

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ И СЖИГАНИЯ УГОЛЬНОГО ТОПЛИВА С МЕХАНО – И ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИЕЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЭНЕРГЕТИКЕ

С.В. Алексеенко<sup>1</sup>, А.П. Бурдуков<sup>1</sup>, Е.Б. Бутаков<sup>1\*</sup>, А.С. Почтарь<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, пр. Академика Лаврентьева, 1, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Новосибирский государственный технический университет, ул. Немировича-Данченко, 136, Новосибирск, Россия

## АННОТАЦИЯ

Данная работа представляет результаты экспериментальных исследований и промышленного применения перспективных способов воспламенения и горения угольного топлива с использованием механохимической и плазменной активации. Экспериментальные исследования проводились на стенде тепловой мощностью до 5 МВт. Получены экспериментальные данные по реализации процесса горения и воспламенения с использованием технологий механоактивации и высоковольтного плазмотрона переменного тока. Проведено внедрение и первые промышленные испытания высоковольтного плазмотрона переменного тока на реальном энергетическом котле ТП-10 производительностью 220 т пара в час с замещением газа и мазута углем в процессе розжига котла.

*Ключевые слова:* уголь, плазмотрон, пылеугольные энергетические котлы, факельное сжигание, розжиг и подсветка, механоактивация.

## 1. Введение

Для предотвращения изменения климата и сохранения ценных ресурсов в развитых странах увеличивается доля использования возобновляемых источников энергии, но данные источники энергии носят неустойчивый характер и в отсутствие эффективных накопителей энергии не справляются с потребностями населения и промышленности [1].

Уголь в долгосрочной перспективе остается одним из самых важных ресурсов теплоэнергетического комплекса, благодаря обильным мировым запасам и конкурентоспособно низким ценам [2, 3].

Уголь в основном используется для генерации тепла и электроэнергии (66,5% на 2017 год). Несмотря на большое разнообразие факторов, влияющих на угольную энергетику, доля угольной энергетики в мире остается на уровне 40% за последние 40 лет [4].

Проблеме эффективного и экологически чистого сжигания угля во всем мире уделяется большое внимание [5].

Угольное сжигание топлива на теплоэлектростанциях состоит из большого количества технологических процессов, одним из них является розжиг и подсветка. Традиционной технологией является использование вспомогательного топлива – мазута. Мазут обладает высокой реакционной способностью с теплотой сгорания (около 44 МДж/кг) в 2 раза выше угля (около 22 МДж/кг), используемого на теплоэлектростанциях. Подогретый мазут с температурой около 80–100 °С распыляется через форсунки в котел и поджигается дуговым запальным устройством. Данная технология является дорогостоящей – цена мазута с каждым годом увеличивается, и трудоемкой – необходимы системы подготовки мазута к использованию и системы противопожарной безопасности. На теплоэлектростанциях пы-

\*Ответственный автор  
E-mail: e\_butakov@mail.ru (Е.Б. Бутаков)

таются заменить устаревшие мазутные технологии. Кроме того, для современного развития мировой теплоэнергетики характерно сокращение использования дефицитного жидкого топлива, являющегося ценным сырьем для нефтеперерабатывающей промышленности [6].

На угольных теплоэлектростанциях растопка котлов (время растопки 3–14 ч) производится несколько раз в год (до 25 пусков ежегодно на один котел), а подсветка пылеугольного факела осуществляется периодически при потускнении факела или снижении нагрузки [7, 8]. По прогнозам, в будущем количество запусков котла в год будет увеличиваться, что связано с ростом использования возобновляемых источников энергии.

Таким образом, разработка технологии растопки и поддержания горения пылеугольных котлов с замещением мазута является важной задачей теплоэнергетики.

В Институте теплофизики СО РАН (ИТ СО РАН) ведутся исследования по разработке безмазутных технологий на основе механохимической и плазменной активации топлива.

Установлен факт повышения химической активности углей при их измельчении в высоконапряженных мельницах дезинтеграторного типа. Ряд результатов по исследованию процессов воспламенения и горения механоактивированных углей микропомола различной стадии метаморфизма опубликован в [9,10]. На основании полученных данных предложена новая технология замещения высокорекреационных газа и мазута в энергетических установках углем микропомола.

