

Список литературы

- 1 Пульповая переработка пищевых отходов / А. М. Гонопольский [и др.]. – М. : Перо, 2016. – 126 с.
- 2 Утилизация отходов в Круунуворенранта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www. metrotai.fun.com/automatic_solid_waste_collection_system/ru/](http://www.metrotai.fun.com/automatic_solid_waste_collection_system/ru/). – Дата доступа : 03.10.2020.
- 3 Цыганков, А. П. Утилизация твёрдых отходов / А. П. Цыганков. – М. : Стройиздат, 1985. – 336 с.

УДК 662.8.053.33

БРИКЕТИРОВАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СОСТАВОВ ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

А. Н. ПЕХОТА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Б. М. ХРУСТАЛЁВ

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В рамках решения вопросов обеспечения эффективного использования энергетических ресурсов учеными и исследователями многих стран проводятся изыскания и анализируется потенциал более широкого использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, в том числе и от использования производственных и сельскохозяйственных отходов, биогаза, вырабатываемого из отходов животноводства, переработки отходов деревообработки, осадков сточных вод, торфа, энергетических культур, биодизеля, биоэтанола и т. п. Сегодня наиболее распространенным источником энергии для получения твердого брикетированного топлива являются, на территории нашей республики, торф, отходы деревообработки и древесные отходы строительного и бытового потребления.

В связи с ростом населения и развитием мировой экономики, по прогнозам ООН, к 2035 году глобальное потребление энергии вырастет примерно на 50 %. Всё это свидетельствует об остроте проблем сбережения и рационального использования природных ресурсов в мире. Известно, что уже в обозримом будущем человечество может начать испытывать дефицит в природных энергетических ресурсах. С учетом темпов их наращивания обеспеченность в мире запасами органических топлив при существующих темпах ежегодного спроса на электроэнергию в цивилизованных странах 2,5–3 % в год составляет (по разным источникам): нефти – 25–48 лет; газа – 35–64 года; угля – 228–330 лет [1].

В то же время последними исследованиями установлено, что экономически оправданное использование горючих бытовых и производственных отходов как энергетического топлива позволяет компенсировать 26 % мировой энергетической потребности.

Отличительной особенностью предприятий Белорусской железной дороги является широкий перечень как специфических, так и типовых технологических отходов, связанных с эксплуатацией, обслуживанием и ремонтом подвижного состава и структуры обеспечения работы депо по этим направлениям. Сегодня на каждом субъекте хозяйствования железной дороги, в результате производственной деятельности образуются отходы газообразных, твердых, и жидких веществ, которые зачастую отрицательно влияют на окружающую среду. При этом их использование нередко позволяет эффективно экономить ресурсы, в первую очередь первичные, однако со стороны предприятий ресурсосберегающие технологии не всегда эффективно внедряются, и как следствие – негативно сказываются на экономике формирования себестоимости товара, продукции или услуги.

Отходы от эксплуатации железнодорожного транспорта и технической эксплуатации содержания инфраструктуры различных депо, обеспечивающих обслуживание и ремонт локомотивно-вагонного хозяйства, могут включать отходы нефтепродуктов, органических соединений, лаков и красок, загрязненные маслами и смазками ветошь и другие горючие виды отходов. К наиболее опасным как по объемам образования, так и по химическому составу относятся нефтесодержащие отходы. Их использование является одним из рациональных и эффективных методов реализации экономических и экологических целей на любом предприятии, так как при этом достигается конкретный экологический эффект, обеспечивающий экономическую составляющую.

Железнодорожный транспорт, как и большинство других отраслей, пока не в состоянии переработать все собственные отходы. Большая часть образующихся на предприятиях отрасли отходов

вывозится на переработку или утилизацию, частично сжигаются, частично регенерируются. При этом в настоящее время сохраняется тенденция накапливания части отходов на предприятиях.

