

Н. Д. ТАСКАЕВ

**ГАЗИФИКАЦИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО ТОПЛИВА В
ГЕНЕРАТОРАХ ФОНТАННОГО ТИПА**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Институт химии Киргизского филиала АН СССР
 Научный руководитель:
 профессор И. Г. Дружинин

72466

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
 БИБЛИОТЕКА
 А. Н. Киргизской ССР

Подписано к печати 12/V—1954 г.

0,75 печ. л. 1

Д—05244

Тираж 120

Зак. 551

г. Фрунзе, тип. КиргизФАН СССР

ВВЕДЕНИЕ

Директивами XIX съезда КПСС предусматривается широкий размах работ в области производства газа из угля и сланцев. Наряду с этим имеется в виду значительное расширение добычи местных углей.

Поставленная задача требует всестороннего изучения рациональных способов переработки имеющихся видов местного топлива и изыскания путей интенсификации процессов газификации.

Вопросы использования местного топлива особенно актуальны для Средней Азии, где месторождения углей встречаются почти повсеместно. Большинство этих месторождений представлено бурыми углями. Наибольшее значение из них имеют месторождения: Кызыл-Кия, Сулюкта, Кок-Янгак, Ленгер и Ангрэн. Для Киргизской ССР уголь Ангрэнского месторождения представляет основной вид топлива, поэтому вопрос рационального использования его является важной народнохозяйственной задачей.

Угли Средней Азии (в том числе и уголь месторождения Ангрэн) по своим физико-химическим свойствам представляют механически непрочные угли, которые как в процессе добычи, так и при непродолжительном хранении легко превращаются в мелочь, поэтому изыскание рационального метода их переработки сводится к вопросу переработки мелкозернистого топлива.

Одним из рациональных способов переработки углей в современной энергетике является их газификация.

Изучением вопроса газификации мелкозернистого топлива занимались исследователи разных стран. Особенно большие работы проведены в Советском Союзе.

Работами советских ученых созданы специальные конструкции для сжигания и газификации мелкозернистого топлива (генераторы: ВНИГИ, ГИАП, Инсторфа, Казаринова; топки Кнорре, Померанцева, Тагера и т. д.).

Применяемый в этих конструкциях аэродинамический характер организации угольного слоя можно разделить на ряд видов: плотный слой, кипящий слой, вихревой, циркулирующий, взвешенный.

Имеющиеся экспериментальные и теоретические иссле-

дования, главным образом, относятся к кипящему слою и в несколько меньшей степени к остальным видам слоя.

Вопросу применения циркулирующего слоя посвящено несколько работ по сжиганию мелкозернистого топлива в топках аэрофонтанного типа. Однако в этих работах не был достигнут бесшлаковочный режим. Отсюда и возникло мнение о непригодности указанного способа для сжигания многозольных топлив.

Совершенно не изучен вопрос газификации различных видов мелкозернистого топлива методом циркулирующего слоя в условиях фонтанирования.

Между тем, при наличии высоких температур, высоких скоростей дутья, хорошем контакте воздуха с углем — всех тех факторов, которые определяют скорость реакции, этот метод может быть перспективным.

В настоящей работе дано освещение следующих основных разделов:

1) изучения поведения угольной загрузки в условиях фонтанирования;

2) испытания конструкции генератора промышленного типа, обеспечивающего ведение бесшлаковочного режима;

3) экспериментальных данных по исследованию процесса газификации местных углей Средней Азии, в частности углей Ангреновского месторождения, методом циркулирующего слоя в условиях фонтанирования.

1. АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА ФОНТАНИРОВАНИЯ

Циркулирующий слой является естественным развитием кипящего слоя и занимает промежуточное положение между кипящим слоем и взвешенным состоянием.

Для организации циркулирующего слоя в генераторе фонтанного типа использовался угольный штыб Ангреновского месторождения широкой фракции с размером частиц от 0 до 10 мм, без подсушки и предварительного дробления или помола угля. Кроме того, для этой цели были использованы: торфяная крошка и древесные опилки. В качестве дутьевого агента применялся воздух без добавки пара.

Если для кипящего слоя необходимо условие, когда скорость дутья ($W_{г}$) < критической скорости дутья ($W_{кр}$), то для циркулирующего слоя $W_{г} > W_{кр}$.