В настоящий момент в ИТ СО РАН продолжают экспериментальные исследования технологии воспламенения с использованием высоковольтного плазмотрона переменного тока (ВППТ) [11, 12]. В ВППТ генерируются высокочастотные холодные плазменные дуги, ионизирующие окислитель, что способствует ускорению термохимических превращений угольного топлива, а, следовательно, и более полному быстрому выгоранию факела. ВППТ обладает простотой технической реализации, малым потреблением электрической мощности (в режиме зажигания – не более 10 кВт), длительным ресурсом непрерывной работы (исчисляется годами), отсутствием необходимости применения систем охлаждения. Источники питания переменного тока более экономичны и надежны в эксплуатации.

## 2. Горение механоактивированного угля микропомола

Поскольку результаты исследования по горению механоактивированных углей микропомола частично опубликованы [9], здесь приведены результаты эксперимента по воспламенению и горению Кузнецкого длиннопламенного угля после его измельчения с активацией в мельнице – дезинтеграторе.

Из полученных графиков следует что температура горения в первой ступени камеры сгорания достигает 1600 °С при коэффициенте избытка воздуха  $\alpha = 0,3$ , процесс воспламенения и выхода на стационарный режим реализуется в течение 100–170 сек, процесс горения протекает с преимущественным образованием  $\text{CO}_2$  и максимальным «выгоранием» кислорода. Газовое запальное устройство отключалось после 1 мин работы и процесс горения реализовался в автотермическом режиме.

Подобные эксперименты были выполнены на углях разной степени метаморфизма.

### 2.1. Двухступенчатое сжигания механоактивированного угля

Двухступенчатая горелка – реакционная камера является новым шагом в развитии технологии сжигания и газификации пылеугольных топлив. В данной статье приведены результаты первых экспериментов в этом направлении. Хотя эксперименты проводились на установке (рис. 1) с практически соосной подачей топлива после дезинтегратора и штатной мельницы (ШБМ), где взаимодействие факела угля микропомола не оптимально – по расчетам при такой схеме перемешивание происходит на расстоянии более 8–10 калибров канала, в экспериментах реализовалось быстрое воспламенение факела после смешивания потоков с достижением максимальной температуры 1400–1600 °С уже во второй и третьей секциях реакционной камеры при избытке воздуха в первой ступени  $\alpha = 0,9 \div 1,1$ . Положения термопар указаны на рис. 1.

В программе работ по воспламенению и горению углей по двухступенчатой схеме запланировано исследование оптимальных соотношений подаваемых углей различных стадий метаморфизма в первую и вторую ступень для достижения максимальных технико-экономических показателей для систем розжига и подсветки пылеугольного факела в энергетических котлах.

