

**УДК 662.8.053**

ЕРЕМЕЕВ Е.А., студент гр. ТЭб-231 (КузГТУ)

Научный руководитель УШАКОВ К.Ю., к.т.н., доцент (КузГТУ)  
г. Кемерово

## БРИКЕТИРОВАНИЕ УГОЛЬНОЙ МЕЛОЧИ

Добыча и использование угля играет ключевую роль в энергетической отрасли и является важной составляющей российской экономики. Однако на этапах добычи, транспортирования, складирования и подготовки угля к сжиганию имеет место образование значительных объемов угольной мелочи, достигающих до 70% от общей массы добываемого угля [1]. Угольная мелочь представляет собой мелкие классы угля размером 0-25 мм. Данный класс угля мало используется и может быть отнесен к отходам производства. Согласно стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года, действующей в Российской Федерации с 2018 г., одной из задач на федеральном и региональном уровнях является создание инновационной технико-экономической системы, позволяющей минимизировать количество захораниваемых отходов, максимально обеспечив при этом ресурсосбережение, повторное вовлечение в хозяйственный оборот утилизируемых компонентов отходов в качестве сырья, материалов, изделий, а также превращение отходов во вторичное сырье для изготовления новой продукции и получения энергии [2]. Следует подчеркнуть, что наибольшее количество отходов образуется при добыче полезных ископаемых (86,8% от общего количества образующихся в Российской Федерации отходов за 2016 год), которые представлены в основном вскрышными, вмещающими породами и продуктами обогащения минерального сырья; к ним может быть отнесена и угольная мелочь.

К основным проблемам использования углей малых фракций в качестве топливных ресурсов можно отнести:

1. Сложности со сбором и транспортировкой к месту сжигания;
2. Высокий уровень механического недожога (до 50%) за счёт просеивания частиц угля через колосниковую решётку;
3. Пыление при транспортировке, которое приводит к потерям угля и загрязнению окружающей среды;
4. Низкая востребованность на рынке, так как потребители отдают предпочтение крупным фракциям угля.

При этом угольная промышленность в России сегодня активно развивается, и одним из целевых показателей развития является рациональное использование добываемого угольного сырья. Количество добываемого угля будет планомерно увеличиваться [2], вследствие чего будут увеличиваться и объемы угольной мелочи. Скопление угольной мелочи снижает прибыль угледобывающих предприятий, увеличивая при этом затраты на хранение и транспортировку, а также приводит к загрязнению окружающей среды. В связи с этим поиски

эффективных методов переработки мелких классов углей является актуальной задачей современной угольной промышленности.

В настоящее время в научных работах можно встретить примеры и предложения относительно сфер и возможностей применения мелких классов угля. Анализ проблемы и изучение научной литературы позволили выявить два наиболее популярных варианта использования мелких фракций угля: использование углей размером 1,25 мм и более в качестве закладочной смеси в шахтном строительстве, а также создание топливных брикетов на основе мелких классов углей.

Оптимальным и эффективным с экономической точки зрения решением, позволяющим минимизировать потери угольных компаний и снизить негативное воздействие на окружающую среду, является брикетирование. В данной технологии угольная мелочь возвращается в оборот в виде топливного продукта.

Процесс брикетирования угольной мелочи представляет собой прессование угольной массы с добавлением связующего вещества. Последнее необходимо для формирования из массы цельного, прочного брикета определенной формы и размера. Такие топливные брикеты можно использовать в котлах со слоевым сжиганием.

Слоевые топки подразделяются на топки с плотным слоем и топки с кипящим слоем. В топках с плотным слоем процесс сжигания происходит под действием потока воздуха, который проходит через слой твердого топлива, расположенного на колосниковой решетке. Горение в таких топках осуществляется в несколько этапов:

1. Испарение влаги из топки посредством нагрева;
2. Воспламенение топлива;
3. Завершение процесса газификации и горения с выделением наибольшего количества тепла.

Одним из ключевых преимуществ такого процесса является способность поддерживания устойчивого горения за счет значительного запаса топлива в топке. Однако эффективность сгорания зависит от правильного подбора топлива, в том числе его класса крупности: оптимальной считается угольная фракция в диапазоне 25-55 мм [4].

В топках с кипящим слоем, в свою очередь, процесс сжигания топлива происходит в объеме раскаленных частиц инертного материала (песок, зольные частицы, керамические гранулы), которые «кипят» в восходящем потоке воздуха. Здесь скорость подачи воздуха превышает предел устойчивости слоя, но не достигает скорости витания средних частиц, что создает эффект псевдоожженного слоя. Такое горение характеризуется высокой интенсивностью теплообмена, а также равномерностью распределения температуры по всему объему слоя. Размер топлива должен находиться в пределах от 6 до 25 мм [4,5]. Зачастую в небольших районных котельных используются котлы со слоевым сжиганием, для которых важным требованием к эффективной работе является как раз-таки класс крупности. При выборе технологии брикетирования для переработки угольной пыли в топливные брикеты возможно обеспечить необходимый для котлов размер топлива.

