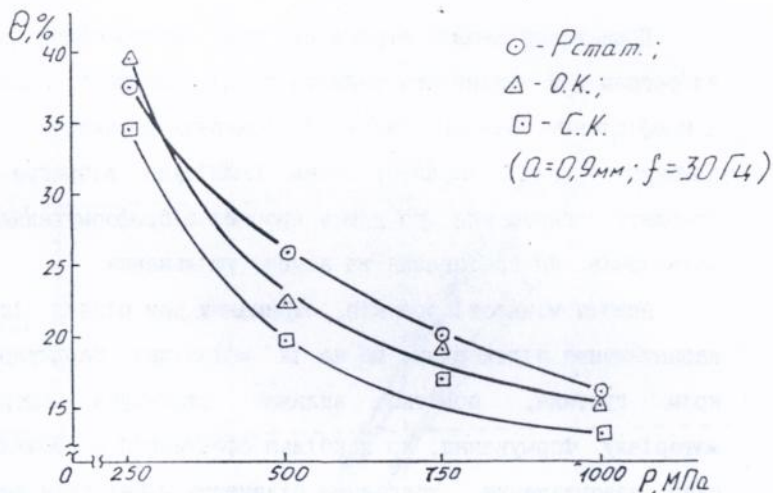
враховувати через залежність коефіцієнту тертя від швидкості взаємного ковзання спряжених поверхонь. При цьому можливим є створення умов резонансного зниження сили тертя.

Це дає змогу зробити висновок про те, що вібраційні коливання дозволяють набагато ефективніше використовувати енергію зусилля пресування за рахунок зниження її непрямих витрат, а саме на бічне та внутрішнє тертя порошку.

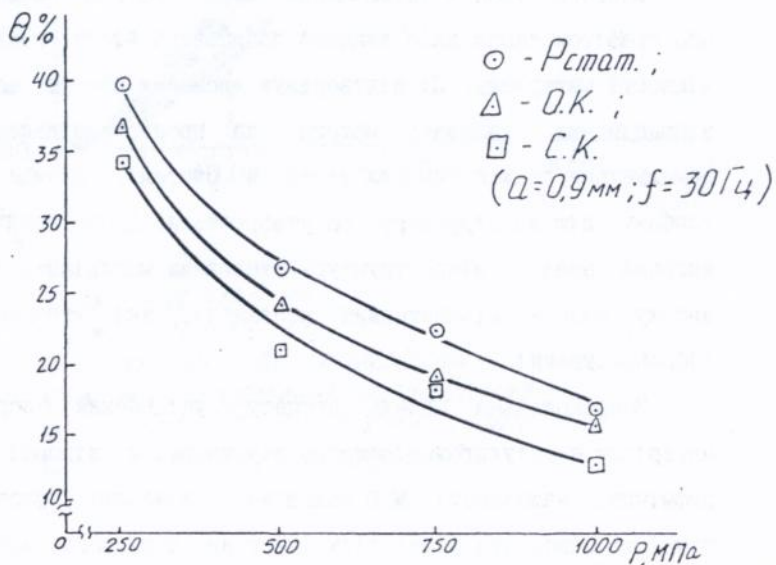
Відмічено, що постійні знакозмінні навантаження в процесі пресування викликають значні нормальні і дотичні напруження в приконтатних шарах пористої формовки і в певній мірі передаються всьому об'єму матеріалу. Це призводить до розвитку мікропластичних деформацій і викликає виникнення мікронеоднорідного напруженого стану. В результаті з'являються об'єми як із зменшеною, так і зі збільшеною локальною деформацією в порівнянні з середньою деформацією зразка. В цих умовах з'являється можливість об'єднання зон пластичної деформації в загальну полосу макрозсуву.

Крім того, ефективність вібропресування обумовлюється ще й тим, що, як показали досліди спеціально виготовлених зразків, в цих умовах утворюється ефект двобічного пресування.