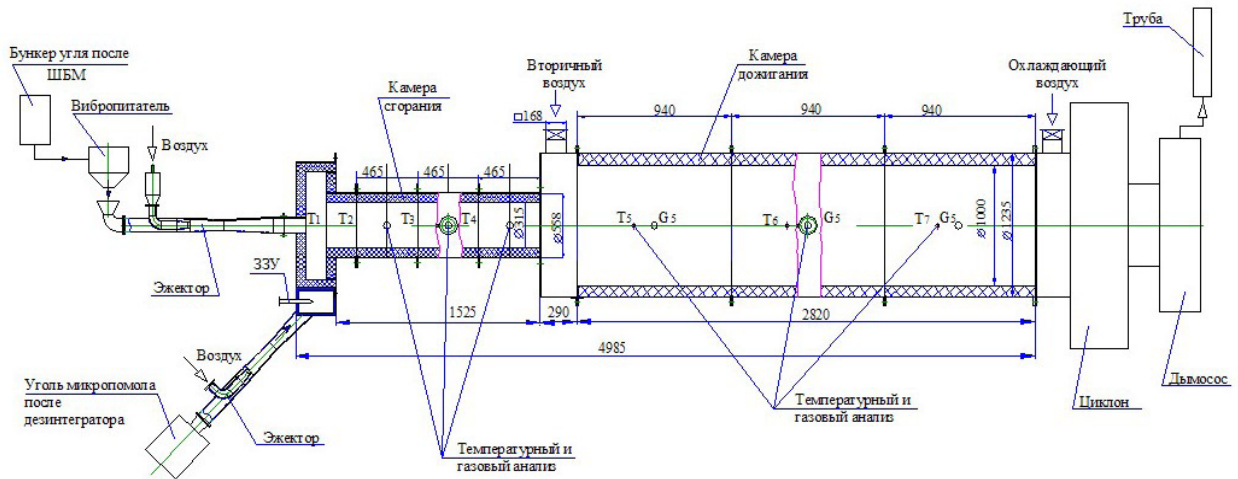


Рис. 1. Схема теплового стенда мощностью до 5 МВт с двухступенчатой подачей угольного топлива.

Большой интерес представляет исследование процессов воздушной и паровоздушной газификации с использованием механоактивированных углей микропомола в одно – и двухступенчатых по приготовлению угольной пыли системах.

Для иллюстрации процесса воздушной газификации Кузнецкого длиннопламенного угля на рис. 2 и 3 приведены результаты экспериментов в двухступенчатом процессе.

Расходы угля по ступеням составляли 87 кг/ч механоактивированного угля микропомола и 140 кг/ч угля после ШБМ.

При подаче угля микропомола в первую ступень после 150 сек устанавливается авто-термический режим горения при температуре 1300 °С. В момент, соответствующий 400 сек работы установки, включается система подачи угля после мельницы ШБМ. При этом температура факела незначительно снижается, а затем плавно растет до уровня 1400 °С в конце третьей секции горелочного устройства.

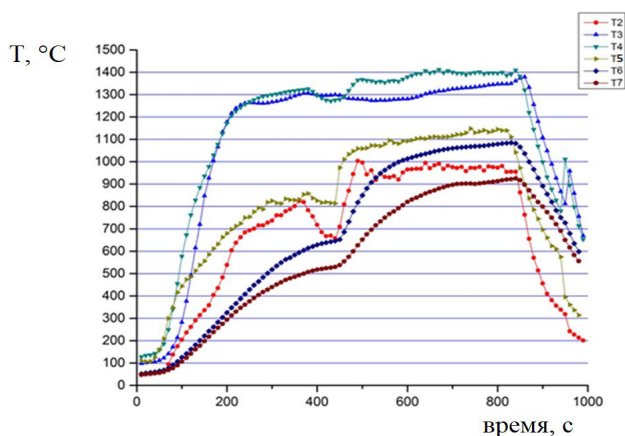


Рис. 2. Измерение температуры в процессе воздушной двухступенчатой газификации угля.

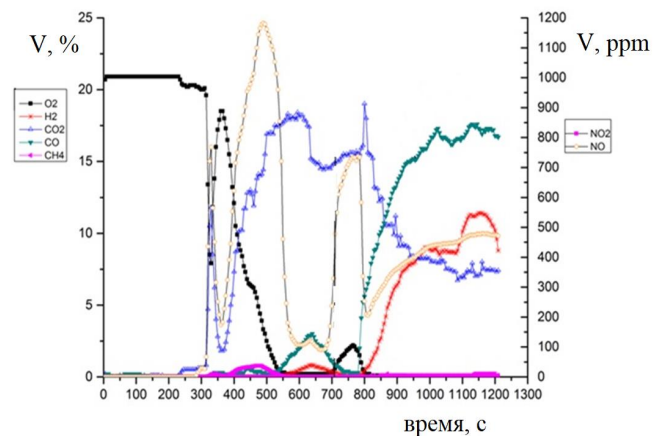


Рис. 3. Изменение концентрации газов при воздушной газификации в двухступенчатом процессе в конце камеры сгорания.

## 2.2. Технология розжига и растопки с использованием высоковольтного плазмотрона переменного тока

Совместно с инжиниринговой компанией АО «Сибтехэнерго» был модернизирован экспериментальный стенд тепловой мощностью до 5 МВт высоковольтным плазмотроном переменного тока ВППТ (рис. 4).

