

Раздел 1. «Металлургия»

МРНТИ 53.31.15

И.К. Ибраев¹, О.Т. Ибраева¹, Н.М. Айткенов¹, А.С. Ержанов¹¹*Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан
(i.ibraev@tttu.edu.kz, n.aitkenov@tttu.edu.kz)***Технология безобжигового окускования высоковлажных тонкодисперсных техногенных отходов металлургического производства**

Целью исследования является разработка безобжигового способа получения железосодержащих материалов и самовосстанавливающихся брикетов. Сущность используемого метода, составляющая одно из основных положений научной новизны, заключается в совмещении процессов обезвоживания гидратацией, самоотверждения смеси с процессом формования путем приложения внешнего давления к твердеющей смеси в пресс-форме с получением окускованного материала в форме брикета в одном технологическом цикле. В качестве обезвоживающего материала используются дешевые бросовые пылевидные отходы обжига известняка и доломита, а в качестве восстановителя пылевидные углеродсодержащие материалы (отсевы коксика и угля). Предлагаемая технология позволит организовать производство по переработке высоковлажных железосодержащих и углеродсодержащих шламов и производство комплексных самовосстанавливающихся железосодержащих и углеминеральных окускованных материалов для производства стали и проката. Предлагаемая технология также решает проблемы загрязнения окружающей среды и отвода земель для хранения отходов производства.

Ключевые слова: шламы, пыль, переработка, обезвоживание, окускование, рециклинг.

Введение

Важным фактором эффективного развития металлургической промышленности является расширение использования вторичного сырья. В большинстве случаев шламы металлургического производства (железо- и углеродсодержащие) представляют собой тонкодисперсные концентраты повышенной влажности (40-70 %) и для использования их в металлургических процессах требуется его обезвоживание и окускование [1-8].

На данный момент нет простых и эффективных технологий подготовки и переработки шламовых отходов из-за их повышенной влажности и тонкодисперсности, что затрудняет их использование в качестве вторичного сырья.

В настоящее время металлургические агрегаты в большинстве случаев оборудуются мокрыми системами газоочистки. Мокрые системы очистки технологических газов хотя и решают охрану атмосферного воздуха, однако не решают проблему загрязнения земель, отводимых под шламонакопители. Зачастую шламы содержат ценные компоненты, которые безвозвратно теряются. Например, железосодержащие шламы мокрых систем очистки газов из-за отсутствия простых и экономически выгодных технологий подготовки их к утилизации остаются не востребованными и сбрасываются в шламонакопители. На АО «АрселорМиттал Темиртау» (ныне GARMET) ежегодно образуется около 200 тыс. т железосодержащих шламов доменных и конвертерных газоочисток, содержащих 30-70 % железа и других ценные компоненты (кальций, магний, марганец и др.), которые могли бы стать дополнительным источником железорудного сырья для сквозного металлургического передела.

Обзор литературы

Одним из способа, позволяющих отказаться от термической сушки шламов, является смешивание влажного материала со свежееобожженной негашеной известью. [4]. Исследования,

Раздел 1. «Металлургия»

проведенные в промышленных условиях на НПО "Тулачермет", показали, что при обезвоживании шламов в одновальном лопастном шнековом смесителе и расходе извести до 20% процесс обезвоживания протекает 8-10 мин, остаточное содержание влаги составляет 9%; при послышной укладке шлама и извести крупностью 10-0 мм в штабель для достижения тех же показателей требуется 48 ч. [5].

Одним из путей повышения эффективности подготовки шлама к утилизации является использование синергического эффекта, т.е. одновременного применения явлений химического обезвоживания и самоотвердения при обработке шламовой пульпы активными обезвоживающими компонентами из числа отходов смежных производств. Наиболее простым является способ химического обезвоживания кальций- и магнийсодержащими. В мировой практике этот способ уже нашел применение и, наряду с другими технологическими операциями, входит в единый технологический процесс подготовки шламов к утилизации [9, 10].

Исследование физико-химических свойств отходов производства показывает их огромный ресурсный и энергетический потенциал, при этом по технологическим качествам отходы зачастую превосходят руды, добываемые из недр. Так, например, железосодержащие шламы мокрых систем очистки конвертерных газов содержат железо в виде оксидов 45-65 %, маслоокалиносодержащие шламы - 70-85 %, в то время в железорудных концентратах, поступающих на металлургические комбинаты, содержание железа составляет 48-55%, которое из года в год снижается.

В мировой практике известны технологии производства железосодержащих брикетов, но они отличаются от предлагаемой технологии использованием энергоемких, дорогостоящих и сложных технологий (термических, вакуумных) предварительного обезвоживания и многостадийного окускования [1-8]. Наиболее близкой к предлагаемой технологии является технология производства металлургических самовосстанавливающихся брикетов российской фирмы «ЭкоМашГИО». В отличие от предлагаемой технологии в ней используется железосодержащий шлам влажностью 15-20 %, а также возможно применение лежалых шламов из шламохранилища. По существу, предлагаемая технологическая схема «ЭкоМашГИО» не исключает транспортировку железосодержащей пульпы по многокилометровому шламопроводу и складирование в шламонакопителях. Кроме того, в качестве вяжущего и упрочняющего материала в технологии «ЭкоМашГИО» используется цемент, что повышает стоимость металлургических брикетов [5, 6].

