

«М.А.Гендельманның 110 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары–19» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 19», посвященной 110-летию М.А. Гендельмана». - 2023.- Т. I, Ч. V.- С. 23-26.

**УДК 621.553:6 (045)**

## **РАЗРАБОТКА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ МЕЛЬНИЦЫ С ОДНИМ ВАЛКОМ**

<sup>1</sup>Алияров Б. К. д.т.н., профессор

<sup>2</sup>Мергалимова А. К. доктор PhD

<sup>3</sup>Омаров А. М. докторант

*НАО "Алматинский университет энергетики и связи имени Г.  
Даукенова", г. Алматы  
Казахский агротехнический исследовательский университет им.  
С.Сейфуллина,  
г. Астана*

На современных тепловых электростанциях твердое топливо сжигается во взвешенном состоянии в топке котла, поэтому энергетики, при оценке качества топлива, поступающего на тепловые электрические станции, уделяют и соответственно определяют следующие характеристики:

1. Размольная способность: определяет производительность и продолжительность работы оборудования дробления и/или измельчения,
2. Сыпучие свойства: влияют на непрерывность поступления угля из различных бункеров,
3. Склонность к окислению: определяет возможное возгорание в штабелях и снижение теплоты сгорания при длительном хранении,
4. Плавкость минеральной части,
5. Абразивность частиц измельченного угля [1].

Для измельчения крупных кусков сырого топлива в пригодную для сжигания угольную пыль, твердое топливо проходит процесс подготовки в системе пылеприготовления, заключающийся в предварительном дроблении, подсушке и размоле. В результате получается угольная пыль необходимой тонины помола [2].

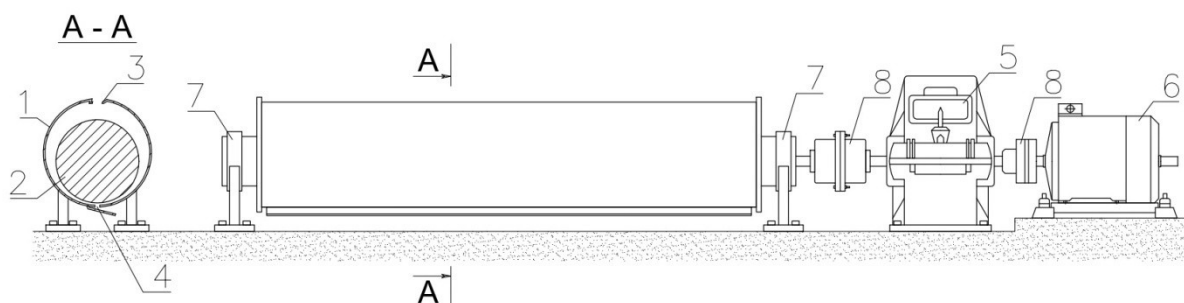
В угольной энергетике для размола твердого топлива используются в основном три типа мельниц: шаровая барабанная (ШБМ), молотковая (ММ), среднеходная (СМ) и мельницы-вентилятор (М-В). В шаровой барабанной

мельнице в качестве размалывающего органа применяются чугунные шары, которые движутся по круговой в месте с барабаном, а затем падают на уголь с определенной высоты по параболе. Уголь измельчается в результате истирания при относительном перемещении мелющих тел и частиц самого угля, а также вследствие ударов. Молотковые мельницы относятся к классу быстроходных, и размол топлива осуществляется за счет удара бил о поступающие куски угля, а также путем истирающего действия бил по углю в пространстве. Измельчение топлива в среднеходных волковых мельницах происходит раздавливанием кусков угля на вращающемся радиальном столе за счет прижимаемых к слою угля вращающихся стальных шаров или конических валков. Мельницы-вентиляторы выполняют одновременно роль и вентилятора, подсасывающего сушильный агент – топочные газы к мельничной установке, и собственно мельницы. Размол топлива в мельницах-вентиляторах осуществляется практически по принципу чистого удара мелющих элементов – лопаток ротора о частицы топлива, поступающего вместе с сушильным газом ко всасу мельницы-вентилятора. По частоте вращения мельницы-вентилятор относятся к классу быстроходных мельниц. Вынос готового измельченного вещества из всех типов мельниц производится подаваемым воздухом. Из данного описания видно, что во всех типах практически исключена возможность измельчения до заданных размеров частиц в самих мельницах и требуемый размер частиц обеспечивается специальными центробежными сепараторами[3].

