



Technological operations of mechanical squeezing of water-based final tailings from lubricoolants, washing of metal-abrasive final tailings on oil lubricoolants and their magnetic separation are offered and investigated. Advantages of technology washing and magnetic separation of final tailings are ecological cleanliness of the process, high degree of clearing of metal powder and qualitative division of mixture component.

О. М. ДЬЯКОНОВ, БНТУ

УДК 669.054.8

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ ШЛАМОВ

Технология переработки шламов включает в себя операции дробления, просеивания, удаления СОЖ, сепарационного разделения металлических частиц и абразива. Выбор и последовательность осуществления тех или иных операций определяются химическим составом шлама и его исходным состоянием непосредственно перед переработкой (окисленность, окомкованность, засоренность посторонними предметами и т. д.). В связи с ограниченностью сведений по данному вопросу представляет интерес определение и создание условий для наиболее эффективного разделения шламов на составляющие компоненты. Как показали исследования последних лет, каждый компонент шлама может использоваться вторично как отдельный материал в различных отраслях промышленности: металлургии, нефтеперерабатывающем производстве, порошковой металлургии, дорожном строительстве и т. д.

Механическое отжатие от СОЖ. Механическое отжатие под прессом наиболее эффективно для шламов на водоземulsionной СОЖ и применяется с целью их последующего захоронения или использования в качестве шихтового материала в металлургическом производстве. Процесс осуществляется на гидравлическом прессе горизонтального исполнения с прямоугольной или цилиндрической пресс-формой. Сухой пресс-остаток представляет собой довольно плотное и прочное образование ($\rho = 4000 - 4500 \text{ кг/м}^3$), которое способно выдерживать давление шихты в металлозавалке. Шламовые брикеты могут переплавляться с достаточно высоким выходом годного (60–65%).

Сведения по оптимальным режимам и применению процесса механического отжатия шламов в литературе отсутствуют, поэтому проведение исследования этого процесса и практические рекомендации являются весьма полезными и актуаль-

ными. Исследование процесса проводили на гидравлическом брикетировочном прессе Б6238. При этом использовали пресс-форму диаметром 150 мм. В торце неподвижного опорного пуансона были выполнены радиальные и концентрические полукруглые канавки (диаметр 3–5 мм) соответственно для удаления СОЖ и задержки твердых частиц шлама, на цилиндрической поверхности того же пуансона – продольные канавки как продолжение радиальных канавок на торце с поворотом на 90°.

Мокрый шлам предварительно просеивают на вибросите с отверстиями $\square 20$ мм для удаления посторонних твердых предметов (болты, гайки, шайбы, бракованные детали, шлифовальные круги и бруски, обломки фрез, резина, ветошь, бумага, древесина и др.). В процессе отжатия шлама водоземulsionная СОЖ выдавливается в технологические отверстия и зазоры пресс-формы под давлением 300–350 МПа. Процесс истечения СОЖ по своей схеме аналогичен центробежному фильтрованию, однако давление и соответственно фактор разделения здесь на несколько порядков выше. Как видно из рис. 1, при исходном содержании водоземulsionной СОЖ в шламе 32% остаточное содержание СОЖ в пресс-остатке составляет 6,5%. Далее пресс-остаток выдерживают на воздухе при комнатной температуре в течение 2–3 сут и измельчают в молотковой дробилке. В процессе выдержки брикета за счет первоначального подвода тепла при прессовании идет процесс интенсивного каталитического низкотемпературного разложения остаточных органических компонентов. Выделяющееся при этом тепло способствует испарению влаги. В результате получается порошок шлама с остаточным содержанием влаги до 0,5 % и масла – до 0,25% (рис. 2).