Предпосылками разработки данной технологии явились установленные авторами новые закономерности при переработке высоковлажных железосодержащих шламов, кальций- и магнийсодержащих материалов (известковая, доломитовая пыль) для химического обезвоживания шламов, твердения смеси по типу затворения цемента с водой с получением камневидного материала в виде мелкого песка. При перемешивании высоковлажного шлама с обезвоживающими материалами за счет экзотермической реакции активных оксидов кальция и магния с влагой шлама температура системы повышается до 95-110 °С, а часть влаги испаряется и удаляется в виде пара [7, 10, 11].

Данный вариант технологии был внедрен в АО «АрселорМиттал Темиртау» в цехе водоснабжения для обезвоживания замасленной окалины с использованием пылевидных отходов извести и доломита для получения известкованной окалины для агломерационного производства [11].

Методика проведения исследований

Для исследования процессов совмещения операций обезвоживания, твердения и окускования железосодержащих шламов разработана лабораторная установка и проведены эксперименты по изучению условий, обеспечивающих получение железосодержащих брикетов, пригодных для сталеплавильного передела [12, 13].

В процессе перемешивания и последующей выдержки производили измерение температуры массы, скорости обезвоживания и химического состава.

Процесс формообразования производили на лабораторном гидравлическом прессе с усилием 125, 180 и 280 кН. Изготовленные в лабораторных условиях цилиндрические брикеты диаметром 50 мм и высотой 60 мм имели прочность соответственно 94, 265 и 505 кН/см², плотность 2,7 кг/см³.

Количество мелочи менее 5 мм при сбрасывании на стальную плиту с высоты 2 м составило 0,6 %.

Раздел 1. «Металлургия»

Результаты исследований

Методами химического, рентгенофазового анализов, дериватографии и другими определены минеральный состав материалов, их удельная внешняя и полная поверхности, гидравлическая активность, наименьшая и наибольшая капиллярные влагоемкости, коэффициенты комкуемости железосодержащих отходов (шламов и пылей) АО «АрселорМиттал Темиртау». Установлено, что железосодержащие шламы, кроме замасленной, обладают свойством комкуемости и пригодны для безобжигового производства окомкованного продукта для металлургической переработки в качестве заменителя природного железорудного сырья. Так коэффициент комкуемости для доменных шламов составил 1,11-1,58, конвертерного шлама и смеси конвертерного шлама с доменным составил 1,49-1,77, что значительно превышает 0,8 по классификации В. М. Витюгина и они относятся к числу самопроизвольно комкующихся [11].

Пылевидные отходы производства извести и доломита являются хорошими вяжущими для безобжигового окомкования высоковлажных тонкодисперсных отходов металлургического производства, при этом процесс нормального твердения системы шлам - известь возможен при применении извести тонкого помола и соблюдении определенного водоизвесткового отношения, связанного с влажностью шлама и расходом вяжущего. [10]

Процесс химического обезвоживания конвертерного шлама известковой и доломитовой пылью характеризуется экзотермической реакцией взаимодействия активной CaO с водой, находящейся в шламе и сопровождается повышением температуры системы. Как показали результаты исследований изменение скорости обезвоживания прямо пропорционально изменению температуры в процессе перемешивания шламовой пульпы с обезвоживающим компонентом и выдержки, что позволило разработать новую методику оценки степени химического обезвоживания. Методика позволяет по характеру изменения температуры смеси исследовать механизм и кинетику процесса химического обезвоживания.

Установлено, что химическое обезвоживание шламовой пульпы происходит по двухстадийному механизму. Первая стадия процесса протекает в кинетической области, характеризующаяся экзотермической реакцией взаимодействия обезвоживающего компонента с водой с образованием гидроксида кальция с водой по реакции (1):



и сопровождается повышением температуры и скорости обезвоживания. Установлено, что первая стадия химического обезвоживания, т.е. химическое связывание влаги заканчивается максимальным повышением температуры (рис. 1)

Тепло, выделяемое в результате экзотермической реакции, идет на испарение влаги. Как показали результаты исследований, на этой стадии удаляется основная масса влаги и наблюдается рост скорости обезвоживания, который заканчивается при достижении максимальной температуры смеси (рис.1).

Раздел 1. «Металлургия»

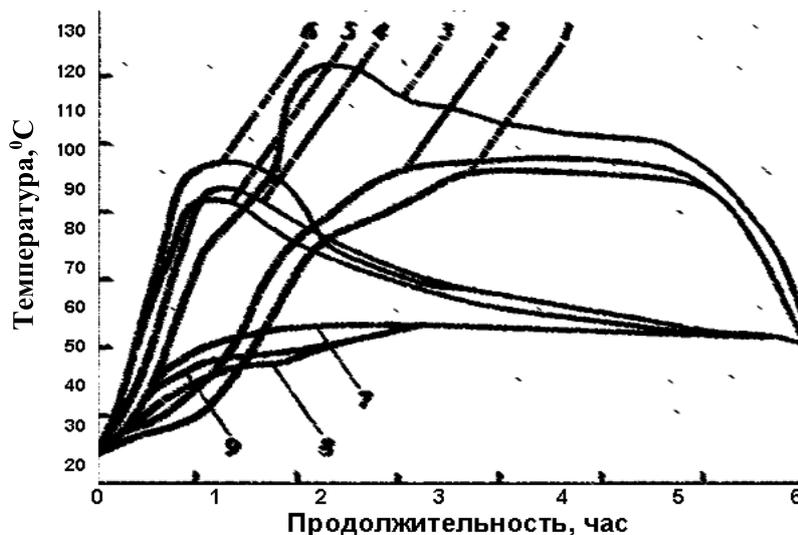
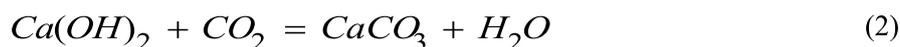


