

АНАЛИЗ СПОСОБОВ УЛУЧШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ КОКСОВОЙ МЕЛОЧИ И ПЫЛИ

© И.В. Шульга¹, О.И. Зеленский²*Государственное предприятие «Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт (УХИН)» 61023, г. Харьков, ул. Веснина, 7, Украина*Н.П. Скрипченко³*ЧАО «Авдеевский коксохимический завод», 86066, г. Авдеевка, проезд Индустриальный, 1, Украина*¹*Шульга Игорь Владимирович, канд. техн. наук, доц., с.н.с., зав. коксовым отделом, e-mail: ko@ukhin.org.ua*²*Зеленский Олег Иванович, канд. техн. наук, зам. зав. коксовым отделом, e-mail: zelensky_ukhin@mail.ru*³*Скрипченко Николай Павлович, канд. техн. наук, нач. техн. отдела, e-mail: Nikolaj.Skripchenko@akhz.com.ua*

В статье приведен анализ различных способов по улучшению потребительских свойств коксовой мелочи и пыли, заключающихся в их окусковывании. Рассмотрены основные направления по грануляции и брикетированию мелкодисперсных углеродсодержащих материалов

Ключевые слова: коксовая мелочь, коксовая пыль, окусковывание, грануляция, брикетирование, потребительские свойства.

В современных условиях развития рыночной экономики необходимо рациональное использование энергии, что требует создания эффективных энергосберегающих технологий, обеспечивающих комплексное использование сырья и материалов с максимальным снижением вредного воздействия на окружающую природную среду [1].

Актуальность разработки данных технологий в коксохимии возникает на стыке двух сопутствующих аспектов. С одной стороны, запасы коксующихся углей неуклонно сокращаются, ухудшается качество добываемого сырья, увеличиваются затраты на его обогащение, не осваиваются новые месторождения и шахты. При этом постоянно растут тарифы на энергоресурсы и железнодорожные перевозки. С другой стороны, возрастает количество накопленных десятилетиями отходов металлургического, горнодобывающего и химического производств, топливно-энергетического комплекса. Существующие технологии вторичного использования углехимических и коксохимических вторичных продуктов требуют постоянной доработки для решения непрерывно растущего числа задач, таких как экология, энергосбережение, повышение рентабельности предприятий. В этой области актуальным становится развитие переработки вторичных продуктов в товарную продукцию.

Металлургические предприятия неразрывно связаны с производством кокса. Одним из основных побочных продуктов технологического процесса получения кокса является коксовая пыль. Это ценное топливо с высоким содержанием углерода. При этом выбросы пыли (веществ в виде взвешенных твердых частиц) на коксохимических предприятиях Украины за 2014 г. составили почти 4 тыс. т [2].

Коксовая пыль образуется практически на всех стадиях производства. Большое количество пыли выделяется на УСТК при тушении и во время перегрузки на конвейерах. Коксовая пыль требует специальной подготовки для вторичного использования в металлургии. Одним из методов подготовки выступает окускование. С его помощью пыль можно будет добавлять в шихту для коксования или использовать как материал для вспенивания сталеплавильного шлака.

В технике известны три способа окускования пыли:

1. Агломерация – образование спеканием относительно крупных пористых кусков из мелкой руды или пылевидных материалов. При агломерации легкоплавкая часть материала, затвердевая, скрепляет между собой твердые частицы;
2. Грануляция – процесс переработки материала в куски геометрически правильной, единообразной формы и приблизительно одинаковой массы, называемые гранулами;
3. Брикетирование – процесс получения кусков (брикетов) с добавкой или без добавки связующих веществ, основанный на прессовании смеси в брикеты нужного размера и формы [3].

Первый из этих способов неприменим для коксовой пыли, так как она не содержит в своем составе легкоплавких компонентов. Поэтому практически реализуемыми являются только способы грануляции и брикетирования, которые актуальны и для улучшения потребительских свойств коксовой мелочи.

В работе [1] было реализовано окускование коксовой пыли по технологии брикетирования и термобрикетирования на лабораторном стенде, состоящем из прессы, формы для прессования и муфельной печи, где брикет проходил термическую обработку. В качестве связующего использовались фусы отделения конденсации каменноугольной смолы, т.к. они также являются вторичным продуктом коксохимического производства и образуются в количествах, достаточных для внедрения процесса непосредственно на предприятии. Брикеты, приготовленные с использованием каменноугольных фусов и не прошедшие термодобработку, не являются бездымными, поэтому как топливо они подходят только для крупных предприятий, обладающих мощной системой очистки дымовых газов, и могут найти применение например в металлургических печах (восстановитель металла, энергоноситель).

