

## ПЕЧНОЕ БЫТОВОЕ ТОПЛИВО – НОВЫЙ ВИД РЕЗЕРВНОГО ТОПЛИВА В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Е. В. Соловей, И. О. Шамело

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

Научный руководитель О. Ю. Морозова

В статье рассматриваются виды и особенности печного бытового топлива, а также проводится сравнительный анализ преимуществ его использования в качестве резервного либо аварийного источника топливоснабжения на энергетических объектах Беларуси по сравнению с используемым для этих целей мазутом.

Печное бытовое топливо – это продукт нефтепереработки, который получают из дизельных фракций нефти вторичной перегонки. Такой способ изготовления обуславливает относительно невысокие затраты на его производство. Оба нефтеперерабатывающих завода в Республике Беларусь – Мозырский и Новополоцкий – производят данный вид топлива

Печное бытовое топливо изготавливается на специальном высокотехнологичном оборудовании, которое позволяет регулировать требуемые свойства и показатели. После изготовления данный вид топлива необходимо хранить в специальных герметичных резервуарах, чтобы оно не испарялось и не теряло своих свойств. Обычно для этого используются небольшие баллоны или бочки.

В качестве основы для производства печного бытового топлива может быть использовано также и дизельное топливо, однако при этом будет получено топливо, которое обладает специфическими свойствами, например, имеющее очень низкую температуру вспышки, за счет чего существует необходимость в добавлении присадок, синтезированных из этилена и винилацетата. Подобная разновидность топлива может быть использована в стационарных отопительных системах, но не для промышленных объектов.

В целом, печное бытовое топливо по ряду показателей можно классифицировать на разные виды. Выделяют следующие марки: тяжелое, среднее, легкое. Соответствие той или иной марке определяется по ряду показателей, среди которых температура горения, вязкость, температура застывания, а также теплоемкость и наличие примесей.

В зависимости от того, сколько серы в качестве примеси входит в состав топлива, оно может быть малосернистым – часть серы не превышает 0,5 % и сернистым – часть серы составляет 0,5–1,1 %.

Кроме того, печное бытовое топливо может быть темным или светлым.

Темное топливо используется в основном для бытовых нужд. Оно может быть использовано в небольших энергоустановках. Темное печное бытовое топливо считают прямой альтернативой газу, так как оно обладает целым комплексом преимуществ – оно очень экономично и энергоэффективно за счет того, что обладает высокой калорийностью, и для достижения определенной температуры его требуется небольшое количество. В случае, если при производстве темного вида печного бытового топлива используется дизельное топливо, мазут, отработанное машинное масло, бензол и воду в четко определенных пропорциях, то показатели теплоотдачи значительно вырастают. Ко всем этим достоинствам стоит добавить и то, что этот вид топлива обладает низкой температурой замерзания, – начинает замерзать только при температурах  $-15^{\circ}\text{C}$  и ниже. Одним из главных плюсов темного печного бытового топлива является его низкая цена.

Светлое топливо также может использоваться в жилых зданиях, однако больше применяется в промышленных условиях: на нем могут работать крупные генераторы, его можно использовать и в сельском хозяйстве. Такой сферой распространения светлое печное бытовое топливо обязано своей повышенной теплоотдаче.

Основными характеристиками печного бытового топлива являются коксуюемость, кислотность, зольность, кинематическая вязкость, температура вспышки, плотность.

Известно, что в энергосистеме Республики Беларусь основным видом топлива является природный газ, а резервным либо аварийным до недавнего времени был мазут. Однако данный вид топлива даже при использовании в течение непродолжительного времени, которое составляет согласно нормативным документам, от 5 (работа объекта в аварийном режиме) до 10 (в качестве резервного варианта использования) суток, приводит ко множеству неблагоприятных последствий.

