

Инна Владиславовна Автономова родилась в 1938 г., окончила МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1961 г. Канд. техн. наук, доцент кафедры “Вакуумная и компрессорная техника” МГТУ им. Н.Э. Баумана, член Международной академии холода. Автор 60 научных работ в области компрессорной и вакуумной техники.

I.V. Avtonomova (b. 1938) graduated from the Bauman Moscow Higher Technical School in 1961. Ph. D. (Eng.), assoc. professor of “Vacuum and Compressor Technology” department of the Bauman Moscow State Technical University, member of the International Academy of Refrigeration. Author of 60 publications in the field of vacuum and compressor technology.

УДК 621

С. А. Пахомова, В. В. Иванченко

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Рассмотрена технология использования промышленных металлических отходов (шлама) для изготовления конструкционных деталей. Показана экономическая эффективность и экологическая целесообразность применения подобной технологии, вместо традиционной порошковой металлургии. Изучены способы подготовки шлама к изготовлению деталей, а также технологические схемы прессования и спекания из него деталей.

Современная промышленность широко использует порошковую металлургию для изготовления конструкционных и антифрикционных деталей. Эффективность такой технологии повышается благодаря возможности использования, вместо промышленных порошков, отходов производства в виде металлической стружки, отходов штамповки, шлама [1].

Установлено, что подобный материал перед употреблением необходимо подвергать специальной обработке, например, очистке стружки от смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), газовой цементации или пропитке свинцом в среде водорода и т.д. Несмотря на экономическую целесообразность процесса переработки вторичного сырья, он до сих пор не получил достойного применения.

Разработка технологических возможностей использования металлических отходов в настоящее время остается актуальной и перспективной. В настоящей работе исследованы способы подготовки шлама к изготовлению деталей, а также технологические схемы прессования и спекания из него деталей [2].

Комплексные исследования физико-механических свойств деталей из металлического шлама, а также сравнение этих свойств с аналогичными свойствами деталей из литых сплавов и порошковых сталей включали в себя определение прочности, износостойкости и твердости. Кроме того, установлена величина радиального сжатия для деталей определенного класса и проведен контроль геометрических размеров и формы спеченных деталей и заготовок, а также чистоты их поверхности.

Объектами исследования служили образцы из стали 70Г и шлама этой стали после различных режимов прессования и спекания. Для обеспечения точности оценочных параметров и достоверности результатов испытываемые образцы соответствовали техническим требованиям по шероховатости рабочих поверхностей, наличию остаточной пористости и трещин.

Твердость спрессованных и спеченных деталей определяли по стандартной методике. Прочность, величину ударного изгиба и величину радиального сжатия устанавливали по методикам соответственно ГОСТ 2582, ГОСТ 26528 и ГОСТ 26529. Сравнительные испытания на износостойкость выполняли на образцах установленного размера (40×40 мм) на стенде КИШ86. Геометрические размеры и форму контролировали с помощью жесткого мерителя с точностью измерения до 0,01 мм и оптическим микроскопом. Чистоту поверхности определяли методом сравнения с эталонными образцами.

В связи с тем, что физико-механические свойства пористых материалов определяются не только микроструктурой и химическим составом, но и морфологией пор, проводили широкие металлографические исследования, включающие в себя оптическую металлографию (на МИМ-8); сканирование (на микроскопе фирмы Karl-Zeiss); электронную микроскопию (на УЭМВ-100А), рентгеноспектральный анализ (на УРС-50) и химический анализ исходного сырья и спеченных деталей.

В исходном состоянии металлический шлам имеет серый блестящий цвет и представляет собой мелкодисперсную механическую смесь опилок стали 70Г, абразива, бакелитовой связки и СОЖ. Частицы стали имеют иглообразную форму длиной 2...3 мм и диаметром 0,1...0,5 мм. Абразивные частицы достигают 40...60 мкм (после отсева через сито с отверстиями 0,1 мм, их количество уменьшается с 25 до 6...8%). Весовой анализ шлама показал, что содержание СОЖ в шламе достигает 45...50%. Причем СОЖ существенно предохраняет шлам от окисления, так как при отсутствии СОЖ шлам окисляется в течение 1,5...2 суток (вдвое быстрее). Такой шлам не обладает текучестью, что затрудняет его засыпку в пресс-форму.