ВППТ включает в себя электродный блок и источник переменного тока. Электродуговой блок состоит из двух пар электродов, закрепленных на восьми проходных изоляторах, рассчитанных на максимальное выходное напряжение преобразователей частоты. При нормальном режиме работы преобразователей частоты в электродуговом блоке зажигаются две несвязанные высокочастотные дуги.

В дальнейшем проводились экспериментальные исследования возможности растоп-

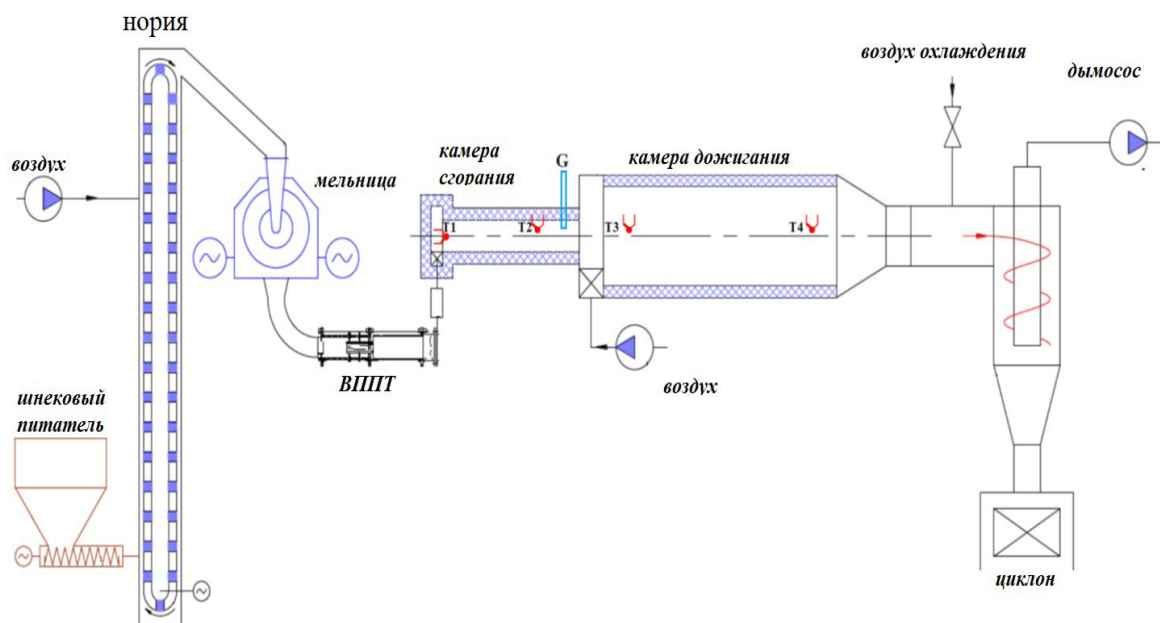


Рис. 4. Технологическая схема стенда 5 МВт.

ки из холодного состояния модернизированного крупномасштабного стенда мощностью до 5 МВт.

В экспериментах использовался каменный уголь марки ГД. Технические характеристики представлены в таблице 1.

Предварительно измельченный уголь с остатком на сите  $R_{90} = 8\%$  подается в эжектор, где происходит смешение топлива с воздухом. Пылевоздушная смесь поступает в электродный блок ВППТ, установленный перед входом в улиточный завихритель. Под воздействием плазменных дуг происходит воспламенение пылеугольной смеси. Дальнейшее горение протекает в камере сгорания и камере дожигания. Закручивающий аппарат позволяет организовать в камере горения зону обратных токов, необходимую для стабилизации процесса горения угольной пыли в автотермическом режиме. Температура и состав газов по длине горелочного устройства контролируется термопарами и специальным многокомпонентным газоанализатором.

