

УДК 621.998.77

**Л.М. Самчук**

Луцький національний технічний університет

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ПРИТИСКНОЇ ВТУЛКИ ЗА РАХУНОК ЇЇ ВИГОТОВЛЕННЯ З ВІДХОДІВ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

*У статті розглянуто спосіб отримання деталі типу втулка з використанням маловідходної технології – порошкової металургії. В якості робочої сировини запропоновано використовувати металевий порошок сталі ШХ15, який є вторинною сировиною підприємства по виготовленню підшипників СКФ Україна. Встановлено, що деталі виготовлені із композитної суміші ШХ15, С 2%, Си 4,5% мають хороші властивості, проте на відміну від заготовок із чистого ШХ15 температура для спікання даної заготовки має бути вища, приготування композиту займає час, а вартість виготовлення деталі значно зростає.*

*Ключові слова:* відходи, втулка, шлам, технологія, утилізація.

**Л.М. Самчук****ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПРИЖИМНОЙ ВТУЛКИ ЗА СЧЕТ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗ ОТХОДОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

*В статье рассмотрены способ получения детали типа втулка с использованием малоотходной технологии - порошковой металлургии. В качестве рабочей сырья предложено использовать металлический порошок стали ШХ15, который является вторичным сырьем предприятия по изготовлению подшипников СКФ Украина. Установлено, что детали изготовлены из композитной смеси ШХ15, С 2%, Си 4,5% имеют хорошие свойства, однако в отличие от заготовок из чистого ШХ15 температура для спекания данной заготовки должна быть выше, приготовления композита занимает время, а стоимость изготовления детали значительно растет.*

*Ключевые слова:* отходы, втулка, шлам, технология, утилизация.

**L. Samchuk****OPTIMIZATION OF PRODUCTION BY CLAMPING BUSHINGS ITS PRODUCTION FROM WASTE ENGINEERING COMPANIES**

*The article considers the method for details bushing type using low-waste technologies - powder metallurgy. As a working material proposed to use metal powder SH15 steel, which is a secondary raw material for the production of bearings company SKF Ukraine. Found that parts made from composite mixture SH15, C, 2%, 4.5% Cu have good properties, but unlike pieces of pure SH15 temperature for sintering of blanks to be higher composite preparation takes time, and the cost of manufacturing parts significantly increases.*

*Keywords:* waste, plug, mud, technology utilization.

**Постановка проблеми.** Зважаючи на агресивне середовище в якому працює притискає втулка та матеріал з якого вона виготовлена, постає проблема кородування деталі. Також процес виготовлення є дещо дороговартісним.

Для здешевлення виробництва втулки доцільно використовувати маловідходні технології – порошкову металургію. Також для запобігання корозії слід використовувати нержавіючі матеріали. В якості робочої сировини запропоновано використовувати металевий порошок ШХ15, який задовольняє обидві умови. Даний матеріал є відходами підприємства по виготовленню підшипників СКФ Україна.

Підшипникова хромиста сталь ШХ15 є корозійностійким матеріалом і володіє високою зносостійкістю, твердістю, в композиції з іншими матеріалами забезпечує високу втомну стійкість, контактну міцність та твердість.

Ціна таких порошоків з металовідходів шліфувального виробництва на 25...30% нижча ціни стандартних порошоків заліза та сталі. До того ж використання відходів виробництва позитивно впливає на екологічний стан ґрунтів та водойм, так як відбувається мінімізація місць захоронення металевих відходів.

**Аналіз літературних джерел.** Основну масу металовідходів складає стружка – потенційне джерело сировини для виробництва металопорошків. На заводах порошкової металургії використовують технології утилізації стружки і прокатної окалини металургійних підприємств, які після розплаву розпиляються в порошок із заданими фізико-хімічними і технологічними властивостями. Порошок після пресування і спікання перетворюється в готові деталі.

Шліфувальний шлам сталі ШХ15 утворюється після механічної обробки кілець та роликів підшипників в умовах ПАТ „СКФ – Україна”. Порошки сталі ШХ15, отримані зі шліфошламів, можуть використовуватися для виготовлення деталей конструкційного, антифрикційного і

фрикційного призначення, деталей для електротехнічної промисловості, які в даний час виготовляються із порошків заліза та графіту. Найбільш доцільним, з цієї точки зору, може бути виготовлення деталей простої форми для масового виробництва, наприклад, таких як втулки ковзання, підшипники ковзання, контакти струмоприймачів тощо.

