

УДК 502.075.8

**ПОДГОТОВКА УГОЛЬНОГО ТОПЛИВА К СЖИГАНИЮ
PREPARATION OF COAL FUEL FOR COMBUSTION**

В.В. Бакалова

Научный руководитель – Е.В. Пронкевич, старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

V. Bakalova

Supervisor – E. Pronkevich, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk

***Аннотация:** в данной статье рассматривается поэтапная подготовка угольного топлива к сжиганию. Здесь представлен принцип работы дробильно-измельчительных оборудований и систем пылеприготовления. Особое внимание акцентируется на достоинствах и недостатках тех или иных установок в зависимости от их параметров и их способности работать с различными видами топлива. В заключении делается вывод о важности процесса предварительной подготовки топлива к сжиганию.*

***Annotation:** this article discusses the step-by-step preparation of coal fuel for combustion. The principle of operation of crushing and crushing equipment and dust preparation systems is presented here. Particular attention is focused on the advantages and disadvantages of certain installations, depending on their parameters and their ability to work with different types of fuel. In conclusion, the conclusion is made about the importance of the process of preliminary preparation of fuel for combustion.*

***Ключевые слова:** угольная пыль, дробленка, мельницы, сушильный агент, сепаратор, система пылеприготовления.*

***Key words:** coal dust, crushing, mills, drying agent, separator, dust preparation system.*

Введение

Угольное топливо является одним из основных источников энергии во многих странах. Оно используется для генерации электроэнергии, отопления и производства промышленных товаров. Однако, перед тем как угольное топливо может быть использовано, оно требует определенной подготовки. В данной статье рассмотрены процессы подготовки угольного топлива к сжиганию. Любая электростанция, работающая на твердом топливе, имеет развитое топливно транспортное хозяйство. На сегодняшний день более 1000 т/ч угля потребляется крупными электростанциям. Исходя из этого, существует необходимость использования высокопроизводительных вагоноопрокидывателей, служащих для разгрузки топлива. На этапе проектирования тракта топливоподачи важно учесть вид, свойства и особенности транспорта поступающего топлива. Топливный тракт состоит из приемно-разгрузочного устройства, склада топлива, дробильные устройства, системы пылеприготовления, а также устройства для транспорта готового продукта (угольной пыли) к горелкам котла.

Основная часть

Топливо поступает на станцию в специальных вагонах. Далее транспортировка топлива осуществляется с помощью ленточных конвейеров (ЛК). На этом этапе выделяют два вида приемно-разгрузочных устройств: устройства с вагоноопрокидывателями и приемным бункером под ними (вагоны вводят в вагоноопрокидыватель, фиксируют и переворачивают, после чего вагон выталкивается и на его место прибывает другой) и со щелевым бункером (под путями находится бункер, в который топливо поступает через щели). Смерзшееся топливо предварительно разогревается в тепляках. Они представляют собой закрытые отапливаемые помещения.

Процесс формирования угольной пыли происходит в два этапа:

- Сырое топливо подвергается дроблению в специальном дробильном отделении. На выходе получаем измельченное топливо, или дробленку.
- Дробленка последовательно поступает в бункер сырого угля и мельницы, где и происходит размол топлива до угольной пыли. Размер частиц пыли должен быть не более 300–500 мкм. Одновременно с размоллом происходит подсушка топлива для обеспечения оптимальной текучести пыли.

Размер кусков топлива, поступающих на станцию, не должен превышать 300 мм. В целях профилактики более крупных кусков под приемным бункером устанавливают дискозубчатые дробилки. Также топливо, прибывшее на станцию, может содержать металлические остатки или древесные включения. Удаление металлических включений производится с помощью электромагнитных сепараторов, щепы удаляется щепоуловителями. Для обнаружения в потоке топлива металлических остатков устанавливают специальные датчики металлоискателя, которые срабатывают на металлические предметы массой 0,1–0,2 кг. Предметы, меньше указанных, не несут опасности для работы дробильных установок, а для их удаления применяют грохоты. Грохоты представляют собой неподвижные наклонные решетки с продольно расширяющимися щелями, сквозь которые и проваливается ненужная мелочь. Угол наклона грохота составляет 40–55°.