Таким образом, процесс отжатия водоземulsionных шламов относится к разряду высокоэффек-

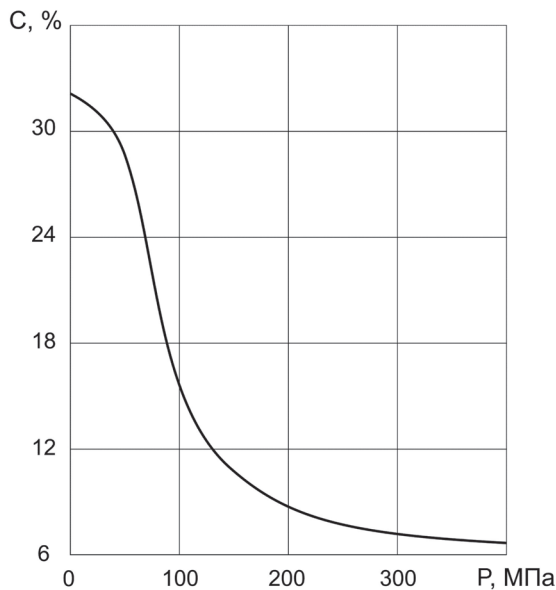


Рис. 1. Влияние давления на процесс механического отжатия порошка шлама от водоэмульсионной СОЖ

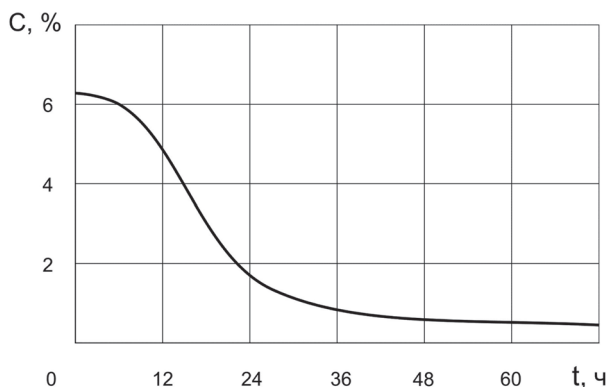


Рис. 2. Влияние времени выдержки шламовых брикетов при комнатной температуре на процесс саморазогрева брикетов и испарения влаги

тивных и высокопроизводительных – производительность на прессе Б6238 составляет 3,0–3,5 т шламовых брикетов в час. Шламовые брикеты дробятся в порошок с целью его последующего использования в качестве наполнителя стружковых брикетов, а также для получения металлокерамических изделий [1, 2], фрикционных материалов [3] и т. д.

Метод механического отжатия применим для шламов с низким исходным содержанием масляной фазы (до 2,0–2,5%). С увеличением концентрации масляной фазы в шламе эффективность метода падает и необходимо использовать дополнительные методы для его обезмасливания. Причина заключается в высокой вязкости масла, которое в процессе отжатия в основном остается в брикете. Вместе с маслом из пресс-формы уносится значительное количество порошка шлама (15–20%).

Отмывка металлических порошков шламов от СОЖ и их магнитная сепарация. Процесс отмывки шламов от СОЖ с последующей магнитной сепарацией целесообразно применять в тех случаях, когда необходимо уменьшить содержание масла и абразива в шламе. Например, такая необходимость возникает при переработке шлифовальных шламов инструментальных сталей на масляной СОЖ, у которых содержание абразива в твердой фазе доходит до 40% по массе. Для выявления эффективности тех или иных моющих средств нами были опробованы как индивидуальные моющие средства, содержащие ПАВ, так и промышленные: стиральные порошки «Новость», «Планета», технические моющие средства «Лабамид 312», МС-8, МЛ 52, ТМС 31 [4].

