

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление подготовки/профиль 13.06.01 Электро- и теплотехника/ Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты
Школа Инженерная Школа Энергетики
Отделение НОЦ И.Н. Бутакова

Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы

Тема научного доклада
Исследование пневмомеханического распыления водоугольных топлив УДК <u>662.62:662.75:662.94.069</u>

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A6-46	Зенков Андрей Викторович		19.05.2020

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор Инженерной Школы Энергетики	Матвеев Александр Сергеевич	к.т.н., доцент		19.05.2020

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой - руководитель научно-образовательного центра на правах кафедры НОЦ И.Н. Бутакова	Заворин Александр Сергеевич	д.т.н., профессор		19.05.2020

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова	Губин Владимир Евгеньевич	к.т.н., доцент		19.05.2020

В последние годы отмечается увеличение потребления угля в мире для выработки тепловой и электрической энергии. Это вызвано активным использованием твердого топлива в энергетическом секторе России, Китая, Индии и других стран. Однако прямое сжигание природных топлив на ТЭС влечет за собой выброс в атмосферу колоссального количества вредных веществ (NO_x , SO_x , CO_2 , CH_4). Одним из наиболее многообещающих направлений развития угольной энергетики является использование суспензионных топлив. Суспензионное топливо может представлять собой смесь мелкодисперсного угля, жидкой среды и различных добавок. На текущий момент известны исследования водоугольного топлива (ВУТ) с добавлением нефтепродуктов, глицерина, спиртов, а также органоводоугольных топлив.

В первой главе отражено современное состояние и тенденции развития теоретических и экспериментальных исследований в области изучения реологических свойств и характеристик распыления суспензионных топлив. Выполнен анализ основных технологий снижения вредных выбросов при сжигании угля. Установлено, что одним из эффективных методов более экологически чистого сжигания угля является его применение в виде суспензионного топлива. Проведен анализ реологических свойств и характеристик распыления суспензионных топлив на основе различных компонентов.

Во второй главе представлена методика экспериментальных исследований реологических свойств суспензионных топлив с добавлением жидкой горючей компоненты. Описана схема подготовки топлив. Первичная подготовка угля заключалась в его измельчении с помощью дезинтегратора. Полученный мелкодисперсный уголь просеивался на ситах с отбором фракции размером менее 200 мкм. Затем, уголь, вода и пластификатор (лигносульфонат) смешивались в шаровой барабанной мельнице в течение 2 часов. После этого в полученное водоугольное топливо добавлялась горючая добавка, и проводился дополнительный помол в течение 1 часа. Также представлена методика экспериментальных исследований характеристик распыления суспензионных топлив с добавкой жидкой горючей компоненты.

В третьей главе приведены результаты исследований реологических свойств суспензионных топлив с добавлением жидкой горючей компоненты. Установлено, что все исследуемые составы подчиняются модифицированному степенному закону. Расчет напряжения сдвига производился согласно математической модели Гершеля-Балкли. Установлено, что вязкость суспензионного топлива на основе угля марки ЗБ повышается на 4,7-72,6% при добавлении 3-12 мас.% изопропилового спирта, на 14,3-74,2% при добавлении 3-12 мас.% жидких отходов пиролиза РТИ и на 33,3-78,8% при добавлении 3-12 мас.% отработанного моторного масла относительно ВУТ без добавления жидкой горючей компоненты.

Определено, что вязкость суспензионного топлива на основе угля марки Т повышается на 12,3-68,7% при добавлении 3-12 мас.% изопропилового спирта, на 17,9-71,9% при добавлении 3-12 мас.% жидких

отходов пиролиза РТИ и на 23,2-75,9% при добавлении 3-12 мас.% отработанного моторного масла относительно ВУТ без добавления жидкой горючей компоненты.

Выявлено, что суспензионное топливо на основе угля марки ЗБ с добавлением 12 мас.% жидкой горючей компоненты не применимо в промышленных масштабах, так как его вязкость превышает 1000 мПа*с.

В четвертой главе приведены результаты исследований характеристик распыления суспензионных топлив с добавлением жидкой горючей компоненты.

Установлено, что при удалении от устья форсунки скорость частиц водоугольного топлива снижается, а площадь сечения потока увеличивается.

Определено, что добавление 3 мас.% изопропилового спирта в состав суспензионного топлива на основе угля марки ЗБ приводит к увеличению скорости капель в струе в среднем на 1,8% относительно ВУТ без жидкой горючей компоненты; добавление 3 мас.% отходов переработки РТИ способствует повышению скорости капель в среднем на 6,7%; добавление 3 мас.% отработанного моторного масла влечет за собой прирост скорости капель в среднем на 14%.

Установлено, что добавление 3 мас.% изопропилового спирта в состав суспензионного топлива на основе угля марки Т приводит к увеличению скорости капель в струе в среднем на 3,6% относительно ВУТ без жидкой горючей компоненты; добавление 3 мас.% отходов переработки РТИ способствует повышению скорости капель в струе в среднем на 3,3%; добавление 3 мас.% отработанного моторного масла влечет за собой прирост скорости капель в среднем на 13%.

Выявлено, что распыление суспензионного топлива на основе угля марки ЗБ с добавлением изопропилового спирта приводит к образованию большего (на 6%) количества мелких частиц размером до 200 мкм.

В пятой главе приведены результаты математического моделирования процесса распыления суспензионных топлив с добавлением жидкой горючей компоненты с использованием коммерческого программного пакета ANSYS FLUENT. Результаты математического моделирования показали хорошую сходимость с экспериментальными данными, а именно уменьшение скорости частиц с ростом расстояния от устья форсунки (25 мм, 50 мм, 75 мм и 100 мм); увеличение площади сечения распыленного потока; увеличение скорости струи при добавлении 3% изопропилового спирта в состав суспензионного топлива.