

## ТЕХНОЛОГИЯ СЖИГАНИЯ УГЛЕЙ СО СНИЖЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

**Авторы:** Алияров Б.К., Мергалимова А.К.

**Организации:** НАО «Алматинский Университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева», г. Алматы, Казахстан. Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина, г. Нур-Султан, Казахстан.

В последние годы за углем закрепилось название экологически недружелюбного топлива [1]. 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.

В 50-е годы прошлого столетия, приход угля в сельскую местность был, по существу революционной технологией – население было избавлено от необходимости заготовливания 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. Появление угля «спасло» скудный лес в большинстве регионов Казахстана.

В последующем развитие тепловой энергетики происходило на основе слоевого сжигания углей в топках котлов, при котором воздействие энергетических объектов на окружающую среду было относительно незначительным (выбросы летучей золы и окислов азота и серы. Более того при пробных экспериментах со сжиганием угля в слое с заданной толщиной слоя было установлено, что уровень образования окислов азота оказался близким к уровню, который традиционно наблюдается при сжигании природного газа.

Однако стремительный рост единичной мощности котельных агрегатов потребовал перехода на пылевидное сжигание углей, которое оказалось достаточно универсально по требованиям к качеству сжигаемого угля.

Однако при пылевидном сжигании угля уровень образования окислов азота и серы в несколько раз превосходит уровень, который наблюдается при сжигании того же угля в слое. Широко применяемые устройства по связыванию окислов серы в дымовых газах пока весьма громоздки и достаточно дорогие. Многочисленные методы снижения этих выбросов пока не приводят к желательному результату [2,3,4].

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. Это означает что в большинстве стран сжигание угля в энергетике практически не имеет альтернативы.

Известно, что 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 с теплотой сгорания на уровне «бедного» природного газа. Извлеченные летучие вещества угля могут подаваться в слой топлива или может сжигаться в газовой турбине. В последнем случае доля производства электрической энергии при сжигании угля может возрасти на 5-10 процентов, что обычно достигается на объектах со сжиганием природного газа с парогазовым циклом) С достаточным успехом эти летучие вещества могут быть использованы и для растопки котла и для стабилизации воспламенения угольного факела [4,5,6,7,8]. Более того, они же могут использоваться для снабжения отдаленных изолированных поселков газообразным топливом [3].

Оригинальные опыты профессора Темирбаева Д.Ж. показали, что при недостаточности кислорода в зоне выделения азотсодержащих газообразных веществ (при воспламенении угольной пыли) основная часть будущих окислов азота переходит в инертную форму и происходит заметное снижение концентрации окислов азота в дымовых газах. Более того, в результате «предварительного» извлечения части летучих горючих веществ, 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.

Этот анализ показывает, что для улучшения экологических и экономических показателей объектов, сжигающих уголь можно рассмотреть вариант совмещения слоевого и пылевидного сжигания с участием сжигания газообразных веществ [9].

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.

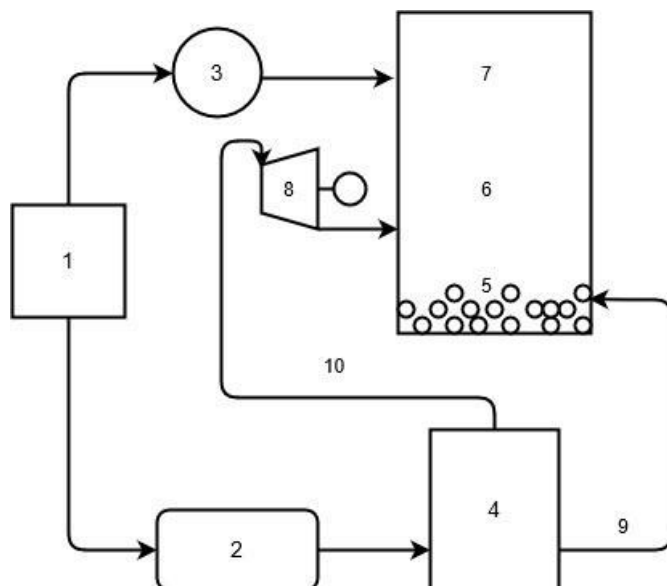


Рис. 1 – Схема комбинированной технологии сжигания углей со сниженным воздействием на окружающую среду.

1 – узел приема угля, 2 – дробильное устройство, 3 – мельница, 4 – узел термической обработки угля, 5 – зона основного сжигания топлива (в слое), 6 – зона сжигания газообразных продуктов, 7 – зона пылевидного сжигания угля для обеспечения перегрева пара, 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 на набор предтопок, размещаемых в нижней части топки, в которых сжигается основная часть поступившего угля. На уровень, близкий к средней радиационной части (6), в топку поступают отработанные газы газовой турбины (8) сжигающей горючие летучие, 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/м<sup>3</sup>. 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/м<sup>3</sup>.

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 в газовой турбине 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 при «попытках» снижения воздействия сжигания угля на атмосферу «появляется» оптимальное значение. Для конкретизации этого вывода можно рассмотреть улавливание летучей золы. Совершенно очевидно, что по мере повышения степени улавливания золы количество золы, поступающей в атмосферу, будет уменьшаться линейно. При этом затраты на повышение степени улавливания будут расти по экспоненциальной зависимости, ориентировочно, начиная с величины 96 процентов.

Для многих стран, с относительно малой величиной плотности размещения угольных устройств, 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, что будет приемлемо и для развитых стран.

Если рассматривать использование возобновляемых источников энергии, то для Казахстана наиболее экономически приемлемым окажется строительство автономных миниГЭС (с установленной мощностью в несколько сотен кВт) и особенно, микроГЭС (на уровне нескольких десятков кВт) с сумарной мощностью, больше мощности всех действующих ГЭС Казахстана. При широком применении гидравлического аккумулирования энергии потоков воды, по схеме предложенной в Казахстане, привлекательность таких ГАЭС, становится бесспорной.

#### Литература:

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 Казахских 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.

9. Стырикович М.А., Катовская К.Я., Серов Е.П. Котельные установки М-Л.1959 с

86