Разработанная нами и внедренная в производство технологическая линия отмывки и магнитной сепарации шлама (рис. 3) включает в себя роторную мешалку 1, проточный канал 2, сообщающийся с магнитными сепараторами 3, канал для сбора металлического порошка 4, цепной скребковый транспортер 5, всасывающий трубопровод 6 с вентилем 7, шламовый насос 8, нагнетающий трубопровод 9 с вентилем 10, короб 11, отстойник 12. В мешалку 1 при вращающемся роторе 1.1, закрытом вентиле 7 и открытом вентиле 10 заливают горячую воду с добавлением моющего вещества (ПАВ). Мешалка 1 сообщена с тангенциальным проточным каналом 2 с максимальной окружной скоростью выброса. Ротор 1.1 разгоняет воду до максимальной скорости и выбрасывает ее в проточный канал 2. Вода заполняет канал 2, а затем циркулирует в системе мешалка 1 – канал 2 – магнитные сепараторы 3 – всасывающий трубопровод 6 – шламовый насос 8 – нагнетающий трубопровод 9. Далее в мешалку 1 через горловину 1.2 небольшими партиями с временными интервалами засыпают шлам. При механическом воздействии воды шлам диспергирует на отдельные частицы до образования механической взвеси – пульпы. При достаточно высокой скорости воды в системе тонкодисперсные частицы порошка шлама практически не оседают на дне канала 2. Под воздействием горячей воды и ПАВ происходит процесс отмывки металло-абразивного порошка шлама от СОЖ.

Металлические частицы, находящиеся в воде во взвешенном состоянии, улавливаются магнитными сепараторами 3 и переносятся из канала 2 в канал сбора шлама 4. С помощью скребкового транспортера 5 металлический порошок удаляется из канала 4 в короб 11.

Технологическая линия может работать как в режиме переработки отдельных партий шлама,

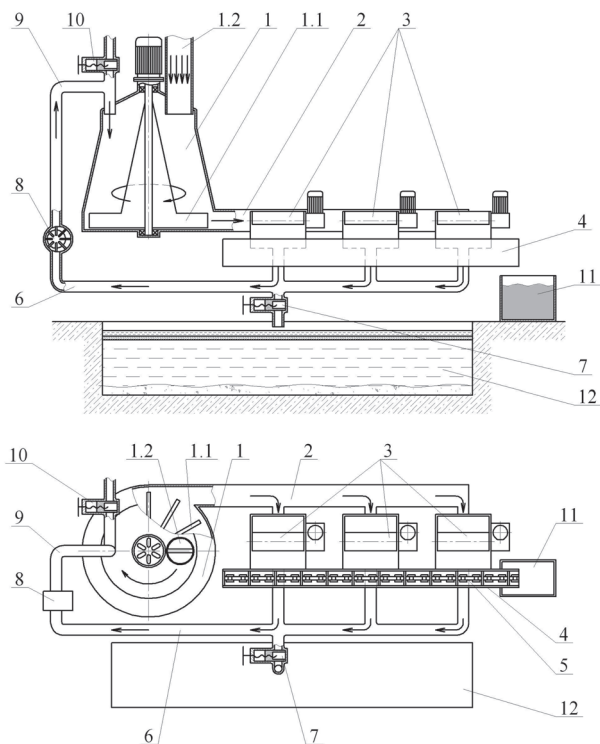


Рис. 3. Технологическая линия отмывки и магнитной сепарации шлама

так и в непрерывном режиме. В каждом случае необходимо экспериментально определять объем засыпок шлама и временные интервалы между ними. Окончание процесса магнитной сепарации определяют визуально, когда магниты 3 перестают отбирать металлический порошок из водной взвеси. Очередную партию шлама загружают в мешалку без слива воды. Воду сливают в отстойник 12 после ее предельного насыщения органическими и неорганическими компонентами, когда она теряет свои моющие свойства. Отработанная пульпа, помимо воды, состоит из масла, абразивного порошка и остатков металлического порошка. Слив пульпы в отстойник 12 происходит при открытии вентилей 7.

После разделения в отстойнике компонентов пульпы (масло, ПАВ, вода, абразив) по удельным весам их периодически удаляют и используют по назначению. Масло как нефтепродукт сдают на регенерацию. СОЖ корректируют по химическому составу и используют многократно. Отстойник периодически, приблизительно один раз в два месяца, промывают струей воды из брантспойта. Отложения абразива вывозят в отстойную яму, из которой они в дальнейшем выгребаются экскаватором и вывозятся в отвал. Металлическая составляющая в абразивных отходах не превышает 10%, поэтому ее дальнейшее использование нецелесообразно.

