

УДК 665.754

<https://doi.org/10.62595/1819-5245-2024-3-53-58>

## СВОЙСТВА ЭМУЛЬСИЙ ПЕЧНОГО БЫТОВОГО ТОПЛИВА

**Е. Н. МАКЕЕВА, А. А. КОВАЛЬЧУК**

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

*Рассмотрены особенности печного бытового топлива и его смеси с дистиллятом дизельного топлива в различных концентрациях. Путем интенсивного подмешивания дизельного дистиллята в печное бытовое топливо были получены эмульсии на основе печного бытового топлива, которые содержат от 10 до 50 % дизельного дистиллята вторичной перегонки. Определены такие показатели, как температура вспышки, температура воспламенения, плотность и вязкость. Результаты исследования подтвердили эффективность добавления дистиллята дизельного топлива к печному бытовому топливу.*

**Ключевые слова:** печное бытовое топливо, дизельное топливо, температура вспышки, температура воспламенения, вязкость, плотность, вторичная перегонка.

**Для цитирования.** Макеева, Е. Н. Свойства эмульсий печного бытового топлива / Е. Н. Макеева, А. А. Ковальчук // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2024. – № 3 (98). – С. 53–58. <https://doi.org/10.62595/1819-5245-2024-3-53-58>

## PROPERTIES OF EMULSIONS OF HOUSEHOLD FURNACE HEATING FUEL

**E. N. MAKEEVA, A. A. KOVALCHUK**

*Sukhoi State Technical University of Gomel,  
the Republic of Belarus*

*The features of household furnace heating fuel and its mixture with diesel fuel distillate in various concentrations are considered. By intensively mixing diesel distillate into household heating fuel, emulsions based on household furnace heating fuel were obtained, which contain from 10 to 50 % of secondary distillate diesel distillate. Such parameters as flash point, ignition point, density and viscosity were determined. The results of the study confirmed the efficiency of adding diesel fuel distillate.*

**Keywords:** household furnace heating fuel, diesel fuel, flash point, ignition point, viscosity, density, secondary distillation.

**For citation.** Makeeva E. N., Kovalchuk A. A. Properties of emulsions of household furnace heating fuel. *Vestnik Gomel'skogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni P. O. Sukhogo*, 2024, no. 3 (98), pp. 53–58 (in Russian). <https://doi.org/10.62595/1819-5245-2024-3-53-58>

### Введение

В настоящее время на большинстве предприятий энергетики Республики Беларусь основным видом топлива является природный газ, а резервным – мазут.

Для повышения надежности и экономичности системы резервного и аварийного топливоснабжения рассмотрена возможность замены требующего высокотемпературного разогрева резервного мазута на печное бытовое топливо (ПБТ). Печное бытовое топливо можно применять в качестве резервного топлива не только в котельных, но и на более крупных теплоисточниках, к которым относятся тепловые электростанции [4].

Печное бытовое топливо – это продукт нефтепереработки, изготовленный из дистиллятных фракций, полученных в результате прямой перегонки и вторичной переработки сырой нефти. Такой способ производства обеспечивает относительно низкую себестоимость. Преимуществами ПБТ являются высокая теплота сгорания 38,5–42,5 МДж/кг (у мазута 39–40,5 МДж/кг), низкая температура застывания по сравнению с мазутом (–5 °С и ниже), низкое содержание серы (около 0,5–1 % по массе). Еще одно преимущество заключается в том, что при сгорании оно не имеет запаха, характерного для многих других нефтепродуктов, нет трудностей с его хранением и транспортировкой. Также ранее было установлено, что при переходе с мазута на ПБТ будет обеспечиваться соответствие основным экологическим нормативам за счет снижения в 70 раз количества выброшенного в атмосферу диоксида серы за 10 суток сжигания резервного топлива, а также снижения концентрации указанного вида выброса в сухих дымовых газах в 72,5 раза [1, 3].

Применение в качестве резервного топлива на котельных и ТЭЦ легкого жидкого топлива, в частности, топлива печного бытового является перспективным и экономически оправданным техническим решением ввиду существенно меньших энергетических затрат на разогрев такого топлива по сравнению с мазутом [4].

Целью работы является определение эффективности добавления дизельного дистиллята вторичной перегонки в ПБТ и влияния на основные свойства топлива.

### Основная часть

По основным свойствам ПБТ близко к летнему дизельному топливу (см. таблицу). Температура конца кипения и застывания, вязкость, плотность ПБТ несколько выше, чем у летнего дизельного топлива [5].