Проведенными исследованиями установлено, что циркулирующий слой значительно отличается от других способов газификации угля величиной скорости дутья.

Таблица 1

Факторы	Плотный слой	Кипящий слой	Вихревой слой	Взвешенный слой	Циркулирующий слой (фонтанирование)
Скорость дутья в м/сек	1—2	3,5	30—150	60	41,8

Как известно, скорости дутья в условиях процесса газификации играют большую роль, т. к. реакция горения, протекающая в диффузионной области, определяется в значительной степени скоростью диффузионного потока, т. е. скоростью воздушного дутья, поэтому метод фонтанирования имеет некоторые преимущества перед другими методами, ибо осуществляется при наличии больших скоростей.

Не менее важной аэродинамической характеристикой процесса газификации является концентрация материала в потоке.

Проведенными испытаниями определено, что при методе фонтанирования концентрация материала достигает в циркулирующем потоке до 58 кг/м^3 , что выдвигает метод фонтанирования на одно из первых мест.

Таблица 2

Факторы	Метод	Плотн. слой	Кипящ. слой	Взвеш. слой	Вращ. взвеш. слой	Пыле-сжиг.	Циркул. слой фонтанирование
Концентр. материала кг/м^3		1000	500	0,2	10—50	0,02	56

Сопrotивление циркулирующего слоя проявляет зависимость от высоты слоя, размера частиц, удельного веса и может быть определено по формуле:

$$S = (0,6\gamma - 0,064 + 0,0166 d) H$$

В генераторе циркуляция угольного слоя осуществляется по замкнутому кругу. Угольные частицы вначале подхватываются дутьем и по оси генератора поднимаются вверх в виде фонтана, затем угольный поток теряет скорость, отходит к стенкам генератора и падает на дутьевые конусы, по которым частицы угля самотеком вновь подходят к воздушной струе, которой вновь увлекаются вверх.

Таким образом, циркулирующий слой для угольных частиц имеет две ветви: поднимающуюся и падающую. Ско-

рость воздушного потока по оси генератора значительно выше, чем у стенок генератора.

Основная масса угольной загрузки (91,6%) циркулирует в небольшом объеме реактора. Последнее обстоятельство создает многократность циркуляции и увеличивает концентрацию материала в реакционном объеме.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕРАТОРА ФОНТАННОГО ТИПА

Конструкция генератора выполнена с расчетом осуществления циркулирующего слоя и ведения бесшлаковочного режима в условиях фонтанирования.

Генератор выполнен в виде вертикальной шахты, нижняя часть которой имеет вид сужающегося книзу конуса. Отличительной особенностью генератора является то, что он не имеет колосниковой решетки и распределение воздуха в слой осуществляется через систему специальных конусов. Указанные конусы выполнены из металла и имеют назначение обеспечить ведение бесшлаковочного режима.

Для нормальной работы генератора эта конструктивная особенность имеет большое значение, так как до сих пор попытка осуществить процесс сжигания в топках аэрофонтанного типа приводила к неизбежной шлаковке устья шахты и нарушению процесса.

Основная масса циркулирующего слоя ограничена конусной частью генератора. Воздух поступает в генератор от вентилятора высокого давления и, прежде чем поступить в генератор, омывает металлические конусы, благодаря чему эти конусы всегда охлаждены.

В процессе горения в генераторе развиваются значительные температуры (1200—1300 °С) и зола угля, переходя в жидкоплавкое состояние, стекает по стенкам генератора на дутьевые конусы, на которых охлаждается и образует корки шлака. Так как конусы холодные, то жидкий шлак успевает застыть в верхней части конуса, а нижняя его часть, где расположено отверстие для впуска дутья, всегда оказывается свободным. Образующаяся корка шлака на металлических конусах периодически сбивается пикой.

Вертикальная часть генератора служит газификационной камерой, в которой угольные частицы распределяются в виде фонтана и частично во взвешенном состоянии.