В установке для отмывки и магнитной сепарации шлама использованы магнитные сепараторы

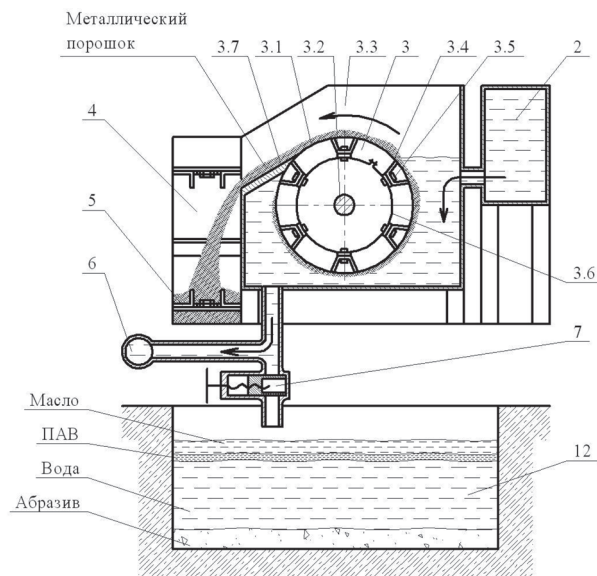


Рис. 4. Магнитный сепаратор

серии СМА (завод «Гидропривод», г. Елец, Россия) на постоянных магнитах. Магнитный сепаратор устроен следующим образом (рис. 4). Цилиндрический барабан 3.1, изготовленный из тонкой листовой стали, смонтирован на валу 3.2, который в свою очередь установлен в подшипниковых узлах корпуса сепаратора 3.3. Внутри барабана 3.1 параллельно образующей цилиндра установлено шесть рядов постоянных магнитов 3.4, которые прикреплены к рейкам 3.5 болтами и прижаты к внутренней поверхности барабана 3.1 распорным устройством 3.6. Барабан 3.1 герметично закрыт с обоих торцов крышками с резиновыми уплотнениями. Привод барабана 3.1 состоит из электродвигателя постоянного тока и червячного редуктора. Корпус 3.3 сепаратора сварен из стальных листов. Его внутренняя полость заполняется СОЖ, вытекающей из проточного канала 2. Далее СОЖ сливается из сепаратора 3 во всасывающий трубопровод 6. При вращении магнитного барабана 3.1 в направлении, указанном стрелкой, слой шлама счищается с его поверхности козырьком 3.7 и проталкивается в канал 4. Скребок-транспортер 5 удаляет шлам в отстойный короб 11 (рис. 3). Боковые стенки короба 11 имеют отверстия для стока воды.

Для проверки эффективности тех или иных моющих средств применительно к шламовым отходам использовали ПАВ различных классов и концентраций: анионные – натриевые соли карбоновых (преимущественно олеиновой) кислот, алкилсульфатов (лаурилсульфат), алкиларилсульфонатов (сульфонол, ДС-РАС); неионогенные – оксиэтилированные спирты с различной степенью оксиэтилирования и разной длиной углеводородного ради-

кала (синтанол ДТ-7, ДС-10, ОС-20), моно- и диэтаноламиды синтетических жирных кислот, оксипропилированные алкилфенолы (смачиватель ДБ, ОП-7, ОП-10); катионные – соли алифатических аминов C_{12} – C_{18} , четвертичные аммониевые соли. Исследования проводили на шлифовальном шламе стали ШХ15 с исходным содержанием масляной СОЖ (сульфофрезол) 5–8%. Шлам загружали в мешалку с горячей водой (40–90 °С) до соотношения твердое: жидкое (Т: Ж) = 1:10, после чего в образовавшуюся смесь (пульпу) вводили ПАВ в количестве до 0,5% от массы смеси (оптимальный, полученный экспериментально, расход). Далее смесь перемешивали в течение 3 мин при скорости 500 мин⁻¹ и подвергали магнитной сепарации. По окончании сепарации пульпу сбрасывали в отстойник.