### Характеристики печного бытового топлива

Показатели	Значения
Фракционный состав:	
10 % перегоняется при температуре, °С, не ниже	160
90 % перегоняется при температуре, °С, не выше	360
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с	8,0
Температура застывания, °С, не выше	–15
Температура вспышки, °С	116,8
Цвет	Красновато-коричневый
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	852
Зольность, %, не более	0,02
Коксуемость 10%-го остатка, %, не более	0,35
Содержание механических примесей	Отсутствует

Путем интенсивного подмешивания дизельного дистиллята в ПБТ были получены эмульсии на основе ПБТ, которые содержат от 10 до 50 % дизельного дистиллята вторичной перегонки [2].

Были проведены исследования чистого ПБТ и эмульсий на основе дизельного дистиллята вторичной перегонки по следующим показателям: температура вспышки, температура воспламенения, плотность и вязкость.

Измерение температуры вспышки используется для определения максимально допустимой температуры нагрева топлива в пожаробезопасных условиях в открытой емкости, не защищенной от попадания воздуха (рис. 1, 2). Температура вспышки –

это самая низкая температура горючей жидкости, при которой пары или газы, образующиеся на ее поверхности, воспламеняются от источника зажигания без воспламенения самой жидкости.

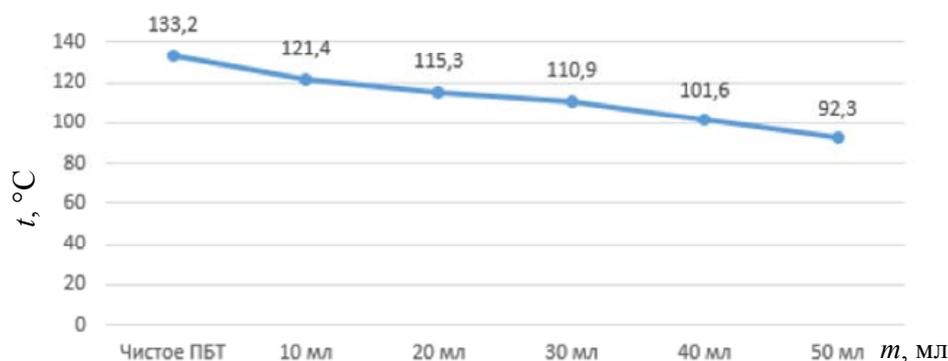


Рис. 1. Изменение температуры воспламенения в зависимости от концентрации дизельного дистиллята:

— температура воспламенения

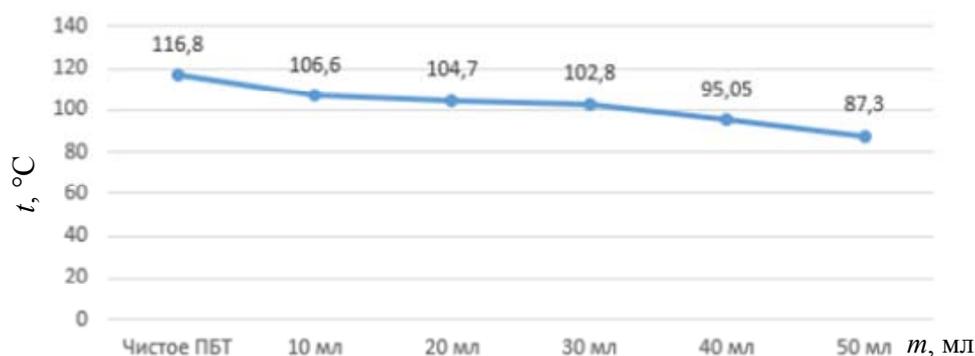


Рис. 2. Изменение температуры вспышки в зависимости от концентрации дизельного дистиллята:

— температура вспышки

В результате проведения опытов наблюдалось снижение температуры вспышки и воспламенения с увеличением концентрации дизельных дистиллятов вторичной перегонки.

Температура вспышки напрямую связана со свойствами испарения топлива. При повышении температуры жидкость расширяется молекулярно и испаряется быстрее. Топливо с более низкой температурой вспышки имеет более легкие и мелкие молекулы и легче испаряется. Для начала горения требуется меньше энергии [2]. Следует отметить, что при этом повышается пожароопасность топлива, поэтому необходимо соблюдать меры предосторожности, необходимые для безопасного обращения с ним.