Было установлено, что при недостатке связующего брикет разрушается при извлечении из формы для прессования, а при избыточном количестве связующего брикет может сгореть на стадии его термообработки или термобрикетирования при прокаливании. Подбран температурный режим прокалывания брикета, т.е. режим, при котором обеспечивается выход летучих веществ из связующего компонента, но не происходит озоление брикета. Конечная температура прокалывания равна 250-300 °С при скорости нагрева 25 °С/мин. Выбрано оптимальное соотношение массы коксовой пыли и связующего компонента, равное 92 : 8 %. Это подтверждает зависимость проф. Елишевича А.Т., согласно которой добавление связующего более 10 % от массы исследуемого вещества является экономически и технологически нерентабельным [4].

Известен способ получения коксовых брикетов, включающий смешение коксовой мелочи с жидким нефтебитумом, в который предварительно добавляют 4-6 % коксовой пыли, а затем смешивают с концентратом сульфит-спиртовой барды, модифицированным 10-20 % порошка карбамида по массе [5]. Брикетирование смеси производят на вальцовом прессе при наложении внешнего давления в течении 20-30 мин. Используют коксовую мелочь с размером частиц, мм: +0,05 – 10 %; 0,025-0,05 – 25 %; 0,01-0,025 – 35 % и -0,025 – 30 %.

Недостаток этого способа связан со сложностью реализации на практике точного соотношения указанных размеров частиц коксовой пыли.

Существует еще один способ получения коксовых брикетов, включающий в себя смешение мелочи с раз-

мером частиц, мм: 0,55-3 – 20 %; 0,2-0,55 – 30-35 % и -0,2 – 50-75 % со связующим на основе производного сульфокислоты (жидкий или порошкообразный лигносульфонат аммония или кальция) в количестве 3-10 % по массе [5]. Брикетируют смесь при давлении 100-200 МПа с последующей термообработкой брикетов при 200-700 °С в течение 10-120 мин.

Недостатком данного способа являются значительные капитальные затраты, связанные с установкой прессов, развивающих высокое давление, что влечет дополнительные энергетические затраты и снижает производительность установки. Также переуплотнение брикета приводит к значительному снижению его реакционной способности.

В 1995 году Лурий В.Г. предложил способ получения коксовых брикетов, назвав его "KOKSBRIK" [6]. Брикеты, полученные данным способом, предлагается использовать в качестве энергоносителя и восстановителя для электротермического производства фосфора, чугуна, стали, ферросплавов, огнеупорных изделий, сахара, а также в качестве топлива в бытовых и промышленных топках.

Предложенный способ [6] включает в себя смешение коксовой мелочи с 3-10 % по массе связующего на основе производного сульфокислоты, брикетирование смеси и последующую термообработку при 200-700 °С в течении 10-120 мин. Для смешения используют коксовую мелочь с размером частиц в следующем соотношении: 6-2,5 мм – 15-25 %, <1 мм – до 100 %. Брикетирование ведут под давлением 5-90 МПа. В качестве связующего используют лигносульфонат или натриевую соль метиленафталинсульфокислоты, которые могут быть модифицированы 10-30 % по массе кубовых остатков ректификации таллового масла.

В работах Солодова В.С. и др. рассмотрено брикетирование коксовой пыли, предварительно обогащенной по методу масляной агломерации. Коксовая пыль по свойствам в определенной степени схожа с угольными шламами, поэтому такое обогащение позволяет снизить ее зольность, а применение в качестве связующего реагента карбамида и жидких вторичных продуктов коксохимии будет способствовать достаточной прочности готовых брикетов [7, 8]. Расход карбамида составляет 4-6 % от массы исходного концентрата, давление накладывают ступенчато от 0,5 до 1,5 МПа при максимальной нагрузке в течении 3-5 мин [8].

Белорусскими исследователями разработана технология получения брикетов из коксовой мелочи в смеси с торфом для использования их при плавке чугуна в вагранке или в качестве коммунально-бытового топлива [9]. Для получения торфобрикетов, соответствующих необходимой прочности на изгиб 2-4 МПа, целесообразно использовать верховой или низинный фрезерный торф со степенью разложения более 15 %, или

торфяную сушенку той же степени разложения, подготовленную к брикетированию по технологии торфобрикетного производства. Полидисперсная смесь торфяных частиц должна иметь размеры не более 5 мм, а частиц кокса – не более 3 мм. Влага торфа или сушенки – не более 20 %, а коксовой мелочи – не более 5 %. Массовая доля коксовой мелочи в брикетах – не более 30 %. Прессование торфококовых брикетов проводят при давлении от 80 до 120 МПа.

