

«Сейфуллин окулары – 16: Жаңа формациядағы жастар ғылыми – Қазақстанның болашағы» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Международной научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 16: Молодежная наука новой формации – будущее Казахстана». - 2020. - Т.1, Ч.2 - С.261-265

КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СЖИГАНИЯ УГЛЕЙ

Мерғалимова А.К.

В последние годы за углем произошло устойчивое закрепление названия экологически недружелюбного топлива. На самом деле следует больше говорить о применяемой технологии сжигания угля, приводящей к таким показателям. В наиболее общем случае неудачной организацией процесса сжигания можно сделать любое топливо экологически менее дружелюбным к окружающей среде. Например, при сжигании мазута можно «получить» большое образование сажи, сжигание природного газа можно «довести» до неприемлемого уровня по выбросам оксида углерода.

В 50-е годы прошлого столетия, приход угля в сельскую местность был, по существу революционной технологией – население было избавлено от необходимости заготавливания дров на весь отопительный период и от практически постоянного закладывания дров в печи. Этот шаг - переход на сжигание угля в те годы, возможно был более желательным и востребованным, даже относительно перехода на газовое отопление в последние годы. Можно отметить, что в те годы для населения поставлялись Кузнецкий и Карагандинский уголь высокого качества. Появление угля «спасло» скудный лес в большинстве регионов Казахстана.

В последующем развитие тепловой энергетики происходило на основе слоевого сжигания углей в топках котлов. Необходимо отметить, что при слоевом сжигании угля (особенно, с размером частиц «орех»), что требуется по инструкции) воздействие энергетических объектов на окружающую среду было относительно незначительным (выбросы летучей золы и окислов азота были многократно меньше относительно уровня, наблюдающегося при пылевидном сжигании, существенно проще схема связывания серы). Однако стремительный рост единичной мощности котельных агрегатов потребовал перехода на пылевидное сжигание углей.

Можно заметить, что пылевидное сжигание достаточно универсально по требованиям к качеству сжигаемого угля. т.к. глубокое измельчение обеспечивает приемлемую экономичность процесса сжигания практически любого угля.

Можно отметить, что переход на пылевидное сжигание по существу изменил систему подготовки топлива к сжиганию. В частности, на всех объектах были установлены мельницы с сушкой топлива в процессе измельчения, создана система регулирования размера выносимых частиц угольной пыли (в виде сепараторов и другие). С другой стороны глубокое измельчение заметно усложнило улавливание летучей золы после котла и в

результате появились весьма дорогие многопольные электрические фильтры, эмульгаторы и т.д.

При этом также было обнаружено, что при пылевидном сжигании угля уровень образования окислов азота в несколько раз превосходит уровень, который наблюдается при сжигании природного газа или при сжигании того же угля в слое. Многочисленные методы снижения этого уровня пока не приводят к желательному результату.

Очевидно также, что при пылевидном сжигании практически вся сера, присутствующая в угле переходит, преимущественно, в двуокись серы. Широко применяемые устройства по связыванию окислов серы в дымовых газах весьма громоздки и достаточно дорогие.

Тем не менее энергия, полученная на объекте со сжиганием угля, оснащенный системой приготовления угольной пыли, с дорогими устройствами улавливания летучей золы, имеющая дорогую систему связывания окислов серы, вполне способна конкурировать с энергией на природном газе. Другим отрицательным свойством сжигания угля (в слое или пылевидное) можно считать неизбежное применение паровых турбин, при котором полнота преобразования энергии топлива в электрическую энергию (так называемая полнота цикла относительно маленькая (на уровне 40-45 процентов))

Современные экономисты убеждают, что основа рыночной экономики это приобретение продукта по соотношению цена – качество. Если следовать этому принципу, то в большинстве стран сжигание угля в энергетике практически не имеет альтернативы.

С другой стороны, в угле в достаточном количестве присутствует газообразная составляющая (так называемые горючие летучие, для обычных углей от 25 до 50 процентов от массы). Последние исследования показали, что теплота сгорания этого газообразного вещества превосходит теплоту сгорания бедного природного газа. Эти результаты открывают новые перспективы в области технологии использования угля в энергетике. В частности, извлекаемое газообразное топливо может сжигаться в газовой турбине с последующим использованием тепла отработанных газов в топке котла (своего рода аналог интегрированной газификации). В результате доля производства электрической энергии при сжигании угля может возрасти на 5-10 процентов (эта величина прироста обычно достигается на объектах со сжиганием природного газа в режиме с парогазовым циклом).