В результате измерений при увеличении концентрации вторичного дистиллята дизельного топлива вязкость уменьшается (рис. 3). Использование топлива с меньшим значением вязкости увеличивает качество смешивания и не приводит к образованию крупных капель. Топливо высокой вязкости дольше испаряется и не может сгореть полностью. Дымовые газы становятся черными, более токсичными, что приводит к увеличению расхода топлива.

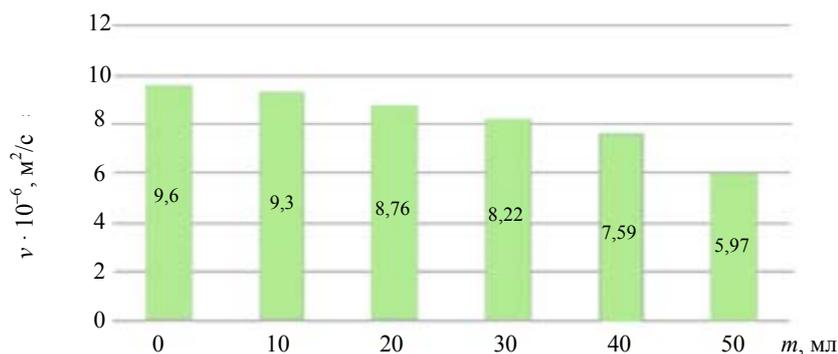


Рис. 3. Изменение вязкости

Плотность является также важным параметром, влияющим на качество и эффективность топлива. Плотность дизельного топлива определяется содержанием тяжелых фракций. Снижение плотности улучшает испаряемость и замедляет отложение углерода (рис. 4).

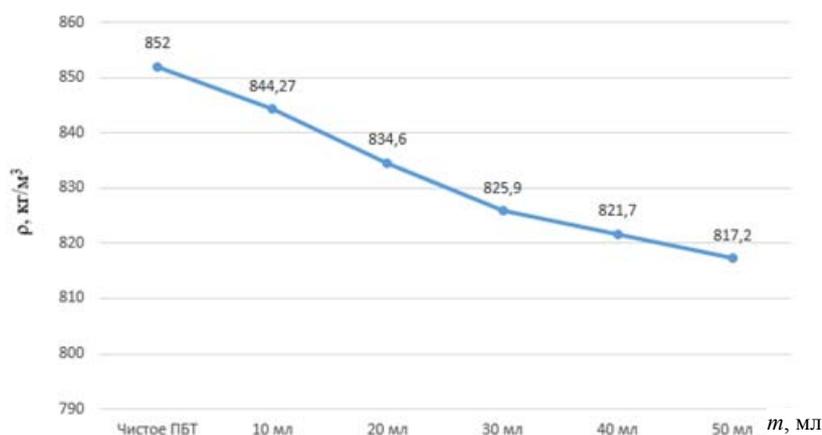


Рис. 4. Изменение плотности в зависимости от концентрации дизельного дистиллята:

— ПБТ + дизельное топливо (дистиллят)

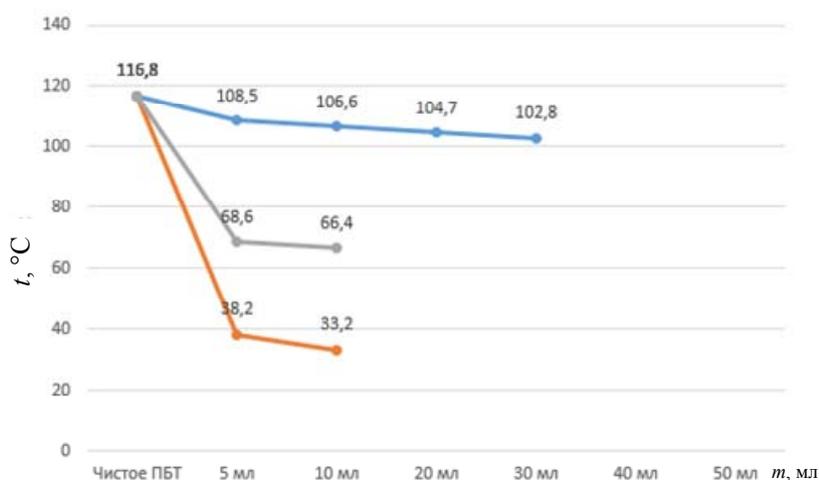


Рис. 5. Сравнение температур вспышки печного бытового топлива при добавлении различных веществ:

— ПБТ + дизельное топливо (дистиллят); — ПБТ + этанол;  
— ПБТ + изопропанол

Сопоставив температуры вспышки при добавлении дизельного дистиллята, этанола и изопропанола, можно установить, что при использовании дизельного дистиллята температура изначально выше и уменьшается менее стремительно (рис. 5). При добавлении 5 мл этанола температура вспышки уменьшилась на 67 %, в то время как при добавлении такого же количества дизельного дистиллята она уменьшилась на 4,4 % [2].