Очищенное от металла и щепы топливо направляется к дробилкам. В качестве примера рассмотрим принцип работы молотковой дробилки. Вращающиеся с большой скоростью била разбивают куски топлива. В нижней части дробилки размещают решетки, через которые дробленка по ЛК попадает в главное здание станции. Для этой решетки устанавливаются оптимальные размеры ячеек. За увеличением размера ячеек последует снижение эффективности подсушки топлива, уменьшение износостойкости оборудования и увеличение энергозатратности на приготовление пыли. При уменьшении размера ячеек можно наблюдать налипание топлива на рабочих органах оборудования. Во избежание вышеперечисленного для сильновлажных топлив размер ячеек находится в диапазоне от 25 до 30 мм, для умеренно влажных и сухих – 15–20 мм.

Дробленое топливо направляется в мельницы. Здесь на выходе получают смесь частиц размером от 0,1 до 300–500 мкм. При грубом размоле бурого угля (БУ) допускается размер частиц до 1000 мкм. Механические свойства различных

видов топлива различны, следовательно, производительность мельниц при размоле разных видов топлива будет неодинаковой. На долговечность мелющих органов влияет износостойкость металла. Этот момент является одним из ключевых при эксплуатации мельниц, так как в случае необходимости замены мелющих элементов потребуются остановка работы мельницы. В процессе размола топлива угольную пыль параллельно подсушивают сушильным агрегатом. В качестве сушильного агрегата может выступать горячий воздух или дымовые газы. Горячий воздух также может использоваться для транспорта пыли к горелкам котла.

Мельницы классифицируют по способу измельчения топлива и по частоте вращения подвижной их составляющей. Из всех мельниц наибольшее распространение получили шаровые барабанные мельницы (ШБМ) и молотковые мельницы (ММ). Более 90% размола всех видов топлива приходится именно на ШБМ и ММ.

ШБМ служит для размола старых каменных углей (КУ) и антрацитов, выход летучих веществ которых относительно мал. ШБМ представляет собой цилиндр (барабан) диаметром 1,5–4 м и длиной 2,5–12 м. Барабан частично (22–35%) заполняют стальными шаром. Диаметр шаров составляет 30–60 мм. Изнутри цилиндр покрыт волнистыми броневыми листами. Сверху имеется слой тепло- и звукоизоляции. Когда барабан начинает вращаться, шары поднимаются на некоторую высоту, зависящую от частоты вращения мельницы, а затем падают на слой угля. Размол угля происходит именно за счет удара шаров и перетирания топлива между ними. В процессе эксплуатации шары истираются, как следствие масса их уменьшается. Тогда для обеспечения нормальной работы мельницы придется обновлять либо добавлять шары. Достоинства: возможность работать на разном виде топлива, высокая надежность, легкая замена отработавших шаров, невосприимчивость мельницы к металлическим предметам. Недостатки: громоздкость и повышенные затраты металла на изготовление, высокая энергозатратность на размол и шум при работе.

ММ в свою очередь применяют для размола молодых КУ, бурых углей (БУ), торфа и сланцев, требующих грубого помола. Процесс измельчения топлива осуществляется за счет удара молотков (бил). На выходе получаем продукт более грубого помола в сравнении с ШБМ, поэтому ММ применяют при работе на высокорреакционных углях. Мельница представляет собой вал, на котором неподвижно закреплены диски. На дисках крепятся билодержатели, на противоположных концах которых располагаются била – основной мелющий элемент мельницы. Била изготавливают из марганцовистой стали или чугуна. Все вышеперечисленные элементы составляют ротор, который помещают в корпус, выполненный из стали. Толщина корпуса составляет 10–15 мм, внутри он покрыт броневыми плитами (толщиной 20–30 мм). Била из-за интенсивной работы подвержены износу. В сравнении с ШБМ била в ММ изнашиваются быстрее металлических шаров. В качестве сушильного агента здесь также выступает горячий воздух или топочные газы. При размоле вышеперечисленных видов топлив ММ имеют в 1,5–2 раза меньший удельный расход энергии, чем ШБМ [1].