Рис. 1. Характер изменения температуры смеси при химическом обезвоживании

Интенсивность этого химического взаимодействия зависит от степени перемешивания и определяется максимальной областью соприкосновения реагирующих веществ и активностью CaO . При этом происходит деформация поверхности адсорбированного слоя известковых частиц, формирование более прочной кристаллической структуры $Ca(OH)_2$, которая цементирует образовавшуюся шламоизвестковую массу в комки, а также позволяет получать из этой массы прочные брикеты. К этому моменту времени влажность смеси составляет 15-25 % и дальнейшее снижение влажности смеси протекает по закону молекулярной диффузии при падающей скорости обезвоживания и температуры смеси.

Процесс связывания остаточной влаги контролируется диффузионным переносом молекул воды через тонкий диффузионный пограничный слой, образовавшийся на поверхности частиц обезвоживающего материала к данному моменту времени. Тонкий поверхностный, пограничный слой состоит из закристаллизованных гидроксида и карбоната кальция, образовавшихся в результате реакции поглощения гидроксидом кальция диоксида углерода из окружающей атмосферы по реакции (2):



На второй стадии обезвоживания начинается твердение смеси, вызванное пересыщением влажной смеси гидроксидом кальция. Центрами кристаллизации являются металлические частицы шлама (оксиды железа). Кристаллы гидроксида и карбоната кальция срастаются с другими оксидами, присутствующими в шламе, в сравнительно прочную и твердую массу.

Таким образом, вторая стадия химического обезвоживания и определяет в целом общую продолжительность получения сухой твердой массы шламоизвестковой смеси, пригодной для транспортирования и дальнейшей утилизации в шихте агломерационного или конвертерного процесса. Исследованиями установлено, что интенсивность химического обезвоживания, т.е. продолжительность первой и второй стадии, зависит от вида обезвоживающих материалов, активности в ней CaO , MgO , его фракционного состава, а также степени перемешивания основных компонентов.

Наилучшие результаты были получены при обработке шламовой пульпы влажностью 60-90 % смесью пылевидной извести и доломита (составы № 4-6). Обработка шлама известью и доломитовой пылью интенсифицирует процесс химического обезвоживания, что подтверждается более высоким уровнем подъема температуры и быстрым твердением шламоизвестковая смеси. Это объясняется, кроме наличия в доломитовой пыли активной CaO до 45%, присутствием в ней MgO до 27%, соединения которого обладают высокими вяжущими свойствами. Это объясняется наличием в доломитовой пыли, кроме CaO и MgO , глинистых составляющих Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , которые

Раздел 1. «Металлургия»

образуют с CaO и MgO силикаты, алюминаты и ферриты кальция и магния. Эти соединения при соприкосновении с водой быстро твердеют на воздухе, что способствует получению быстротвердеющей шламоизвестковой смеси [10].

При этом уменьшается продолжительность основного этапа обезвоживания до начала периода твердения смеси. Общая продолжительность обезвоживания и твердения составляет 3 часа с получением влажности твердой массы 10-15 %.

Разработаны теоретические основы и технологии безобжигового окускования высоковлажных тонкодисперсных техногенных отходов металлургического производства с получением новых комплексных железо-углеродсодержащих композиционных материалов. [15,16].

Совмещение процессов химического обезвоживания гидратацией кальций-содержащими материалами, самоотвердения смеси с процессами формования позволяют получать безобжиговый окускованный материал с прочностью, удовлетворяющей требованиям металлургического производства. На основании проведенных экспериментов предложен новый способ безобжигового окускования высоковлажных тонкодисперсных материалов.

При производстве железосодержащих брикетов установлены, что максимальная прочность брикетов получается при проведении прессования шламоизвесткового теста при оптимальных температурно-временных параметрах процесса. Изготовленные брикеты полученные при рекомендуемых параметрах процесса обладают высокими прочностными характеристиками: прочность на сжатие соответственно 265 - 505 кН/см²; плотность 2,7 кг/см³; количество мелочи менее 5 мм при сбрасывании на стальную плиту с высоты 2 м - 0,6%.

Установленные закономерности совмещенного процесса обезвоживания, самоотвердения и формования позволили предложить две технологические схемы переработки железосодержащих шламов с получением окомкованного железосодержащего материала для переделов металлургического производства АО «АрселорМиттал Темиртау» для аглопроизводства (рис. 2) и для сталеплавильного производства (рис. 3) [17,18].

