

## СЕКЦИЯ 11. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Омская ТЭЦ-3 имеет смешанную схему включения генераторов, питание собственных нужд осуществлено частично от шин ГРУ и частично от блоков генератор-трансформатор. Осуществлено соединение питания с.н. к шинам ГРУ и к шинам повышенного напряжения. Сборные шины разделены на секции, согласно требованию: одна секция на котел. На каждой секции предусмотрен ввод резервного источника питания. Общестанционные потребители подключены к рабочим секциям РУСН 6 кВ, при этом двигатели и трансформаторы 6/0.4 кВ распределены равномерно по секциям, также, как и секции собственных нужд блоков с питательными насосами. Из этого следует, что схема собственных нужд соответствует нормам проектирования, сама схема собственных нужд изображена на рисунке 2 [3].

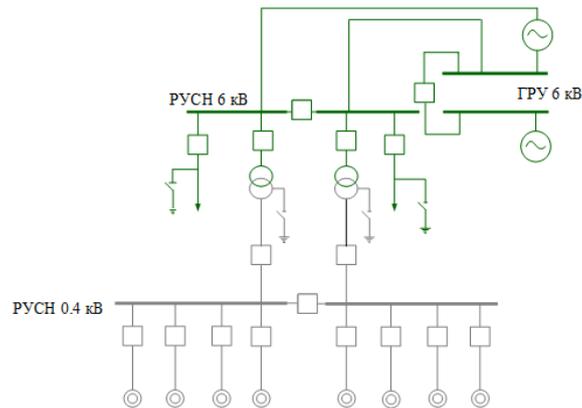


Рис. 2. Пример структурной схемы собственных нужд

На станции реализована автоматизированная система контроля и диагностики генераторов «НЕВА-АСКДГ». Функцией которой является контроль и диагностирование технологических параметров генератора и его вспомогательных систем. Контроль производится во всех эксплуатационных режимах. Система «НЕВА-АСКДГ» состоит из нескольких уровней. Первый уровень (нижний) – уровень первичных датчиков, которые проводят измерения. Второй уровень (средний) – уровень первичной обработки данным подсистемами и их дальнейшая передача на центральный контроллер. Центральный контроллер (высший) – производит запись информации и проводит углубленный диагностический анализ генератора по контролируемым параметрам, регистрирует аварии и запускает сигнализацию. Также он необходим для визуализации данных для оперативного персонала. Передача данных и событий в сеть АСУ станции осуществляется по каналам Ethernet. [4].

Также на станции активно применяется протокол GOOSE сообщений, предусмотренный стандартом МЭК 61850. Нужен он для обмена сигналами между различными устройствами в цифровом виде, например, устройства РЗА. GOOSE сообщения представляют собой пакеты данных. В которых может быть упаковано как одно значение, сигнал запуска МТЗ, так и одновременно несколько, сигнал пуска и сигнал о размыкании ключа. Устройство получатель извлечет лишь то, что ему необходимо. По своему назначению, GOOSE сообщения призваны заменить передачу дискретных сигналов по сети оперативного тока.

### Литература

1. Стандарт организации ЦКБ Энергоремонт 70238424.29.160.20.004-2009. Турбогенераторы серии ТВС. Групповые технические условия на капитальный ремонт. Нормы и требования. М.: ЗАО ЦКБ Энергоремонт, 2009.
2. Техническая документация Омской ТЭЦ - 3. [Электронный ресурс] / URL: [https://energybase.ru/power-plant/Omsk\\_СНР-3](https://energybase.ru/power-plant/Omsk_СНР-3) свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 13.11.2020 г.
3. РАО «ЕЭС РОССИИ» свод правил по проектированию тепловых электрических станций СП ТЭС-2007.
4. Комплексные решения построения АСУ ТП электрической части объекта [Электронный ресурс] / URL: <https://www.energsoyuz.spb.ru/ru/content/asu-tp> свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 15.11.2020 г.

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НИЗКОСОРТНЫХ ТОПЛИВНЫХ ПЕЛЛЕТ

Романов Д.С.

Научный руководитель - К.Ю. Вершинина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Использование пеллетированного топлива позволяет избежать трудностей при эксплуатации некоторых горючих компонентов [1]. Основными преимуществами топливных брикетов являются удобство хранения, транспортировки и подачи топлива в камеру сгорания [1]. Чаще всего компонентом брикетированного топлива является биомасса, которая в исходном состоянии имеет низкую плотность и высокую влажность. Однако биотопливо обладает рядом экологических, эксплуатационных и стоимостных преимуществ по сравнению с углем и мазутом, используемых на котельных агрегатах.

