

Технология получения изделий электротехнического назначения из шламовых отходов машиностроительного производства

Т. Н. Гальчук, В. Д. Рудь

Луцкий национальный технический университет, Украина,
e-mail: galchuk_tania@rambler.ru, dekan@rud.lutsk.ua

Исследованы характеристики материалов на основе порошков стали ШХ15. В качестве шихтовых материалов использованы медь, графит. Установлено, что подшипники скольжения на основе порошков стали ШХ15 для стартеров, стиральных машин, пылесосов и контакты токоъемников троллейбусов имеют достаточный ресурс долговечности.

Ключевые слова: технология, шлам, металлический порошок, контакты, машиностроение.

Введение

В машиностроении широко используются пористые материалы. Основным преимуществом порошковых материалов является способность работать в широком диапазоне нагрузок и скоростей вращения, как в условиях принудительной смазки, так и в ряде случаев без нее. Методы порошковой металлургии дают возможность изготавливать материалы разного композиционного состава. Установлено, что наиболее эффективным является получение порошков из отходов при обработке легированных сталей, в частности шарикоподшипниковых.

На машиностроительных предприятиях при механической обработке шарикоподшипниковых сталей образуется значительное количество металлических отходов — шлифовальных шламов. Шлифовальные шламы содержат большую долю металла, легирующие добавки, что позволяет использовать порошок для изготовления деталей, имеют небольшую степень окисления металлических частиц, а также не требуют дополнительного размола металлических частиц, которые есть в шламе, через их достаточно высокую дисперсность. Несмотря на это, технологии переработки шлифошламов недостаточно развиты для успешного внедрения на производстве [1, 2]. Основными трудностями, которые сдерживают широкое использование шлифовальных шламов в качестве вторичного сырья, являются форма металлических частиц, наличие масел и СОЖ (смазывающе-охлаждающая жидкость), а также оксидов и сажи в концентрациях, превышающих допустимые.

Цель исследования — разработать новую и улучшить существующие технологии получения порошковых изделий с повышенными механическими и функциональными свойствами. Для решения этой задачи изучали структуру и свойства материалов из переработанных шламовых отходов.

Результаты экспериментов

В процессе экспериментальных исследований предложена технология переработки шлифошламов и получение из них металлического порошка.

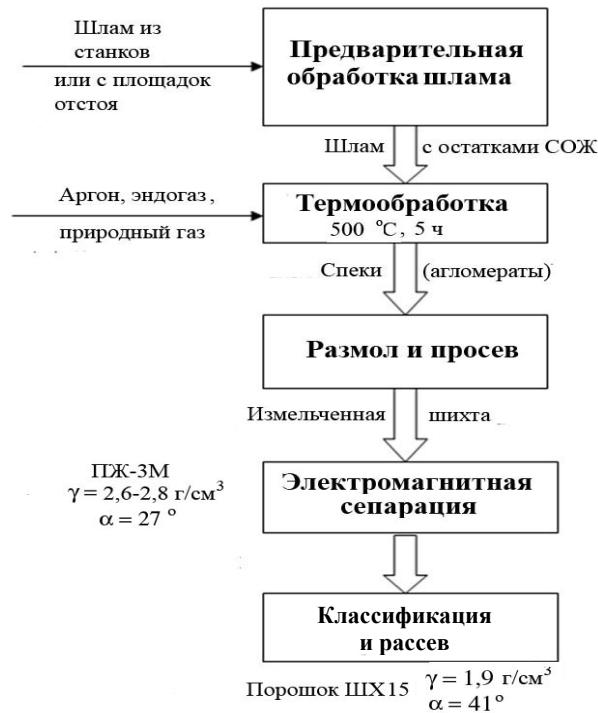


Рис. 1. Технологическая схема первичной обработки шламов по известным технологическим схемам утилизации (γ_n — насыпная плотность порошка, α — угол естественного откоса).

