

5. Абсорбционные бромисто-литиевые машины для нагрева и охлаждения воды // В монографии «Исследования и разработки СО РАН в области энергоэффективных технологий» / под общ. ред. чл.-корр. РАН С.В. Алексеенко. – Новосибирск: Наука, 2009. – С. 148-160.
6. Оценка эффективности абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины с трехступенчатой генерацией пара / Бараненко А.В., Долотов А.Г., Тимофеевский Л.С. и др. // Известия СПбГУНиПТ, 2000. № 1. С. 21-26.

Научный руководитель: С.Л. Елистратов, д.т.н., проф., зав. каф. ТЭС НГТУ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ТОРФА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К БРИКЕТИРОВАНИЮ

А.В. Астафьев, К.Т. Ибраева, В.Е. Суздальцев
Томский политехнический университет
ЭНИН, ПГС и ПГУ

Проблема обеспечения топливом ресурсодефицитных регионов актуальна по настоящее время. Эти регионы, как правило, не имеют собственных запасов энергетически ценных топлив (каменного угля, нефти или природного газа), или разработка расположенных здесь месторождений экономически нецелесообразна. В результате энергообеспечение осуществляется за счет привозного топлива, в стоимость которого включены транспортные издержки. Это приводит к существенному удорожанию топлива и отражается на тарифах тепло- и электроэнергетики.

В связи с этим необходимо стремиться к вовлечению местных ресурсов сырья, пригодных для сжигания и не требующих огромных капиталовложений на его добычу. В качестве одного из возможных вариантов такого сырья может рассматриваться торф. Торф является возобновляемым ресурсом, расположенным на поверхности земли и присутствующим практически на всех материках (за исключением Антарктиды). Мировые запасы торфа насчитывают около 500 млрд тонн, однако объемы его добычи в настоящее время не превышают 25 млн тонн в год [1, 2]. Основная доля добываемого торфа направлена на топливное использование (70%), остальная часть – на сельское хозяйство, фармацевтическую и химическую промышленности [2]. Так, например, в 2011 году в Ирландии доля энергии, вырабатываемой на торфе, по отношению к общему количеству выработки составила 5,30%, в Финляндии – 4,54%, в Беларуси – 1,85%. Однако в общемировом масштабе доля энергии, производимая при сжигании торфа, на данный момент не превышает 0,028% [1].

Главными сдерживающими факторами использования торфа в качестве топлива являются малая теплотворная способность, сезонностью добычи и сложности транспортировки даже на небольшие расстояния: торф имеет низкую насыпную плотность, слеживается, крошится, а также смерзается при низ-

ких температурах воздуха. Поэтому его перевозка на расстояния более чем 25-30 км экономически нецелесообразна [3]. В связи с этим необходимо повышение калорийности и транспортабельности торфа.

При изучении вопроса повышения энергетических свойств торфа для последующего сжигания авторами выделена теплотехнологическая переработка, как одно из наиболее часто публикуемых направлений исследований. Это направление подразумевает получение энергетических топлив из торфа путем термического воздействия. Применительно к твердым органическим видам сырья, к которым и относится торф, авторами выделено два варианта теплотехнологической переработки: торрефикация топливных брикетов [4] и получение твердого композитного топлива [5]. В связи с тем, что механизм поведения органического сырья при теплотехнологической переработке до конца не изучен и зависит от множества факторов, как внешних (температура, давление, скорость нагрева), так и внутренних (состава топлива, минеральной части, влажности и др.), то в каждом конкретном случае необходимо проведение экспериментальных исследований для получения полной картины переработки (материальных и тепловых балансов, характеристик продуктов, тепловых эффектов). Целью работы ставится исследование теплового эффекта пиролиза торфа применительно к его теплотехнологической переработке.