Положительная сторона второй схемы заключается в том, что весь технологический процесс подготовки к утилизации шлама идет во время перекачки шлама по шламопроводу. В шнековом смесителе производится перемешивание шлама с известковой и доломитовой пылью, далее масса поступает в валковый пресс и образовавшиеся брикеты на автотранспорте направляются в кислородно-конвертерный цех.

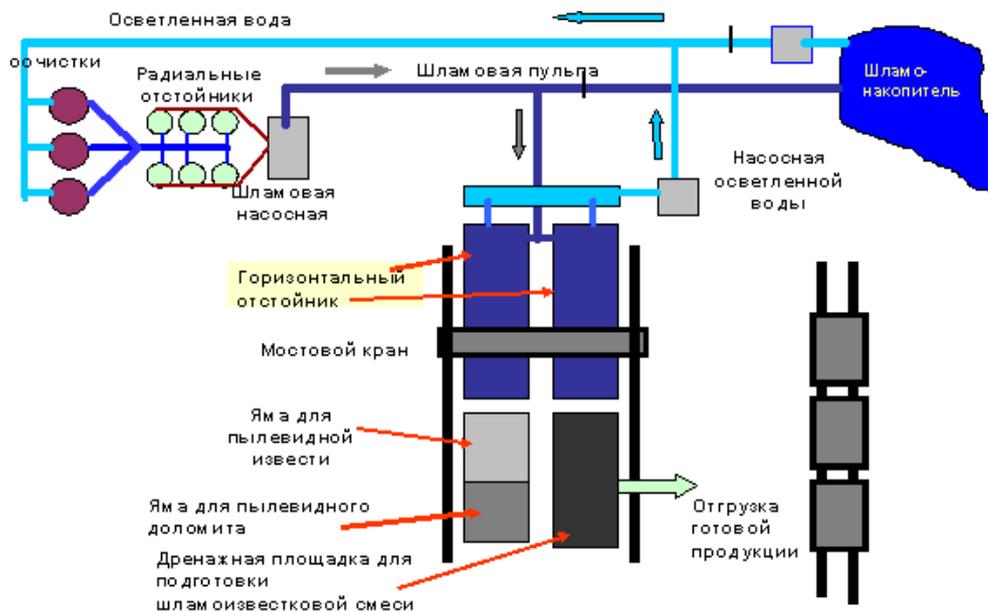


Рис. 2. Технологическая схема подготовки шламоизвесткового материала для аглопроизводства АО «АрселорМиттал Темиртау»

Раздел 1. «Металлургия»

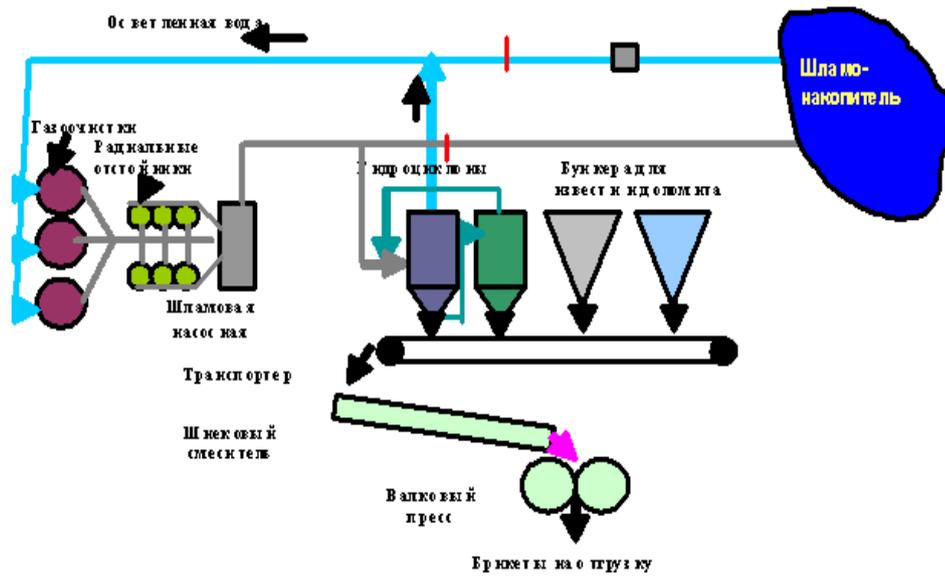


Рис. 3. Технологическая схема производства шламоизвестковых брикетов для конвертерного производства

Опытно-промышленная проверка технологии химического обезвоживания кальцийсодержащими материалами была проверена при подготовки влажной замасленной окалины с остаточным содержанием масел 4-20%. Технология обезвоживания по предложенному способу показала пригодной и для замасленной окалины с повышенным содержанием масла. Для повышение содержание масло в замасленной окалины цеха горячей прокатки в смесь из замасленной окалины, пылевидных извести и доломита присаживали маслосодержащие отходы цеха холодной прокатки ЛПЦ-2 в виде пенопродукта – продукта разложения смазочно-охлаждающей жидкости с остаточным содержанием масло 60-70%. На разработанный способ получен инновационный Патент РК «Способ утилизации маслосодержащих отходов прокатного производства» [19]

Способ химического обезвоживания кальцийсодержащими материалами применим и для подготовки углеминеральных брикетов из высоковлажных отходов флотации угля. При производстве углеминеральных брикетов установлены оптимальные температурно-временные параметры процесса и долевые соотношения пылевидной извести, препарированной каменноугольной смолы и исходной влажности отходов флотации угля при достижении их высокой прочности.