Шліфувальний шлам за зовнішнім виглядом – порошкоподібний продукт характерного для окислів заліза чорного кольору, що містить грудки з вмістом заліза – не менше 60%; вмістом двоокису кремнію – не більше 25%; вологістю – не більше 10%; насипною густиною – 0,32...0,40 г/см<sup>3</sup>. Після обробки деталей на шліфувальних верстатах шлам подається в колодязі відстоювання, а звідти через трубопроводи в цех інженерних мереж і утилізації, де піддається фільтрації, збирається в ємності і, для подальшого зберігання, вивозиться на ділянку відстоювання. На площадці відстоювання шлам тривалий час зберігається в незадовільних умовах, що сприяє його забрудненню та окисленню, негативно впливає на властивості і робить недоцільною подальшу переробку шламу.

Отже негайна переробка відходів шліфошламу та стружки дозволить не тільки раціонально використати матеріал але й значно скоротити витрати на матеріал підприємств вторинної переробки даної сировини, скоротити площі відстоювання відходів.



Рис.1.– Втулка

Деталь типу втулки виконує роль притискного кільця в механізмі водолічильника.

Конструкційними особливостями деталі є плоска циліндрична форма, наявність трьох співвісних. По зовнішній циліндричній поверхні кільця нарізана трикутна кріпильна різьба. Втулка виготовлена із конструкційної вуглецевої якісної сталі марки 08кп.

**Викладення основного матеріалу.** В якості досліджуваного матеріалу для виготовлення втулки було використано сталь ШХ15 та її композит.

Для спікання використовувалась муфельна піч МП-0.

Пресування здійснювалось на лабораторній установці П-125 та П-250.

Було проведено рентгеноструктурний аналіз матеріалу, результати якого видно на рис.2, за допомогою приладу ДРОН 4-13.

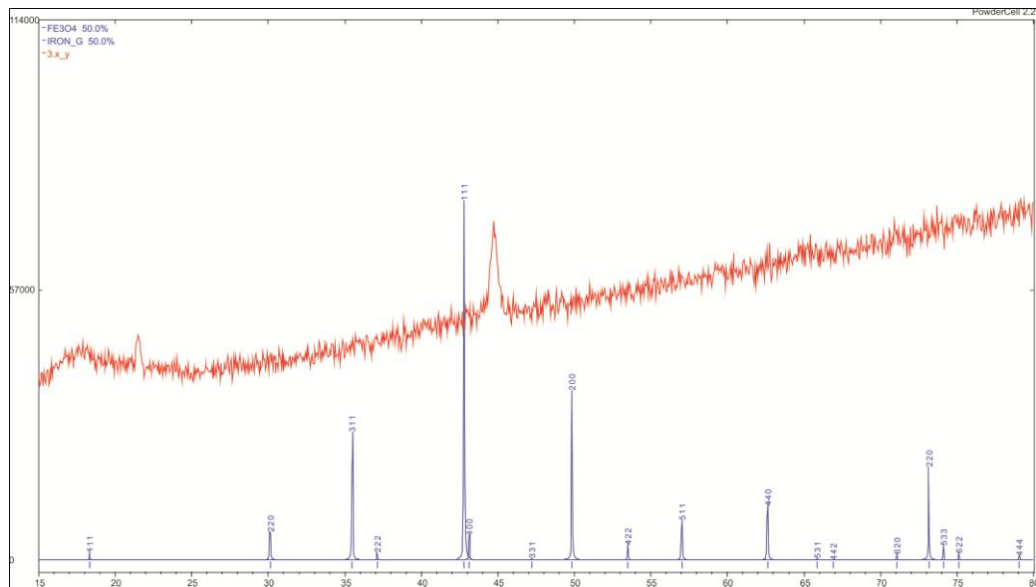


Рис.2. – Дифрактограма матеріалу ШХ15

На дифрактограмі представлено 2 графіки: нижній – стандартний, вибирається із міжнародної бази даних відповідно до певного матеріалу, а верхній – відображає результати проведення аналізу даного. По осі X відображається кут повороту зразка  $2\theta$ , по Y – інтенсивність відбивання рентгенівського проміння зразком.