Первым и самым ощутимым для экологической среды последствием при сжигании мазута является значительный выброс диоксида серы в окружающую среду, который строго нормируется экологическими нормами и правилами (ЭкоНиП) в зависимости от мощности энергоустановки, а также срока введения ее в эксплуатацию, но даже для самых неблагоприятных вариантов показатель выброса диоксида серы, согласно указанному нормативному документу, не должен превышать 0,85 %. В случае использования в качестве топлива для котельных установок мазута показатель выброса серы был значительно превышен и составлял в отдельных случаях более 2,5 %, что превышает требуемую норму более чем в 3 раза.

Проведенные расчеты показывают, что при переходе на печное бытовое топливо, выбросы в атмосферу диоксида серы значительно снижаются. В частности, общая масса выбросов за предполагаемых 10 дней использования печного бытового топлива в качестве резервного источника топливоснабжения уменьшится в 70 раз. При этом процентное содержание выброса не будет превышать регламентируемых ЭкоНиП нормативов и будет составлять не более 0,5 % для светлого печного бытового топлива марки В, предлагаемого к использованию на теплоэнергетических объектах.

Еще одним из неблагоприятных эффектов использования мазута, который крайне негативно отражается как на окружающей среде, так и на энергетическом оборудовании, является его высокая зольность, которая выше, чем у предлагаемого к использованию печного бытового топлива в 7 раз. Количество сажи, образующееся в топке в результате недожога топлива, которое осаждается на элементах оборудования и выбрасывается в атмосферный воздух, за 10 суток сжигания топлива составит для мазута порядка 350 кг, а для печного бытового топлива будет ниже почти в 2 раза и составит около 180 кг.

Сравнительный анализ приведенных показателей позволяет сделать вывод, что переход на печное бытовое топливо позволит уменьшить содержание в окружающей среде выбросов сажи и золы, а также поможет снизить процессы загрязнения и предотвратить преждевременный выход из строя технологического оборудования объектов энергетики за счет меньшей (более чем в 3 раза) вязкости печного бытового топлива.

Еще одним фактором, который позволяет сделать выбор в пользу печного бытового топлива по сравнению с мазутом, является тот факт, что в силу специфики мазута, а именно его застывании при температуре ниже +25 °С, существует необходимость использования значительного количества тепла на разогрев мазута и поддержание его температуры на определенном уровне. Для печного бытового топлива такой необходимости нет, так как его температура застывания составляет не выше -5 °С летом и не выше -15 °С зимой. Таким образом, могут быть значительно сни-

жены затраты на так называемые «собственные нужды» объекта и можно добиться значительной экономической эффективности при переходе на новый вид резервного топлива.

Что касается ценовой политики, то цена мазута марки М-100, используемого в настоящее время на энергетических объектах, примерно в 1,5 раза ниже цены на предлагаемое к использованию печное бытовое топливо, но экономическая эффективность, все же, будет ощутима за счет экономии тепловой энергии на постоянный подогрев мазута, уменьшения износа и выхода из строя оборудования по причине его загрязнения выбросами сажи и золы и, следовательно, трат на его ремонт либо замену, а также на экономии финансовых средств на экологические выплаты по компенсации выбросов диоксида серы в окружающую среду.

Технология перехода на печное бытовое топливо энергетических объектов в целом не является слишком трудоемкой и затратной. В идеальном варианте, который предполагает отсутствие физического износа ранее используемого оборудования мазутного хозяйства, оно может быть использовано для печного бытового топлива в части емкостей для хранения, а также для другого технологического оборудования, но с необходимостью замены форсунок и исключением из системы элементов, используемых для подогрева и поддержания в подогретом состоянии мазута. Существует возможность использования здания мазутонасосной станции для размещения требуемого количества насосного оборудования и фильтров очистки топлива с соответствующей запорно-регулирующей и предохранительной арматурой.