Известен метод термоокислительной обработки брикетов, заключающийся в том, что полученные брикеты из мелочи, имеющей малый выход летучих веществ (антрацит, тощий уголь, полукокс и коксовая мелочь) со связующим веществом, подвергаются обработке горячими дымовыми газами, содержащими свободный кислород [10]. При термоокислительной обработке происходит полимеризация веществ, входящих в связующее, и образование твердого «скелета», прочно связывающего частицы мелочи в брикете, который горит без копоти. В зависимости от свойств применяемого связующего продолжительность выдержки брикетов в потоке дымовых газов, содержащих 8-10 % кислорода, составляет от 1 до 3 ч. С увеличением температуры газов, содержания в них кислорода и с изменением размеров брикетов продолжительность термоокислительной обработки изменяется. В зависимости от перерабатываемого вида топлива процесс осуществляется в 1-3 ступени.

При использовании коксовой мелочи процесс осуществляется в две стадии: брикетирование с органическими связующими (асфальтенами, пеками и др.) и термическая обработка брикетов, которая проходит при высоких температурах. По этому методу во Франции разработан способ производства бездымного топлива «Инишар». Сущность способа состоит в брикетировании антрацитовой мелочи с каменноугольной смолой или пеком и обработке брикетов массой 20-40 г в течение 2,5 ч на конвейере дымовыми газами при температурах 450-500 °С, где и происходит термоокислительный процесс [10].

В Бельгии разработан способ производства бездымного топлива, сущность которого заключается в термоокислительной обработке брикетов из антрацитовой мелочи с каменноугольной смолой или пеком в кипящем слое песка. Окисление протекает интенсивнее, если в качестве связующего применяется пек [3].

Методы термоокислительной обработки брикетов со связующим дают возможность получить прочное термоустойчивое топливо. Но такие технологии требуют значительных капитальных затрат, имеют высокую энергоемкость, связующие вещества дефицитны, экологически опасны и поэтому не находят широкого распространения [10].

В работе [11] приведены исследования по приготовлению нефтекоковых брикетов из коксовой мелочи,

получаемой на установке замедленного коксования тяжелых нефтяных остатков и окисленного битума, полученного окислением гудрона, тяжелой смолы пиролиза или экстракта от селективной очистки масел. Температура размягчения используемого битума – 55-65 °С. Перечисленные компоненты смешиваются при температуре 180-200 °С. Количество связующего составляет 7-15 % от общей массы. Связующее предварительно подвергается термоокислительной обработке при температуре 230-250 °С до достижения заданной температуры размягчения. Образующую массу выводят из смесителя и подвергают прессованию под давлением 25 МПа.

В ГП «УХИН» разработаны технические условия ТУ У 10.1-00190443-069-2002 на брикеты коксоугольные [12]. Эти технические условия распространяются на брикеты, получаемые при брикетировании коксовой мелочи, каменных и бурых углей, антрацитов и продуктов их переработки (угольных штыбов, шламов) и других органических продуктов, а также их смесей, с добавлением связующего, стабилизатора, наполнителя и гидрофобизатора. В зависимости от исходного сырья (коксовая мелочь, угольная продукция и их смесь) брикеты подразделяют на три вида: БК, БУ и БКУ соответственно.

В качестве связующего (3-10 %) для коксоугольных брикетов используют цемент, жидкое стекло, лигнин, лигносульфонаты, мелассу, крахмалсодержащие продукты, их смеси или продукты их переработки, т.е. экологически чистые вещества. Как стабилизатор (до 2 %) применяют мед, известь, гидроксиды и оксиды магния, марганца и др. Допускается использование наполнителя (до 60 %), представляющего собой мелкие фракции и пыли продуктов производства металлургической и других отраслей промышленности. В качестве гидрофобизатора применяют продукты парафиновой и силиконовой природы, в количестве до 2 %.

Основными потребителями таких брикетов являются отечественные и зарубежные предприятия металлургической, сахарной промышленности, коммунально-бытовой сферы [12]. Разработаны технологические регламенты получения брикетов для условий нескольких украинских предприятий.