### Заключение

Получены эмульсии ПБТ, содержащие от 10 до 50 % дизельного дистиллята вторичной перегонки. Было исследовано влияние изменения концентрации на основные характеристики топлива. Применение ПБТ в смеси с дизельным дистиллятом вторичной перегонки позволяет улучшить такие показатели, как вязкость и плотность. Уменьшение данных показателей положительно влияет на качество смесеобразования и испарения топлива, что влечет уменьшение нагарообразования и задымления.

### Литература

1. Бикбаева, Г. А. Изучение и анализ оптимальных характеристик печного бытового топлива компаундированием из остаточных нефтепродуктов / Г. А. Бикбаева, И. Р. Сафиуллина, Н. Ю. Свечникова // Актуал. проблемы соврем. науки, техники и образования. – 2020. – Т. 1, № 68. – С. 115–118.
2. Ковальчук, А. А. Влияние вторичной перегонки на свойства печного бытового топлива и его смеси с этанолом / 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.
3. Морозова, О. Ю. Печное бытовое топливо – экологичная альтернатива резервного топлива для пиковых котельных / О. Ю. Морозова, Н. М. Кидун / Экология и защита окружающей среды : тез. докл. VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 5 мая 2021 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол. О. В. Чазов [и др.]. – Минск : БГУ, 2021. – С. 260–262.
4. Оценка эффективности использования топлива печного бытового в качестве резервного топлива на Новокуйбышевской ТЭЦ-1 / В. Е. Сидоров [и др.] // Globus. – 2020. – № 1 (47). – С. 90–94.
5. Топливо печное бытовое : пат. RU 2161175 C1 / Здобнов В. Н., Куприянов А. А., Бацелев А. В., Мороз В. М., Якушев В. В., Чаговец А. Н., Митусова Т. Н. ; заявитель и патентообладатель ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод» (ВУ). – № 2000115928/04 ; заявл. 22.06.00 ; опубл. 27.12.00. – 5 с.

### References

1. Bikbaeva G. A., Safiullina I. R., Svechnikova N. Yu. Study and analysis of the optimal characteristics of domestic heating fuel by compounding from residual petroleum products. *Aktual'nye problemy sovremennoi nauki, tekhniki i obrazovaniya*, 2020, vol. 1, no. 68, pp. 115–118 (in Russian).
2. Koval'chuk A. A., Makeeva E. N. The influence of secondary distillation on the properties of household heating fuel and its mixture with ethanol. *Issledovaniya i razrabotki v oblasti mashinostroeniya, energetiki i upravleniya: materialy XXIII Mezhdunar. nauch.-*

- tekh. konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, Gomel', 27–28 apr. 2023 g. V 2 ch. Ch. 1* [Research and development in the field of mechanical engineering, energy and management: materials of the XXIII Int. scientific-technical conf. students, graduate students and young scientists, Gomel, April 27–28, 2023. Part 1]. Gomel', Gomel'skij gosudarstvennyj tehničeskij universitet im. P. O. Suhogo, 2023, pp. 255–258 (in Russian).
3. Morozova O. Ju., Kidun N. M. Household stove fuel is an environmentally friendly alternative to backup fuel for peak boiler houses. *Jekologija i zashhita okružhajushhej sredy : tez. dokl. VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Minsk, 5 maja 2021 g.* [Ecology and environmental protection: abstract report VI Int. scientific-practical conf., Minsk, May 5, 2021]. Minsk, Belorusskij gosudarstvennyj universitet, 2021, 260–262 (in Russian).
  4. Sidorov V. E., Perov M. V., Kavun A. M., Sadchikov N. E. Assessment of the efficiency of using domestic stove fuel as a backup fuel at Novokuibyshevskaya CHPP-1. *Globus*, 2020, no. 1 (47), pp. 90–94 (in Russian).
  5. Zdobnov V. N., Kupriyanov A. A., Batslev A. V., Moroz V. M., Yakushev V. V., Chagovets A. N., Mitusova T. N. Household heating fuel. Patent Rossiiskaya Federatsiya, no. 2161175, 2015 (in Russian).

Поступила 05.09.2024 г.