Первоначально производилось включение электродного блока, мощность, затрачиваемая на работу плазмотрона, составила 5 кВт. Эксперименты проходили при коэффициенте избытка воздуха 0,4–0,5 и расходе угля 180 кг/ч. После подачи угольной пыли на электродный блок наблюдалось воспламенение и дальнейшее горение в завихрителе и в камере сгорания. Основное горение протекало в начальной зоне камеры сгорания, где расположена термопара  $T_1$  (рис. 5), видно, что происходит рост

Таблица 1. Технические характеристики каменного угля марки ГД

Наименование и обозначение показателя, состояние топлива	Единица измерения	Проба 1
Влага рабочая, $W_{rt}$	%	12,5
Влага аналитическая, $W_a$	%	7,6
Зола, сухое состояние, $A_d$	%	17,4
Зола, рабочее состояние, $A_r$	%	15,2
Выход летучих веществ, сухое беззольное состояние, $V_{daf}$	%	44,6
Содержание серы, сухое состояние, $S_{dt}$	%	0,44
Содержание серы, рабочее состояние, $S_{rt}$	%	0,39
Высшая теплота сгорания, сухое беззольное состояние, $Q_{dafs}$	ккал/кг	7474
Низшая теплота сгорания, рабочее состояние, $Q_{ri}$	ккал/кг	5140

температуры до 1200 °С в течение 30 сек после начала подачи угля.

В конце камеры сгорания проводился газовый анализ, экспериментальные данные по газовому анализу представлены на рис. 6. После включения плазмотрона содержание  $NO_x$  выросло до 120 ppm, после подачи угля наблюдался рост  $NO_x$  до 390 ppm и после прогрева камеры сгорания – падение до 250 ppm.

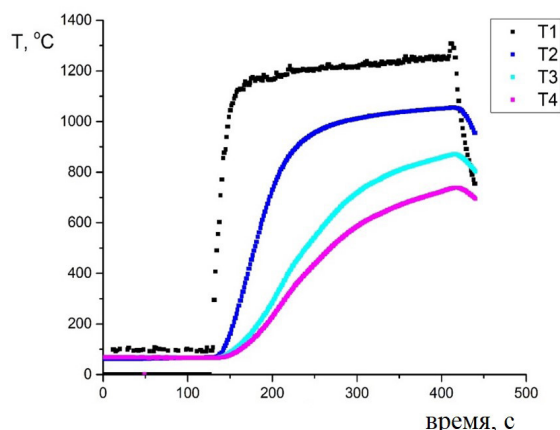


Рис. 5. Распределение температуры по длине камеры сгорания в режиме растопки из холодного состояния с использованием высоковольтного плазмотрона переменного тока.

В течение всего эксперимента, после прогрева камеры сгорания концентрация  $O_2$  не превышала 0,8%. Максимальные значения  $CO$  – 11% и  $H_2$  – 5,8%.

В дальнейшем горючая смесь поступала в камеру дожигания, где подавался вторичный воздух для доведения коэффициента избытка воздуха до 1,2. В камере дожигания температура составила 800 °C.

Проведенные эксперименты показывают возможность растопки из холодного состояния газовых углей с большим выходом летучих с использованием высоковольтного плазмотрона переменного тока и может быть рекомендовано для промышленных испытаний.

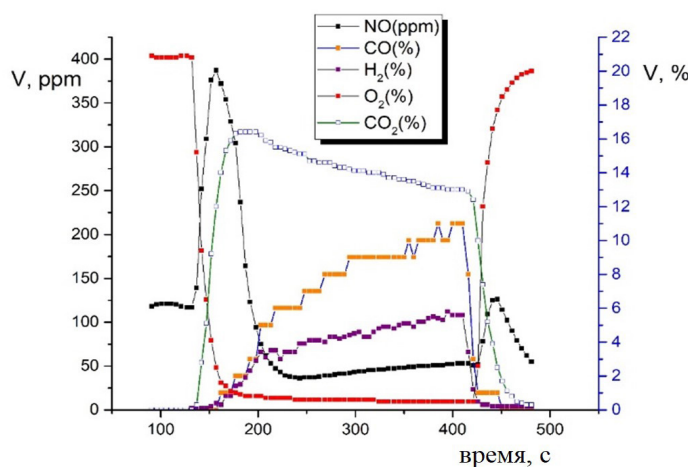


Рис. 6. Концентрация компонентов газовой фазы в конце камеры сгорания в режиме растопки из холодного состояния с использованием высоковольтного плазмотрона переменного тока.