Помимо этого у каждого типа мельниц имеются и другие недостатки. Например, к недостаткам шаровой мельницы относятся их значительные металлоемкость и износ мелющих тел, сильный шум, а также для обеспечения подъема шаров на требуемую высоту необходимо вращать корпус мельницы вместе с частью поступившего угля, что приводит к повышенным затратам энергии на размол. Молотковые мельницы обладают повышенной чувствительностью к попаданию посторонних предметов, также их недостатком является быстрый износ бил, требующий их частой замены. В среднеходных мельницах усложнена подача размалываемого угля и достаточно сложный вынос готовой угольной пыли. Также недостатком среднеходных мельниц являются повышенные затраты на ремонт, связанный со сложностью конструкции и износом мелющих органов: шары или валки и элементы размольной плиты. К недостаткам мельницы-вентилятора относятся ограниченность области применения (для размола мягких влажных бурых углей и фрезерного торфа) и низкая экономичность. Распределение получаемой смеси (в молотковых или среднеходных

мельницах) между горелками (слабо регулируемое) производится в головке сепаратора [4].

В связи с этим предлагается конструкция универсального размалывающего устройства, в виде двух, не соосно расположенных, цилиндров, в котором измельчителем служит внутренний вращающийся цилиндр (рисунок 1). При таком размещении цилиндров поперечный размер пространства между цилиндрами по ходу движения угленосителя уменьшается, равной разнице между радиусами внешнего и внутреннего цилиндров до полного контакта между поверхностями двух цилиндров. За счет изменений диаметра внутреннего цилиндра существует возможность использовать данную мельницу для размолва различных фракций, чем и обуславливается универсальность конструкции.



1 - внешний цилиндр; 2 - внутренний размалывающий цилиндр; 3 - направляющая для засыпки топлива; 4 - направляющая для вывода размолотого продукта; 5 - редуктор для регулировки скорости вращения внутреннего цилиндра; 6 - привод редуктора; 7 - опоры мельницы; 8 - муфтовые соединения вала

Рисунок 1 - Схема несоосного универсального размалывающего устройства

Процесс измельчения в этой мельнице происходит примерно по следующей последовательности: размалываемый уголь из бункера (так называемого БСУ - бункера сырого угля) поступает в зазор по образующей внешнего цилиндра с требуемой шириной и с протяженностью равной 0.7 - 0.9 длины внутреннего цилиндра. Однако, ширина входного зазора не должна превышать разницу между диаметрами внутреннего и наружного цилиндров для предотвращения застревания кусков угля. Наличие такого протяженного зазора с заметным размером практически исключает любое ограничение по объему поступления угля. Затем, поступивший уголь, за счет собственного веса и за счет «протягивания» вращающимся внутренним

цилиндром, перемещается от места ввода размалываемого угля к месту выхода готовой угольной пыли. Это приводит к тому, что на каждом участке движения угля происходит «раздавливание» только тех кусков угля, размер которых превышает величину зазора между цилиндрами в этом месте (в традиционных валковых мельницах раздавливаются и измельченные частицы угля. Измельченный уголь удаляется через щель, также по образующей внешнего цилиндра, в нижней части. При этом истечение пыли из выходных щелей должно происходить без проблем за счет того, что угольная пыль обладает свойством текучести как жидкость.