После определенной обработки этот порошок используется на предприятии в качестве основного компонента для изготовления деталей методом порошковой металлургии. Для исследования выбраны шлифовальные шламы после механической обработки деталей в условиях ПАТ "СКФ — Украина": после шлифования материалов в состоянии поставки (около 70% объема всей обработки шлифованием); после шлифования закаленных материалов (около 30% объема всей обработки шлифованием). Схема предложенной технологии переработки шлифошлама представлена на рис. 1. Полученный порошок содержит 94,5—96,5% (мас.) шарикоподшипниковой стали. Для улучшения его технологических свойств вводятся дополнительные операции, приведенные на рис. 2. Полученный металлический порошок имеет удовлетворительные технологические свойства [4]. Особо следует отметить хорошую его формуемость и прочность сырой прессовки.



Предложены новые технологические схемы, которые включают дополнительную обработку порошков с целью придания частицам порошка регулярной шарообразной формы (рис. 3). Влияние дополнительной

Рис. 2. Дополнительная обработка порошков [3].

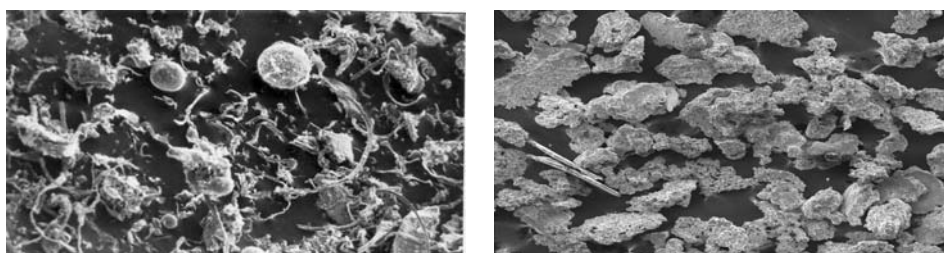


Рис. 3. Частицы порошка ШХ15, полученные по классической (а) (рис. 1) и по улучшенной (б) технологиям (рис. 2).

Т а б л и ц а 1. Зависимость гранулометрического состава от времени обкатывания-измельчения

Размер фракций, мкм	Содержание порошка, % (мас.)		
	после магнитной сепарации	после 4 ч обкатки	после 8 ч обкатки
–1,000 ... +0,630	1,92	0,77	0,13
–0,630 ... +0,400	1,97	0,98	0,1
–0,400 ... +0,315	0,96	0,72	0,1
–0,315 ... +0,200	1,92	0,96	0,1
–0,200 ... +0,160	2,42	1,6	0,18
–0,160 ... +0,100	9,06	5,31	6,63
–0,100 ... +0,063	22,71	17,22	14,18
–0,063 ... +0,050	12,27	15,34	17,32
–0,050	33,06	56,18	61,19

обработки порошков стали ШХ15 на гранулометрический состав иллюстрируют данные, приведенные в табл. 1. Видно, что, во-первых, дополнительная обкатка-измельчение порошка приводит к уменьшению размеров частиц, его состав становится более однородным. Во-вторых, увеличение времени обкатки более четырех часов нецелесообразно с точки зрения ресурсосохранения.

Анализ методик исследования процесса измельчения материалов показал, что на точность расчетов значительно влияет начальная форма частиц материала [5]. Для прогнозирования кинетики измельчения порошков стали ШХ15, частицы которых деформированы в разных направлениях и имеют сильно разветвленную поверхность, использовали уравнение кинетики К. А. Разумова [6]

$$\frac{dR}{dt} = kRm,$$

где R — количество крупных частиц в материале измельчения, что равно остатку на сите к моменту времени измельчения t ; k — постоянный параметр, который зависит от условий измельчения и свойств материала; m — относительная скорость измельчения.

Из полученного шламового порошка стали ШХ15 изготовлены образцы. Давление прессования составляло 600 МПа. Спекание проводили в вакууме. Свойства этого материала представлены в табл. 2. Установлено, что полученный порошок стали ШХ15 можно использовать в качестве

Т а б л и ц а 2. Физико-механические характеристики спеченного материала из шламового порошка стали ШХ15

Температура спекания, °С	Усадка $V = 1 - V_{п.с.}/V_{п.п}$	Пористость после спекания, %	Плотность после спекания, г/см ³	HV , МПа
1150	0,023	35	5,20	320
1200	0,025	31	5,45	608
1250	0,054	28	5,85	826

Примечание: $V_{п.с.}$ и $V_{п.п}$ — объем образца после спекания и прессования соответственно.