Одной из основных задач в области производства и использования пеллетированного топлива является улучшение эксплуатационных характеристик топливных пеллет (прочность, влагостойкость, способность сохранять свойства при хранении). Для улучшения прочностных характеристик пеллет могут использоваться термическая обработка и дополнительные компоненты, улучшающие долговечность, плотность и характеристики горения пеллетированного топлива.

Помимо биомассы, в качестве компонентов топливных брикетов можно использовать отходы угольной промышленности. В отличие от смесей биомассы или угля/биомассы, угольные отходы мало изучены. Несмотря на это, отходы переработки угля обладают высоким потенциалом в качестве сырья для пеллет по причинам их доступности и достаточной калорийности (теплотворная способность сухой массы в среднем составляет 16–20 МДж/кг).

Целью данной работы является экспериментальное определение эксплуатационных и энергетических характеристик многокомпонентных топливных пеллет на основе отходов углеобогащения, растительных отходов, торфа, крахмала и отработанного масла.

В качестве основного компонента топливных смесей использован фильтр-кек Д, являющийся типичным отходом углеобогащения. В качестве дополнительных компонентов были использованы торф, солома, крахмал и компрессорное масло. В работе рассматривались следующие топливные смеси:

- (1) 90% фильтр-кек Д, 10% компрессорное масло;
- (2) 90% фильтр-кек Д, 10% торф;
- (3) 90% фильтр-кек Д, 10% солома;
- (4) 85% фильтр-кек Д, 10% компрессорное масло, 5% крахмал;
- (5) 85% фильтр-кек Д, 10% торф, 5% крахмал;
- (6) 85% фильтр-кек Д, 10% солома, 5% крахмал.

Выбор компонентов топливных смесей обусловлен их большими доступными объемами (накопленными и ежегодно формируемыми) и выраженным энергетическим потенциалом (средние значения калорийности топлива соответствует диапазону, приемлемому для энергетических установок). В качестве связующей добавки применялся крахмал, поскольку этот компонент, в сравнении с некоторыми типичными связующими (смолы, зольные остатки, жмыхи), считается достаточно перспективным для увеличения прочности пеллет на разрыв и устойчивости к ударам, а также в высокой степени распространен и доступен.

Схема подготовки компонентов, приготовления пеллет и проведения эксперимента представлена на рисунке 1. Определение эксплуатационных характеристик происходило согласно методике, описанной в [2].



Рис. 1. Схема проведения эксперимента

Одной из важных эксплуатационных характеристик является ударопрочность. На рисунке 2 представлены результаты исследования по определению ударопрочности топливных пеллет.

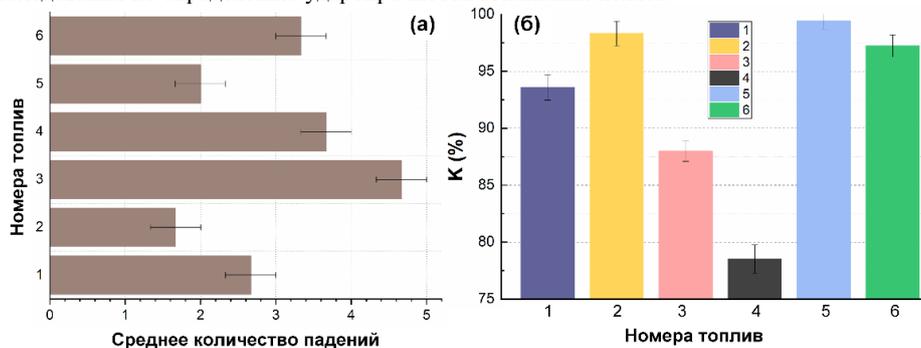


Рис. 2. Определение эксплуатационных характеристик: (а) число падений до разрушения; (б) коэффициент потери массы

На рис. 2а показано среднее количество падений до разрушения для пеллет различного компонентного состава. Использование крахмала в составе топлива улучшило прочностные характеристики гранул, содержащих компрессорное масло и торф. В частности, количество падений с потерей механической целостности увеличилось в 1,2–1,4 раза. На рисунке 2б показан коэффициент потери массы для топлив с различным компонентным составом. Композиция на основе фильтр-кека и торфа с крахмалом или без него показала наименьшую потерю массы (около 2%).

Одним из этапов исследования являлось определение энергетических характеристик топливных пеллет. Результаты экспериментов представлены на рисунке 3.