Основные размеры генератора таковы: вертикальная часть имеет сечение 1,0×1,0 м и высота 2,8 м, конусная часть $d_1=150$ мм $d_2=1,0$ м и высота 0,7 м.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ГЕНЕРАТОРА

Исследование по изучению поведения угольной загрузки в условиях фонтанирования проводилось в две ступени. Вначале были изучены аэродинамические условия, необходимые для организации циркулирующего слоя на лабораторной модели, затем на основе полученных лабораторных данных был осуществлен процесс фонтанирования на опытном образце генератора промышленного типа.

Процесс газификации был изучен на различных видах мелкозернистого топлива как-то: бурoughольном штыбе месторождения Ангрэн, торфяной крошке Чуйских торфоразработок Кирг. ССР и древесных опилках.

По ходу исследования определялся гранулометрический состав топлива, уноса и шлака, физико-химический состав топлива и уноса. Состав газа определялся при различных режимах генератора, при этом отбор газа производился с различных точек генератора—как по ширине, так и по высоте.

В результате исследования выяснено, что состав газа в значительной степени зависит от производительности генератора, т. е. в конечном счете от концентрации материала в циркулирующем слое.

Режим давления в генераторе находится в прямой зависимости от напряжения дутья и расхода топлива. Небольшая высота слоя топлива дает возможность вести процесс фонтанирования с небольшим напором дутья (120 мм Н₂O). Это на много меньше чем в генераторах с „кипящим“ слоем. Такое обстоятельство имеет практическое значение, так как позволяет использовать обыкновенные вентиляторы среднего давления.

По ходу исследования определено, что давление внутри генератора распределяется аналогично условиям „кипящего“ слоя. По характеру графических кривых наибольшее давление замечается в конусной части генератора, т. е. там, где имеется налицо основная масса циркулирующего слоя.

Распределение температур в генераторе таково, что по оси генератора наблюдаются наивысшие температуры с максимумом (до 1250°) в середине генератора, а у периферии температура значительно ниже (800—900°С).

Состав топлива определяет состав газа, температурный режим и режим давления в генераторе.

Температуры в генераторе при работе на угле значительно выше, чем при работе на торфе и опилках. Состав газа при работе на угле имеет более высокую теплотворную способность, чем при работе на торфе или опилках.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ В ГЕНЕРАТОРЕ

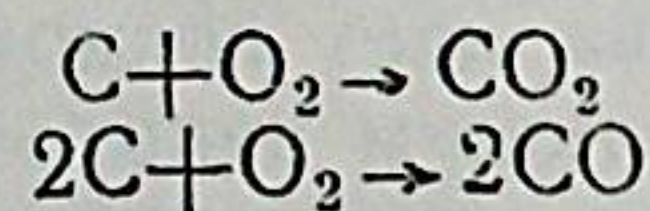
Проведенным испытанием установлено, что динамика газовыделения, температурный режим и аэродинамические условия процесса в генераторе фонтанного типа отличаются от условий газификации другими известными методами.

Процесс окисления до CO и CO₂ и восстановления углекислоты идут одновременно по всей высоте генератора. При этом наличие окисла CO наблюдается даже в начале кислородной зоны и постепенно увеличивается с высотой генератора; соответственно увеличивается и отношение $\frac{CO}{CO_2}$, что наглядно видно из табл. 3.

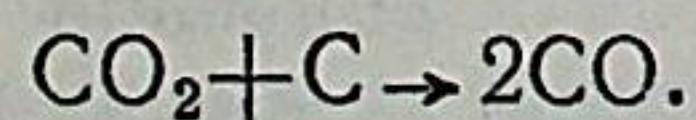
Таблица 3

Высота генератора см	10	20	30	40	60	150	350
Отношение $\frac{CO}{CO_2}$	0,13	0,18	0,28	0,57	1,2	2,0	2,1

Образование окислов может идти по одному из уравнений:



или через образование промежуточного окисла C_xO_y. С увеличением высоты генератора повышается температура реакции (до 1220 С). При наличии больших скоростей и высокой температуры интенсифицируется реакция восстановления CO₂, которая повышает в газе содержание окиси углерода согласно уравнению:



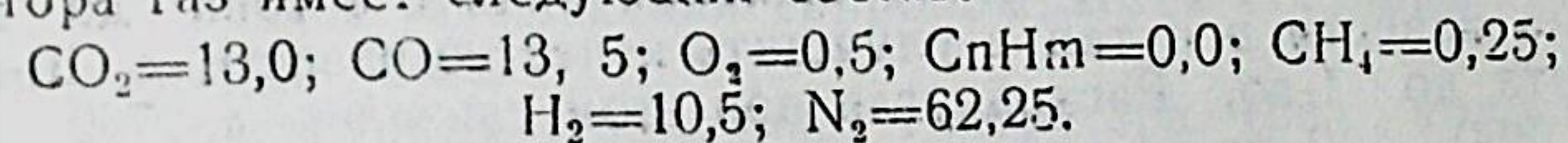
В генераторе фонтанного типа образование окислов происходит в газе одновременно, однако содержание этих окислов в газе неодинаково. Вначале кислородной зоны содержание CO₂ больше, чем CO. В зоне восстановления замечается значительный рост окисла CO за счет одновременно протекающих реакций окисления и восстановления.

В генераторе резкого разделения кислородной и восстановительной зоны нет. Условное деление генератора на такие зоны предполагает значительную протяженность таких зон. Длина кислородной зоны—0,5 м. Длина зоны восстановления—3 м.

СОСТАВ ГАЗА

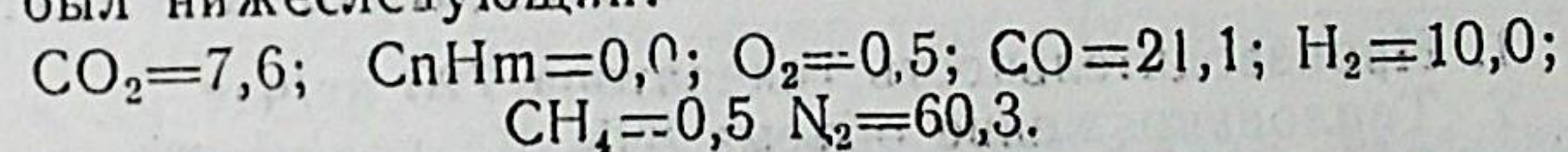
В зависимости от режима генератора и применяемого топлива изменяется состав газа. Генераторы фонтанного типа отличаются маневренностью. При работе с достаточной концентрацией топлива в слое—58 кг/м³, генераторы могут давать в качестве продуктов газификации низкокалорийный газ (теплотворная способность 712 кал/м³), или энергетический газ (теплотворная способность 1008 кал/м³). В случае небольшой концентрации топлива и большом расходе воздуха генератор развивает высокие температуры, дает в качестве продуктов горения дымовые газы и работает как аэрофонтанная топка.

При работе на низкокалорийный газ на выходе из генератора газ имеет следующий состав:



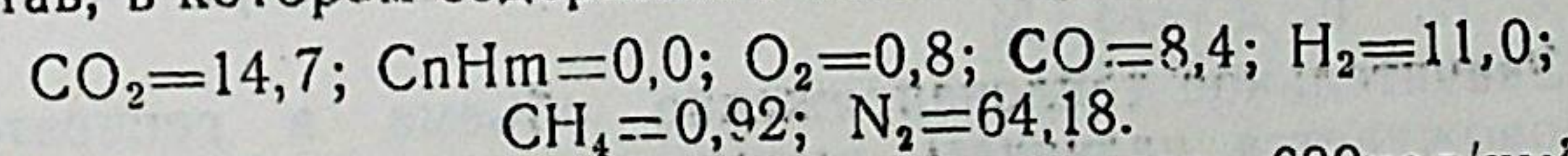
Газ указанного состава имел температуру на выходе из генератора 900—1000°С.

При работе генератора на энергетический газ состав газа был нижеследующий:



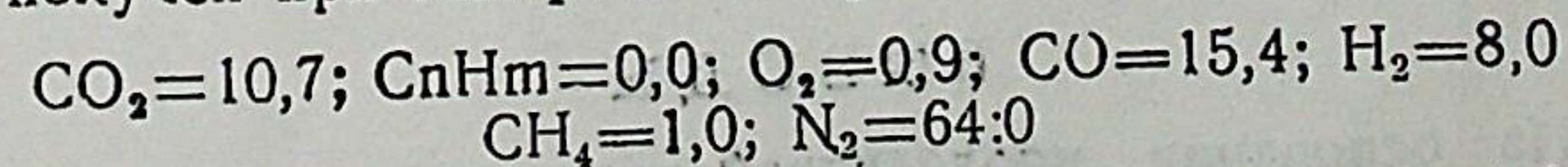
Температура газа указанного состава на выходе из генератора была в пределах 800—900°С.