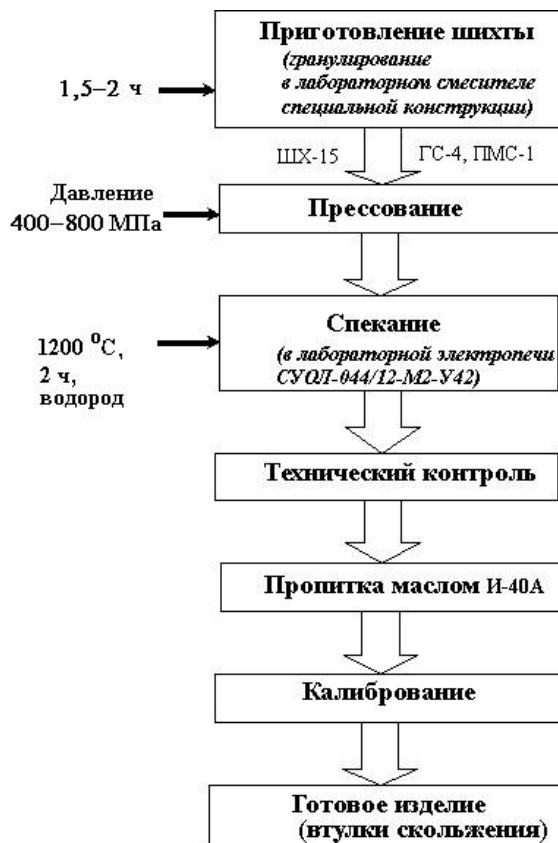


Рис. 5. Технологическая схема получения опытной партии втулок скольжения с использованием порошков стали ШХ15 [7].

основы композиционных порошковых материалов для изделий машиностроительного назначения. При этом основной задачей является получение оптимальных физико-механических свойств и технологических параметров, которые на них влияют. Для порошковых композиционных материалов — это давление прессования, температура, среда спекания и другие. Опытная технология изготовления спеченных изделий описывается схемой, представленной на рис. 5.

С целью исследования эксплуатационных, физико-механических свойств композита состава 93% (мас.) ШХ15 + 5% (мас.) меди + 2% (мас.) графита,

Рис. 6. Композиционные втулки скольжения.



изготовлены образцы деталей конструкционного назначения — подшипников, втулок скольжения для автомобильных стартеров, стиральных машин (рис. 6). Установлено,

что введение графита и меди в стальной порошок уменьшает пористость прессовки, увеличивает твердость спеченных образцов и усадку при спекании, изменяет фазовый состав и, в результате, улучшает механические свойства [8]. Температура спекания не имеет существенного влияния на механические свойства используемого композита. Результаты исследований показали повышение прочности на 25—30% образцов композита на основе полученных по усовершенствованной технологии порошков стали ШХ15 в сравнении с образцами, изготовленными из стандартного материала ЖГрД (рис. 7).

Рис. 7. Зависимость напряжения сжатия от деформации для образцов из материала ЖГрД (♦) и композита состава 93% ШХ15 + 5% меди + 2% графита (■).

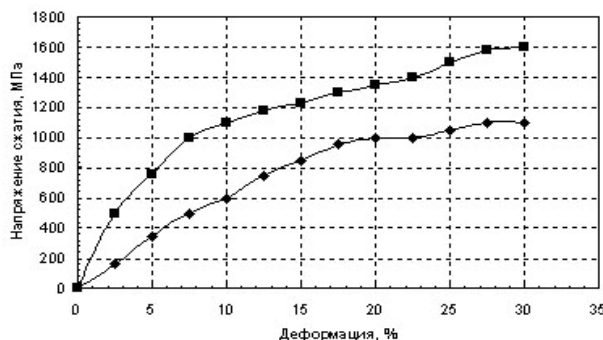
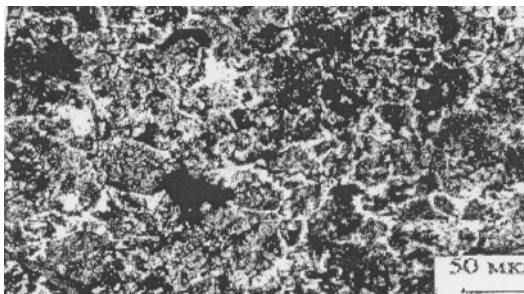


Рис. 8. Структура композита, спеченного в водороде.