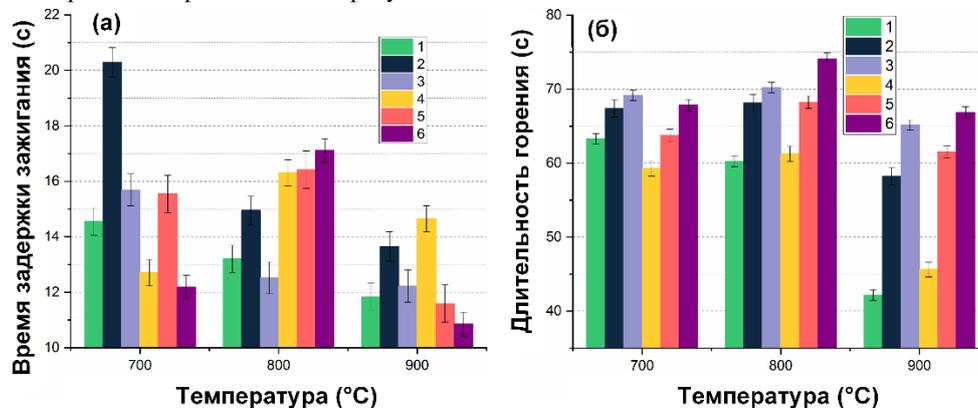


Рис. 3. Определение энергетических характеристик: (а) времена задержки зажигания; (б) длительность горения

Добавка крахмала в топливные смеси оказала неоднозначное влияние на результаты экспериментов. При 700°C времена задержки гетерогенного зажигания у композиций с крахмалом снизились на 10–20%. При 800 °C задержка гетерогенного зажигания была выше для смесей с крахмалом, также наблюдалось более длительное газофазное горение для всех топливных композиций с добавкой крахмала. Как показывают эксперименты, добавление крахмала существенно не влияет на длительность горения топливных смесей. Разница в результатах не более 10%. Это связано с тем, что крахмал как добавка позволяет образовывать более прочную структуру топливного пеллета и уменьшает полноту прогорания топлива на низких температурах (700°C). Однако при увеличении температуры до 800°C, длительность горения увеличивается, что свидетельствует о снижении недожога и более полном окислении органического вещества.

Пеллеты на основе угольных отходов с различными добавками обладают высоким экологическим и энергетическим потенциалом. Несмотря на привлекательные энергетические показатели и влагостойкость, пеллеты на основе угольного шлама и отработанного компрессорного масла теряли свою прочность при хранении более 24 часов. Использование крахмала нецелесообразно для гранул из угольного шлама и соломы для улучшения их механической устойчивости. Крахмал лучше всего использовать для композиций, не содержащих биомассу или торф. Это обеспечит значительное повышение прочности этих гранул при транспортировке и хранении.

#### Литература

1. Karkania V., Fanara E., Zabaniotou A. Review of sustainable biomass pellets production – A study for agricultural residues pellets' market in Greece. *Renew Sustain Energy Rev* 2012; 16:1426–36.
2. Lubwama M., Yiga V., Muhairwe F., Kihedu J. Physical and combustion properties of agricultural residue bio-char bio-composite briquettes as sustainable domestic energy sources. *Renew Energy* 2020;148: 1002–16.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОМЫСЛАХ

Рудник В.Е., Рубан Н.Ю., Бай Ю.Д.

Научный руководитель - доцент Н.Ю. Рубан

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Одними из главных источников электроснабжения газовых и нефтяных промыслов являются электроэнергетические сети различных распределительных сетевых компаний, а также автономные электростанции [1]. Для электроснабжения нефтяных и газовых промыслов отдаленных месторождений, которые затруднительно подключить к единой энергосистеме, чаще всего применяются автономные газотурбинные установки, использующие в качестве топлива природный газ. Так же стоит отметить, что добыча нефти и природного газа является важной частью экономики нашей страны.

В настоящий момент наблюдается тенденция роста потребления электроэнергии у энергосистемы в целом, промышленных предприятий, у нефтяных и газовых промыслов, в связи с расширением добычи и инфраструктуры [4]. В 2019 году ввели в эксплуатацию возобновляемые источники энергии мощностью 531 МВт, на данный момент ориентировочная мощность возобновляемых источников энергии составляет порядка 1,1 ГВт [3], но все же доля объектов возобновляемых источников энергии в единой энергосистеме России находится на уровне 0,5 % от общей