Експериментальні результати підтверджують висунуті припущення. Використання вібрацій у всіх випадках дозволило зменшити пористість і різногустість матеріалу в порівнянні з однібічним статичним пресуванням. Для досліджених матеріалів використання вібропресування дозволило підвищити густину зразку порівняно з статичним методом в середньому на 15-20% (мал. 3 - 5).



Мал. 4. Залежність пористості зразків від тиску пресування (ПМС-1).



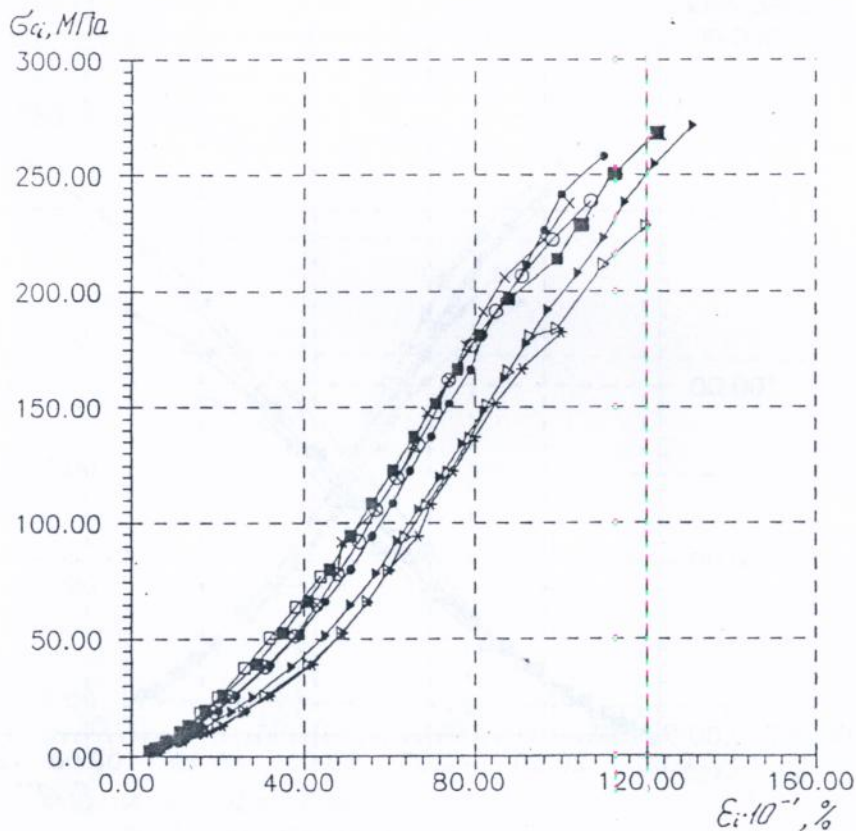
Мал. 5. Залежність пористості зразків від тиску пресування (ПЛ-80).

Проведений аналіз отриманих при виготовленні зразків віброграм дав можливість виявити певні залежності сили тертя і коефіцієнту бічного тиску від основних параметрів і форми коливань матриці. Характер зміни амплітуди віброграм підтверджує припущення про дію в процесі віброформування таких механізмів, як притирання та зсувне ущільнення.

Аналіз міцності зразків, отриманих при різних історіях навантаження підтвердив, що на їх механічні характеристики крім густини, помітно впливає структура одержаного матеріалу. Формування, по найбільш ефективній з розглянутих схем навантаження, дозволило підвищити міцність зразків на 180-230% в порівнянні з зразками, які отримані статичним однобічним пресуванням (мал. 6 - 8).