Подготовка шлама к изготовлению спеченных деталей заключалась в удалении жидкости из шлама, протирке и сушке металлического шлама в целях получения сыпучего материала.

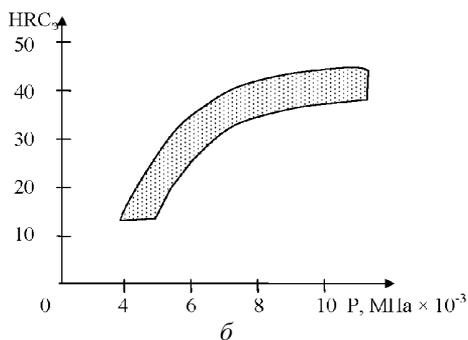
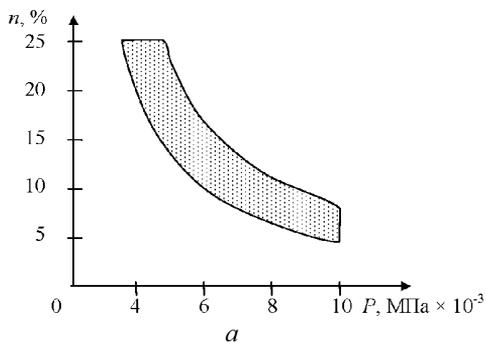
Проведенные исследования показали, что для получения чистого, не окисленного, сухого шлама, необходимо перед сушкой удалить из шлама жидкость. Предельное содержание жидкости в шламе должно составлять не более 8...10%, иначе в процессе просушки он активно окисляется. В ходе выполнения эксперимента установлено, что СОЖ из шлама целесообразно удалять в несколько приемов, используя центрифугу со скоростью вращения 8...10⁻³ об/мин., в течение 0,5...0,6 ч.

В процессе механического удаления жидкости с помощью центрифуги, шлам сбивается в комки (подобно войлоку). Поэтому перед операцией сушки его необходимо протереть через специальные протирочные сита с отверстиями 2...3 мм. При этом шлам одновременно разрыхляется и подготавливается для последующей сушки.

Экспериментально выявили, что простым и наиболее эффективным является способ просушки шлама в слоях толщиной до 8 мм при плотности слоев 0,8...0,9 г/см³ на открытом воздухе при комнатной температуре 18...25 °С. Увеличение температуры до 35 °С и выше сопровождается активным окислением шлама. Так, при 40 °С шлам окисляется на 25...30%, а при 80 °С — почти полностью. Снижение температуры сушки до 10...15 °С замедляет окисление, однако, значительно снижается производительность процесса, так как скорость сушки уменьшается в 3–4 раза по сравнению с сушкой на воздухе.

Детали и образцы прессовали на механическом пресс-автомате мод. КА8134. Спекание осуществляли в камерной печи периодического действия СНЗ-5.10.5/12 в среде угольного карбюризатора (способом засыпки) при 1100...1150 °С. В этой же печи проводили термическую обработку спеченных деталей.

По результатам металлографических исследований компонентный состав прессованного шламового материала выглядит следующим образом: основу составляет сталь 70Г; 6...8% — абразив SiO₂; СОЖ практически отсутствует, так как ее остатки, не удаленные механическими способами, выгорают во время спекания. Спекание в угольном карбюризаторе приводит к насыщению поверхности углеродом до 1,0...1,5% и формированию структуры, похожей на структуру заэвтектоидной стали, подверженной рекристаллизационному отжигу, а именно: зернистого и частично пластинчатого перлита или смеси последнего с цементитом. Кроме того, в перлите располагаются мелкие включения абразивных частиц, а в порах — крупные абразивные включения, которые впоследствии легко выкрашиваются в процессе трения.



Зависимость пористости n (а) и твердости HRCэ (б) шламового материала из стали 70Г от силы прессования P

Пористость спеченного материала занимает особое место в определении его эксплуатационных характеристик. От величины пористости напрямую зависят назначение, твердость и другие свойства материала. В зависимости от величины пористости материал может быть использован для изготовления фильтров, фрикционных накладок, режущих пластин аппаратов косилок и комбайнов и т.д.