Оригинальные опыты профессора Темирбаева Д.Ж. показали, что при недостаточности кислорода в зоне выделения азотосодержащих газообразных веществ (это, как правило, зона воспламенения угольной пыли) основная часть будущих окислов азота переходит в инертную форму и происходит заметное снижение концентрации окислов азота в дымовых газах, которая, при оптимистичной оценке, может приблизиться к уровню, наблюдающемуся при сжигании природного газа. Более того, в результате «предварительного» извлечения части летучих горючих веществ, (своего рода «четвертькоксование») оставшаяся часть угля становится, как бы менее

генерирующим окислы азота. Это позволяет рассматривать узел термической обработки своего рода «подавителем» образования окислов азота и только этот фактор может сделать экономически приемлемым установку этого узла в тракте движения топлива. Более того, уголь прошедший термическую обработку будет заметно меньше генерировать окислы азота и при пылевидном сжигании.

Для улучшения экологических показателей объектов, сжигающих уголь можно рассмотреть возможность совмещения слоевого и пылевидного сжигания с участием сжигания газообразных веществ. В этом случае объект, сжигающий уголь может выглядеть следующим образом. На рисунке 1 представлена схема комбинированной технологии сжигания углей со сниженным воздействием на окружающую среду.

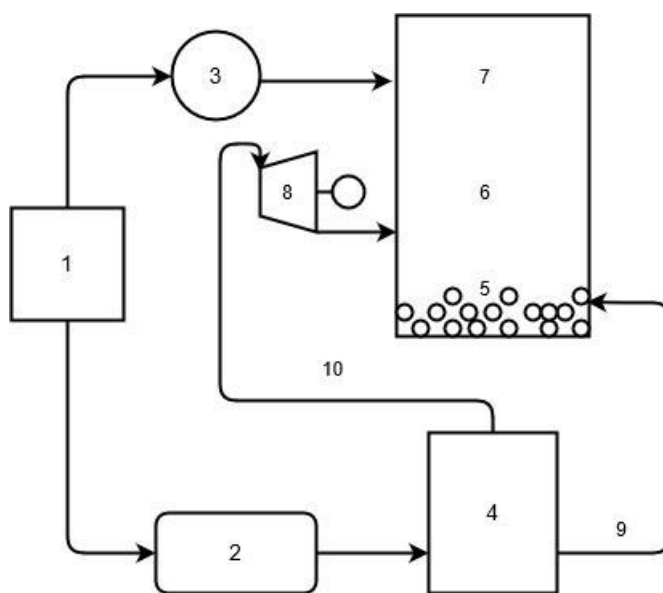


Рис. 1 – Схема комбинированной технологии сжигания углей со сниженным воздействием на окружающую среду.

1 – Узел термической обработки угля, 2 – дробильное устройство, 3 – мельница, 4 – узел термической обработки угля, 5 – зона основное сжигания топлива в слое, 6 – зона сжигания газообразных продуктов, 7 – зона пылевидного сжигания угля для обеспечения перегрева, 8 – газовая турбина, 9 – подача твердых продуктов термообработки угля, 10 – подача газообразных продуктов термообработки угля.

На узле приемки поступившего угля (1) производится классификация с выделением частиц угля с размером «орех». При этом, более мелкая часть угля направляется в мельницу(3), для последующего измельчения до уровня угольной пыли. Угольные частицы с размером «орех» подаются в слоевые топки(4), которые по существу будут представлять собой набор предтопок,

размещаемых в нижней части топки (на уровне холодной воронки или нижней радиационной части), в которых сжигается основная часть поступившего угля. На уровень, близкий к средней радиационной части (6), в топку поступают отработанные газы газовой турбины (8) (они могут подаваться в слой), сжигающей горючие летучие, извлеченные из угля в специальном узле термической обработки угля. На уровне, соответствующем верхней радиационной части топки (7) происходит пылевидное сжигание части от общего объема угля (обеспечить требуемый перегрев пара).

В результате выбросы летучей золы в атмосферу снизятся до уровня соответствующего уровню улавливания выше 99% при пылевидном сжигании при используемом оборудовании со степенью улавливания 98%. Можно ожидать, что концентрация окислов азота в дымовых газах снизятся до 500 мг/м³. При стехиометрическом добавлении в слой угля известняка и известкового «молочка» в воду, орошающую стенки скруббера, содержание окислов серы также снизятся до уровня 700 – 800 мг/м³.

В этой технологии вполне возможно некоторое возрастание потерь тепла с уходящими газами (в основном в связи с повышенным коэффициентом избытка воздуха в части сжигания газообразного вещества и с высоким избытком воздуха при слоевом сжигании) и с механическим недожогом (в связи с возрастанием содержания углерода в «провале»), которые будут своеобразной платой за снижение воздействия на окружающую среду.

Эти результаты показывают, что при реализации ряда технических и технологических решений, воздействие объекта, сжигающего уголь, на окружающую среду может снизиться заметно и сделает уголь экологически приемлемым топливом.