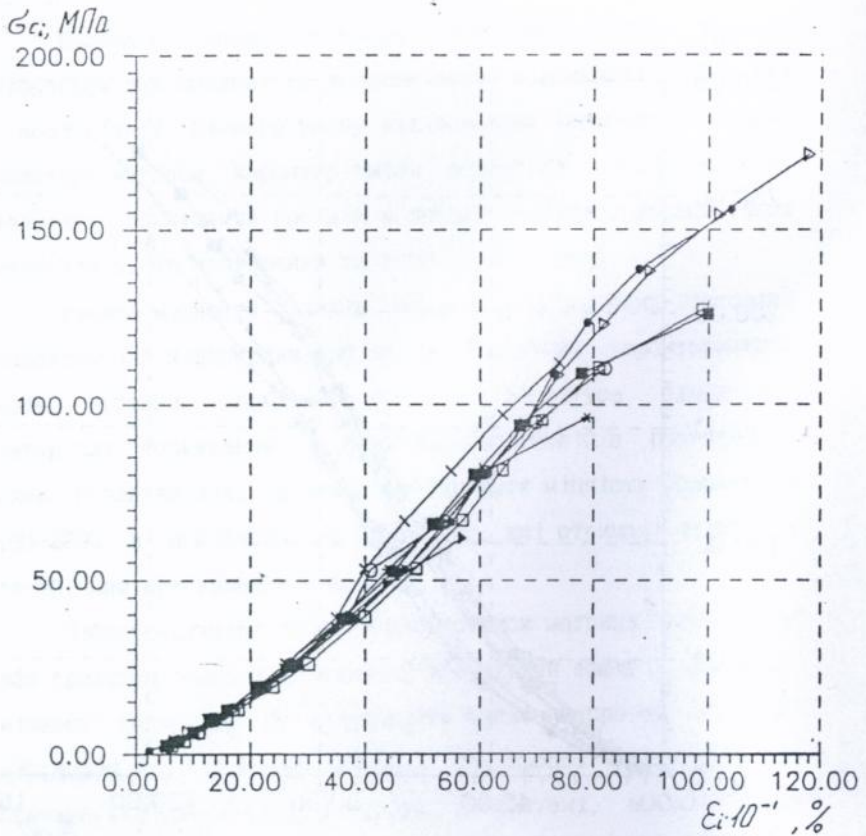
Вібропресування із змащенням стінок матриці оливою I-20 або графітом також дало значний позитивний ефект підвищення міцності матеріалу. Це підтверджує висновки про те, що вплив вібраційних коливань матриці на процес ущільнення не обмежується зниженням сил тертя в системі, а має більш глибоку дію на структуру, що утворюється. Проведений порівняльний аналіз мікроструктури отриманих матеріалів показав високу якість міжчасткових контактів, які утворені при вібропресуванні.

Запропонована модель процесу ущільнення пористого матеріалу є результатом деякого перетворення відомої логарифмічної залежності М. Ю. Вальшина і дозволяє з достатньою точністю описувати залежність густини пористого матеріалу від тиску пресування в діапазоні від 100 до 1000 МПа (див. формули (1), (2) та мал. 9).