Размол некоторых видов КУ более эффективно осуществлять с помощью среднеходных валковых мельниц (МВС). МВС имеют сравнительно небольшой удельный расход электроэнергии на размол, характеризуется малым износом мелющих элементов. Для них характерна компактность, меньший уровень шума, однако они имеют повышенную чувствительность к металлическим предметам, который могут попасть в мельницу вместе с дробленным топливом. Принцип работы мельницы заключается в том, что топливо подают на вращающийся стол и за счет центробежных сил оно попадает под валки и раздавливается. Измельченное топливо выносится потоками воздуха в сепаратор.

В отдельных случаях, когда необходимо работать с сильно влажными БУ, рационально применять мельницы вентиляторы (МВ). В данной конструкции ротор выполняет сразу две функции: функцию мелющего устройства и функцию крыльчаток вентилятора. По удельному расходу на размол угля МВ совпадает или близко к ММ. На выходе получаем грубый размол топлива.

После разлома в мельницах пыль поступает в сепаратор. Здесь мелкие частицы пыли отделяются от более крупных. Более крупные частицы направляются обратно в мельницу, а частицы пыли нужного размера уносятся потоками горячего воздуха.

Далее речь пойдет о системе пылеприготовления. Другими словами, система пылеприготовления (СПП) представляет собой совокупность оборудования, которое так или иначе используется для размола, сушки и транспорта угольной пыли к горелкам котла. Можно выделить два вида СПП:

- Центральная СПП отличается большой сложностью, а ее оборудование имеет большую цену. Ее спокойно можно назвать недостаточно надежной, как следствие центральная СПП имеет узкое применение. Здесь пыль получают в отдельном здании, другими словами, размольные установки обособлены от котла. Готовую пыль в дальнейшем используют для всех котлов, которые есть на станции.
- Индивидуальная СПП отличаются простотой и надежностью и здесь размольные установки установлены непосредственно у котла. Пыль в свою очередь может передаваться и соседним агрегатам. Существует два типа индивидуальных СПП. Индивидуальная СПП с прямым вдуванием, в случае которой промежуточная емкость для пыли не предусмотрена. Из-за жесткой связи пылесистемы и котла к ней выдвигаются особые требования. Нагрузка мельницы пропорциональна нагрузке котла. Достоинства данной схемы заключается в простоте, компактности (небольшое количество оборудования), низкой энергозатратности на размол и транспорт пыли. Минусом является невозможность передачи пыли другим котлам, следовательно, каждый котел должен иметь свою мельницу. При остановке одной из мельниц оставшиеся должны обеспечить не менее 90% производительности парового котла. Напротив, индивидуальная СПП с промежуточным бункером предусматривает возможность переброса части угольной пыли в бункеры других пылесистем. Как следствие, мельница может работать при постоянной нагрузке. Это позволяет использовать ШБМ в данной схеме. Запас пыли

позволяет останавливать мельницы для их ремонта. Для данной схемы характерна сложность и громоздкость [2].

Заключение

В заключении стоит отметить важность подготовки угольного топлива к сжиганию. Благодаря этому можно эффективно использовать тот или иной вид топлива. Однако, необходимо учитывать и его влияние на окружающую среду. Развитие и применение более экологически чистых технологий и методов может помочь уменьшить негативные последствия подготовки угольного топлива и снизить его воздействие на окружающую среду.

Литература

1. Котельные установки электростанций [Электронный ресурс] / Котельные установки электростанций. – Режим доступа: <https://teplota.org.ua/2013-08-30-reznikov-lipov-parovye-kotly-teplovux-elektrostantsii.html> /. – Дата доступа: 09.10.2023.
2. Подготовка угля и его использование на отечественных ТЭС [Электронный ресурс] / Подготовка угля и его использование на отечественных ТЭС. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-uglya-i-ego-ispolzovanie-na-otchestvennyh-tes/viewer> /. – Дата доступа: 11.09.2023.