Следует отметить, что технологии окусковывания, гранулирования и брикетирования проработаны в большей степени для угольных шламов и мелких классов углей, чем для коксовой мелочи. Это связано с тем, что угольная мелочь хорошо поддается смачиванию, а коксовая мелочь (пыль) является гидрофобной. Известно много способов, включающих обезвоживание и сушку исходного угля до влажности 2-3 %, смешивания его с жидкими или твердыми связующими (нефтебитумы, каменноугольный пек, сульфат-спиртовая барда, твердые глины, цемент), прессование смеси под давлением 20-50 МПа, и последующее охлаждение [13, 14]. При

сжигании брикетов из угольных шламов коэффициент полезного использования угля составляет 70-80 % [15].

Известна технология брикетирования влажных шламов (без предварительной сушки), использующая в качестве связующего природный полимерный материал – технические лигносульфонаты, образующиеся на целлюлозно-бумажных комбинатах при производстве сульфитной целлюлозы. Оптимальные связующие свойства были получены для модифицированных лигносульфонатов, состоящих из 90 % технических лигносульфонатов и 10 % кубового остатка периодической дистилляции капролактама [16].

Хорошо подходят для связывания влажных мелких классов угля и угольных шламов водные растворы латекса, бустилата, клея ПВА. При этом частичная сушка брикетов производится за счет тепла, выделяемого при брикетировании прессованием [17].

В Европе уже оценили преимущества брикетированного топлива. В Англии, Германии, Чехии, Польше, Турции, а также США, Австралии и других странах по различным технологиям производят брикеты на базе угольной мелочи в больших объемах [18].

Помимо брикетирования коксовой мелочи и пыли были предложены другие способы улучшения потребительских свойств этих материалов. Так, в работах Андриянцева С.А. и Бондаренко А.В. [19, 20] рассмотрена возможность использования в качестве сырья для получения адсорбционно-активных углеродных материалов мелкодисперсной коксовой пыли (размер частиц 0,09-0,4 мм) с зольностью 8-13 %. Коксовую пыль подвергли активации серной кислотой и гидроксидом калия с дальнейшей термообработкой (400 и 750 °С) для развития пористости и придания сорбционных свойств. Полученный сорбент рекомендуется добавлять непосредственно в емкость для хранения товарного толуола, что позволяет очищать его от примесей. Оптимальная дозировка сорбента составляет 0,5 кг на 100 л толуола. Отработанный сорбент предлагается утилизировать в угольную шихту для коксования.

Таким образом, известно множество технологий брикетирования коксовой мелочи и пыли со связующими, такими как фусы, тяжелые фракции поглотительного масла, нафталин и т.д. Главным достоинством этих технологий является то, что не требуется финансовых затрат на закупку и транспортировку связующего извне, и производство брикетов может осуществляться непосредственно на территории коксохимического предприятия.

Недостатком этих технологий являются значительные выбросы токсичных продуктов горения в атмосферу при сжигании брикетов. Решением этой проблемы может стать термическая обработка брикетов, что в свою очередь делает брикеты бездымными. Как уже говорилось, брикеты, приготовленные с использованием каменноугольных фусов и не прошедшие тер-

моподготовку, не являются бездымными, поэтому как топливо они подходят только для крупных предприятий, обладающих мощной системой очистки дымовых газов.

Исследования свойств брикетов, выполненных в ГП «УХИН» по заданию ООО «МЕТИНВЕСТХОЛДИНГ», показали, что их прочность недостаточна для использования в доменном производстве. Наиболее реальный путь их использования – бытовая сфера, где они должны быть конкурентоспособными по цене в сравнении с другими видами бытового топлива, – прежде всего с углем.

В связи с этим более актуальными являются, с нашей точки зрения, технологии гранулирования, позволяющие получать из наименьших зерен коксовой мелочи (<1-3 мм) гранулы размером до 10 мм. Такие гранулы могут быть более эффективно использованы в агломерационном производстве, так как будут характеризоваться меньшей скоростью сгорания, не будут уноситься с ленты агломерационной машины отходящими газами, а выделяющее тепло будет использоваться главным образом в целевом направлении – для сплавления мелких зерен железной руды в агломерат.

Однако, как уже отмечалось, вопросы технологии гранулирования в большей степени проработаны для гидрофильных, хорошо смачиваемых водой угольных шламов и мелких классов углей, чем для гидрофобной, практически несмачиваемой коксовой мелочи. В частности, известен двухстадийный способ изготовления пористого заполнителя для производства строительных материалов на основе отходов флотации угля, в соответствии с которым вначале отходы флотации гранулируют, а затем сушат в кипящем слое при температуре 800-1000 °С [21].