Спеченный материал имеет структуру феррито-перлитной матрицы со структурно-свободным графитом и включениями меди (рис. 8). Увеличение содержания графита до 2% (мас.) насыщает материал углеродом и структура матрицы становится перлитной. Излишек углерода размещается в виде сетки по границам перлитных зерен.



Выводы

Разработанная технология позволяет повысить комплекс динамических характеристик деталей из композитов на основе порошков стали ШХ15. В частности, прочность втулок скольжения возрастает на 25—30%, а ресурс эксплуатации — в 2 раза.

По разработанным технологическим режимам из композитов на основе порошка стали ШХ15 получены конструкционные изделия со значительно меньшей себестоимостью и с более высоким коэффициентом использования

материала по сравнению с традиционными материалами. Низкая стоимость порошка стали ШХ15, полученного из шлифошламов, делает композиционный материал конкурентоспособным по сравнению с материалами на основе стандартных порошков железа ПЖР-3. Поэтому композит на основе переработанной стали ШХ15 может служить прототипом для дальнейшей разработки материалов изделий конструкционного назначения.

1. Зозуля В. Д. Применение шлифовальных металлоабразивных отходов в порошковой металлургии // Порошковая металлургия. — 1988. — № 3. — С. 92—95.
2. Бондаренко Б. И. Разработка технологии получения композиционного порошка из шламовых отходов подшипникового производства / [Б. И. Бондаренко, В. П. Якубовский, Д. Н. Федоров и др.] // Экотехнологии и ресурсосбережение. — 2002. — № 4. — С. 32—35.
3. 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.
4. Гальчук Т. Н. Структура та властивості порошку сталі ШХ15, відновленого у водні // Наук. нотатки: Міжвуз. зб. — 2013. — Вип. 41, ч. 2. — С. 23—28.
5. Беленко Л. Ф. Закономерности измельчения в барабанных мельницах. — М. : Недра, 1984. — 200 с.
6. Гальчук Т. Н. Кинетика измельчения в шаровой мельнице порошков, полученных из отходов шарикоподшипникового производства / Т. Н. Гальчук, В. Д. Рудь // Порошковая металлургия. — 2011. — № 5/6. — С. 20—26.
7. Гальчук Т. Н. Технология получения порошковых изделий из отходов машиностроения // Междунар. промышленный журн. "Мир техники и технологии". — 2013. — № 3. — С. 58—61.
8. Гальчук Т. Н. Триботехнічні характеристики композитів на основі порошку сталі ШХ15, отриманих із відходів машинобудування // Міжнар. наук. журн. "Проблеми трибології". — 2012. — № 3. — С. 81—86.

Технологія отримання виробів електротехнічного призначення з шламових відходів машинобудівного виробництва

Т. Н. Гальчук, В. Д. Рудь

Досліджено характеристики матеріалів на основі порошків сталі ШХ15. В якості шихтових матеріалів використано мідь, графіт. Встановлено, що підшипники ковзання на основі порошків сталі ШХ15 для стартерів, пральних машин, пилососів і контакти струмоприймачів тролейбусів мають достатній ресурс довговічності.

Ключові слова: технологія, шлам, металевий порошок, контакти, машинобудування.

Technology of electrotechnical products appointment of production machine building of sludge waste

T. N. Galchuk, V. D. Rud

The investigation characteristics of materials on the basis of powder steel SHH15. Copper, graphite were used as other materials to compare with. Was proved that bearings of sliding based on powders of steel of SHH15, which was made for starters, washing-machines, vacuum cleaners and the contacts of current holders of trolleybuses have a sufficient technical resource.

Keywords: technology, sludge, metal powders, contacts, machine-building.