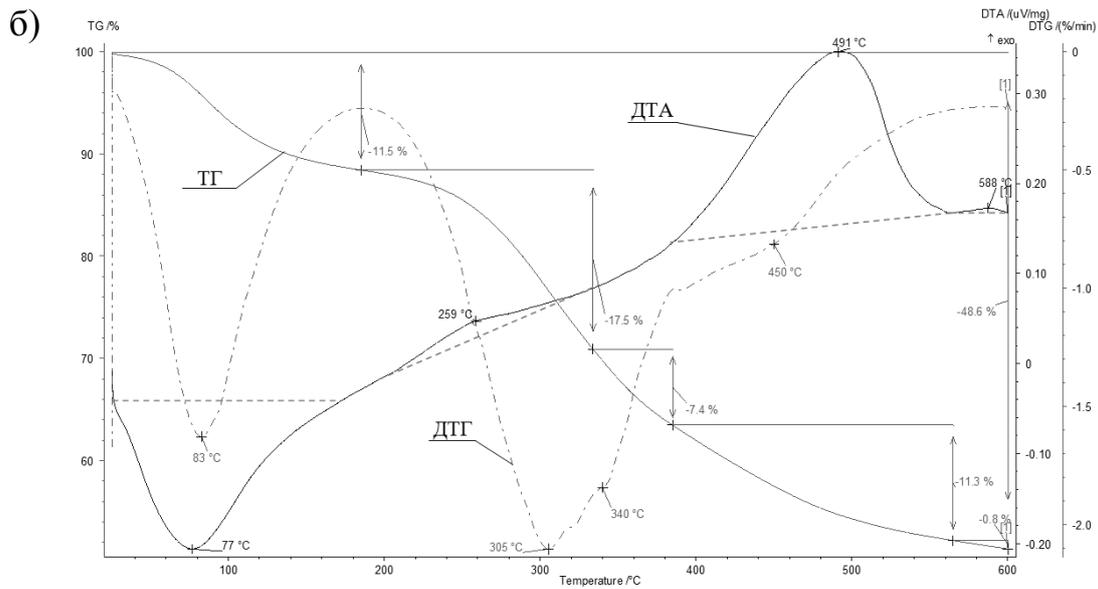
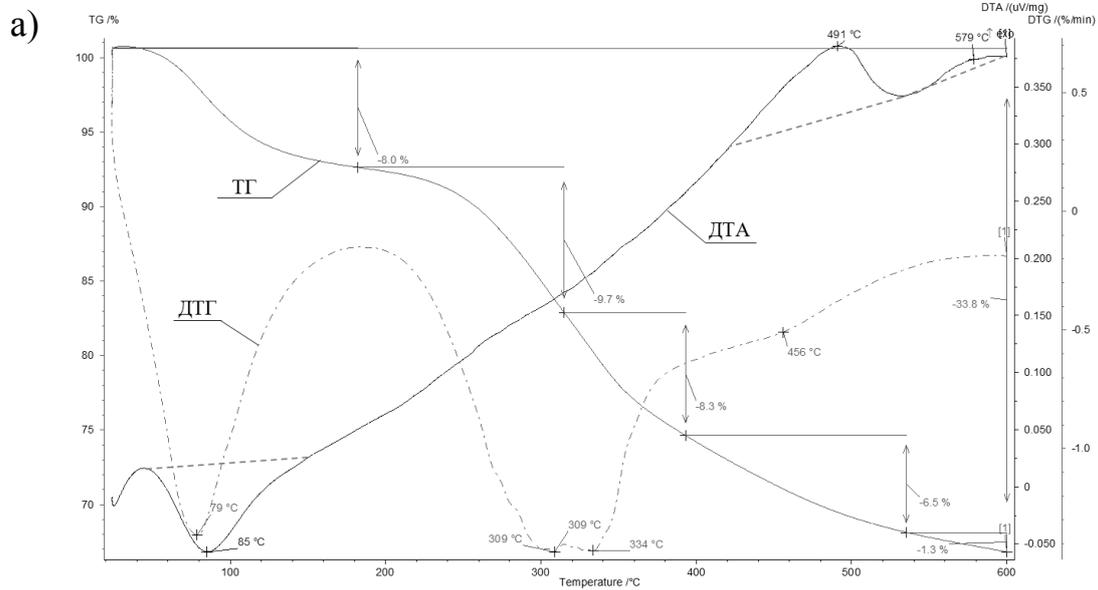
В работе исследованы пробы торфа, доставленных с трех месторождений Томской области и выдержанные до воздушно-сухого состояния. Для оценки теплового эффекта переработки торфа были проведены термогравиметрический (ТГ) и дифференциальный термический (ДТА) анализы на микротермоанализаторе STA 449C (Netzsch, Германия). Скорость нагрева выбрана согласно [6] равной 10 °С в минуту. Анализы выполнены в инертной среде (гелий) с целью исключения влияния кислорода на точность результатов исследования.