### 2.3. Промышленные испытания ВППТ

Промышленные испытания высоковольтного плазмотрона переменного тока проводились компанией АО «Сибтехэнерго» г. Новосибирск на котлоагрегате типа Е-220-100-540 (ТП-10, однокотельный, вертикально-водотрубный с естественной циркуляцией, газоплотный), который предназначен для получения перегретого пара при сжигании угольного топлива. Для сжигания применяются угли Мугунского, Азейского месторождений марки Б (ЗБР), Ирбейского месторождения марки Б (2БР), каменного Черемховского угля марок Д и ДСШ, а также их смесей.

Топка котла – камерная, спроектирована для сжигания пылеугольного топлива в режиме твердого шлакоудаления. Топочная камера сечением 9792x7040 оборудована четырьмя блоками прямооточных горелок, установленных по тангенциальной схеме с диаметром условной окружности 1000 мм. Каждый блок горелок включает чередующиеся по высоте 3 канала вторичного воздуха и 3 канала аэросмеси.

Котел оборудован двумя индивидуальными системами пыли приготовления с промежуточным бункером пыли с шаровыми барабанными мельницами.

До технического перевооружения, проведенного фирмой АО «Сибтехэнерго», конструкция муфельной горелки состояла из завихрителя пылевого потока, с встроенной мазутной форсункой, и цилиндрической камеры, футерованной изнутри шамотным кирпичом. По длине муфельной горелки установлены тангенциальные сопла вторичного воздуха, всего три группы воздушных сопел под углом 120° друг к другу. В рамках технического перевооружения произведена замена вихревой горелки, установленной на торце муфельного предтопка, на горелочное устройство с электродным блоком высоковольтного плазмотрона переменного тока.

Воспламенение пылеугольного топлива осуществляется за счет воздействия электрических дуг высокого напряжения и высокой частоты на пылевоздушную смесь. ВППТ располагается на торцевой стенке по оси муфельной горелки.

26 марта 2017 года была проведена первая безмазутная растопка барабанного котла ТП-10 ст. №1 ТЭЦ-10 филиала ПАО «Иркутскэнерго». Растопка осуществлялась с помощью муфельной горелки, оснащенной высоковольтным плазмотроном переменного тока. Сжигаемое

топливо при растопке – угольная пыль, хранящаяся в промежуточном бункере систем пылеприготовления котла.

Потребляемая электрическая мощность плазмотрона составила 5 кВт. Тепловая мощность горелок достигала 8 МВт. Система обеспечивает стабильное и устойчивое воспламенение угольной пыли при пуске котла из холодного состояния. Температура пылеугольной смеси на выходе из муфельной горелки составляла 1250...1350 °С. Факел от муфельной горелки при работе плазмотрона распространяется вглубь топочной камеры на 3–5 м. Мазут в топку котла не подавался в течение всего времени растопки. Температура стенок барабана перед началом растопки была около 105 °С. Температура газов за пароперегревателем составляла 70 °С.

Всего к марту 2018 года проведено пять растопок котла ТП-10 (Е-220-100-545) из различных тепловых состояний без использования мазута.

### 3. Заключение

Проведены экспериментальные исследования воспламенения и сжигания угольного топлива с механо – и плазмохимической активацией на стенде тепловой мощностью 5 МВт. Результаты экспериментов показывают возможность растопки из холодного состояния газовых углей с большим выходом летучих с использованием высоковольтного плазмотрона переменного тока, что может быть рекомендовано для промышленных испытаний. Технология может быть рекомендована для замещения мазутного топлива при растопке и поддержания горения на угольных станциях и котельных, а также для снижения  $\text{NO}_x$ . Дальнейшие исследования позволят использовать технологию также и для переработки органических отходов.

Осуществлены первые промышленные испытания высоковольтного плазмотрона переменного тока на реальном энергетическом котле ТП-10 производительностью 220 тонн пара в час с замещением газа и мазута углем в процессе розжига котла.

### Благодарность

Модернизация стенда выполнена в рамках Государственного задания Института теплофизики СО РАН. Экспериментальные исследования выполнены при финансовой поддержке

РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-24007.