Установлено, что для производства углеминеральных брикетов из отходов флотации угля при совмещении процессов химического обезвоживания кальцийсодержащими материалами необходимо использовать дополнительное связующее в виде препарированной каменноугольной смолы в количестве 3-6 %, которая разогревается за счет внутреннего тепла, выделяемой при осуществлении гидратации пылевидной известью. Установлены оптимальные температурно-временные параметры процесса и долевые соотношения пылевидной извести, препарированной каменноугольной смолы и исходной влажности отходов флотации угля, при которых достигается высокая прочность углеглинистых брикетов при отсутствии весовых потерь массы [20, 21]:

влажность отходов флотации, %	массовая доля смолы, %	массовая доля известковой пыли, %
20	4,5-6	15-25
15	3-6	10-20
10	3-6	10-15

На разработанный способ получен инновационный Патент РК «Способ переработки угольного шлама» [21].

Изучение работы смоломagneзитового цеха АО «АрселорМиттал Темиртау» и имеющего прессового оборудования была разработана промышленная технологическая схема производства

Раздел 1. «Металлургия»

углеминеральных брикетов для сталеплавильного производства (рис. 4). Углеминеральный брикет может использоваться в качестве раскисляющего, рафинирующего и топливного материала.

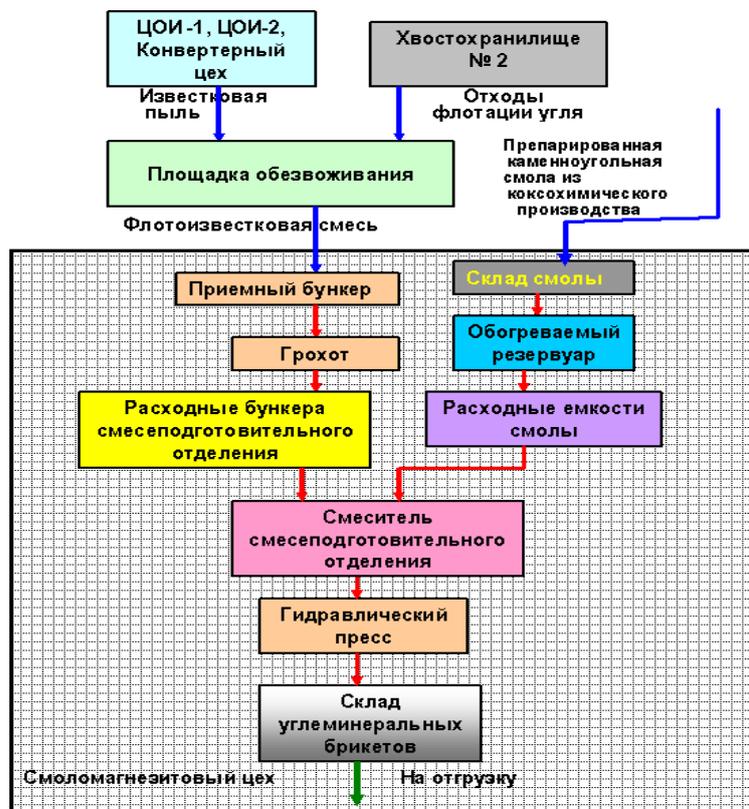


Рис.4. Промышленная схема производства углеминеральных брикетов в смоломagneзитовом цехе АО «АрселорМиттал Темиртау»

Конкурентоспособность предлагаемой технологии по сравнению с другими аналогами заключается в следующем:

- переработка высоковлажного шлама производится в непосредственной близости от источника образования;
- отпадает необходимость сушки шлама перед окускованием и обжига углеминеральных брикетов;
- организации одностадийного процесса обезвоживания, самотвердения и формования с получением комплексного углеминерального окускованного материала в одном производственном цикле;
- утилизировать бросовые пылевидные отходы обжига извести и доломита, а также отсевов кокса или угля.

Свойства самотвердения шламов при их обработке обезвоживающими материалами на основе отходов производства может быть реализовано также для захоронения опасных шламовых отходов, например в заброшенных шахтах. Это позволит исключить попадание загрязненных вод в водоемы, при этом отпадает необходимость в дополнительном строительстве и обслуживании золошламонакопителей без опасности прорыва дамб и затопления прилегающих пахотных земель. Золошламовые отходы, обезвоженные по предлагаемому способу, могут быть использованы для ландшафтных работ, а также в индустрии производства различных строительных материалов.

Выводы

Предлагаемые проект и технология позволят организовать бессточное производство по переработке высоковлажных шламов с получением комплексных железо- и углеродсодержащих

Раздел 1. «Металлургия»

материалов в качестве вторичного сырья для металлургических заводов по производству стали и проката. Технология позволит утилизировать известковую и доломитовую пыль установок сухой очистки газов, в качестве обезвоживающих и вяжущих материалов, а также отсева кокса и угля в качестве восстановителя.