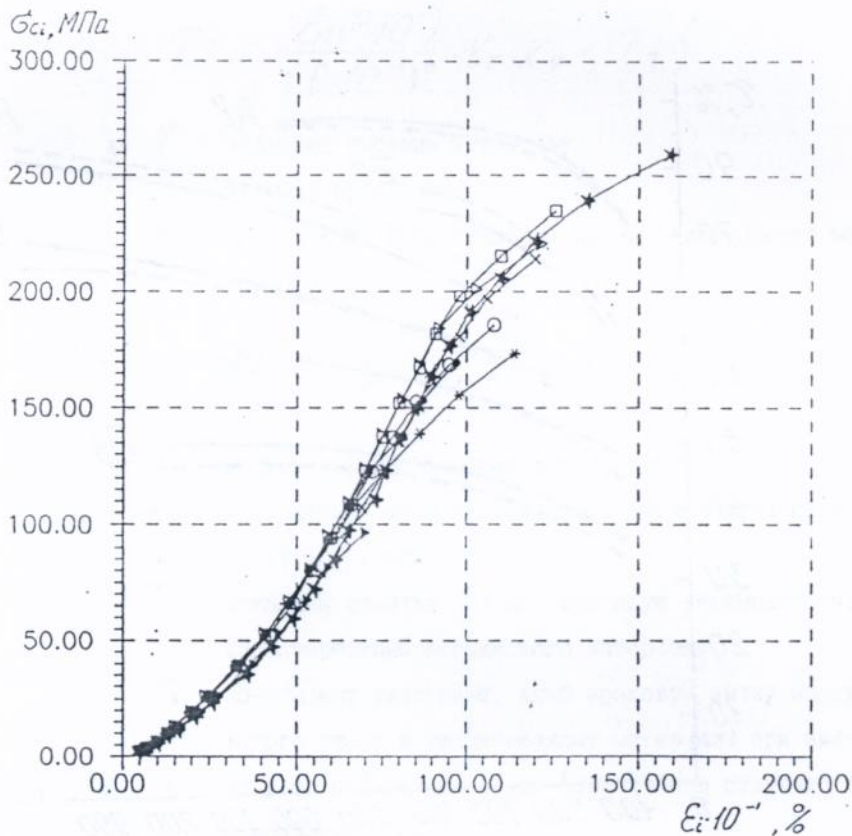
- *, X - $a = 0.7 \text{ мм}$;
 Δ, ▲ - $a = 0.9 \text{ мм}$;
 ○, ● - $a = 1.1 \text{ мм}$;
 *, Δ, ○ - осьові коливання ;
 X, ▲, ● - спіральні коливання ;
 ■ - умови 7 ($a = 0.7 \text{ мм}$, $f = 30 \text{ Гц}$) ;
 □ - статичне пресування .

Мал. 6 Залежності $\sigma_{s.i.} = f(\varepsilon_i)$ для порошку ПЖР-3.315 ($P_{ст.} = 500 \text{ МПа}$; $f = 30 \text{ Гц}$).



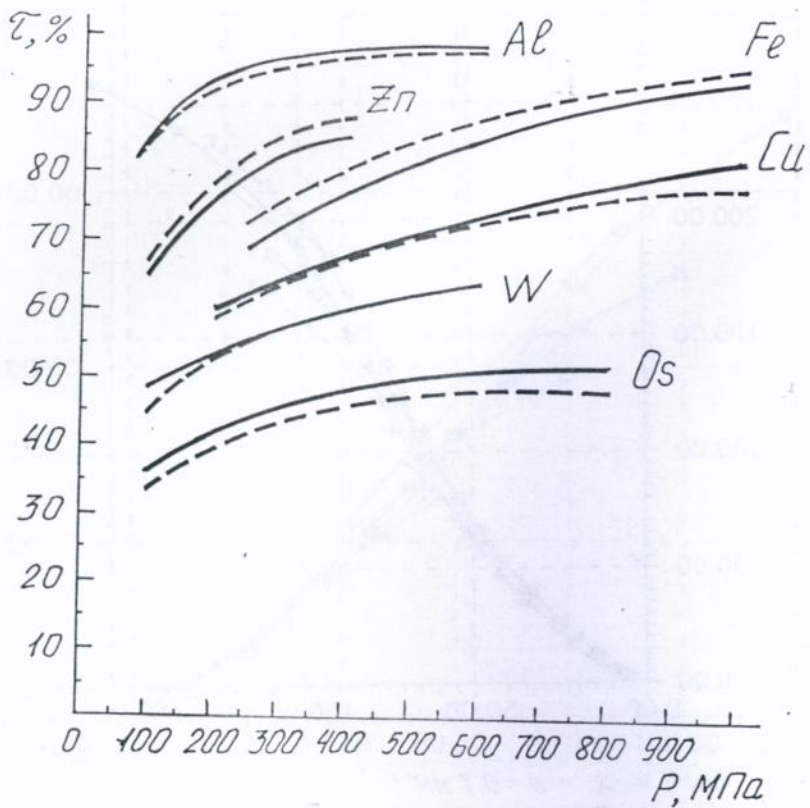
- *, X - $a = 0.7$ мм;
 o, ● - $a = 0.9$ мм;
 □, ■ - $a = 1.1$ мм;
 *, o, □ - осьові коливання;
 X, ●, ■ - спіральні коливання;
 △ - умови 7 ($a = 0.7$ мм, $\omega = 30$ Гц);
 ▲ - статичне пресування.