### Литература

- [1]. Hübel M., Meinke S., Andrén M.T., Wedding C., Nocke J., Gierow C., Hassel E., Funkquist J. Modelling and simulation of a coal-fired power plant for start-up optimization // *Applied Energy*. – 2017. – Vol.208, №15. – P.319–331.
- [2]. Макарова А.А., Митровой Т.А., Кулагина В.А. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 – Москва: ИНЭИ РАН–Московская школа управления СКОЛКОВО, 2019. – 210 с.
- [3]. Higman C., van der Burgt M. Chapter 1 – Introduction // *Gasification*. – 2003. – P.1–7.
- [4]. IEA Market Report Series: Coal 2019 Analysis and forecast to 2024. – P.168.
- [5]. Jacobson M.Z. Review of solutions to global warming, air pollution, and energy security (Review) // *Energy and Environmental Science*. – 2009. – №2. – P.148–173.
- [6]. Chong Z.R., Yang S.H.B., Babu P., Linga P., Li X.-S. Review of natural gas hydrates as an energy resource: Prospects and challenges (Article) // *Applied Energy*. – 2016. – Vol.162. – P.1633–1652.
- [7]. Glushkov D.O., Kuznetsov G.V., Chebochakova D.A., Lyakhovskaya O.E., Shlegel N.E., Anufriev I.S., Shadrin E.Yu. Experimental study of coal dust ignition characteristics at oil-free start-up of coal-fired boilers // *Applied Thermal Engineering*. – 2018.– Vol.142. – P.371–379.
- [8]. Heimann G., Rediess M. Technische Anforderungen an Braunkohlekraftwerke in der Zukunft // In: *Kraftwerkstechnik 2015, SAXONIA Standortentwicklungs und verwaltungsgesellschaft mbH*, 2015. – P.91–101.
- [9]. Burdukov A.P., Popov V.Y., Faleev V.A. Study of mechanically activated coal combustion // *Thermal science*. – 2009. – Vol.1. – P.127–238.
- [10]. Burdukov A.P., Popov V.Y., Yusupov T.S., Hanjalic K., Chernetsky M.Y. Autothermal combustion of mechanically activated micronized coal in a 5 MW pilot scale combustor // *Fuel*. – 2014. – Vol.122. – P.127–138.
- [11]. Энгельшт В.С., Десятков Г.А., Мусин Н.У., Сайченко Н.А. Экономия мазута при плазменной подсветке в пылеугольных котлах // *Проблемы энергосбережения: Тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф.* – Киев, 1991. – Ч.1. – С.57–58.
- [12]. Авторское свидетельство 1040281 СССР, МКИ F 23 Q 5/00. Запальник // В.С. Энгельшт, Г.А. Десятков, Л.Т. Ларина, Н.У. Мусин, Г.М. Окопник, А.Н. Сайченко. – Оpub. 15.10.1991; Бюл. № 38.

## References

- [1]. Hübel M, Meinke S, Andrén MT, Wedding C, Nocke J, Gierow C, Hassel E, Funkquist J (2017) *Applied Energy* 208(15):319-331.
- [2]. Makarova AA, Mitrova TA, Kulagina VA (2019) Forecast of energy development in the world and in Russia 2019 [Prognoz razvitiya energetiki mira i Rossii 2019] ERI RAS – Moscow School of Management SKOLKOVO, Moscow, Russia. ISBN 978-5-91438-028-8 (in Russian)
- [3]. Higman C, van der Burgt M (2003) *Gasification* 1-391. DOI:10.1016/B978-075067707-3/50001-2
- [4]. IEA Market Report Series: Coal 2019 Analysis and forecast to 2024. ISSN: 25202723 (online) doi.org/10.1787/25202723
- [5]. Jacobson MZ (2009) *Energy and Environmental Science* 2:148–173. DOI:10.1039/B809990C
- [6]. Chong ZR, Yang SHB, Babu P, Linga P, Li X-S (2016) *Applied Energy* 162:1633–1652. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.12.061
- [7]. Glushkov DO, Kuznetsov GV, Chebochakova DA, Lyakhovskaya OE, Shlegel NE, Anufriev IS, Shadrin EYu (2018) *Applied Thermal Engineering* 142:371–379. DOI:10.1016/j.applthermaleng.2018.07.010
- [8]. Heimann G, Rediess M (2015) Technische Anforderungen an Braunkohlekraftwerke in der Zukunft. In: *Kraftwerkstechnik 2015, SAXONIA Standortentwicklungs und verwaltungsgesellschaft mbH*; P.91–101.
- [9]. Burdukov AP, Popov VY, Faleev VA (2009) *Thermal science* 1:127–238. DOI:10.2298/TSCI0901127B
- [10]. Burdukov AP, Popov VY, Yusupov TS, Hanjalic K, Chernetsky MY (2004) *Fuel* 122:127–138. DOI:10.1016/j.fuel.2014.01.018
- [11]. Engelsht VS, Desyatkov GA, Musin NU, Saychenko NA (1991) Saving fuel oil with plasma illumination in pulverized coal boilers [Ekonomiya mazuta pri plazmennoj podsvetke v pyleugol'nyh kotlah] *Problems of energy saving: Abstracts. report All-Union. scientific-practical conf. Kiev, Ukraine. P.57–58.* (in Russian)
- [12]. Engelsht VS, Desyatkov GA, Larina LT, Musin NU, Okopnik GM, Saychenko AN (1991) Igniter [Zapal'nik]. Patent of the USSR №1040281. (in Russian)