Предлагаемый проект является основой для создания ресурсосберегающих, малоотходных, и экологически чистых безотходных процессов, решающих не только проблемы сырья и максимального вовлечения отходов в хозяйственный оборот, но и экологические проблемы производства. Технология решает проблемы загрязнения окружающей среды и отвода земель для хранения отходов производства и получать новую товарную продукцию, снизить расход природного железорудного сырья и флюсующих материалов и снизить экологические платежи за хранение отходов, а также снизить объемы загрязнения забалансовых и подземных вод.

Список литературы

1. Анисимов В. Н. Решение геоэкологических проблем безопасности и глубокой переработки природно-техногенных месторождений / В. Н. Анисимов, И. С. Булгаков, Г. К. Гасиев // Горная промышленность. – 2012. – № 6 (106). – С. 64–68.
2. Грановская Н. В. Техногенные месторождения полезных ископаемых: Научно-образовательный курс / Н. В. Грановская, А. В. Наставкин, Ф. В. Мещанинов. – Ростов-на-Дону: ЮФУ. 2013. – 93 с. – URL: <http://nauka.x-pdf.ru/17raznoe/461906-1-granovskaya-nastavkin-meschaninov-tehnogennye-mestorozhdeniya-poleznieh-iskopaemih-rostov-na-donuauchno-obrazovatelnyy-ku.php>.
3. Подготовка металлургического сырья для доменной и бездоменной металлургии железа : Т.1. Теория, технология и практика подготовки компонентов и шихт для окомкования: учебник / Ф. М. Журавлев, В. П. Лялюк, Н. И. Ступник [и др.]. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 156-170 с. – ISBN 978-5-9729-0704-5, 978-5-9729-0706-9 (т. 1). – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/115157.html>
4. Preparation of coal briquettes based on non-standard Kazakhstan coal with various additives and determination of their quality / M. Tulepov, L. Sassykova, A. Kerimkulova, [et al.] // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2021. – 56 (1).
5. Гоник И. Л. Особенности применения брикетируемых железосодержащих отходов / И. Л. Гоник, В. П. Лямкин, Н. А. Новицкий // Металлург. – 2011. – № 5. – С. 25–27.
6. Белкин А. С. Использование железокочковых брикетов на цементной связке в доменной плавке / А. С. Белкин и др. // Металлург. – 2003. – № 4. – С. 39–41.
7. Anyashiki T. Development of Carbon Iron Composite Process / T. Anyashiki, K. Fukada, H. Fujimoto // JFE GIHO. – 2008. – № 22. – P. 20–24.
8. Han H. Binders and Bonding Mechanism for RHF Briquette Made from Blast Furnace Dust / H. Han, D. Duan, P. Yuan // ISIJ International. – 2014. – Vol. 54. – № 8. – P. 1781–1789.
9. Исследование процессов обезвоживания и подготовки железосодержащих шламов к утилизации / И. К. Ибраев, В. К. Головкин, С. Н. Климушкин, В. Г. Садовский [и др.] // Сталь. – 1996. – № 11. – С. 71–74.
10. Патент РК. № 4005. (51)702 11/12,21 5/36. Способ обезвоживания шлама // Промышленная собственность. Официальный бюллетень. – 1996. – № 12, опубликован 15.12.2000. URL: <https://kzpatents.com/5-4005-sposob-obezvozhivaniya-shlama.html>.
11. Ибраева О. Т. Энергосберегающая технология переработки отходов металлургического производства / О. Т. Ибраева, И. К. Ибраев. – Алматы : НИЦ «Гылым», 2011. – 292 с.
12. Ибраев И. К. Разработка комплекса для подготовки вторичного сырья из отходов металлургического производства для использования его в технологиях сквозного металлопроката / И. К. Ибраев, И. С. Вишнев // Республиканский научный журнал «Технология производства металлов и вторичных материалов». Темиртау, 2009. – № 2. – С. 18–21.
13. Патент на полезную модель № 586. (2009.01) 28 5/12 (2009.01) 10 5/06 Комплекс для брикетирования сыпучих материалов // Промышленная собственность. Официальный бюллетень. – 2011. – № 10, опубликован 15.10.2010.

Раздел 1. «Металлургия»