Мал. 7. Залежності $\sigma_{ci} = f(\epsilon_i)$ для порошку ПМГ-1 ($P_{ст.} = 500$ МПа; $\omega = 30$ Гц).



- *, x - $a = 0.7$ мм ;
 o, □ - $a = 0.9$ мм ;
 ●, Δ - $a = 1.1$ мм ;
 *, o, ● - осьові коливання ;
 x, □, Δ - спіральні коливання ;
 ★ - умови 7 ($a = 0.7$ мм, $f = 30$ Гц) ;
 ▲ - статичне пресування .

Мал. 8 : Залежності $\sigma_{ci} = f(\epsilon_i)$ для порошку ПЛ-80 ($R_{ст.} = 500$ МПа ; $f = 30$ Гц).



суцільна лінія – експериментальні криві;
пунктирна лінія – розрахункові криві.

Мал. 9. Залежність відносної густини пористих матеріалів від тиску пресування.

$$\bar{\tau} = \frac{\rho_n (P \cdot 10^{-3})^n}{(P \cdot 10^{-3})^n} \cdot K_E \cdot K_y, \quad (1)$$

де $\bar{\tau}$ - відносна густина матеріалу
 P - зусилля пресування
 K_E - коефіцієнт, який враховує пружні властивості матеріалу порошку

$$K_E = E \cdot 10^{-4} \cdot 1.6 \cdot K_n, \quad (2)$$

де E - модуль пружності матеріалу порошку
 K_n - коефіцієнт, який враховує величину модуля пружності матеріалу порошку
 n - показник степіня, який враховує технологічні характеристики порошкового матеріалу
 K_y - коефіцієнт уточнення, який враховує зміну напруженого стану в ущільнюваному матеріалі при зміні умов формування (для однічного статичного пресування $K_y = 1$).

Як видно, для розрахунків, достатньо мати інформацію тільки про технологічні і деякі фізичні властивості порошку.

В четвертому розділі наведено результати досліджень вібропресування мідно- та залізграфітової порошкових шихт, придатних до виготовлення антифрикційних матеріалів. Підвищена міцність і рівногустість отриманих матеріалів сприяють використанню даного методу формування для виготовлення відповідних, високонавантажених деталей, наприклад, втулок підшипників ковзання.

Запропоновано і впроваджено промислову технологію вібраційного пресування таких втулок. Для примінення

рекомендовано декілька найкращих схем навантаження. Зі спектру амплітудно-частотного діапазону, який реалізувався, визначені оптимальні значення параметрів коливань матриці (a - 0.9-1.1 мм, ω - 25-35 Гц). Розроблені універсальні вібромодулі на підтиснених пружних трубчастих оболонках з об'ємним способом збудження коливань. Такі вібромашини забезпечують роботу в комплекті з різноманітним формуючим інструментом і можуть використовуватись як автономно (для вібровтрясання), так і сумісно з стандартним пресовим обладнанням (для вібропресування). При цьому не вимагається істотних змін в конструкції пресів. Запропоновано також віроблок для ущільнення будівельних матеріалів.

Розроблена технологія і обладнання впроваджені на НВО "Електротермометрія" м. Луцька; де виготовляють залізографітові втулки для ланцюгового транспортера, міднографітові втулки підшипників ковзання стартерів легкових і вантажних автомобілів, залізографітові втулки контактів ковзання для високовольтних вимикачів.

В заключенні підведені висновки виконаного комплексу досліджень і зроблені загальні висновки по дисертації.

В додатках приведені документи про впровадження результатів роботи, а також конструкційні схеми вібромашин, які набули найширшого розповсюдження; результати експериментів, які зведені в таблиці; програма комп'ютерного моделювання процесу ущільнення пористих матеріалів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовано доцільність досліджень методу віброформування пористих заготовок з металевих порошоків на пластичній основі.