Очевидно, что глобальное загрязнение атмосферы происходит от выбросов с площади конкретной страны из конкретных источников. При назывании угля экологически недружелюбным топливом, из рассмотрения исключается плотность генерации с единицы площади страны, которая «подменяется» на выбросы из конкретного объекта. Если, для примера, сравнить плотность генерации электрической энергии из единицы площади Казахстана и Германии, то она для Казахстана меньше почти в 50 раз. Преобладание сжигания газа в Германии может уменьшить воздействие на глобальное загрязнение в 10 раз. Это означает, что даже при этом, участие Казахстана в глобальном загрязнении будет меньше величины для Германии в 5 раз. Даже при таком упрощенном сравнении вполне можно сделать вывод о возможности применения для стран с малой плотностью генерации заметно «смягченные» нормативы по воздействию на окружающую среду.

Для конкретизации этого вывода можно рассмотреть улавливание летучей золы. Совершенно очевидно, что по мере повышения степени улавливания золы количество золы, поступающей в атмосферу и воздействующей на окружающую среду, будет уменьшаться линейно с выходом на нулевой выброс при достижении 100 процентного улавливания.

С такой же степенью очевидности можно утверждать, что затраты на повышение степени улавливания будут расти далеко не по линейному закону, и правильнее будет говорить об экспоненциальной зависимости, начиная с определенной степени улавливания (ориентировочно с величины 96 процентов).

Это означает, что один рыночный параметр - качество (уменьшение выбросов золы) улучшается по линейному закону (с достаточно малым наклоном), в то время как второй параметр – цена, возрастает по достаточно крутой экспоненте - ухудшается. Такое соотношение снижения воздействия на окружающую среду и роста затрат на снижение выбросов, после определенной степени улавливания, делает неизбежным появление экономически (рыночно) оправданной степени улавливания золы. Для многих стран эта степень может находиться на уровне 98 процентов. Количество летучей золы, поступающей в атмосферу от предложенной технологии будет соответствовать улавливанию (при пылевидном сжигании угля) на уровне выше 99 процентов. Примерно такие же величины могут быть установлены для окислов серы и азота, которые будут относительно дешево достигаться при использовании предложенной технологии сжигания углей

Если рассматривать использование возобновляемых источников энергии (наверно правильнее будет их называть неисчерпаемые), которое, как правило, противопоставляется сжиганию угля, по рыночному принципу цена – качество можно относительно быстро установить, что для Казахстана наиболее экономически приемлемым окажется использование малых и очень малых источников гидравлической энергии с строительством автономных миниГЭС (с установленной мощностью в несколько сотен кВт) и особенно микроГЭС (на уровне нескольких десятков кВт). Если, при этом ориентироваться на широкое применение гидравлического аккумулирования энергии потоков воды, по схеме предложенной в Казахстане, то привлекательность малых и особенно, микроГЭС, с суммарной мощностью, больше мощности всех действующих ГЭС Казахстана, становится бесспорной. Очевидно, что применение автономных источников заметно уменьшит потери в сетях, особенно с малым напряжением при транспортировании малых объемов.

Список литературы

1 Алияров Б.К., Алиярова М.Б. Казахстан: энергетическая безопасность, энергетическая эффективность и устойчивость развития энергетики. – Алматы: Гылым, 2010. – 277 с.

2 Алияров Б.К., Алиярова М.Б. Сжигание Казахстанских углей на ТЭС и на крупных котельных. – Алматы: Гылым, 2012. – 304 с.

3 Ермагамбет Б.Т., Касенов Б.К. и др. Чистые угольные технологии: теория и практика. – Караганда: «TENGRİ Ltd», 2013. – 276 с.

4 Алияров Б.К., Мергалимова А.К. О преимуществах использования газа для растопки котлоагрегатов // Материалы I международной научно-практической конференции студентов и аспирантов / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2017. – С. 6-10.

5 Пат. 2450. Способ безмазутной растопки котлоагрегатов / Алияров Б.К., Мергалимова А.К.; опубл.30.10.2017, Бюл.№20.

6 Алияров Б.К., Мергалимова А.К. На ТЭС и котельных мазут или сжатый газ?: Матер. IV Междунар. науч. - практ. конф., посвященная 20 - летию Евразийского национального университета им Л.Н. Гумилева «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения». – Астана, 2016. – С. 43-46.

7 Обоснование перспектив применения инновационных технологий комплексной и глубокой переработки углей в Приморском крае АНО «Центр стратегических исследований топливно-энергетического комплекса Дальнего Востока». - 2013

8 Aliyarov B., Mergalimova A., Zhalmagambetova U. Application of coal thermal treatment technology for oil-free firing of boilers // Latvian journal of physics and technical sciences. – 2018. - Vol 2. – P. 45-54.