

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА В МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ПОРОШОК

Мельников А.А., Носова Е.А., Сарбаева К.А.,

Киришлова А.В., Сучков С.Н.

В процессе изготовления деталей на машиностроительных заводах образуется большое количество отходов в виде различного рода шламов. Они представляют собой пастообразную массу из микростружки, окислов и различного рода примесей увлажненных водой, смазочно-охлаждающей жидкостью (СОЖ). Кроме того многие шламы содержат большое количество индустриального масла. Создавая большие проблемы для утилизации, шламы при захоронении на полигонах резко ухудшают и без того сложное экологическое состояние окружающей среды. Однако, анализ таких шламов показал, что в них иногда содержится от 30 до 70-80% качественной легированной стали. Из-за увлажненного состояния частицы шлама быстро окисляются. Металлургическим переделом такой шлам не перерабатывается из-за значительного содержания в нем воды, кислорода и абразива, полного отсутствия сыпучести и плохой прессуемости в брикеты в результате неблагоприятной формы и жесткости частиц.

Создание технологии переработки таких отходов является важной и нерешенной до сих пор полностью задачей.

Задачей данных исследований была разработка технологии переработки шламов машиностроительного производства в металлический порошок пригодный для использования в порошковой металлургии.

Исследования проводились на шламах, образующихся при горячей обработке давлением и шлифовании деталей в металлургическом производстве на машиностроительных заводах.

Исходный состав шламов зависит от технологического процесса изготовления деталей. Так шлифовальный шлам состоит из микростружки и остатков зерен абразива увлажненных СОЖ. Образование частиц шлама в процессе шлифования происходит в результате срезания частиц металла зернами абразива и сопровождается значительной пластической деформацией. Поэтому частицы такого шлама жесткие и упругие, плохо поддающиеся прессованию, но малоокисленные. Шлам образующийся при очистке деталей после горячей обработки давлением, состоит из частиц оксидов, включений абразивов, масла, смазочноохлаждающей жидкости (СОЖ). Химический анализ показал, что содержание кислорода в таком шламе может достигать 50-60%.

Физико-технологические свойства исходных шламов приведены в таблице 1.

Анализ возможных способов переработки подобных шламов показал на возможность переработки их в металлический порошок для изготовления деталей методами порошковой металлургии. Однако, для этого необходимо разработать методы их очистки от посторонних примесей и восстановления.

Проведенные в лаборатории эксперименты позволили определить основные методы очистки шламов от примесей.

Удаление воды из шламов обеспечивалось в основном за счет нагрева в печах до температур 150-200°C. Для удаления масла был разработан способ его термической возгонки и последующей конденсации, что сохраняет возможность его дальнейшей переработки и устраняет вредные выбросы в атмосферу неизбежные при обычном сжигании.

Таблица 1

Физико-технологические свойства исходных шламов

| Виды отходов | Насыпная плотность, г/см ³ | Удельная поверхность, мм ² /мм ² | Текучесть, г/с | Микротвердость, МПа |
|----------------------|---------------------------------------|--|----------------|---------------------|
| Маслосодержащий шлам | 1,63 | 0,443 | - | 1909 |
| Гидрошлам | 1,7 | 0,342 | - | 1690 |
| Шлифовальный шлам | 1,198 | 0,560 | 3,0 | 2100 |

Восстановление окисленных частиц шламов проводилось в водороде, добавками углерода и соды, а также продуктами конверсии СОЖ.

Выбор метода восстановления определяется степенью окисленности частиц шламов. Так для малоокисленных шлифовальных шламов применялся метод восстановления в закрытых муфелях первоначально в газообразной среде продуктов конверсии СОЖ, а затем в чистом водороде. Шламы, в которых частицы были окислены насквозь, первоначально восстанавливались в открытом тигле твердыми восстановителями - углеродом и углекислым натрием при температуре 950-1100°C с выдержкой 2 часа. Вторая стадия восстановления проводилась в водороде. Такой способ позволяет не только сэкономить водород, но и получить после восстановления

конгломерат, легко поддающийся размолу, то есть избежать наклепа частиц.

После восстановления и размола полученный порошок подвергался магнитной сепарации для удаления остатков абразива. С этой целью в лаборатории был специально разработан сепаратор, позволяющий накладывать на сепарируемый материал вибрацию импульсного магнитного поля. Вибрация ведет к разрушению флокул порошка на металлическую и неметаллическую составляющие и достичь эффективности очистки до 99%.

Свойства полученных порошков в сравнении со стандартным промышленным Сулинским порошком типа ПЖ2С, применяемым на АО АВТОВАЗ, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Физико-технологические свойства полученных порошков

| Виды исходных материалов | Насыпная плотность, г/см ³ | Удельная поверхность, мм ² /мм ³ | Текущность, г/сек | Микротвердость, МПа |
|------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------|---------------------|
| Маслосодержащий шлам | 1,8 | 295 | 4,56 | 478 |
| Гидрошлам | 1,53 | 608 | 3,9 | 385 |
| Шлифовальный шлам | 1,89 | 134 | 5,57 | 216 |
| Порошок Сулинского комбината | 2,5 | 223 | 6,7 | 418 |

Анализ результатов показал, что насыпной вес и текущность полученных порошков ниже, чем у стандартных. Это объясняется нерегулярной, более разветвленной формой их частиц. Одновременно с этим частицы полученных порошков более твердые, что можно объяснить их высокой газонасыщенностью.

Для выяснения возможности использования полученных порошков в промышленности из них были изготовлены образцы для определения механических свойств. Давление прессования составляло 400-600 МПа, температура спекания 1150°C с выдержкой 2 часа. Результаты испытаний приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты испытаний образцов из полученных порошков

| Исходный материал для получения образцов | Пористость, % | Объемная усадка при спекании, % | Предел прочности, МПа |
|--|---------------|---------------------------------|-----------------------|
| Замасленный шлам | 22,8 | 0,4 | 104 |
| Гидрошлам | 21,9 | 2,3 | 55 |
| Шлифовальный шлам | 16 | 0,9 | 105 |

Исследования показали, что прессуемость порошков, полученных из отходов, ниже, чем у промышленных порошков, а усадка при спекании примерно такая же. Предел прочности и относительное удлинение образцов из полученных порошков на 30-40% меньше, чем у образцов из Сулинского порошка. Поэтому была проведена дополнительная серия экспериментов по исследованию свойств образцов изготовленных из смеси порошков. При этом полученные из шламов порошки добавлялись к промышленным в количестве 30-50%. В результате были получены механические характеристики уступающие параметрам образцов из промышленного порошка лишь на 10-15%. Пробное изготовление деталей из смеси порошков показало на принципиальную возможность использования полученных из отходов порошков в качестве добавок к кондиционным.

Проведенные эксперименты позволили разработать технологическую линию очистки шламов от посторонних включений и переработки их в металлический порошок. Спроектирован также промышленный участок и подобрано необходимое для этого оборудование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М.Я.Куцер, О.В.Роман, В.И.Беляев "Получение стальных порошков из отходов шарикоподшипникового производства. Порошковая металлургия - 1963 - № 6. с. 88-93
2. А.В.Степаненко, В.Б.Ложечников, В.В.Ложечников "Получение стального порошка из шламов подшипникового производства. Исследование процессов отжига шламов."// Порошковая металлургия, 1984, № 11, с.97-101.