

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ФОРМОВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ШЛАМОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ

Нұрман Е.А.¹, Альжанов М.К.¹, Мерекенов А.М.¹

¹Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: madiyar-1984@mail.ru

Аннотация: в статье исследованы возможности получения формовочных изделий на основе шламов обогащения железорудного сырья, как наиболее эффективного, недорого направления литейного производства. С каждым годом сокращаются объемы природных ресурсов для металлургии и остро встает вопрос поиска новых источников железорудного сырья для производства металлических изделий. Применение шламов обогащения железорудного сырья позволяет сократить объемы отходов, снизить уровень экологического воздействия на окружающую среду, сократить затраты производства, в том числе и повысить в некоторых случаях качество формовочных изделий. На протяжении всего технологического процесса производства формовочных изделий в металлургии сопровождается огромными объемами отходов в разных видах и самыми большими являются шламы обогащения железорудного сырья. Также представлен анализ применения метода брикетирования пылевых отходов и шламовых отходов для дальнейшего производства формовочных изделий.

Ключевые слова: формовочные изделия, шихта, шламы, обогащение, железорудное сырье, оптимизация, брикетирование, литейное производство.

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF OBTAINING MOLDING PRODUCTS BASED ON SLURRIES OF OF IRON ORE RAW MATERIALS CONCENTRATION

E.A. Nurman¹, M.K. Alzhanov¹, A.M. Merekenov¹

¹Karaganda state technical University, Karaganda, e-mail: madiyar-1984@mail.ru

Abstract: the article investigates the possibility of obtaining molding products based on slurries of iron ore raw materials concentration, as the most effective, inexpensive direction of foundry production. Every year the volume of natural resources for metallurgy decreases and the question of finding new sources of iron ore raw materials for the production of metal products becomes critical. The use of slurries of iron ore concentration allows to reduce the volume of waste, reduce the level of impact on the environment, reduce production costs, including improving the quality of molding products in some cases. Throughout the technological process of production of molding products in metallurgy is accompanied by huge amounts of waste in different types and the largest are the slurries of iron ore raw materials concentration. Also the analysis of application of a method of briquetting of dust wastes and slime wastes for further production of molding products is presented.

Keywords: molding products, charge, slurry, concentration, iron ore raw materials, optimization, briquetting, foundry.

На сегодняшний день актуальным становится вопрос исследование возможности использование отходов силикатного производства, в частности шламов обогащения железорудного сырья. В современных условиях стремительного развития рыночных взаимоотношений во всех странах мира в особенности остро встает такая проблема, как проблема развития и совершенствования промышленного производства (в том числе литейного), повышения уровня его эффективности на базе создания и внедрения новых инновационных технологий и повышения качества продукции [1, с.56].

Главной тенденцией современного машиностроения считается разработка нового оборудования с более высокими рабочими характеристиками на основе производства деталей и заготовок, которые обладают необходимым уровнем физико-механических, технологических и потребительских параметров. А в условиях стремительно ухудшающейся экологической обстановки в регионе, сокращения сырьевой базы, непрерывного роста производственных и транспортных расходов наиболее актуальными являются именно проблемы утилизации влажных отходов (шламов) от металлургической и сталепрокатной промышленности. Ежегодно образуются миллионы тонн металлосодержащих отходов (шламов) от производства черных металлов и их сплавов, тем самым загрязняя окружающую среду, ухудшая экологическую обстановку, и вызывая потребность в существенных расходах на их хранение. Вследствие этого сбор, подготовка и применение подобных отходов дают возможность существенно снизить неблагоприятное их влияние на окружающую природу и людей, кроме того, значительно повысить эффективность многих металлургических процессов. Одной из таких возможностей является получение формовочных изделий на основе шламов обогащения железорудного сырья.

Металлургические шламы, которые используются как сырье для дальнейшего, - это продукт смыва пылевидных отходов металлургического производства в различных цехах предприятия. Формируясь в различных термодинамических условиях на различных металлургических агрегатах, шламы охарактеризовываются большим разнообразием их химического и минерального состава. Образование отходов обогащения железных руд происходит во время мокрой и сухой магнитной сепарации горных пород. Магнитная часть руды передается на агломерацию и затем применяется в металлургической промышленности, а минеральная часть отправляется на отвалы.

Структурный состав отходов обогащения железорудного сырья представлен минеральной кварцевой составляющей, в которую входят глинистые примеси, железорудные вещества, немного карбонатных и полевошпатных компонентов. Такие отходы включают также и ряд особо ценных компонентов для металлургии, вследствие этого их требуется сначала дообогащать, а остальную часть применять как сырье для строительной индустрии.

