ИССЛЕДОВАНИЕ ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ И ЦЕТАНОВОГО ЧИСЛА ТОПЛИВНЫХ КОМПОЗИЦИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ДИЗЕЛЬНЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ

М. А. Ареховская

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. Н. Макеева

Одними из ключевых показателей, характеризующих пригодность топлива к использованию в энергетических установках, являются его воспламеняемость и способность к устойчивому горению. В данной работе проведено исследование влияния добавок дизельного дистиллята вторичной перегонки на температуру вспышки и температуру воспламенения печного бытового топлива, а также выполнен анализ цетанового числа топливных композиций.

Ключевые слова: печное бытовое топливо, дизельные дистилляты, температура вспышки, температура воспламенения, цетановое число.

Исходным компонентом выступает печное бытовое топливо (ТУ BY 400091131.004-2009). В качестве модифицирующей добавки использовался дизельный дистиллят вторичной перегонки. Путем интенсивного механического перемешивания были приготовлены топливные композиции с содержанием дистиллята от 10 до 50 %. Определение температуры вспышки и воспламенения проводилось в открытом тигле согласно стандартной методике. Сущность метода заключается в фиксации температуры, при которой пары нагреваемого нефтепродукта образуют с воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении пламени. Температура воспламенения фиксировалась при условии устойчивого горения образца в течение не менее 5 секунд после удаления источника зажигания.

Результаты исследования воспламеняемости, представленные в таблице.

Температура вспышки и воспламенения топливных композиций при добавлении дизельного дистиллята вторичной перегонки

Количество добавленного дистиллята, мл	Температура вспышки, °С	Температура воспламенения, °С
Без добавления	116,08	133,2
10	106,6	121,4
20	104,7	115,3
30	102,8	110,9
40	95,05	101,6
50	87,3	92,3

Для чистого печного бытового топлива (ПБТ) температура вспышки составила 116,8 °С, а температура воспламенения – 133,2 °С. Добавление дизельного дистиллята вторичной перегонки приводит к закономерному уменьшению этих показателей. При введении 10 мл дистиллята температура вспышки снижается до 106,6 °С, а при увеличении концентрации до 50 мл – до 87,3 °С. Аналогичная динамика наблюдается и для температуры воспламенения, которая в диапазоне концентраций от 0 до 50 % уменьшается с 133,2 до 92,3 °С.

Выявленное снижение температуры вспышки объясняется изменением фракционного состава топливной смеси. Дизельный дистиллят вторичной перегонки содержит более легкие компоненты с меньшей молекулярной массой по сравнению с базовым печным бытовым топливом. Повышение концентрации легких фракций способствует увеличению испаряемости топлива: оно образует больше паров при более низких температурах.

С технологической точки зрения, использование топлива с пониженной температурой вспышки имеет как положительные, так и отрицательные аспекты. К положительным факторам можно отнести снижение энергозатрат на инициирование процесса горения, поскольку для воспламенения паровоздушной смеси требуется подвод меньшего количества тепла. Это может повысить экономичность розжига топлива в горелочных устройствах.

Отрицательным фактором является повышение пожароопасности топливной композиции. Более легкое испарение означает, что при нарушении герметичности системы хранения или подачи топлива возрастает риск образования взрывоопасных паровоздушных смесей. В связи с этим при практическом использовании топлив на основе дизельных дистиллятов необходимо строгое соблюдение мер предосторожности: контроль герметичности оборудования, недопущение открытого огня в зонах хранения и обеспечение надежной вентиляции.

Важно отметить, что, несмотря на снижение, полученные значения температуры вспышки (87,3–116,8 °С) остаются выше аналогичных показателей для мазута (110 °С) и значительно превышают нормативные требования, предъявляемые к дизельному топливу (не ниже 55 °С для летних сортов). Это позволяет сделать вывод о сохранении приемлемого уровня безопасности при эксплуатации исследованных топливных композиций.