После отстоя пульпы в течение 10 мин наблюдается весьма качественное разделение воды, масла и абразива. После отстоя в коробе с отверстиями в течение 2–3 дней полученного металлического порошка содержание жидкости в нем становится равным 6–7%. Содержание абразива в расчете на сухую массу не превышает 3%.

Изучение моющего действия использованных моющих средств и стабильности образующейся масляной эмульсии показало, что наиболее эффективными реагентами являются препараты ОС-20, ОП-10, лаурилсульфат. Использование этих соединений в концентрациях 0,3–1,0% позволяет достичь моющего эффекта 95–98% при относительно невысокой стабильности образующейся эмульсии (10 мин). Натриевые соли карбоновых кислот и катионные ПАВ оказывают слабое моющее действие на масляную фазу шламов – они практически полностью адсорбируются на поверхности металлических частиц, образуя жирный налет.

Отмывка с использованием наиболее эффективных моющих средств позволяет добиться содержания масла в шламе 0,1–0,4% при соотношении расхода моющего средства 0,2–0,5% от массы шлама. Оптимальной температурой воды при отмывке следует считать 60–70 °С.

Исследование влияния на эффективность процесса отмывки и магнитной сепарации соотношения шлам: вода показало, что оптимальным является соотношение Т: Ж = 1:10–12.

Очистка металлоотходов от масляной составляющей может быть осуществлена также с помощью органических растворителей. В качестве растворителей могут использоваться вещества, хорошо растворяющие масло: керосин, ацетон, петролейный эфир, различные органические хлорпроизводные и др. Эти вещества позволяют удалять масло с поверхности металлических частиц,

хотя эффективность их различна. Большинство перечисленных растворителей могут быть применены для очистки металлических частиц лишь в лабораторных условиях, вследствие такого отрицательного их качества как пожаро- и взрывоопасность и лишь некоторые, в частности метиленхлорид, тетрахлорэтилен, могут использоваться в промышленном производстве.

Нами проведено исследование по изучению возможности применения органических растворителей: ацетона и метиленхлорида для отмывки шламовых отходов от масла и СОЖ. Выбор метиленхлорида в качестве растворителя не случаен. Он обусловлен, в первую очередь, такими его свойствами, как негорючесть, хорошая моющая способность и низкая температура кипения (39 °С), что обуславливает его хорошие регенерационные свойства. Кроме того, учитывалось то обстоятельство, что метиленхлорид не агрессивен по отношению к металлу и полностью испаряется с его поверхности. Ацетон использовали как широко распространенный стандартный растворитель.

Исследование проводили на шламе Р6М5 Сестрорецкого инструментального завода. Методика проведения исследования заключается в том, что шлам заливают определенными объемами растворителей и интенсивно в течение различного времени перемешивают в роторной мешалке. Затем твердую массу сгущают на вакуум-фильтре и после этого определяют количество масла, оставшееся на поверхности частиц. Установлено, что между частицами шлама после фильтрования при остаточном давлении 10 мм рт. ст. остается до 5% метиленхлорида, который может быть быстро удален из шлама путем его прогрева до 50 °С с последующей конденсацией паров. Процесс отмывки проводили, количественно изменяя соотношение Т: Ж, длительность контакта растворителя со шламом, скорость перемешивания. Результаты исследования приведены на рис. 5.