Наряду со способами многостадийного снижения влажности вторичных продуктов провели промышленное испытание сушки и грануляции концентрированной суспензии отходов флотации [22]. При этом выявили недостатки данного метода: большой расход топлива на сушку, значительные выбросы пылевидных частиц в систему очистки газов, низкую производительность сушилки, налипание недосушенного продукта в разгрузочных трактах, сложность автоматизации процесса и т.д. Попытка осуществить термообработку сгущенной суспензии отходов флотации в кипящем слое также выявила ряд отрицательных факторов: необходимость работы сушильной установки на материале узкого класса крупности и возврат в исходный продукт до 40 % материала, вынесенного с отработанным теплоносителем через системы сухой и мокрой пылеочистки.

Таким образом, сушка сгущенных суспензий характеризуется высокими эксплуатационными затратами на топливо, снизить которые можно, в частности, используя способ, предложенный специалистами Харьковского политехнического института [23]. Он предусматри-

вает смешивание сгущенной суспензии с сухим материалом и последующее гранулирование и сушку полученного продукта. Смешивание позволяет производить материал с заданными реологическими свойствами. Скорость гомогенизации смеси суспензии с сухими отходами определяется влажностью суспензии и гранулометрическим составом сухих отходов.

Выбор соотношения количества сухих отходов и суспензии влажных отходов определяется как способом окускования смеси, так и способом сушки влажных гранул [24]. При формировании влажных формовок экструзионным способом их сушка в барабанной сушилке без образования агломератов возможна при влажности до 24 %. В сушилке кипящего слоя можно сушить гранулы с влажностью до 26 %.

Давление, необходимое для экструзии влажного осадка в области рабочих влажностей 24-26 %, составляет до 1 МПа, и может быть обеспечено выпускаемыми промышленными прессами. Влажные гранулы цилиндрической формы обезвоживаются в сушилке кипящего слоя. Удельный влагосъем при температуре сушильного агента 500 °С составил 1100 кг/м² поперечного сечения реактора кипящего слоя при расходе сушильного агента 9 м³/кг испаренной влаги.

Возможно также получение гранул сферической формы в чашевых грануляторах или барабанах-окомкователях по аналогии с получением окатышей для доменного производства.

При использовании для получения гранул органического связующего необходимо предусмотреть их термическую обработку для предотвращения ухудшения условий труда и загрязнения окружающей среды в результате выделения паров связующего в помещениях и оборудовании агломерационной фабрики.

Выводы

1. Окускование мелкодисперсных углеродсодержащих материалов является актуальным процессом.

2. Предпочтение отдается технологиям получения бездымных брикетов с применением дешевого связующего. Во многих исследованиях в качестве связующего применяют каменноугольные смолу и пек.

3. Большинство исследований по окусковыванию коксовой мелочи и пыли сосредоточены на процессе брикетирования; мало изучены остаются процессы агломерации и грануляции.

Библиографический список

1. Кравцов В.П. Актуальность технологии брикетирования коксовой пыли / В.П. Кравцов, А.В. Палин // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2012. – № 4 (92). – С. 112-113.

2. Технический отчет предприятий УНПА «Укркокс» за 2014 г. – Днепропетровск: УНПА «Укркокс», 2015. – 76 с.

3. Крахин В.Н. Брикетирование углей / В.Н. Крахин. – М.: Недра, 1974. – 216 с.

4. Елишев А.Т. Брикетирование угля со связующим / А.Т. Елишев. – М.: Недра, 1972. – 160 с.

5. Солодов В.С. Технологические аспекты брикетирования мелкодисперсных твердых углеродсодержащих материалов / В.С. Солодов, А.В. Палин, В.И. Косинцев, А.И. Сечин // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2013. – № 3. – С. 110-113.

6. Лурий В.Г. Результаты исследований окускования каменноугольной, коксовой мелочи и шламов / В.Г. Лурий, Ю.Н. Кузнецов, Ю.И. Терентьев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 1995. – № 4. – С. 96-97.

7. Солодов В.С. Разработка технологии утилизации коксовой пыли коксохимических производств в виде брикетов повышенной прочности / В.С. Солодов, А.В. Палин, А.Ю. Иснатов и др. // Ползуновский вестник. – 2011. – № 4-2. – С. 159-164.