2. На основі сучасних уявлень про механізми процесу ущільнення пористих матеріалів визначені найбільш раціональні схеми вібропресування.

3. Показано переваги використання гідравлічних вібро-машин з об'ємним способом збудження коливань. Створено універсальний гідравлічний вібростенд з об'ємним способом збудження коливань і робочим органом на підтиснених пружних трубчастих оболонках. Конструкція машини дозволяє регулювати основні параметри коливань в широких межах.

4. Розроблено методику досліджень процесу віброформування і обладнання, яке дає можливість здійснювати повний контроль і фіксувати біжучі значення основних параметрів коливань. Запропоновано методику визначення зміни сили бічного тертя і коефіцієнту бічного тиску в процесі ущільнення.

5. Визначено, що найбільш ефективним є метод вібропресування зі складною (спірально-зворотньою) формою коливань матриці. В порівнянні з однобічним статичним пресуванням віброформування дозволяє підвищити міцність отриманих зразків на 120-130% для порошоків ПМС-1 та ПЛ-80 і до 215% для порошку ПЖР-3.315. Визначені фізичні механізми впливу різних параметрів коливань матриці на процес ущільнення порошкових матеріалів на всіх стадіях формування.

6. Встановлено, що на процес ущільнення пористих матеріалів і на їхні механічні характеристики при віброформуванні великий вплив має схема навантаження. Оптимальні траєкторії навантаження дозволяють підвищити міцність зразків для всіх матеріалів, які використовувались, в середньому на 220-250% в порівнянні з статичним однобічним пресуванням.

7. Аналіз мікроструктури отриманих віброформуванням матеріалів показав високу якість міжчасткових зв'язків, які утворились. Це підтвердило висунуті припущення про активізацію асувних механізмів ущільнення в порошковому матеріалі при даному методі обробки.

8. Створена комп'ютерна модель процесу ущільнення порошкових матеріалів є розвитком відомих логарифмічних залежностей М. Ю. Бальшина і дозволяє візуально спостерігати за утворенням структури (відповідно моделі Зеєліга), і відповідною біжучою зміною густини або міцності матеріалу залежно від тиску пресування.

9. Розроблено рекомендації по розробці технології і обладнання для виготовлення заготовок з металевих порошоків методом віброформування в промислових умовах. Виконавчі елементи запропонованих вібромашин можуть встановлюватис на робочі органи обладнання для статичного формування без його істотних змін і працювати автономно або бути включеними в загальну гідросистему.

Основні положення дисертації опубліковані в наступних роботах:

1. Ткачук Ю. Я., Кузьмин В. А., Рудь В. Д. Исследование процесса вибрационного формирования порошковых материалов // Тез. докл. семинара "Реологические модели и процессы деформирования пористых и композиционных материалов". - Луцк. - 7-14 сентября 1992. - с. 36.

2. Ткачук Ю. Я., Кузьмин В. А., Рудь В. Д. К вибрационному формированию порошковых материалов // Физика и механика порошковых материалов: Сб. науч. тр. / АН Украины. Ин-т пробл. материаловедения им. И. Н. Францевича. - Киев. - 1993.

- с. 99-114.

3. Ткачук Ю. Я., Рудь В. Д., Самольянов І. І. Механізми вібраційного формування порошкових матеріалів // Зб. Наукові нотатки (серія технологія машинобудування). Вип. 1 - Луцьк. - ЛІІ. - 1994. - с. 10-15.

4. Ткачук Ю. Я. Метод визначення бічного тиску // Зб. Наукові нотатки (серія технологія машинобудування). Вип. 1 - Луцьк. - ЛІІ. - 1994. - с. 41-45.

5. Рудь В. Д., Тулашвілі Ю. Й., Ткачук Ю. Я. Дослідження і впровадження У виробництво антифрикційної порошкової композиції залізо-мідь-графіт // Тези доп. 2-го міжнародного симпозіуму українських інженерів-механиків. - Львів. - 4-6 травня 1995. - с. 153.