Выбор насосного оборудования, фильтров, запорной арматуры требуется осуществлять в соответствии с требованиями действующих нормативно-технической документации и технических нормативных правовых актов, с учетом требований промышленной безопасности и охраны труда. Предполагается осуществить очистку внутренних поверхностей, не демонтируемых трубопроводов мазутного хозяйства, нулевой емкости от остатков мазута для обеспечения возможности использования печного бытового топлива, что также позволит снизить финансовые вложения на реконструкцию. В случае, когда физический износ оборудования не позволяет использовать прежнее оборудование, оно должно быть демонтировано и заменено на новые элементы.

Задача перевода энергетических объектов с мазута в качестве резервного либо аварийного вида топлива на печное бытовое поставлена в проектом документе «Схема теплоснабжения г. Гомеля на 2025 год с перспективой до 2030 года», разработанном проектным научно-исследовательским республиканским предприятием «БелНИПИЭнергоПром», который последовательно реализуется на энергетических объектах Гомельской энергосистемы с перспективой внедрения на других объектах Республики Беларусь [1].

Выполнив сравнительный анализ печного бытового топлива и мазута, можем сделать вывод, что переход на печное бытовое топливо:

- обеспечит соответствие выбросов диоксида серы и других вредных веществ экологическим нормативам, регламентируемым ЭкоНиП;
- позволит существенно снизить экономические и энергетические затраты на разогрев топлива и поддержание топливного хозяйства;
- обеспечит увеличение срока службы и безопасности использования оборудования за счет исключения использования топлива, обладающего высокой вязкостью;
- будет использовать незначительные финансовые вложения на модернизацию существующих элементов котельного оборудования.

## Литература

1. Шаповалов, А. В. Реконструкция топливного хозяйства Гомельского теплофикационного комплекса / А. В. Шаповалов, Н. З. Заглубоцкий, О. Ю. Морозова // Современные проблемы машиноведения : материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. 125-летию со дня рождения П. О. Сухого), Гомель, 22 окт. 2020 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель, 2020. – С. 210–212.

**КАПЕЛЬНИЦА КЕЛЬВИНА****А. Ю. Рабков***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель М. А. Ревенок

Капельница Кельвина, изобретенная шотландским ученым Уильямом Томсоном (лордом Кельвином) в 1867 г., представляет собой разновидность электростатического генератора. Кельвин назвал это устройство своим капельным конденсатором. Аппарат по-разному называют: гидроэлектрическим генератором Кельвина, электростатическим генератором Кельвина или грозой лорда Кельвина. Устройство использует падающую воду для создания разницы напряжений за счет электростатической индукции, возникающей между соединенными противоположно заряженными системами. В конечном итоге это приводит к разряду электрической дуги в виде искры.

Цель исследования – выбор наиболее оптимальной установки капельницы Кельвина, ее изготовление и использование для демонстрации принципов электростатики.

В обычных условиях тела содержат одинаковое количество положительных и отрицательных зарядов, т. е. они не заряжены, или электрически нейтральны.

Согласно электронной теории, различные электрические свойства тел объясняются присутствием в них электронов и их движением, а явления заряжения и разряжения тел сводятся к перераспределению в них электронов без изменения их общего числа. А это значит, что в любой замкнутой (электрически изолированной) системе алгебраическая сумма электрических зарядов остается постоянной при любых взаимодействиях внутри нее.

Явление электризации через влияние в проводниках с точки зрения электронной теории легко объясняется существованием в них свободных электронов. При поднесении к проводнику положительного заряда электроны к нему притягиваются и накапливаются на ближайшем конце проводника. На нем оказывается некоторое число «избыточных» электронов, и эта часть проводника заряжается отрицательно. На удаленном конце образуется недостаток электронов и, следовательно, избыток положительных ионов: здесь появляется положительный заряд. Накопленные таким образом заряды называются индуцированными.

Проводники могут заряжаться также под действием света. Явление заключается в том, что под действием света электроны могут вылететь из проводника в окружающее пространство, благодаря чему проводник заряжается положительно. Это явление получило название фотоэлектрического эффекта, или фотоэффекта.

Во всех случаях мы фактически имеем дело со статическим электричеством.