Для эффективного использования топливных брикетов в слоевых топках необходимо не только соблюдать требования к размеру брикетов, но и обеспечивать их качественное формирование. Это возможно только при правильном выборе оборудования для брикетирования, которое позволит получить прочные брикеты. Современный рынок предлагает широкий ассортимент такого оборудования: прессы, экструдеры, валковые прессы, грануляторы [6]. Наиболее рационально использовать для этих целей валковый пресс из-за ряда его преимуществ:

1. Экономическая эффективность – валковый пресс значительно дешевле в покупке и эксплуатации;
2. Высокая износостойчивость – конструктивные особенности такого пресса позволяют увеличить количество часов работы без ремонта;
3. Оптимальное условие прессования – угольная мелочь не требует высоких давлений при прессовании.

Одной из ключевых задач при брикетировании является выбор связующего вещества, которое способно кратно увеличить прочность готовых брикетов. В настоящее время существует огромное количество видов связующих веществ: глина, сульфитспиртовая барда, лигносульфонат, карбоксиметилцеллюлоза, жидкое стекло, меласса, угольный пек, патока [3, 7, 8]. У каждого из этих связующих есть как положительные качества, так и отрицательные. Однако в рассматриваемой автором технологии изготовления брикетов предлагается использовать связующее вещество на основе золы уноса – твёрдого продукта сгорания топлива, удаляемого с дымовыми газами. Использование данного связующего вещества способно дополнительно решить еще одну немаловажную проблему — вопрос утилизации части золошлаковых отходов; благодаря этому есть возможность уменьшить нагрузку на окружающую среду.

В целом производство брикетов можно разделить на три главных этапа:

1. Приготовление связующего вещества, основой которого является немагнитная фракция золы уноса с размерами частиц 0-50 мкм;
2. Смешивание связующего вещества с углем путём механического перемешивания;
3. Формирования брикетов в валковом прессе.

Внедрение данной технологии позволяет эффективно перерабатывать угольную мелочь, превращая её в высокоэффективные топливные брикеты. Готовые брикеты могут быть использованы в качестве альтернативы сортового угля для отопления частных домов или в городских котельных. По результатам внедрения данной технологии в производственную линию ожидаются следующие результаты:

1. Переработка производственных отходов в новые энергетические ресурсы;
2. Снижение экологической нагрузки за счет уменьшения выбросов пыли и вредных веществ;
3. Расширение ассортимента угледобывающих компаний;
4. Снижение использование складских помещений.

Таким образом, технология брикетирования угольной мелочи с использованием связующего вещества на основе золы уноса является не только экономически выгодным, но и экологически продуктивным решением. Она позволяет эффективно перерабатывать производственные отходы, превращая их в эффективные топливные брикеты, которые могут быть использованы как в котлах со слоевым сжиганием, так и для отопления частных домов.

### Список литературы:

1. Евменова, Г. Л. Окускование угольной мелочи : учебное пособие / Г. Л. Евменова. – Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ (университет), 2012. – 55 с. – URL : [https://eos.belovokuzgty.ru/pluginfile.php/29052/mod\\_resource/content/1/90746%20Окускование%20угольной%20мелочи.pdf](https://eos.belovokuzgty.ru/pluginfile.php/29052/mod_resource/content/1/90746%20Окускование%20угольной%20мелочи.pdf)
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.01.2018 N 84-р «Об утверждении стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года»
3. Сухомлинов, Д. В Получение каменноугольных брикетов с низкой температурой воспламенения / Д. В. Сухомлинов, В. Б. Кусков, Я. В. Кускова. – Текст : электронный // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) . – 2013. – № 5. – 20 с. – URL : [https://lib.sseu.ru/ites/default/files/2019/12/pravila\\_oformleniya\\_spiska\\_literatury\\_po\\_gost\\_2018\\_na\\_sayt.pdf](https://lib.sseu.ru/ites/default/files/2019/12/pravila_oformleniya_spiska_literatury_po_gost_2018_na_sayt.pdf)
4. Смородин, С. Н. Котельный установки и парогенераторы : учебное пособие / С.Н. Смородин, А.Н. Иванов, В.Н. Белоусов. – СПБ. : ВШТЭ СПбГУПТД, 2018. – 185 с. – ISBN 978-5-91646-149-7.
5. Borah, R. C. Fluidized bed combustion of coal: effect of heating rate and particle size on activation energy / R. C. Rorah // International Journal of Scientific & Engineering Research. – 2016. P. 773-778. – ISSN : 2229-5518
6. Компания "COAL MACHINERY" – [Сайт]. Режим доступа: [<https://coal-machinery.ru/catalog/valkovye-pressy-dlya-briketirovaniya-ugolnoy-pyli/>].
7. Негматов, С. С. Исследование влияния связующего на эксплуатационные характеристики угольных брикетов / С. С. Негматов, Д. Ш. Киямов, Д. К. Холмурадова. – Текст : электронный // Universum: технические науки : электрон. научн. журнал. – 2022. 1(94). – 17 с. URL :<https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-svyazuyuscheego-na-ekspluatatsionnye-harakteristiki-ugolnyh-briketov/viewer>
8. Qiang, Z. Coal tar pitch and molasses blended binder for production of formed coal briquettes from high volatile coal / Z. Qiang, Y. Yongbin, L. Qian, X. Bin, J. Tao // Fuel Processing Technology. – 2017. – P. 12-19. – <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2016.11.005>