Из описания на рисунке 1 видно, что предлагаемая конструкция мельницы сочетает в себе достоинство шаровой мельницы – размол угля происходит в объеме барабана и достоинство валковой мельницы – размол достигается раздавливанием. Кроме того, эта конструкция имеет и свое «собственное» достоинство – достигается постепенное измельчение угля по окружности внутреннего цилиндра, что снижает затраты энергии на размол, даже относительно среднеходных мельниц.

Возможность размещения мельниц на каждой стороне топки позволяет устанавливать близкие по длине пылепроводы для каждой горелки. Возможность установки бункерами угольной пыли питателей для каждой горелки обеспечит поступление в каждую горелку требуемого количества топлива при существующем регулировании количества воздуха. При такой схеме подачи угольной пыли и воздуха в горелки, температура аэросмеси (один из значимых факторов в процессе воспламенения угольного факела) ограничивается только достижимой температурой нагрева воздуха в подогревателе воздуха.

В предлагаемой конструкции сохранен основной принцип работы валковых мельниц – измельчение угля раздавливанием, которое происходит в зазоре между внутренней поверхностью внешнего цилиндра (что представляет собой размольный стол) и наружной поверхностью внутреннего цилиндра (своего рода аналог работы конусных дробилок). Раздавливающее усилие определяется весом внутреннего цилиндра и скоростью его вращения (аналог ударных дробилок).

В результате предлагаемая мельница с цилиндрическими валками представляет собой своеобразный вариант валковых среднеходных мельниц (МВС). При этом, предлагаемую мельницу, правильнее будет называть «мельницы малого хода» т.к. число оборотов мелющего органа менее 10 об/мин, близко к частоте вращения барабана шаровой мельницы. Однако, в отличие от валковых мельниц, в которых подвижными частями являются как размольный стол, так и оба конических волка, в предлагаемой конструкции

подвижным узлом является только внутренний цилиндр. Данный факт свидетельствует о более высокой надежности цилиндрической мельницы. Еще одним сходством является то, что раздавливание угля внутренним цилиндром осуществляется за счет веса самого цилиндра. Возможность перемещения выходного зазора различной ширины (которых может быть и несколько) для готовой угольной пыли (размещаемого также практически по всей длине внешнего цилиндра) по периметру внешнего цилиндра обеспечивает получение частиц угля требуемого размера без сепараторов, неизбежно присутствующих в других мельницах.

Процесс размола топлива сопровождается износом поверхности мелющих органов. В связи с тем, что скорость движения размалывающей поверхности незначительна (на уровне 1-2 м/сек) абразивный износ мелющих органов будет весьма замедленным. Восстановление мелющей поверхности будет производиться за очень короткий промежуток времени, т.к. для этого потребуется всего лишь извлечение и замена или восстановление наружной поверхности внутреннего цилиндра и внутренней поверхности наружного цилиндра. За счет чего увеличивается цикл работы мельницы между отказами из-за поломки. Можно отметить, что износ наружных стенок объема измельчения наблюдается во всех типах известных мельниц.

#### Список литературы

- 1 Aliyarov B.K. METHODOLOGY AND EXPERIMENTAL SETUP FOR THE STUDY OF RELATIVE ABRASIVENESS OF BULK SOLIDS [Text]/ News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2022. –P.14-22. (Scopus)<https://library.kazatu.kz:2057/record/display.uri?eid=2-s2.0-85125096579&origin=resultslist&sort=plf-f>
- 2 Г.Н. Делягин, В.И. Лебедев, Б.А. Пермяков. Теплогенерирующие установки [Текст]: Учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ООО "ИД "БАСТЕТ", 2010. – 624с.
- 3 Хзмалян Д.М., Каган Я.А. Теория горения и топочные устройства[Текст] / «Энергия». 1976. – 488 с.
- 4 М.А. Стырчиков, К.Я. Катковская, Е.П. Серов Котельные агрегаты[Текст] / - Москва, Госэнергоиздат, 1958. - 488 с.