Встановлено наявність оксиду заліза  $Fe_3O_4$ , що свідчить про те що частинки порошку вкриті оксидною плівкою, і як наслідок буде виникати корозія. Отже для того щоб уникнути дане негативне явище проводилось відновлення металевого порошку. Процес відновлення відбувався при нагріванні ШХ15 до  $700\text{ }^\circ\text{C}$  з нагнітанням в робочу зону газу  $H_2$ . Для пришвидшення процесу відновлення порошку було додано хімічну присадку KCl в розмірі 1% від маси шихти. Процес відновлення проходив на 30% швидше.

### Зразок № 1

**Виготовлений** зі сталі ШХ15, фракція 0,05 мм.

**Матеріал:** сталь ШХ15; фракція 0,05 мм.

**Тиск пресування:** 100 т.

**Спінання:**

-температура:  $900\text{ }^\circ\text{C}$ ;

-час: 2 год.

**Пористість:** 33%.

**Габаритні розміри заготовки:**

- діаметр: 50 мм

- висота: 14 мм.

**Механічна обробка:** точіння торця різцем.

**Стружка:** сколювання.



Рис.3. – Порошок після пресування



Рис.4. – Зразок № 1 після спікання

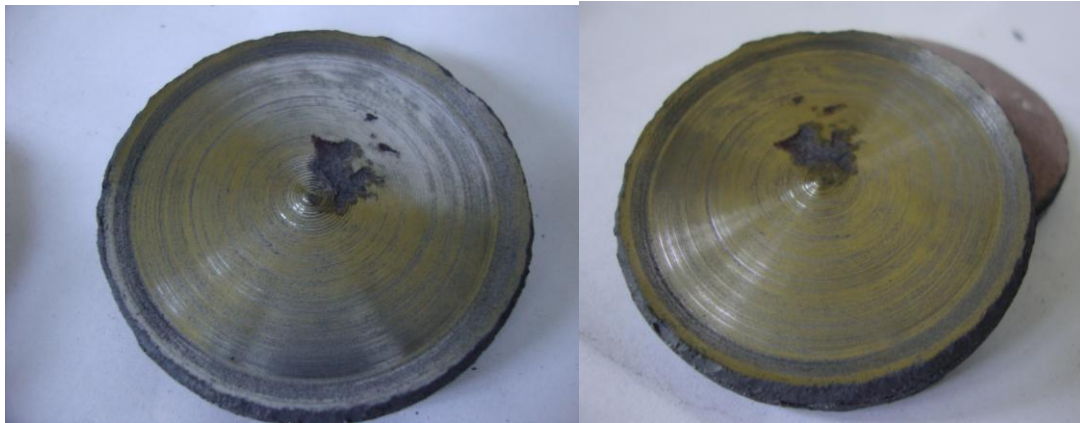


Рис.4. – Зразок № 1 після точіння



Рис.5. – Стружка сколювання

#### Зразок № 2

**Матеріал:** сталь ШХ15; фракція 0,1 мм.

**Тиск пресування:** 50 т.

**Спікання:**

-температура: 900°C;

-час: 2 год.

**Габаритні розміри заготовки:**

- діаметр: 50 мм

- висота: 44 мм.

**Механічна обробка:** точіння торця та циліндричної поверхні різцем, свердління отвору свердлом наскрізь.

**Стружка:** сколювання, пилоподібна.



Рис.6. – Зразок №2 після точіння торця



Рис.7. – Зразок № 2 після точіння циліндричної поверхні



Рис.8. – Свердління отвору в зразку № 2

Оброблена поверхня характеризується крихкістю, нерівномірністю поверхневого шару, наявністю великої кількості раковин і пор.

**Зразок № 3**

**Матеріал:** композит (сталь ШХ15, С 2%, Сu 4,5%)

**Тиск пресування:** 50 т.

**Спiкання:**

-температура: 1250°C;

-час: 2 год.

**Габаритні розміри заготовки:**

- діаметр: 50 мм

- висота: 30,8 мм.

**Механічна обробка:** точіння торця різцем, свердління отвору свердлом наскрізь, нарізування трикутної кріпильної різі з кроком 2.