Дифференциально термический анализ (рис. 1) показал, что при температуре торфа порядка 400 °С в нём начинают протекать реакции, сопровождающиеся экзотермическим эффектом. Выделение тепла продолжается до температуры ~550 °С, затем снова наблюдаются экзотермические процессы меньшей интенсивности.

В интервале температур 150-400 °С также наблюдаются экзотермические реакции. Однако для торфа № 1 их величина настолько мала, что можно говорить об отсутствии каких-либо тепловых превращений в этом диапазоне температур. При нагреве образцов торфа № 2 и № 3 в интервале температур 220–330 °С наблюдались экзотермические тепловые эффекты, равные 100 и 60 кДж/кг соответственно.

Эти особенности необходимо учитывать в случае термического брикетирования или торрефикации торфа. Нагрев некоторых видов торфа свыше 220 °С может привести к возникновению экзотермических реакций и последующему самовозгоранию торфа. Упоминание о подобных эффектах, встречающихся при торрефикации древесных пеллет с целью повышения потребительских свойств, приведено в работе [7], согласно которой нагрев пеллет до температуры 220–250 °С приводил к повышению их температуры до 700-800 °С.

В целом же результаты ДТА-анализа позволяют сделать вывод, что нагрев всех исследованных образцов торфа сопровождался суммарным экзотермическим эффектом, который для торфа № 1 составил – 250 кДж/кг, торфа № 2 – 1535 кДж/кг, торфа № 3 – 791 кДж/кг. Это показывает возможность авто-термического протекания теплотехнологической переработки при температурах свыше 400 °С.



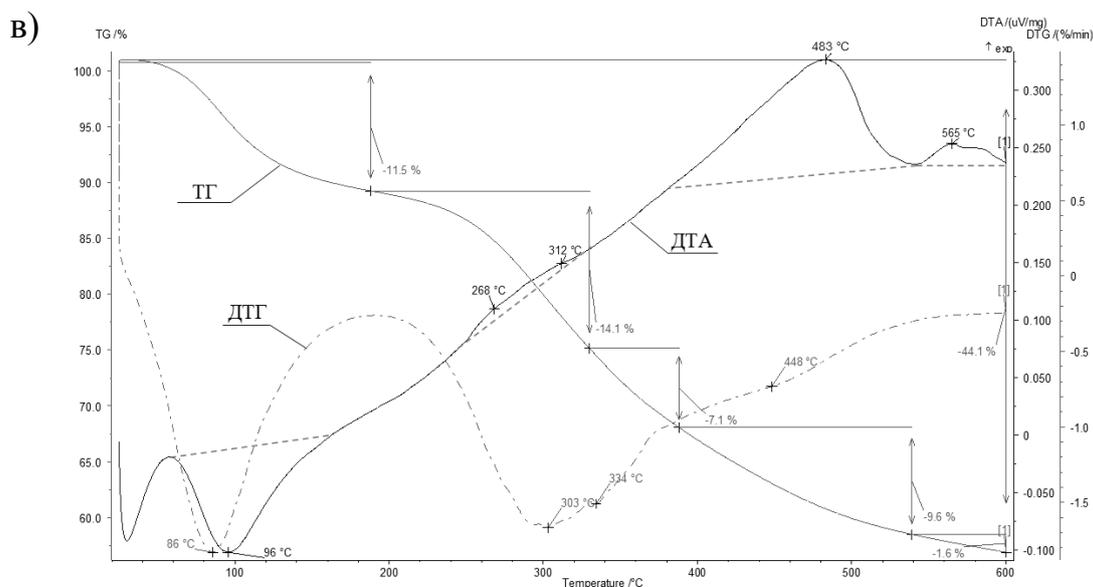


Рис. 1. Результаты дифференциального термического анализа торфа: а) – образец торфа №1; б) – образец торфа № 2; в) – образец торфа № 3.