8. Патент РФ № 2468071. Способ брикетирования коксовой пыли / А.В. Палин, В.С. Солодов, А.Ю. Иснатов // КузГТУ. Заявл. 26.10.2011, опубл. 27.11.2012.

9. Михновец Д.Н. Перспективы утилизации коксовой мелочи / Д.Н. Михновец, К.П. Дубиняк, Н.В. Кислов, П.В. Цыбуленко // Литье и металлургия. – 2012. – № 3 (67). – С. 307-308.

10. Терентьев Ю.И. Повышение ценности каменного угля и шлама / Ю.И. Терентьев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 1995. – № 4. – С. 44-50.

11. Гусейнова А.Р. Разработка технологии получения топливных брикетов с применением коксовой мелочи / А.Р. Гусейнова, Н.А. Салимова, Л.В. Гусейнова // Литье и металлургия. – 2012. – № 3 (67). – С. 325-327.

12. ТУ У 10.1-00190443-069-2002. «Брикеты коксосульфиты».

13. Злобина Ю.С. Экологические и технологические аспекты утилизации твердых углеродородных отходов / Ю.С. Злобина, А.В. Палин, А.Ю. Иснатов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2015. – № 3 (109). – С. 92-101.

14. Дюканов А.Г. Брикетирование угольных шихт перед коксованием и перспективы его совершенствования / А.Г. Дюканов, Ю.С. Васильев, Ю.И. Гречко [и др.] // Кокс и химия. – 1990. – № 6. – С. 12-13.

15. Серегин А.И. Прогрессивный алгоритм создания технологий производства брикетов из угольных шламов / А.И. Серегин, Е.Г. Горлов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. – № 10. – С. 416-418.

16. Евстифеев Е.Н. Переработка антрацитовых шламов и шихтов в топливные брикеты / Е.Н. Евстифеев, Е.М. Попов, Г.И. Рассихин // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 10. – С. 118-120.

17. Патент РФ № 2330062. Способ брикетирования влажных мелких классов угля и шламов / В.А. Марченко, С.Г. Фомичев // Заявл. 29.01.2007, опубл. 27.07.2008.

18. Технология брикетирования мелкодисперсных отходов. Переработка отходов в сырьё / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.acanmachine.com/BROCHURE/ACAN_Pererabotka_Ugolnih_Othodv.pdf.

19. Андриянцева С.А. Синтез и свойства адсорбционно-активных материалов, полученных на основе коксовой пыли / С.А. Андриянцева, А.В. Бондаренко // *Научные ведомости. Серия: Естественные науки.* – 2011. – № 9 (104). – С. 96-102.

20. Андриянцева С.А. Повышение сортности товарного толуола с применением сорбентов из отходов коксохимического производства / С.А. Андриянцева, А.В. Бондаренко // *Вестник ПГТУ.* – 2012. – Т. 18, № 1. – С. 159-165.

21. Авторское свидетельство СССР № 785263. Способ изготовления пористого заполнителя / Ю.М. Рубин, Н.В. Гав-

рик, О.И. Хвастухин [и др.] // Заявл. 19.07.1978, опубл. 07.12.1980.

22. Рубин Ю.М. Сушка и гранулирование отходов флотации угля / Ю.М. Рубин, Н.В. Гаврик, Н.Ф. Лях // *Кокс и химия.* 1983. № 12. С. 47-49.

23. Авторское свидетельство СССР № 1171510. Способ получения гранул из отходов флотации / Е.М. Соколова, Е.А. Скрипник, К.А. Белов [и др.] // Заявл. 23.12.1982, опубл. 07.08.1985.

24. Скрипник Е.А. Подготовка отходов флотации угля к утилизации / Е.А. Скрипник, В.М. Клинин, Т.Н. Потапова // *Кокс и химия.* 1991. № 9. С. 47-48.

Статья поступила в редакцию 06.03.2016

ANALYSIS OF METHODS OF IMPROVING OF CONSUMER PROPERTIES OF COKE BREEZE AND DUST

© Shulga I.V., PhD in technical sciences, Zelenskii O.I., PhD in technical sciences (SE «UKHIN»), Skripchenko N.P., PhD in technical sciences (PJSC «AVDIIVKA COKE»)

The article provides an analysis of the various ways to improve the consumer properties of coke breeze and dust. The only industrial method of achievement of this aim is an increasing of the linear dimensions of particles of these materials. The main directions have been considered for the granulation and briquetting fine carbonaceous materials.

Keywords: coke breeze, coke dust, granulation, briquetting, consumer characteristics.