При работе на торфе газ имел несколько иной состав, в котором содержание компонентов было следующее



Теплотворная способность такого газа=680 кал/м³
Температура газа=800—900°С

Несколько лучший состав газа, чем при работе на торфе, получен при газификации древесных опилок.



Теплотворная особенность такого газа=810 кал/м³
Температура газа=900—1000°С.

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ НА НОВО-ПАВЛОВСКОМ ЗАВОДЕ КИРГИЗСКОЙ ССР

Вышеуказанная конструкция генераторов внедрена на Н-Павловском заводе Киргизской ССР и снабжает газом известковую шахтную печь для обжига извести.

До пуска генераторов Н-Павловский завод вынужден

был работать на шахтной известковой печи пересыпным способом, используя в качестве топлива крупный кусковой уголь. Производительность шахтной печи достигала 5—8 тонн извести в сутки. Качество извести III-го сорта, при этом расход топлива достигал 760 кг на тонну извести.

С пуском генераторов фонтанного типа завод стал использовать в качестве топлива угольную мелочь широкой фракции с размерами частиц 0—10 мм, которая поступает в генератор без предварительного помола и подсушки.

В результате процесса газификации генераторы, в зависимости от режима на воздушном дутье, могут давать низкокалорийный газ (полугаз) или энергетический газ.

Применение генераторов фонтанного типа дало возможность перейти на недефицитный вид местного топлива, повысить производительность шахтной печи с 8 тонн до 20 тонн извести в сутки и улучшить качество извести с III-го сорта до I-го. Расход угля при этом снизился с 760 кг до 350—400 кг на тону извести.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ГЕНЕРАТОРА ПРИ РАБОТЕ НА УГЛЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АНГРЕН

1. Производительность генератора 720 кг/час
2. Теплонапряжение объема $895 \cdot 10^6$ кал/м³ час
3. Расход воздуха на 1 кг штыба—1,97 м³
4. Давление дутья—120 мм Н₂О
5. Выход газа с 1 кг штыба—2,94 м³
6. Теплотворная способность газа—1008 кал/м³
7. К. п. д.—73,1%

Значительное теплонапряжение объема в генераторе сопровождается наличием высоких температур, характер распределения которых в генераторе зависит от режима и вида газифицируемого топлива.

ВЫВОДЫ

На основании проделанной научно-исследовательской работы можно сделать следующие выводы:

1. Практически, в промышленных масштабах осуществлен процесс газификации мелкозернистого топлива: угля, торфа и древесных опилок в циркулирующем слое, в генераторах фонтанного типа.

2. Доказана возможность получения низкокалорийного (712 кал/м³) и энергетического газа (1008 кал/м³) из угля месторождения Ангрэн методом фонтанирования.

3. Процесс газификации в условиях фонтанирования

идет весьма интенсивно, давая тепловые напряжения генератора до $800 \cdot 10^3$ кал/м³ час.

4. Генераторы фонтанного типа могут работать на производство продуктов горения, полугаза и энергетического газа.

5. Для работы на генераторах фонтанного типа не требуется подсушки топлива, помола или брикетирования, а может быть использовано любое мелкозернистое топливо.

6. Установлено, что в генераторах фонтанного типа процесс горения происходит с одновременным образованием окислов СО₂ и СО.

7. Процесс окисления протекает по всей высоте генератора с наличием в верхней части генератора реакции восстановления.

8. Процесс газификации сопровождается большим уносом золы (до 61%).

9. Конструкция нового вида генератора (без колосников) вполне себя оправдала как конструкция, обеспечивающая ведение бесшлаковочного режима.

10. Доказана возможность ведения бесшлаковочного режима методом фонтанирования на таком многозольном топливе ($A^c=50,3$), как например, торф Чуйских торфоразработок Кирг. ССР.

11. Широкое внедрение в промышленность указанного вида генераторов в значительной степени разрешает проблему рационального использования мелкозернистого топлива.

72466
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. Н. Киргизской ССР