

УДК 621.762.2

Т.Н. Гальчук, Т.Є. Божко

Луцький національний технічний університет

ОТРИМАННЯ МЕТАЛЕВИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ ВМІСТОМ ПОРОШКУ ЧАВУНУ

В роботі експериментально відпрацьовані параметри технології виготовлення композиційних матеріалів із вмістом порошку чавуну отриманого із стружкових відходів. Представлені механічні властивості матеріалу залізо-чавун, що не поступаються показникам литого матеріалу. Отриманні експериментальні дані по властивостях матеріалу з чавунної стружки дозволяють прогнозувати оптимальний вміст чавуну для виготовлення конструкційних виробів методом порошкової металургії.

Ключові слова: стружка, технології, порошок, композит, твердість, міцність

Рис. 4. Літ. 17.

Т.Н. Гальчук, Т.Е. Божко

ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С СОДЕРЖАНИЕМ ПОРОШКА ЧУГУНА

В работе экспериментально отработаны параметры технологии изготовления композиционных материалов с содержанием порошка чугуна полученного из стружечных отходов. Представленные механические свойства материала железочугун, не уступающие показателям литого материала. Полученные экспериментальные данные по свойствам материала с чугунной стружки позволяют прогнозировать оптимальное содержание чугуна для изготовления конструкционных изделий методом порошковой металлургии.

Ключевые слова: стружка, технологии, порошок, композит, твердость, прочность

T. Galchuk, T. Bozhko

RECEPTION OF METALLIC COMPOSITE MATERIALS WITH CHAMBER OF POWDER CONTENT

In the work experimentally worked out the parameters of the technology of manufacturing composite materials containing powder of pig iron obtained from shaving waste. The mechanical properties of iron-iron material are presented, which are not inferior to indicators of cast material. Obtained experimental data on the properties of the material from cast iron chips can predict the optimal content of pig iron for the manufacture of structural products by powder metallurgy.

Keywords: chips, technology, powder, composite, hardness, durability

Постановка проблеми. Важливим завданням, що поставлене перед вітчизняною промисловістю, є економія матеріальних ресурсів. Найважливіший резерв ресурсозбереження в машинобудівному комплексі – це широке використання вторинних матеріальних ресурсів, якими є відходи виробництва. Обсяг промислових відходів збільшується високими темпами і має тенденцію до випереджаючого зростання. Тільки на видалення їх і складування витрачається в середньому 8...10% вартості основної виробленої продукції [1]. Використання промислових відходів забезпечує виробництво джерелом дешевої і часто вже підготовленої сировини, призводить до економії матеріальних ресурсів і зниження ступеню забруднення навколишнього середовища [2, 3]. Тому підвищення рівня використання промислових відходів є найважливішим завданням державного значення. У зв'язку з цим комплексне використання існуючих джерел сировини і створення безвідходних виробництв стає актуальним напрямком ресурсозберігаючих технологій. У даній роботі розглядається проблема переробки відходів металообробних підприємств – металевої стружки, величезна кількість яких утворюється на машинобудівних підприємствах країни.

Мета роботи раціональне використання стружкових відходів механічної обробки, які отримуються в машинобудуванні для виготовлення антифрикційних виробів.

Основні результати дослідження. Антифрикційні матеріали отримуються за рахунок використання в якості наповнювачів м'яких металів – міді, чавуну, графіту. Специфічні властивості композиційних матеріалів отримують в разі використанні різних наповнювачів, наприклад матеріали з наповнювачем залізного порошку володіють хорошими магнітними характеристиками [4].

В експериментальних дослідженнях нами використовувався наповнювач – чавунний порошок (фракції 200 .. 400, 100 .. 200 мкм), так як нас цікавили антифрикційні матеріали з високим ступенем теплопровідності. Це дозволяє робити на основі таких матеріалів підшипники ковзання і використовувати їх під час виробництва торцевих ущільнень. Такі деталі повинні мати

малий коефіцієнт тертя, бути міцними і володіти хорошою теплопровідністю, щоб віддавати тепло в процесі роботи механізму. Підвищити міцність матеріалів вдається за рахунок більш дрібного розміру часток наповнювача і утворення адгезійних і хімічних зв'язків матриці і наповнювача [5, б].