Исследование зависимости пористости шламового материала от давления (рисунок, а) показало асимптотический характер ее изменения, так как какова бы ни была сила прессования, достичь структуру литого материала невозможно по целому ряду причин, среди которых: наличие воздуха в порах, остатков СОЖ и примесей. Противоположный характер имеет зависимость твердости от давления прессования (рисунок, б); твердость увеличивается с ростом давления асимптотически, приближаясь к твердости литого материала. Изучение твердости как компактных, так и спеченных материалов, позволяет оценить их эксплуатационные характеристики, особенно износостойкость. Результаты испытаний износостойкости режущих пластин приведены в таблице. Видно, что износостойкость шламового спеченного материала примерно в 2 раза выше, чем у литой стали 70Г. В результате измерений выявили, что прочность спеченного шламового материала из стали 70Г составляет 65... 80 % прочности литой стали 70Г. Такой уровень прочности является удовлетворительным для конструкционных малонагруженных деталей.

Таблица

Износостойкость режущих пластин из стали 70Г

Материал	Деталь	Номинальная сила трения	Количество циклов	Износ, м ³
Сталь 70Г	Режущая пластина	10	6500	0,025–0,027
Шлам (сталь 70Г)	Режущая пластина	10	6500	0,01

Выводы. 1. Прочность спеченного шламового материала из стали 70Г составляет 65...80% прочности литой стали 70Г, а износостойкость — в 2...2,5 раза выше, чем у литой стали 70Г.

2. Исследуемый материал, в зависимости от его остаточной пористости, твердости и износостойкости, можно использовать в качестве конструкционного или фрикционного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Л и б е н с о н Г. А. Основы порошковой металлургии. – М.: Металлургия, 1975. – 200 с.
2. П о з д н я к Н. Е., К р у ш и н с к и й А. Н. Проектирование и оборудование цехов порошковой металлургии. – М.: Машиностроение, 1985. – 150 с.

Статья поступила в редакцию 20.10.2006

Светлана Альбертовна Пахомова родилась в 1955 г., окончила МВТУ им. Н.Э.Баумана в 1978 г. Канд. техн. наук, доцент кафедры “Материаловедение” МГТУ им. Н.Э.Баумана. Автор 34 научных работ в области технологии химико-термической обработки и поверхностного деформационного упрочнения теплостойких сталей для высоконагруженных деталей машин.

Pakhomova Svetlana A. (b. 1955) graduated from Bauman Moscow Technical School in 1978. PhD (Eng), assoc. professor of “Material Science” Department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of 34 publications in the field of chemical-thermal treatment and surface strain hardening thermally stable steels for highly loaded machines.

Виктор Владимирович Иванченко родился в 1982 г., студент кафедры “Материаловедение” МГТУ им. Н.Э.Баумана.

Ivanchenco Victor V. (b. 1982) student of “Material Science” Department of the Bauman Moscow State Technical University.

“ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА имени Н.Э. БАУМАНА”

Журнал “Вестник МГТУ имени Н.Э. Баумана” в соответствии с постановлением Высшей аттестационной комиссии Федерального агентства по образованию Российской Федерации включен в перечень периодических и научно-технических изданий, в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук.

Журнал издается в трех сериях: “Приборостроение”, “Машиностроение”, “Естественные науки” с периодичностью 12 номеров в год. Подписку на журнал “Вестник МГТУ имени Н.Э. Баумана” можно оформить через ОАО “Агентство “Роспечать”.

Подписывайтесь и публикуйтесь!

Подписка по каталогу “Газеты, журналы” ОАО “Агентство “Роспечать”

Индекс	Наименование серии	Объем выпуска	Подписная цена (руб.)	
		Полугодие	3 мес.	6 мес.
72781	“Машиностроение”	2	250	500
72783	“Приборостроение”	2	250	500
79982	“Естественные науки”	2	250	500

Адрес редакции журнала: 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д.5.

Тел.: (495) 263-62-60; 263-60-45. Факс: (495) 261-45-97.

E-mail: press@bmstu.ru