

3. Тепло и уютно: как дата-центры жителям северных регионов жить помогают // 2022 Хабр. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ua-hosting/blog/249099/> (дата обращения: 06.11.2022).
4. Согревающие дата-центры // 2021 Хабр. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/selectel/blog/598735/> (дата обращения: 06.11.2022).

Научный руководитель: А.Ю. Долгих, ст. преп. НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМАССЫ В КАЧЕСТВЕ УСКОРЯЮЩЕЙ ПРОЦЕСС ЗАЖИГАНИЯ ДОБАВКИ ВОДОУГОЛЬНОЙ СУСПЕНЗИИ

М.С. Тамашевич
Томский политехнический университет
ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова, группа 5БМ14

Аннотация. В работе приведены результаты экспериментальных исследований влияние массового содержания биомассы на временные характеристики зажигания капель водоугольных топлив. Установлено, что добавление древесной биомассы приводит к существенному снижению периода термической подготовки водоугольного топлива.

Введение. В последние десятилетия широкое развитие получили альтернативные источники энергии. Внедрение последних позволит уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Но уже сейчас инженеры столкнулись с существенными проблемами в ходе их активного внедрения. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) такие, как ветроустановки [1] и солнечные панели [2] существенно зависят от времени суток и метеоусловий. Поэтому для стабильной работы энергосистемы доля ВИЭ не должна превышать 30 %. Также стоит отметить, что производство и утилизация солнечных панелей ведет к существенному загрязнению окружающей среды токсичными веществами. Имеется трудности и с утилизацией лопасти ветроустановок (длина которых может достигать 100 метров). Последние после выработки своего ресурса не перерабатываются, а захораниваются в грунте, на это отводятся огромные площади. Угольное топливо считается одним из самых грязных. При его сжигании в атмосферу земли уносится вместе с дымовыми газами большое количество вредных веществ. В том числе и антропогенные оксиды азота и серы. Но несмотря на вышеизложенное на уголь приходится порядка 30 % всех генерируемых мощностей [3]. В этой связи можно с уверенностью сказать, что главенствующая роль угля, как основного источника энергии в ближайшие десятилетия сохранится.

Но стоит отметить, что внедрение новых, более экологически чистых способов сжигания угля позволит уменьшить антропогенную нагрузку на окружающую среду. К таким можно отнести использование водоугольных топлив (ВУТ). Анализ современных периодических изданий показал, что при сжигании ВУТ существенно сокращаются выбросы оксидов серы и азота [4]. Но внедрение водоугольных суспензий на объектах энергетики затруднено в связи с высокими временами задержки зажигания, которые могут достигать нескольких десятков секунд [5]. Решить поставленную задачу можно путем ввода в топливную композицию ускоряющих процесс зажигания добавок. К последним можно отнести и биомассу. Авторами [6] показано, что при сжигании биомассы выбросы оксидов серы и азота существенно меньше, чем при сжигании угля, это в свою очередь окажет благоприятное влияние на экологию. В этой связи становится актуальным оценить возможность использования биомассы в качестве ускоряющей процесс зажигания добавки.

Методика проведения эксперимента. Составы исследовавшихся топливных композиций представлен в таблице 1.

Таблица 1. Состав исследуемых топливных композиций

Уголь		Добавка		Вода
Марка	Содержание, %	Содержание, %	Вид	Содержание, %
«Тощий» (Т)	44	6	Хвоя сосны	50
	46	4		
	48	2		

Экспериментальная установка приведена на рисунке 1. Основными элементами являются: металлический держатель, для фиксации капли топлива 2, которая вводилась в высокотемпературную печь 4. Температура внутри печи регулировалась в достаточно широком диапазоне (от 873 К до 1273 К) при помощи регулятора 3. Процессы термической подготовки и последующего зажигания фиксировала высокоскоростная камера 6 со скоростью видеосъёмки до 1000 кадров/сек. Перемещение печи осуществлялась при помощи подвижной площадки 5 и направляющих 7.

Для каждой смеси проводилась серия из 7 экспериментов. Период времени от начала теплового воздействия (момент попадания капли в печь) до зажигания (появление пламени) считался временем задержки воспламенения (t_{ign}). По результатам проведенных исследований определялись средние значения t_{ign} . Доверительные интервалы при доверительной вероятности 0,95 составлял не более $\pm 9,3\%$.

Результаты. На рисунке 2 представлены экспериментальные зависимости времен задержки зажигания капель водоугольных топлив от температуры окислительной среды, при различных массовых концентрациях биомассы.