**Стружка:** сколювання, пилоподібна.

Приготування композитної суміші порошків сталі ШХ15, графіту і міді здійснювалось пропорційним змішуванням компонентів у ваговому розмірі: ШХ15 = 200г, С 2%, Сu 4,5% від ваги сталі. Рівномірне розмішування здійснювалось у вібраційному млині з розмольними тілами протягом 2 годин.

Зразок характеризується рівномірною структурою, високою твердістю, міцністю; володіє властивістю самозмащування завдяки наявності графіту і є антифрикційним матеріалом. Збільшується ресурс працездатності у 2-2,5 рази.



Рис.9. – Зразок № 3 після спікання



Рис.10. – Зразок № 3 після нарізування різі

**Висновки.** Отже виготовлення деталі типу втулка можливе шляхом використання маловідходних технологій – порошкової металургії. Заготовки виготовлені методом пресування і спікання піддаються механічній обробці і відповідають встановленим вимогам. Отримані таким чином деталі задовольняють поставлені задачі. Встановлено, що деталі виготовлені із композитної суміші ШХ15, С 2%, Сu 4,5% мають хороші властивості, проте на відміну від заготовок із чистого ШХ15 температура для спікання даної заготовки має бути вища, приготування композиту займає час, а вартість виготовлення деталі значно зростає.

Вирішення задачі утилізації дозволяє повернути у виробництво сировину, з високим вмістом легуючих елементів, для виготовлення виробів методом порошкової металургії та вирішити проблему накопичення шламових відходів на підприємствах металообробки з точки зору екології. За рахунок використання відпрацьованих відходів спостерігається позитивний економічний ефект.

#### Список використаних джерел

1. Сосновський Л.А. Дослідження процесів утилізації порошкових відходів сталі ШХ-15 / Л.А. Сосновський, О.В. Власова, М.Є. Головка // Металознавство та обробка металів 1. 2015. – С. 55-59.
2. Рудь В.Д. Эколого-экономическая эффективность использования отходов промышленного производства для изготовления материалов конструкционного назначения / В. Рудь // Устойчивое развитие. 2014. - № 19. – С. 159-164.
3. Рудь В.Д. Апаратна реалізація технології утилізації відходів підшипникового виробництва / В. Д. Рудь, Т. Н. Гальчук // Науковий журнал „Технологічні комплекси”. – 2011. – № 2(4). – С. 75–80.
4. Рудь В.Д. Использование отходов подшипникового производства в порошковой металлургии / В.Д. Рудь, Т.Н. Гальчук, О.Ю. Повстяной // Порошковая металлургия. – 2005. – №1/2. – С. 106-112.
5. Данцев Д.В. Экспериментальное исследование технологических свойств шихты порошковых сталей / Д.В. Данцев // Збірник наукових праць «Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні». – 2012. – С. 204-210.
6. Патент України № 63558 А МПК 7 В22F9/04. Спосіб отримання металевого порошку з шламових відходів підшипникового виробництва / В.Д. Рудь, Т.Н. Гальчук, О.Ю. Повстяной; Заявл.06.05.03; опубл. 15.01.04. Бюл.№1, 2004. – С.4
7. Ромашкин А.Н. / Шарикоподшипниковая сталь - общие сведения / интернет матеріали. Режим доступу: [http://steelcast.ru/ball\\_bearing\\_steel](http://steelcast.ru/ball_bearing_steel)
8. Судина С.В. Применение очищенного опилочного шлама для получения спеченных изделий / С.В. Судина, В.Н. Шуменко, В.В. Шуменко // Порошковая металлургия: инженерия поверхности, новые композиционные материалы, саврка. Сборник докладов 8-го Международного симпозиума. – Минск, - 2013. Часть 1. С. 356-359.
9. Рудь В.Д. Вплив технології синтезу на структуру та властивості спеченого композиту системи Ti-Fe-C / В.Д. Рудь, Л.М. Самчук // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія машинобудування. – Київ, - 2012. - № 64. – С. 239 – 243.
10. Панченко А.И. Формирование качества подшипниковых сталей в процессах деформационного передела / А.И. Панченко, А.Н. Тумко, А.С. Сальников, О.А. Ярошенко, О.В. Пересащенко // Обработка материалов давлением № 1(26). 2011. – С 170 – 174.

Стаття надійшла до редакції 22.11.2016.