6. Ткачук Ю. Я. Методика визначення зміни коефіцієнту бічного тиску при вібропресуванні // Зб. Наукові нотатки (серія технологія машинобудування). Вип. 2 - Луцьк. - ЛІІ. - 1995. - с. 50-53.

7. Ткачук Ю. Я. Залежність міцності брикетів від тиску пресування // Зб. Наукові нотатки (серія технологія машинобудування). Вип. 2 - Луцьк. - ЛІІ. - 1995. - с. 54-59.

8. Ткачук Ю. Я., Рудь В. Д., Гуменюк Л. О. Один малоенергетичний метод формування металевих порошків // Тези доп. конф. "Ресурсо- і енергозберігаючі технології в машинобудуванні". - Одеса. - 5-7 вересня 1995. - с. 108.

9. Ткачук Ю. Я., Рудь В. Д., Самольянов І. І. Вплив умов формування на міцність неспечених порошкових брикетів // Рукопис деп. в Укр. ДНТБ. - 1995. - N 2286. - Ук. 95. - 11 с.

10. Ткачук Ю. Я., Рудь В. Д., Самольянов І. І. Дослідження вібропресування порошків ПМС-1, ПЛ-80, ПЖР-3.315 // Рукопис

деп. в Укр. ДНТБ. - 1995. - N 2287. - Ук. 95. - 14 с.

11. Ткачук Ю. Я., Самольянов І. І. До методики дослідження впливу коливань матриці на міцність неспечених порошкових матеріалів // Рукопис деп. в Укр. ДНТБ. - 1995. - N 2288. - Ук. 95. - 9 с.

Tkachuk Y. Y. The working out of the method of vibrocompaction of rough specimen from the metal powders.

The thesis for competition for the scientific degree of the candidate of the technical sciences speciality 05.02.08- the technology of machine-building, The Lutsk industrial Institute, Lutsk, 1996.

The theoretical and experimental investigations of the process of vibrocompaction of the rough specimen from powders of plastic metal are being defended. The method and test complex for investigation of the process of the vibrocompaction of porous materials have been worked out. The main principles of the influence of the amplitude, frequency and the form of oscillation of the die on the process of consolidation of metal powders in vibrocompaction are defined. The influence of the form of oscillation and the scheme of loading on the parameters of the process of consolidation and mechanical characteristics of the received rough specimen was investigated. The practical recommendations as to the choice of optimum amplitude and frequency characteristics of the given process and schemes of the loading are given. The effectiveness of application of the loading and given. The effectiveness of application of the space form of the oscillation of the die are proved

experimentally. The industrial inculcation of the projectind of technological processes and equipment for the vibrocompaction of rough specimen made of metal powders is realised.

Ткачук Ю. Я. Разработка метода виброформования заготовок из металлических порошков.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08. - технология машиностроения, Луцкий индустриальный институт, Луцк, 1996.

Защищаются теоретические и экспериментальные исследования процесса виброформования заготовок из порошков пластичных металлов. Разработана методика и исследовательский комплекс для проведения исследований процесса виброформования пористых материалов. Определены основные закономерности влияния амплитуды, частоты и формы колебаний матрицы на процесс уплотнения металлических порошков при вибропрессовании. Исследовано влияние формы колебаний матрицы и схем нагружения на параметры процесса уплотнения и механические характеристики полученных заготовок. Приведены практические рекомендации по выбору оптимальных амплитудно-частотных характеристик процесса, схем нагружения. Экспериментально доказана эффективность применения пространственной формы колебаний матрицы. Осуществлено промышленное внедрение рекомендаций по проектированию технологических процессов и оборудования для вибропрессования заготовок из металлических порошков.

Ключові слова: віброформування, металеві порошки, матриця, пористість, структура, міцність, амплітуда коливань, частота коливань, форма коливань, схема навантаження,

Гідравлічний вібростенд.

Пошукач

Фур

Ю. Я. Ткачук.

AB 33.912

AB 33.912