14. Инновационный патент РК N 25103. А4 (11) С22В 1/243 (2009.01) С22В 1/24 (2009.01) 2010/0670.1 24.05.2010. Вяжущее для безобжигового окускования // Промышленная собственность. Официальный бюллетень. – 2011. – № 12 а, опубликован 15.12.2011.
15. Инновационный патент РК N 23987. А4 (11) С22В 1/243 (2010.01) С22В 1/24 (2010.01) 2010/0623.1 опубликован 14/05/2010. Способ безобжигового окускования // Промышленная собственность. Официальный бюллетень. – 2011. – № 5, 16.05.2011.
16. Инновационный патент РК № 21208. Способ утилизации масло-железосодержащих отходов прокатного производства // Промышленная собственность. Официальный бюллетень, – 2009. – № 5, опубликован 15.05.2009.
17. Ибраев И. К. Инновационные технологии подготовки высоковлажного шлама к утилизации / И. К. Ибраев, О. Т. Ибраева, М. М. Суюндиков // Каталог выставки достижений отечественной промышленности «Развитие горно-металлургического комплекса и угольной промышленности». «MinTech-2010», 26–28 мая 2010 г. – Караганды, 2010. – С. 32–36.
18. Ибраев И. К. Разработка новых композиционных железосодержащих товарных продуктов из высоковлажных шламов металлургического производства / И. К. Ибраев, О. Т. Ибраева, А. С. Вишнев // Мат. Росс. конф. «Исследования в области переработки и утилизации техногенных образований и отходов» с элем. шк. мол. уч. г. Екатеринбург. 27 ноября 2009 г. – Екатеринбург, 2009. – С. 73–79.
19. Инновационный патент 21208 РК, МПК С02F 11/14, С02F 11/00. Способ утилизации масложелезосодержащих отходов прокатного производства / И.К. Ибраев, О.Т. Ибраев, В.И. Чернецов, В.Л. Лехтмец // Заявл. 11.09.2007; опубл. 15.05.2009. Бюл. № 5.
20. Ibraev I.K., Ibraeva O.T., Sakipov K.E 21. Unburned waste coal flotation agglomeration. EURASIAN PHYSICAL TECHNICAL JOURNAL. Volume 15, No.1(29), 2018/ p – ISSN 1811-1165, s – s. 99-105/ ISSN 2413-2179.
21. Инновационный патент РК № 21583 - Способ переработки угольного шлама.//Ибраева О.Т., Исагулов А.З., Ибраев И.К., Лехтмец В.Л., Чернецов В.И./ Бюл. № 8 от 14.08.2009 г. Заявка № 2007/1369.1 от 13.11.2007 г.

И.К. Ибраев, О.Т. Ибраева, Н.М. Айткенов, А.С. Ержанов

**Металлургиялық өндірістің жоғары ылғалды жұқа жисперстік
техногенді қалдықтарын күйдірмей кесектеу технологиясы**

Зерттеудің мақсаты темір құрамды материалдар мен өздінен тотықсызданатын брикеттерді алудың күйдірусіз әдісін әзірлеу. Ғылыми жаңалықтың негізгі ережелерінің бірін құрайтын қолданылатын әдістің мәні сусыздандырумен құрғату процестерін, қалыптаумен пресс қалыптағы қатайтатын қоспаға сыртқы қысымды қолданумен қоспаның өздігінен қатайтуын бір технологиялық циклде біріктіріп брикет түрінде кесектелген материал алу болып табылады. Сусыздандырушы материалы ретінде әктас пен доломитті күйдіруден шыққан арзан тасталатын шаң түріндегі қалдықтар, ал тотықсыздандырғыш ретінде құрамында көміртегі бар материалдарды (кокшаның және көмірдің елесті алынған қалдықтары) қолданылады. Ұсынылып отырған технология құрамында ылғалдылығы жоғары темір құрамды және көміртегі бар шламдарды қайта өңдеу бойынша өндірісті және болат пен прокат өндірісіне арналған өзі тотықсызданатын темір құрамды және көмірминералды кесектелген материалдарды кешенді өндіруді ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Ұсынылған технология сонымен қатар қоршаған ортаның ластануы мен өндіріс қалдықтарын сақтау үшін жерді бөлу мәселелерін шешеді.

Түйін сөздер: шламдар, шаң, қайта өңдеу, сусыздандыру, кесектеу, тотықсыздандыру.

Раздел 1. «Металлургия»

I.K. Ibraev, O.T. Ibraeva, N.B. Aitkenov, A.C. Yerzhanov

Technology of incineration-free fumigation of high-moisture fine man-made waste from metallurgical production

The aim of the study is to develop an annealing-free method for producing iron-containing materials and self-healing briquettes. The essence of the method used, which is one of the main provisions of scientific novelty, is to combine the processes of dehydration by hydration, self-hardening of the mixture with the molding process by applying external pressure to the hardening mixture in a mold to obtain a dipped material in the form of a briquette in one technological cycle. Cheap waste pulverized limestone and dolomite roasting wastes are used as a dehydrating material, and pulverized carbonaceous materials (coke and coal screenings) are used as a reducing agent. The proposed technology will allow the organization of production for the processing of high-moisture iron-containing and carbon-containing sludge and the production of complex self-healing iron-containing and carbon-mineral coated materials for the production of steel and rolled products. The proposed technology also solves the problems of environmental pollution and land allocation for the storage of industrial waste.

Keywords: sludge, dust, recycling, dewatering, fumigation, recycling.