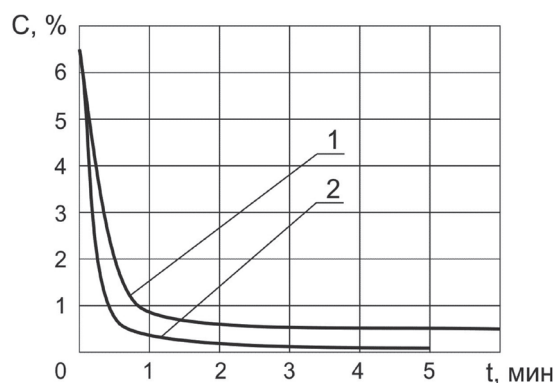


Рис. 5. Зависимость остаточного содержания масла от времени отмывки: 1 – в ацетоне; 2 – в метиленхлориде

Как видно из рисунка, степень отмывки шлама от масляной компоненты метилхлоридом зависит от соотношения растворитель-шлам и времени контакта порошка с растворителем. Оптимальным для практически полной очистки поверхности частиц шлама является массовое соотношение Т: Ж = 1:5–7 и время отмывки 1–3 мин.

В процессе очистки шламов органическими растворителями необходима регенерация растворителя путем его испарения с последующей конденсацией паров. При этом следует учитывать, что температура кипения растворителя изменяется в зависимости от содержания в нем масла. Установлено, что допустимое содержание масла в растворителе равно 30%. По достижении этой величины растворитель необходимо подвергать регенерации, так как процесс его восстановления затруднен – при повышенной температуре хлористый метилен разлагается, снижается его моющая способность.

Промышленное использование предлагаемого способа очистки шлама от масла и регенерация растворителя может быть осуществлена на стандартном оборудовании по следующей схеме. Растворитель перекачивают в куб дистилятора для испарения. Конденсация и отделение растворителя от воды осуществляются в конденсаторе и водоотделителе. Очищенный растворитель поступает в бак для хранения. Грязь и масло периодически выгружают из нижней части куба дистилятора. Осушка

шлама ускоряется адсорбентом, с помощью которого остатки растворителя уносятся струей воздуха и адсорбируются активированным углем.

Выводы

1. Для обезвоживания водоземulsionных шламов высокоэффективным является механическое отжатие с последующей выдержкой пористого брикета на воздухе при комнатной температуре. За счет интенсивного каталитического низкотемпературного разложения остаточных органических компонентов испаряются остатки влаги. При общем исходном содержании водоземulsionной СОЖ в шламе до 32%, остаточное содержание влаги составляет до 0,5% и масла – до 0,25%.

2. Процессы отмывки шламов с разрушением сродков «МЕТАЛЛ – АБРАЗИВ» и магнитной сепарации интенсифицируются применением ПАВ различных классов при температурах водной среды 50–60 °С, соотношении (Т: Ж) 1:10–12, применении ПАВ неионогенного (ОС-20, ОП-10) и анионного (алкиларилсульфонатов ДС-РАС, «Планта», МС-8, ТМС-31) типов низкой сорбционной способности по отношению к металлам в концентрациях 0,3–1,0%.

3. Достоинствами технологии отмывки и магнитной сепарации шлама являются экологическая чистота процесса, высокая степень очистки металлического порошка, качественное и высокоэффективное разделение компонентов смеси.

Литература

1. К у ц е р М. Я. Исследование возможности изготовления деталей пресс-форм методом порошковой металлургии из отходов стали ШХ15. Дис. ... канд. техн. наук. Мн.: ГНПО ПМ, 1966.
2. Р а к о в с к и й В. С. Использование отходов шарикоподшипниковой стали для изготовления металлокерамических изделий // Порошковая металлургия. 1954. № 1. С. 124–133.
3. Г е н к и н В. А., Д м и т р о в и ч А. А., Ф и ш б е й н Е. И. Новый фрикционный порошковый материал для работы в условиях смазки // Порошковая металлургия. 1985. Вып. 2. С. 46–49.
4. Поверхностные явления и ПАВ: Справ. / Под. ред. А. А. Абрамзона. Л.: Химия, 1984. С. 346–349.