Снижение температуры вспышки свидетельствует о повышении испаряемости топливной композиции. Это объясняется тем, что дизельный дистиллят вторичной перегонки содержит более легкие фракции по сравнению с исходным печным бытовым топливом. С технологической точки зрения, использование топлива с более низкой температурой вспышки позволяет затрачивать меньше энергии на инициирование процесса горения, что может повысить экономичность розжига.

Однако снижение температуры вспышки также влечет за собой повышение пожароопасности топлива, что требует строгого соблюдения мер безопасности при хранении и транспортировке.

Несмотря на уменьшение, все полученные значения температур вспышки остаются выше аналогичных показателей для мазута (110 °С) и значительно выше нормативных требований для дизельного топлива (не ниже 55 °С для летних сортов и 40 °С для зимних). Это подтверждает сохранение эксплуатационной безопасности композиций на основе ПБТ.

Цетановое число является косвенной характеристикой воспламеняемости дизельных топлив, однако для печных и котельных топлив оно не нормируется. Тем не менее, анализ фракционного состава и температурных характеристик позволяет сделать вывод о влиянии добавки дистиллята на самовоспламеняемость смеси.

Поскольку добавление дизельного дистиллята снижает вязкость и плотность композиции можно увидеть улучшение процесса смесеобразования. Более легкие и однородные по составу капли, образующиеся при распылении такого топлива, быстрее испаряются, что способствует более полному и устойчивому сгоранию.

Литература

1. Морозова, О. Ю. Резервное топливоснабжение котельных РУП «Гомельэнерго», работающих в пиковом режиме / О. Ю. Морозова ; науч. рук. А. В. Шаповалов, Н. З. Заглубоцкий // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XX Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 23–24 апр. 2020 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – С. 142–145.
2. Соловей, Е. В. Печное бытовое топливо – новый вид резервного топлива в энергосистеме Республики Беларусь / Е. В. Соловей, И. О. Шамело ; науч. рук. О. Ю. Морозова // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 28–29 апр. 2022 г. В 2 ч. Ч. 1 / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2022. – С. 220–223.
3. Ковальчук, А. А. Влияние вторичной перегонки на свойства печного бытового топлива и его смеси сэтанолом / А. А. Ковальчук, Е. Н. Макеева // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 27–28 апр. 2023 г. В 2 ч. Ч. 1 / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – С. 255–258.

ТРИГЕНЕРАЦИЯ ЭНЕРГИИ В ТУРБОДЕТАНДЕРНЫХ УСТАНОВКАХ НА ДИОКСИДЕ УГЛЕРОДА И ИХ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ

В. В. Сиваков, И. К. Журавлев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Овсянник

Рассмотрены термодинамические основы тригенерационных установок на диоксиде углерода (CO_2) как едином рабочем теле. Представлена схема утилизации вторичных энергоресурсов для совместной выработки электроэнергии, тепла и холода, а также получения товарной углекислоты. Описана парогазовая установка с котлом-утилизатором и двойным промежуточным перегревом, объединяющая цикл Брайтона и цикл Ренкина на CO_2. Показано, что использование CO_2 позволяет повысить экологичность системы, снизить затраты и улучшить эффективность за счет глубокой утилизации тепла отходящих газов. Двойной перегрев увеличивает работу расширения и предотвращает попадание влажной фазы в проточную часть турбины. Научная новизна заключается в разработке сопряженных прямого и обратного циклов на одном хладагенте. Практическая значимость подтверждается возможностью производства холода на двух температурных уровнях, тепла, электричества и жидкого CO_2.

Ключевые слова: тригенерация, диоксид углерода (CO_2), вторичные энергоресурсы, парогазовая установка, двойной промежуточный перегрев, утилизация тепла.

Термодинамические основы тригенерации на CO_2

CO_2-тригенерация: электричество, тепло и холод в одной установке через прямые и обратные циклы с единым хладагентом.

Установка на вторичных энергоресурсах (ВЭР)

Установка утилизирует тепло отходящих газов для тригенерации (электричество, тепло, холод) и выдачи товарного CO_2. Особенность – единое рабочее тело (CO_2) во всех контурах.