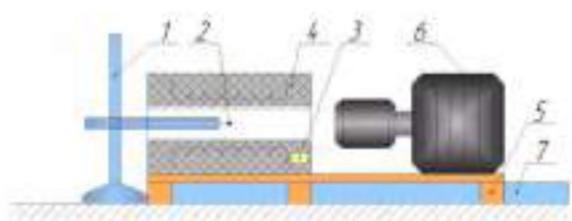


Рис. 1. Экспериментальный стенд
1 – держатель; 2 – капля топлива; 3 – регулятор температуры; 4 – высокотемпературная печь
5 – подвижная площадка; 6 – высокоскоростная видеокамера, 7 – направляющая подвижной площадки

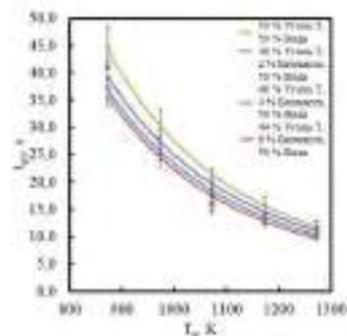


Рис. 2. Зависимости времен задержки зажигания от температуры окислительной среды, для разных составов топлива (при характерном размере капли 4 мм)

Анализ экспериментальных зависимостей, приведенных на рисунке 2 показал, что увеличение содержания биомассы в топливе ведет к существенному уменьшению времен задержки зажигания, особенно для относительно низких температур (до 1073 К). Так, например, при добавлении 2 % опилок сосны в состав топлива времена задержки зажигания уменьшаются на 8 %, а добавление 6 % приводит к снижению t_{ign} на 17 %. Концентрации биомассы выбирались исходя из условия текучести, при более высоких содержаниях опилок в составе ВУТ, в топливе образовывались топливные агломераты в виде комков, в связи с тем, что биомасса обладает весьма высокой адсорбционной способностью. Кроме того, калорийность древесины значительно меньше угля, поэтому замена части угольного топлива биомассой снижает общую калорийность топлива. Поэтому оптимальным, с точки зрения энергетических характеристик, будет добавление биомассы, для обеспечения необходимого и достаточного снижения периода термической подготовки топлива.

Выводы. По результатам проведенных экспериментов установлена перспективность использования древесной биомассы в качестве ускоряющей процесс зажигания добавки водоугольного топлива. Добавление древесных опилок (6 % по массе) позволяет снизить времена задержки зажигания до 17 % в области низких температур.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Shoab, M. Assessment of wind energy potential using wind energy conversion system // Journal of Cleaner Production. – 2019. – V. 216. – P. 346-360.
2. Koskela, J. Using electrical energy storage in residential buildings – Sizing of battery and photovoltaic panels based on electricity cost optimization // Applied Energy. – 2019. – V. 239. – P. 1175-1189.
3. BP Statistical Review of World Energy. London: BP, 2018. 56 p. <http://www.bp.com>.
4. Делягин, Г. Н. Сжигание твердого топлива в виде водоугольных суспензий. – М.: ЦНИЭИ Уголь, 1969. – 49 с.
5. Syrodoy, S. V. The influence of the structure heterogeneity on the characteristics and conditions of the coal–water fuel particles ignition in high temperature environment // Combustion and Flame. – 2017. – V. 180. – P. 196-206.
6. Haykiri-Acma, H. Combinations of synergistic interactions and additive behavior during the co-oxidation of chars from lignite and biomass // Fuel Processing Technology. – 2008. V. 89. – P. 176 – 182.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (2.0047.РНФ.2022 (РНФ 22-79-00223)).

Научный руководитель: к.т.н. Д.Ю. Малышев, ассистент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ.

СИНТЕЗ БОРИДА МОЛИБДЕНА В АТМОСФЕРНОЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЛАЗМЕ

Ю.А. Некля¹, Ю.З. Васильева²

Томский политехнический университет

¹ИШЯТ, группа 0А15, ²ИШЭ, инженер

Борид молибдена (MoB) является уникальным и малоизученным материалом [1]. В последние годы к нему был вызван повышенный интерес как перспективного материала для новых жаропрочных, коррозионных и износостойких сплавов и покрытий [2]. Кроме того, борид молибдена обладает собственной решетчатой теплопроводностью [3]. Существует несколько способов получения различных боридов, однако синтез боридов молибдена пока мало изучен [4]. Как правило, бориды молибдена получают по технологиям СВС-металлургии из оксидного сырья со стадией восстановления [5]. Согласно литературе [6], для получения боридов молибдена необходимы высокие температуры, порядка 1400–1800 °С. Это требует больших затрат и усилий, поэтому актуален поиск простого и эффективного способа получения MoB. В настоящее время успешно реализуется синтез карбидов и боридов в атмосферной плазме дугового разряда постоянного тока [7, 8]. Основным преимуществом данного способа является его реализация в открытой воздушной среде, что ведет к уменьшению габаритов установки и повышению энергоэффективности процесса синтеза.

В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований по получению боридов молибдена в атмосферной электродуговой плазме. Эксперимент был проведен в плазмохимическом реакторе с вертикальным расположением электродов [8]. Установка состоит из анода, выполненного из графита в форме стержня, катода, выполненного из графита в форме тигля, источника тока, автоматического привода для перемещения анода, системы управления установкой и осциллографа для измерения показателей силы тока и напряжения в процессе эксперимента. Синтез боридов молибдена реализуется путём инициации дугового разряда постоянного тока, в процессе перемещения анода вдоль оси катода в его полости. В ходе