Домогтися такого результату з крупним наповнювачем неможливо, тому необхідно використовувати середні і дрібні фракції наповнювачів. Прошарок між ними мінімальні і навантаження відбувається по зернах наповнювача. Під час стискання найкращим чином працюють зразки з введеним в них дрібнодисперсним порошком. Така структура металополімерних матеріалів є найбільш наповненою, і в разі впливу на неї сил навантаження працює єдиним монолітним шаром. Введені великі зерна наповнювача під час стиснення і починають рухатися відносно один одного і при цьому руйнують зв'язуючий їх шар. Так само необхідно зазначити, що поверхня розподілу навантаження у матеріалів з дрібнодисперсним наповнювачем більше, ніж у матеріалів з крупним наповнювачем. Пояснюється це тим, що в процесі більш тонкого розмелювання чавунної стружки відбувається викришування вільного вуглецю, інших неметалевих включень, а також проходить збільшення питомої поверхні. Однак тонке подрібнення сірого чавуну трудомістке і недоцільне за технологічними причинами, вимагає великих механічних і енерговитрат. Крім того, зі зменшенням розміру частинок чавунної стружки зростає відносно значення сил тертя між частинками, виникає явище схоплювання.

На даний час найбільш поширеним є метод отримання виробів шляхом спікання залізграфітових сумішей, які складаються із залізного порошку та графіту [7]. Проте є свідчення, що отримати однорідну шихту із такої суміші складно, оскільки порошок заліза та графіту мають різну питому вагу. А це впливає на механічні властивості таких спечених виробів. Для отримання більш міцнішого матеріалу доцільним є введення у шихту із залізного порошку та графіту порошку чавуну, що отриманий із стружкових відходів механічної обробки.

Нами запропоновано використати порошок СЧ18 для виготовлення втулок ковзання у вузлах тертя машин. Сировиною для проведення експериментальних досліджень була стружка сірого чавуну марки СЧ18, яка утворилася в результаті свердлильної обробки отворів діаметром 15...20 мм ($v=60...70$ м/хв, $S=0,2...0,6$ мм/). Стружка отримана після свердління має переважно конічно-спіральної форму більших розмірів та включення пилу (рис. 1,а). Порошок СЧ18 отримували шляхом подрібнення. Отриманий порошок є практично чистою сировиною без домішок оскільки обробка проходить без охолодження змащувально-охолоджуючою рідиною (рис.1,б) та за технологічними властивостями не поступається чавунним порошкам, отриманим за традиційною технологією [8].

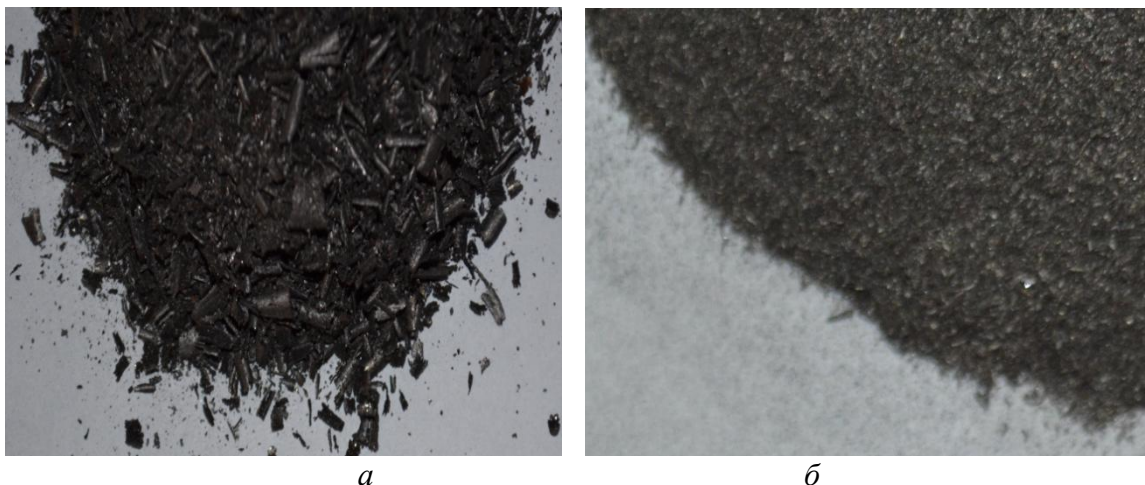


Рис.1. Стружка сірого чавуну марки СЧ-18 отримана: а) під час свердління; б) після обробки

Процес подрібнення проводили у лабораторному кульовому млині спеціальної конструкції (рис. 2) із внутрішнім діаметром 170 мм [9].

Проведені дослідження дозволило розробити технологію комплексної переробки металевих стружкових відходів чавуну, що включає в себе: подрібнення стружки у вібраційному млині та використання її в якості матеріалу для порошкового композиту з подальшим виробництвом з нього методом холодного формування виробів конструктивного призначення з необхідними параметрами.