В настоящее время на предприятиях ежегодно накапливается около 450 тысяч тонн нефтесодержащих отходов, которые образуются при очистке сточных вод, в системе оборотного водоснабжения; ремонте и техническом обслуживании локомотивов, оборудования, машин и механизмов; очистке резервуаров; выполнении технологических операций и т. п. [2]. Проблема переработки нефтесодержащих отходов осложняется их высокой устойчивостью, особенностями и неоднородностью их состава и свойств, постоянно изменяющихся под воздействием атмосферы и различных процессов, протекающих в них. Так, с течением времени происходит «старение» нефтесодержащих эмульсий вследствие испарения легких фракций, окисления и осмоления, перехода асфальтенов и смол в другое качество, образования коллоидно-мицеллярных конгломератов, попадания дополнительных механических примесей неорганического происхождения. Устойчивость к разрушению таких сложных многокомпонентных дисперсных систем многократно возрастает, а обработка и утилизация их представляют одну из труднейших задач.

К основным наиболее эффективным методам использования нефтесодержащих отходов относятся сжигание и регенерация. Однако переход энергетики на использование вторичных ресурсов в виде альтернативного топлива в энергоустановках многих пугает, так как это может оказаться экономически неприемлемым в силу значительных капитальных затрат на модернизацию топливосжигающего оборудования.

Одним из решений вышеуказанных проблем по эффективному использованию нефтесодержащих отходов является их использование при производстве твёрдого многокомпонентного топлива. Тема вовлечения различных отходов для повторного использования, в том числе в энергетических целях, не является новой и, например, в странах Европейского союза и США довольно распространена в применении. Анализ экологической стратегии получения альтернативных твердых топлив в странах ЕС и США позволяет выделить в качестве основных путей достижения результата использование различных биоресурсов и отходов ТБО, в составе которых в основном горючие компоненты ТБО, такие как пластик и биоразлагаемые отходы. Основной целью производства альтернативного твердого восстановленного топлива (англ. *refused derived fuel – RDF*) является выработка недорогих энергоресурсов с использованием различных видов отходов. Теплотворная способность RDF топлива в различных странах с использованием различных технологий составляет 13–23 МДж/кг [3].

Исследования в обозначенных направлениях ведутся совместными усилиями кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» Белорусского национального технического университета и кафедры «Физика и энергоэффективные технологии» Белорусского государственного университета транспорта. Одним из результатов исследования является разработанная технология производства топлива твердого многокомпонентного топлива (англ. *multicomponent solid fuel MSF*), внедрение которой позволяет получать твердое топливо с использованием образующихся на предприятиях нефтесодержащих отходов на основе применения в составе растительных и древесных отходов. Разработанная технология получения MSF-топлива обеспечивает полное сжигание используемых в нем горючих материалов с выделением заданных теплотехнических характеристик. При этом оно удовлетворяет требования транспортировки и хранения, обеспечивая сохранение свойств и качественных характеристик горючей массы.

Разработанная технология получения топлива твердого многокомпонентного позволяет использовать в качестве связующего компонента нефтешламы, насыщенные нефтепродуктами опилки, ветошь, сорбирующие материалы, эмульсии нефтепродуктов, отработанные смазки, отходы очистки мазутных и нефтяных резервуаров, отходы нефтеловушек очистных сооружений.

В основе исследований лежит изменение подходов и совершенствование технологических схем процессов производства твердого топлива методом брикетирования.

С целью брикетирования нефтесодержащих и древесных отходов при производстве твердого MSF-топлива предложена схема последовательности операций (рисунки 1).

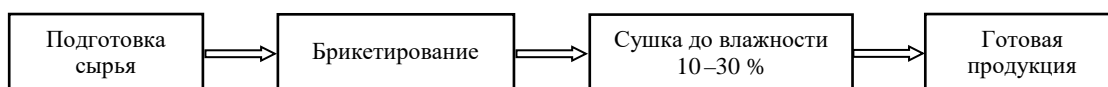


Рисунок 1 – Последовательность операций при предложенном способе брикетирования

Преимуществом такой схемы является исключение возможности самовоспламенения нефтесодержащих отходов при брикетировании топлива за счет отсутствия необходимости нагрева формуемой смеси. Сушку сформованного топлива производят в сушильных камерах, в теплое время года – при температурах наружного воздуха.