В небольшом объеме шламы вторично применяются как компонент агломерационной шихты. По итогам многих исследований можно выделить, что входящие в состав шламов различные природные и техногенные компоненты возможно поделить на 3 группы:

1 группа - железосодержащие минералы (к ним относятся: металлическое железо, вюстит, магнетит, магхемит, гематит, ферриты кальция и магния, гидроксиды железа и другие - всего более двадцати минеральных фаз, которые существенно отличаются по своему химическому составу и основным физическим свойствам (к примеру, плотности, магнитным параметрам и прочим);

2 группа - органогенные компоненты (такие, как: коксовая пыль и технические масла);

3 группа - нерудные минеральные компоненты (к ним можно отнести: силикаты магния и железа, моно- и двухкальциевый силикаты, тридимит, кварц, кристобалит, силикатное и железосиликатное стекло, сульфаты, гидратированная известь, графит, глинистые минералы, карбонаты, галогениды, цинкит и прочие) [2, с.47].

При этом первые две группы предполагают коммерческий интерес для металлургии, в частности их компоненты - железорудные и энергетические составляющие шламов.

Более 55% шламов составляют железосодержащие минеральные фазы. 15% составляют органогенные компоненты, а 30% - нерудные компоненты. При этом в составе шламов практически от 30 до 60% может быть общее содержание железа. В шламе также можно встретить следующие элементы: MnO - 0,2-0,7%; CaO - 8-20%; MgO - 0,5-3,5%; SiO₂ - 3-15%; Al₂O₃ - 0,2-1,5%. Высокое содержание вредных примесей в шламах являются негативной характеристикой. Это оксиды натрия и калия, медь, сера, свинец, фосфор, цинк и другие, составляя объем до 0,4-2,0%. Железосодержащие минеральные фазы шламов можно разделить на ферро- и ферримангнетики. Ферромагнетики - металлическое железо, магнетит, магхемит и другие. Ферримангнетики - мартит, железная слюдка, вюстит, гетит, ферриты и другие. Плотность железосодержащих фаз сравнительно высокая - 4000-5500 кг/м [3, с.61].

Отталкиваясь от исследований и полученных значений физических характеристик минералов, входящих в состав шламов, их гранулометрического состава, структурных и текстурных специфик, их возможно использовать повторно для обогащения, а также последующей плавки и производства формовочных изделий. Последующее применение железорудного сырья, полученного из шламов в металлургическом переделе возможно лишь только после его окускования, осуществляемое, чаще всего, методом брикетирования.

Существует множество методов использования отходов в литейном производстве. В последние годы наиболее чаще всего используется метод производства металлопроката с использованием брикетов в процессах горячего прессования, гидроштамповки, холодной объемной штамповки. А, как брикеты в процессах промышленного рециклинга твердых

техногенных отходов применяются утрамбованные пылевые отходы, шламы обогащения железорудного сырья и другое. Высокоплотные механические смеси могут использоваться как исходные заготовки при производстве металлопроката. Высокоперспективный рост литейного производства определил потребность новых научных изысканий и поиска новых специальных методов повышения комплекса механических и химических свойств деталей, произведенных на основе порошкового сырья или брикетированного.

Подобный метод порошковой металлургии, а, собственно, процессы брикетирования порошковых железосодержащих материалов, дает возможность получать механические плотноупакованные системы регламентированной структуры, при данном стоит выделить, что на сегодняшний день мало изучены и развиты теория и практика образования структур теоретической плотности, которые имеют прочные межчастичные диффузионные связи с образованием более эффективного ювенильного контакта. Наиболее широкому внедрению подобного метода сейчас препятствует плохая изученность этого процесса, отсутствие каких-либо математических моделей процесса уплотнения, а также моделей и критериев установления межчастичного срачивания при структурировании материала.

Отходы (шламы) сталеплавильного производства образуются буквально на каждом технологическом участке производства, от плавки металла (в том числе учитывая транспортировку и подготовку сырьевых материалов) и до чистой обработки готового металлопроката (к примеру, на станах холодной и горячей прокатки) [4, с.67].

Особую категорию отходов составляют шламы обогащения железорудного сырья. Стоит выделить, что процессы добычи рудных ископаемых зачастую могут угрожать экологии, природным ландшафтам, а отходы добычи - это самый крупный поток добычи ископаемых для литейного производства. Без руды нет производства. А на сегодняшний день эти ресурсы стремительно сокращаются, угрожая полностью исчезнуть по многим элементам таблицы Менделеева. А, следовательно, будет сокращаться и литейное производство, пока совсем не исчезнет, как особо важный вид промышленности. Поэтому осуществление рециклинга образуемых техногенных отходов будет являться самым выгодным методом продления жизненного цикла металлов. Он обеспечивает экономию первичного сырья и снижение объема добычи железосодержащей руды, а также устраняет неблагоприятное влияние на окружающую среду и людей. Перерабатывание вторичного железорудного сырья к тому же и наиболее экономически безопасна, чем литейное производство из первичного металлического сырья. При ежегодном мировом производстве стали в 800 млн. тонн, 300 млн. тонн производится на базе скрапа (по большей части из первичного). В связи с растущим дефицитом первичного скрапа увеличение объемов литейного производства представляется возможным только лишь при применении наиболее перспективных технологий и методов

глубокой переработки и утилизации своих собственных отходов на предприятиях (железородные шламы, окалина от прокатки листа могут иметь в своем составе практически до 65% содержания железа, что говорит об их более высокой металлургической ценности.