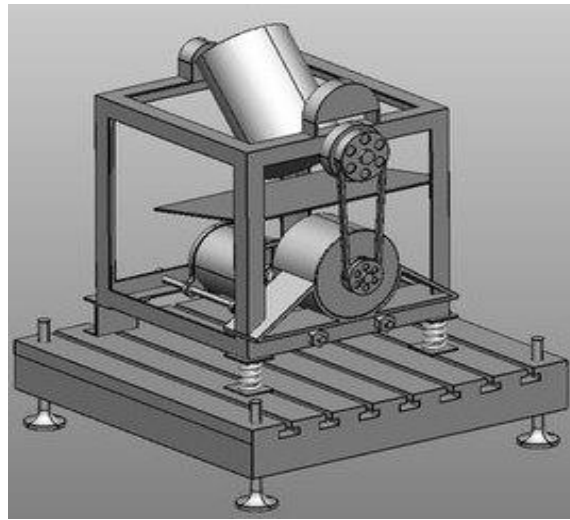


Рис.2. Кульбовий млин

Композит для дослідження складався із залізного порошку марки ПЖМ-3М і чавунних порошоків-відходів до 50%. Оскільки додавання чавунного порошку більше 50% погіршує пресування шихти. Отриманий матеріал має масову частку вуглецю 1,5...1,7%, а це відповідає складу антифрикційної графітизованої сталі.

Дослідження проводили на циліндричних зразках розміром $\varnothing 10 \times 17$ мм. Зразки пресувалися при тиску 1000 МПа та спікалися при температурі 1200⁰С протягом 60 хв під «рідким затвором».

Отримані спечені зразки досліджувалися на фізико-механічні властивості. Так густина спеченого зразка, з масовим вмістом вуглецю 1,5%, складала 7,6 г/см³. Пористість зменшується і становить – 10%, проти 15% у спресованого матеріалу.

Твердість визначали на приладі ПМТ-3 при навантаженні 0,5 Н. Твердість складала НВ=2230...2520 МПа (рис. 3). Границя міцності при стисканні $\sigma_c = 9500...11000$ МПа (рис. 4). Отримані параметри не поступаються показникам литого матеріалу СЧ18 та стандартного матеріалу ЖГр2.

Дослідження показали, що зміна одного показника в залежності від вмісту чавунного порошку в композиті аналогічна зміні інших механічних властивостей. Тобто чим більше чавунної складової в порошковому композиті тим вища твердість і помітно знижується границя міцності. Оптимальною температурою для спікання композиту залізо-чавун є 1200⁰С. При цій температурі досягаються найбільші значення властивостей на міцність.