Результаты термогравиметрического анализа показывают, преобладание твердого остатка среди всех продуктов, получаемых при переработке (выход твердого остатка составляет более 52%), что позволяет прийти к выводу о целесообразности переработки торфа в твердые продукты. Прочие (жидкие и газообразные) продукты имеют небольшой выход и потребуют большого расхода исходного сырья при переработке.

Выводы

Результаты исследования тепловых эффектов, возникающих при нагреве торфа, показали, что термическая переработка исследуемых образцов сопровождалась протеканием экзотермических реакций при температуре свыше 400 °С. Отмечено, что термическое прессование или торрефикацию торфа необходимо проводить при температурах ниже 220 °С, так как в некоторых видах торфа уже при данной температуре возможно протекание экзотермических реакций, способных привести к самовозгоранию торфа.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-50124 (мол_нр).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Боярко Г.Ю., Бернатонис П.В., Бернатонис В.К. Торфяная промышленность России и мира. Анализ состояния и перспективы развития // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2014. – № 6. – С.56–61.
2. Хорошавин Л.Б., Медведев О.А., Беляков В.А., Михеева Е.В., Руднов В.С., Байтимилова Е.А. Торф: возгорание торфа, тушение торфяников и торфокомпозиты. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС, 2013. – 256 с.

3. Марков В.И., Волкова Н.И. Торф – возобновляемый ресурс у нас под ногами // Экология и промышленность России. – 2014. – № 1. – С. 58–60.
4. Fagnäs L., Kuoppala E., Arpiainen V. Composition, utilization and economic assessment of torrefaction condensates // Energy & Fuels. – Vol. 29. – 2015. – P. 3134–3142.
5. Табакаев Р.Б., Казаков А.В., Заворин А.С. Термическое обогащение низкосортного твердого топлива // Химия твердого топлива. – 2015. – № 5. – С. 3–9.
6. Табакаев Р.Б. Теплотехнология получения твёрдого композитного топлива из низкосортного органического сырья: Автореферат ... дис. канд. техн. наук. – Красноярск: СФУ, 2015. – 20 с.
7. Зайченко В.М. Повышение потребительских свойств твердого топлива из биомассы // Энергосбережение. – 2014. – № 3. – С. 66–68.

Научный руководитель: Р.Б. Табакаев, к.т.н., инженер-исследователь, кафедры ПГС и ПГУ ЭНИН ТПУ.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РАСТОПКИ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

¹А.А. Лебедев, ²А.И. Артамонцев
^{1,2}Томский политехнический университет
ЭНИН, ПГС и ПГУ, ¹группа 5ВМ5А.

В настоящее время одной из актуальных проблем мировой энергетики является снижение доли мазута и газа, используемых для растопки пылеугольных котлов. А также применение низкосортных углей в качестве топлива [1]. Совместное сжигание угля и обладающего более высокой реакционной способностью мазута с различными избытками воздуха ухудшает эколого-экономические показатели котлов: на 10-15 % повышается мехнедожог топлива и на 2 – 5 % снижается КПД-брутто, возрастает скорость высокотемпературной коррозии экранных поверхностей и снижается надежность эксплуатации котельного оборудования; на 30 – 40 % увеличивается выход оксидов азота и серы; появляются выбросы канцерогенной пятиокиси ванадия [2].

Известные методы по снижению расхода мазута при сжигании углей (реконструкция горелочных устройств, отдельное и смешанное сжигание угля и подсветочного топлива (мазута), высокий подогрев воздуха и пылевоздушной смеси, утонение помола и др.) не решают проблему сокращения высокорекреационного топлива, особенно на стадии растопки котла [2].

Отсюда и появляется весьма актуальная проблема тепловой энергетики: снижение доли мазута в топливном балансе пылеугольных тепловых электростанций (ТЭС). Решение данной проблемы невозможно на базе традиционных технологий топливоиспользования, которые в основном исчерпали себя как в техническом, так и в эколого-экономическом аспектах [3].