References

1. Anisimov V.N. The solution of geocological problems of safety and deep processing of natural and man-made deposits / V.N. Anisimov, I.S. Bulgakov, G.K. Gasiev // Mining industry. – 2012. – № 6 (106). – S. 64-68.
2. Granovskaya N.V. Technogenic mineral deposits: A scientific and educational course / N.V. Granovskaya, A.V. Mentorkin, F.V. Meshchaninov. – Rostov-on-Don: SFU. 2013. – 93 s. – URL: <http://nauka.x-pdf.ru/17raznoe/461906-1-granovskaya-nastavkin-meschaninov-tehnogennie-mestorozhdeniya-poleznieh-iskopaemih-rostov-na-donuauchno-obrazovatelny-ku.php>.
3. Preparation of metallurgical raw materials for blast furnace and domeless metallurgy of iron: Vol.1. Theory, technology and practice of preparation of components and charges for pelletizing: textbook / F.M. Zhuravlev, V.P. Lyalyuk, N.I. Stupnik [et al.]. – Moscow; Vologda: Infra-Engineering, 2021. – 156-170 p. – ISBN 978-5-9729-0704-5, 978-5-9729-0706-9 (vol. 1). – Text: electronic // Digital educational resource IPR SMART : [website]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/115157.html>
4. Preparation of coal briquettes based on non-standard Kazakhstan coal with various additives and determination of their quality / M. Tulepov, L. Sassykova, A. Kerimkulova, [et al.] // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2021. – 56 (1).
5. Gonik I.L. Features of the use of briquetted iron-containing waste / I.L. Gonik, V.P. Lyamkin, N.A. Novitsky // Metallurg. – 2011. – No. 5. – S. 25-27.
6. Belkin A.S. The use of iron-coke briquettes on a cement bond in blast furnace melting / A. S. Belkin et al. // Metallurg. – 2003. – No. 4. – S. 39-41.
7. Anyashiki T. Development of Carbon Iron Composite Process / T. Anyashiki, K. Fukada, H. Fujimoto // JFE GIHO. – 2008. – № 22. – P. 20–24.
8. Han H. Binders and Bonding Mechanism for RHF Briquette Made from Blast Furnace Dust / H. Han, D. Duan, P. Yuan // ISIJ International. – 2014. – Vol. 54. – № 8. – P. 1781–1789.
9. Investigation of the processes of dehydration and preparation of iron-containing sludge for disposal / I.K. Ibraev, V.K. Golovkin, S.N. Klimushkin, V.G. Sadovsky [et al.] // Steel. – 1996. – No. 11. – pp. 71-74.
10. The patent of the Republic of Kazakhstan. № 4005. (51)702 11/12,21 5/36. The method of sludge dewatering // Industrial property. The official bulletin. – 1996. – No. 12, published on 12/15/2000. URL: <https://kzpatents.com/5-4005-sposob-obezvozhivaniya-shlama.html>.
11. Ibraeva O.T. Energy-saving technology of waste processing of metallurgical production / O.T. Ibraeva, I.K. Ibraev. – Almaty: SIC "Gylym", 2011. – 292 p.
12. Ibraev I.K. Development of a complex for the preparation of secondary raw materials from metallurgical production waste for its use in through-rolled metal technologies / I.K. Ibraev, I.S. Vishnev //

Раздел 1. «Металлургия»

Republican Scientific journal "Technology of production of metals and secondary materials". Temirtau, 2009. – No. 2. – pp. 18-21.

13. A patent for a utility model № 586. (2009.01) 28 5/12 (2009.01) 10 5/06 Complex for briquetting bulk materials // Industrial property. The official bulletin. – 2011. – No. 10, published on 10/15/2010.

14. Innovation patent of the Republic of Kazakhstan N 25103. A4 (11) C22B 1/243 (2009.01) C22B1/24 (2009.01) 2010/0670.1 24.05.2010. Astringent for non-burning coating // Industrial property. The official bulletin. – 2011. – No. 12 a, published on 12/15/2011.

15. Innovation patent of the Republic of Kazakhstan No. 23987. A4 (11) C22B 1/243 (2010.01) C22B1/24 (2010.01) 2010/0623.1 published on 14/05/2010. The method of non-burning fumigation // Industrial property. The official bulletin. – 2011. – № 5, 16.05.2011.

16. Innovation patent of the Republic of Kazakhstan No. 21208. A method for recycling oil-iron-containing waste from rolling production // Industrial property. Official Bulletin, – 2009. – No. 5, published 05/15/2009.

17. Ibraev I. K. Innovative technologies for the preparation of high-moisture sludge for disposal / I. K. Ibraev, O. T. Ibraeva, M. M. Suyundikov // Catalog of the exhibition of achievements of the domestic industry "Development of the mining and metallurgical complex and the coal industry". "Minsk-2010", May 26-28, 2010 – Karaganda, 2010. – pp. 32-36.

18. Ibraev I.K. Development of new composite iron-containing commodity products from high-moisture sludge of metallurgical production / I.K. Ibraev, O.T. Ibraeva, A.S. Vishnev // Mat. Ross. conf. "Research in the field of processing and utilization of man-made formations and waste" with ale. shk. mol. uch. Yekaterinburg. November 27, 2009 – Yekaterinburg, 2009. – pp. 73-79.

19. Innovative patent 21208 RK, IPC C02F 11/14, C02F 11/00. Method of utilization of iron-containing oil waste from rolling production / I.K. Ibraeva, O.T. Ibraev, V.I. Chernetsov, V.L. Lehtmetz // Application 11.09.2007; publ. 05/15/2009. Byul. No. 5.

20. Ibraev I.K., Ibraeva O.T., Sakipov K.E 21. Unburned waste coal flotation agglomeration. EURASIAN PHYSICAL TECHNICAL JOURNAL. Volume 15, No.1(29), 2018/ p – ISSN 1811-1165, s – s. 99-105/ ISSN 2413-2179.

21. Innovation and innovation patent RK 21583 - method of reworking the enlarged helmet./Ibraeva O.T., Isagulov A.Z., Ibraev I.K., Lechtmetz V.L., Chernetsov V.I. / Beul. 8 from 14.08.2009 Request ++ 2007 / 1369.1 from 13.11.2007