Главными техногенными железородными отходами литейных предприятий считаются:

- 1) пыль доменная (из системы газоочисток);
- 2) пыль конвертерная (из системы газоочисток); обычно, железородная пыль может быть или сухой, или влажной (с влажностью до $W=8...15\%$ массовой доли);
- 3) шламы обогащения железородного сырья;
- 4) окалина прокатная (от системы отстойников) в состояниях: пастообразном, твердом.

Содержание железа в железородном сырье из отходов производства может составлять 45...60% масс. доли [5, с.12]. В данном случае выделим, что применение при плавке стали (или же чугуна) вышеприведенных отходов (пункты 1,2,4) в исходном составе как вторичного сырья исключается, так как резко может вырасти «уход металла» (тонкодисперсного и окисленного) в шлаки; может установиться более высокая поверхностная плотность засыпаемой завалочной массы (то есть образуется корка), что очень резко ухудшит газодинамические условия плавки (то есть продуваемость металла):

- снизится производительность печей;
- существенно вырастет продолжительность завалки;
- значительно вырастет трудоемкость транспортирования пылевидной шихты [6, с.114].

Практикой литейного производства можно отметить то, что уменьшение в завалке мелочи (≤ 5 мм) в среднем на 1% может привести к снижению расхода кокса на 0,3...0,4 % и росту уровня производительности на 0,4...0,5 %. Подобные показатели достигаются за счет использования брикетов из отходов литейного производства. Рядом авторов также выделяется более высокая потребительская ценность подобных брикетов как ключевого продукта утилизации тонкодисперсных отходов черной металлургии на плавку как вторичное (возвратное) металлосырье [7, с.124]. При данном процессы брикетирования (то есть прессования) шламов обогащения железородного сырья очень технологичны, так как качество брикетов незначительно зависит от гранулометрического состава и влажности исходных материалов. Для достижения более высоких технико-экономических показателей плавки брикеты обязаны отвечать ряду требований:

- высокой механической прочности для обеспечения сопротивления нагрузке, которая появляется при их транспортировании от брикетировочного пресса в шихтовые вагоны и загрузке в печь;
- возможности отсева не более 10% [8, с.110].

К примеру, среди шламовых техногенных железосодержащих отходов, образующихся при обработке конструкционных легированных сталей, одним из наиболее технологичных является шлам подшипниковой стали ШХ15. Технологичность этих отходов связана прежде всего с их исключительной однородностью по составу и свойствам, так как в основном производстве подшипниковых заводов доля стали ШХ15 и ее близких аналогов в общей массе подшипниковых сталей превышает 90%. Эффективность изготовления порошковых изделий из отходов подшипникового производства подтверждена расчетами.

Таким образом, проведенное исследование возможностей получения формовочных изделий на основе шламов обогащения железорудного сырья. Было выделено, что применение шламов обогащения железорудного сырья для производства формовочных изделий является наиболее эффективным и недорогим методом производства.

Список литературы

1. Абрамов А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. М.: Litres, 2017. Т. 2. 380 с.
2. Амосова Ю.Е. Разработка технологии использования, без предварительного восстановления, металлической составляющей шлаковых отвалов при сталеплавильном производстве. Е.: Южно-Уральский государственный университет, 2016. 220 с.
3. Антонян А.Л. Окомкование пылевидных рудных материалов. Е.: Южно-Уральский государственный университет, 2017. 180 с.
4. Боброва З.М. и др. Применение отходов горно-металлургических и металлургических производств в целях рационального природопользования //Известия уральского государственного горного университета. Е., 2015. №4 (40). С. 67-78.
5. Кокорин В.Н. Процессы переработки металлосодержащих отходов производств черной металлургии и прокатки стального листа с использованием процессов ОМД: учебное пособие / В. Н. Кокорин, Е. М. Булыжев, Е. П. Терешенок. У.: УлГТУ, 2011. 64 с.
6. Мысик В.Ф., Жданов А.В. Ресурсы и подготовка лома к плавке стали. М., 2017. 480 с.
7. Ровин С.Л. и др. Создание собственной сырьевой базы для литейного производства машиностроительных предприятий //Литье и металлургия. М., 2018. №2 (91). С. 124-132.
8. Силаева О.В., Третьякова В.П., Какимов М.К. Организационно-экономические аспекты развития металлургии на базе металлоотходов металлургических комбинатов //Экономика в промышленности. М., 2015. №1. С. 110-115.