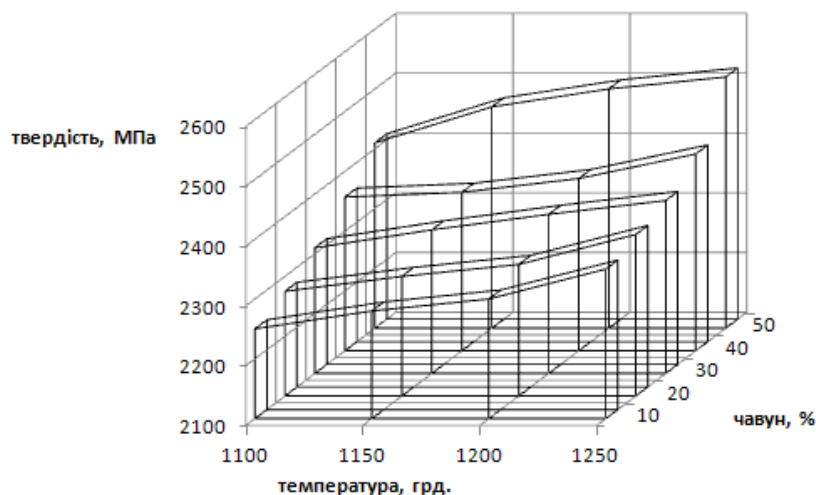


Рис. 3. Залежність твердості від температури спікання та вмісту чавунної стружки

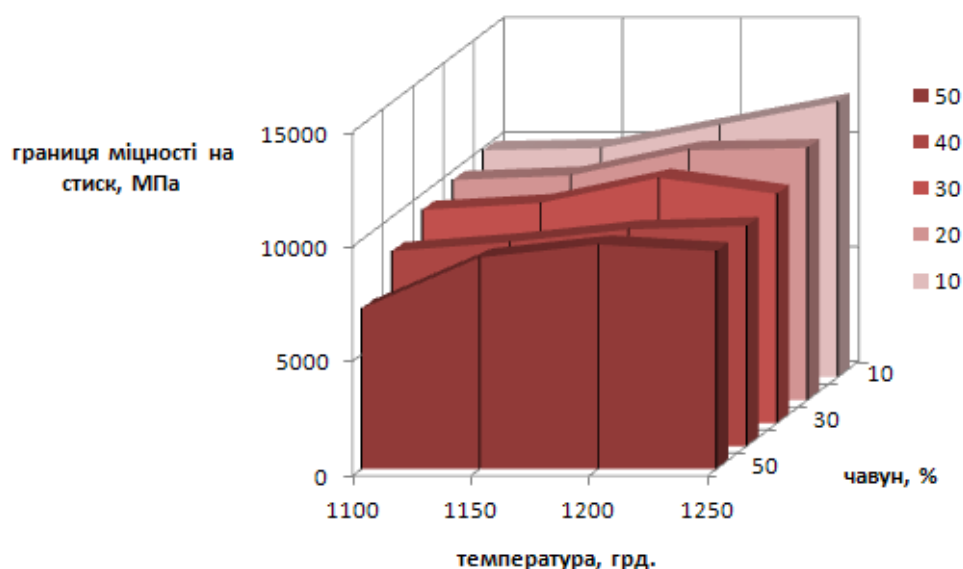


Рис. 4. Залежність границі міцності на стиск від температури спікання та вмісту чавунної стружки

Про те композити, що мають 10 або 20% чавуну можуть використовуватися для виготовлення конструкційних виробів методом порошкової металургії. Із вмістом 30...50% для – виготовлення виробів, що працюють в умовах тертя і зношування без динамічних навантажень.

Наближені розрахунки показали, що використання чавунних порошоків-відходів зменшує кількість стружкових відходів і дає економію до 40% залізного порошку, що у 3.4 рази дорожчий за чавунний.

Висновки. На основі експериментальних досліджень відпрацьовані параметри технології виготовлення композиційних матеріалів із вмістом порошку чавуну отриманого із стружкових відходів. Технологія отримання композиційних матеріалів запропонованим способом включає в себе три основні стадії: підготовка сировини; приготування композиції; отримання композиційних матеріалів і виробів на їх основі.

Встановлено, що механічні властивості матеріалу залізочавун: твердість $HV=2230...2520$ МПа, границя міцності при стисканні $\sigma_c=9500...11000$ МПа не поступаються показникам литого матеріалу СЧ18 та стандартного матеріалу ЖГр2. Дослідження показали, що зміна одного показника в залежності від вмісту чавунного порошку в композиті аналогічна зміні інших механічних властивостей. Тобто чим більше чавунної складової в порошковому композиті тим вища твердість і замітно знижується границя міцності.

Встановлено, що оптимальною температурою для спікання композиту залізочавун є 1200°C . При цій температурі досягаються найбільші значення властивостей на міцність. Оптимальний вміст чавуну 10 або 20% для виготовлення конструкційних виробів методом порошкової металургії; вмістом 30...50% для – виготовлення виробів, що працюють в умовах тертя і зношування без динамічних навантажень.

Література

1. Пальгунов П. П., Сумароков М. В. Утилизация промышленных отходов / П. П. Пальгунов, М. В. Сумароков. – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.
2. Морозов С. І., Морозов А. С. Тенденції розвитку переробки металевих відходів / С. І. Морозов, А. С. Морозов // Поліграфічні матеріали. - 2010. – №2. – С. 103-114.
3. Рудь В. Д. Технологічні процеси утилізації відходів машинобудівного виробництва: навчальний підручник / В.Д. Рудь, Г. А. Баглюк, Т. Н. Гальчук, О. Ю. Повстяной. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. – 296 с.
4. Гальчук Т.Н., Рудь В.Д. Використання відходів машинобудівного виробництва для виготовлення деталей триботехнічного призначення: монографія. / Т.Н. Гальчук, В. Д. Рудь – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2013. – 214 с.
5. Гороховский Г. А., Чернышев В. Г., Рева В. П., Коваленко Л. В. Получение металлических порошков методом подрібнення стружкоотходов // Порошковая металлургия. – 1988. – № 12. – С. 1 – 8.

6. Гальчук Т.Н., Божко Т.Є. Аналіз факторів, що впливають на зношування композиційних матеріалів / Т.Н. Гальчук, Т.Є.Божко // Наукові нотатки, №58.- Луцьк.- ННВ ЛНТУ, 2017. – С.65-68.
7. Гальчук Т.Н., Божко Т.Є. Отримання спечених антифрикційних виробів із композиційного матеріалу на основі порошку сталі ШХ15 / Т.Н. Гальчук, Т.Є.Божко // Наукові нотатки, №50. - Луцьк.- ННВ ЛНТУ, 2015. – С. 30-34.
8. Гальчук Т.Н., Божко Т.Є. Дослідження властивостей порошків отриманих із стружкових відходів машинобудування / Т.Н. Гальчук, Т.Є.Божко // Наукові нотатки, №54.- Луцьк.-ННВ ЛНТУ, 2016.- С. 30-34.
9. Гальчук Т.Н. Експериментальне дослідження технології вібраційного подрібнення / Т.Н. Гальчук, В. Д. Рудь, Т.Є. Божко // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Збірник наукових праць. Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія: в 2-х ч.- Частина 1. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2014. – № 52 (1094). – С. 92–97.

Стаття прийнята до друку 25.04.2019