## Coal ignition and combustion research fuel with mechano – and plasma chemical activation for energy

S.V. Alekseenko<sup>1</sup>, A.P. Burdukov<sup>1</sup>, E.B. Butakov<sup>1\*</sup>, A.S. Pochtar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Thermophysics named after S.S. Kutateladze SB RAS, Akademika Lavrentiev Ave., 1, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>Novosibirsk State Technical University, st. Nemirovich-Danchenko, 136, Novosibirsk, Russia

### Abstract

This work presents the results of experimental research and industrial application of promising methods of ignition and combustion of coal fuel using mechanochemical and plasma activation. Experimental studies were carried out on a test bench with thermal power of up to 5 MW. Experimental data were obtained on the implementation of the combustion and ignition process using mechanoactivation technologies and a high-voltage AC plasmatron. The introduction and the first industrial tests of a high-voltage AC plasmatron were carried out on a real power boiler TP-10 with a capacity of 220 t of steam per hour with the replacement of gas and fuel oil with coal during the ignition of the boiler.

*Keywords:* coal, plasma torch, pulverized coal power boilers, flare combustion, ignition and illumination, mechanical activation.

### Көмірдің тұтануы мен жануын зерттеу механикалық және плазмалық химиялық отын энергияны белсендіру

С.В. Алексеев<sup>1</sup>, А.П. Бурдуков<sup>1</sup>, Е.Б. Бутаков<sup>1\*</sup>, А.С. Почтарь<sup>2</sup>

<sup>1</sup>С.С. Кутателадзе атындағы Термофизика институты С.Б. РФА, Академик Лаврентьев даңғ., 1, Новосибирск, Ресей

<sup>2</sup>Новосибирск мемлекеттік техникалық университеті, Немировича-Данченко к., 136, Новосибирск, Ресей

### Аңдатпа

Бұл жұмыста механикалық-химиялық және плазмалық активтендіру арқылы көмір отынның тұтандырудың және жағудың перспективалық әдістерін тәжірибелік зерттеу және

өнеркәсіптік қолдану нәтижелері берілген. Эксперименттік зерттеулер жылу қуаты 5 МВт-қа дейінгі сынақ стендінде жүргізілді. Жану және тұтану процесін механикалық активтендіру және жоғары вольтты айнымалы ток плазматроны технологияларын қолдану арқылы жүзеге асыру бойынша тәжірибелік деректер алынды. Жоғары вольтты айнымалы ток плазматронының енгізілуі және алғашқы

өндірістік сынақтары қуаттылығы сағатына 220 тонна бұмен жұмыс істейтін ТП-10 нақты қуатты қазандығында газды және мазутты тұтану кезінде көмірмен алмастырумен жүргізілді.

*Кілт сөздер:* көмір, плазматрон, ұнтақталған көмір қазандықтары, алауда жану, тұтану және жарықтандыру, механикалық белсендіру.