На основе исследования опытно-промышленных партий топлива твёрдого многокомпонентного с использованием нефтешламов, донных отложений мазутных резервуаров, ила очистных сооружений с различными компонентными составами, были полученные данные по химическому составу, теплоте сгорания, атмосферным выбросам от сжигания, которые позволили выявить дополнительные выходные параметры и определяющие зависимости.

Поскольку переход на альтернативное топливо котельных может оказаться нерациональным вследствие значительных капитальных вложений на модернизацию оборудования, в рамках научной работы, с учетом полученных данных по химическому составу различных марок топлива, их теплоте сгорания и выбросам загрязняющих веществ при сжигании, была разработана математическая модель позволяющая осуществлять подбор оптимального с экономической и экологической точек зрения состава двухкомпонентного топлива (например, опилки и нефтешламы, или ил очистных сооружений, или донные отложения мазутных резервуаров и т. п.).

Зависимость для безразмерной концентрации g выбросов в атмосферу при сжигании двухкомпонентного твердого топлива получена в виде

$$g(x_1) = \frac{0,1AF_M n m \eta N}{H^2 \sqrt[3]{V \Delta T} [Q_1 x_1 + Q_2 (1 - x_1)] \eta_k} [g_{11}(x_1) + g_{12}(x_1) + g_2(x_1) + g_3(x_1) + g_4(x_1)], \quad (1)$$

где

$$g_{11}(x_1) = \frac{\beta_p}{C_{uNO_2}} \left(1 - \frac{q_{41}}{100}\right) x_1 Q_1 \left[H_{1,T} K_{1,T} \alpha_T \sqrt{\left(1 - \frac{q_{41}}{100}\right) \frac{100N}{[Q_1 x_1 + Q_2 (1 - x_1)] \eta_k} x_1 Q_1^3} \right],$$

$$g_{12}(x_1) = \frac{\beta_p}{C_{uNO_2}} (1 - x_1) Q_2 \left[H_{2,T} K_{2,T} \alpha_T \sqrt{\frac{100N}{[Q_1 x_1 + Q_2 (1 - x_1)] \eta_k} (1 - x_1) Q_2^3} \right],$$

$$g_2(x_1) = \frac{20000}{C_{uSO_2}} [x_1 S_{1,r} + (1 - x_1) S_{2,r}] (1 - \eta_{s_1}) (1 - \eta_{s_2}),$$

$$g_3(x_1) = \frac{x_1 C_{1,CO} + (1 - x_1) C_{2,CO}}{C_{uCO}},$$

$$g_4(x_1) = \frac{10000}{C_{uPM}} \left[x_1 (1 - \eta_{1,c}) \left(\alpha_{1,ab} A_r + q_{1,ab} \frac{Q_1}{\tau} \right) \right] + \frac{10000}{C_{uPM}} \left[(1 - x_1) (1 - \eta_{2,c}) \left(\alpha_{2,ab} A_r + q_{2,ab} \frac{Q_2}{\tau} \right) \right],$$

где τ – безразмерная константа, $\tau = 32,68$.

Накопленные исследовательский и производственный опыт объективно доказывают, что данное направление содержит в себе большой потенциал, экономическую выгоду и позволяет решать важные экологические и социальные задачи.

Таким образом, внедрение разработанной технологии производства и составов топлива позволяет сократить энергозатраты предприятий, потребляющих твердое топливо, увеличить долю местных видов топлива в энергетическом балансе предприятия и региона, а также улучшить экологическую обстановку за счет снижения объемов отходов производства и обеспечить экономию природных ресурсов.

Список литературы

- 1 Глобальный ВВП мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://global-finances.ru/vvp-mira-po-godam/>. – Дата доступа : 01.10.2020.
- 2 Энергетический баланс Республики Беларусь : стат. сборник ; ред. коллегия : В. И. Зиновский [и др.]. – Минск : Нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2013. – 139 с.
- 3 Мисун, Л. В. Отходы производства и потребления. Проблемы и решения : [монография] / Л. В. Мисун, В. М. Раубо, Г. А. Рускевич. – Минск : БГАТУ, 2010. – 285 с.