

чрезвычайных ситуаций, Минск, 28 сентября 2023 года. – Минск: УГЗ, 2023.– С. 20 – 21.

3. Предобработка данных и обоснование подходов использования нейросетевого прогнозирования значений рН сточных вод / В.Н. Штепа [и др.] // Интеллектуальные информационные системы: теория и практика: сборник научных статей по материалам IV Всероссийской с международным участием конференции, Курск, 21-23 ноября 2023 года / Курский государственный университет; отв. ред. А.А. Халин. - Курск, 2023. - С. 166-173.

4. Предиктивное управление процессом биологической очистки сточных вод на основе нейросетевого прогнозирования рН / В.Н. Штепа [и др.] // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2024. - № 1 (133). - С. 149-155.

5. О задачах цифровизации систем водоотведения коммунально-промышленных объектов / И. В. Войтов [и др.] // Нефтегазохимия – 2023: материалы VI Международного научно-технического форума по химическим технологиям и нефтегазопереработке, Минск, 1–3 ноября 2023 г. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 147–151.

УДК 662.75

Е.Н. Макеева, зав. кафедрой, канд. техн. наук;  
О.Ю. Морозова, ст. преп. (ГГТУ им. П. О. Сухого, г. Гомель)

### **ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ СЖИГАНИИ ПЕЧНОГО БЫТОВОГО ТОПЛИВА**

В качестве резервного или аварийного источника топливоснабжения котельных и ТЭЦ длительное время являлся мазут, который фактически был стратегическим видом топлива, вследствие чего вопрос о его замене на какой-либо альтернативный вариант даже не рассматривался [1]. Однако, по решению Республиканской комиссии по контролю за осуществлением расчетов за природный газ, электрическую и тепловую энергию Совета Министров Республики Беларусь от 26.06.2011 года, в целях экономии топливно-энергетических ресурсов Министерству энергетики было поручено исключить сжигание топлива на поддержание мазутного хозяйства на пиковых котельных.

Кроме этого, вопрос, связанный с заменой резервного мазутного источника топливоснабжения пиковых котельных на альтернативный, очередной раз остро встал после получения рекомендаций Гомельского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей

среды от 17.05.2018 г., в связи с тем, что массовая доля выбросов серы в окружающую среду, образующаяся при сжигании мазута является крайне высокой (для мазута используемой марки М-100 составляет от 2,5-3% и более).

В связи с вышеизложенным была выполнена оценка количества выбросов загрязняющих веществ при сжигании мазута и печного бытового топлива в соответствии с ТКП 17.08-04-2006 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью более 25 МВт» [2].

В соответствии с ТКП 17.02-XX-2019 «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для топливосжигающих установок теплоэнергетики» наиболее значимыми видами выбросов при сжигании органического топлива являются  $SO_2$ ,  $NO_x$ ,  $CO$ , твердые частицы и парниковые газы, такие как  $CO_2$ . Другие вещества, например, тяжелые металлы, фтороводород, галоидные соединения, несгоревшие частицы углеводородов, неметановые летучие органические соединения и диоксины выбрасываются в меньших количествах, однако могут оказывать значительное влияние на состояние окружающей среды из-за их токсичности или устойчивости [3].

Используемые для расчета характеристики мазута и печного бытового топлива приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Характеристики жидкого топлива согласно ТКП 17.08-04-2006**

Наименование	Вид	Состав рабочей массы топлива, %							Низшая теплота сгорания, МДж/кг $Q_p$
		$W_f^*$	$A^*$	$S^*$	$C^*$	$H^*$	$N^*$	$O^*$	
Мазут мало-зольный	вид VI	1	0,04	2,7	82,4	13,16	-	0,7	39,64
Печное бытовое топливо	вид B	-	0,02	0,04	84,3	15,46	-	0,18	42,30

Для расчета были использованы данные из задания на проектирование по объекту: «Реконструкция топливного хозяйства РК «Черниговская» по ул. Черниговская, 22а в г. Гомеле» от 28.09.2018 и дополнения №1 к заданию на проектирование по объекту: «Реконструкция топливного хозяйства РК «Черниговская» по ул. Черниговская, 22а в г. Гомеле» от 01.09.2020 [4].

Расчеты проводились с учетом того, что оксиды серы в котле летучей золой не связываются, золоуловители и сероулавливающие

установки не используются. Максимальный расчетный расход топлива принимается равным 5,9 т/ч [4, 5]. Результаты представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Экологические параметры загрязняющих веществ**

Вид загрязняющего вещества	Вид топлива	
	мазут	печное бытовое топливо
Количество серы диоксида $M_{SO_2}$ , г/с	88,575	1,312
Суммарное количество азота оксидов $M_{NO_x}$ в пересчете на азота диоксид ( $NO_2$ ), г/с	2,175	2,424
Количество углерода оксида $M_{CO}$ , г/с	3,75	4,007
Количество твердых частиц количество сажи $M_c$ , г/с количество мазутной золы в пересчете на ванадий $M_v$ , г/с	0,4 0,146	0,21 -

В результате сравнительного анализа установлено, что при переходе с мазута на печное бытовое топливо обеспечивается соответствие основным экологическим нормативам, регламентируемым указанным нормативным документам за счет уменьшения в 70 раз количества выброшенного в атмосферный воздух диоксида серы за 10 суток сжигания топлива, а также снижения концентрации данного вида выброса в 72,5 раза.

Кроме того, обеспечивается уменьшение загрязнения и износа оборудования за счет меньшего, чем у мазута в 7 раз показателя зольности для печного бытового топлива, а также уменьшения в 2 раза образования сажи и в 70 раз диоксида серы при десятидневном использовании нового резервного вида топлива.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Морозова, О.Ю. Резервное топливоснабжение котельных РУП «Гомельэнерго», работающих в пиковом режиме // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: материалы XX Международ. 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. ТКП 17.08-04-2006 «Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью более 25 МВт», 2006.

3. ТКП 17.02-XX-2019 «Охрана окружающей среды и природопользование Наилучшие доступные технические методы для топливосжигающих установок теплоэнергетики», 2019.

4. Схема теплоснабжения г. Гомеля на 2025 год с перспективой

до 2030 года: в 3 т. / сост.: А. Н. Рыков, О. А. Бушкевич. – М.: Проектное научно-исследовательское республиканское предприятие «БелНИПИЭнергоПром». 2018. Т. 1. ч. 1. 230 с.

5. Макеева, Е. Н. Перевод котельных на альтернативное топливо / Е. Н. Макеева, Э. Р. Зверева, О. Ю. Морозова // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2024. Т.26, № 1. С. 107-117.

УДК 66. 047.75.4/5

А.А. Боровик, доц., канд. техн. наук;  
С.К. Протасов, доц., канд. техн. наук (БГЭУ, г. Минск)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПУХА РОГОЗА КАК СОРБЕНТА ПРИ ОЧИСТКЕ ВОДЫ**

В мире остро стоит вопрос очистки воды от загрязнений. Сюда, прежде всего, относится ликвидация аварийных разливов нефти (ЛАРН) при ее добыче, перевозке, переработке и использовании (например, загрязнение Черного моря при аварии танкеров в Керченском проливе в декабре 2024 г). Для очистки загрязненной нефтью воды широко применяются различные сорбенты. При этом количество используемых при ЛАРН сорбентов велико и рациональным является применение сорбентов на основе природных возобновляемых материалов.

Одним из таких эффективных нефтесорбентов является пух початков рогоза. Рогозы массово растут по берегам рек, озер, прудов, стариц, каналов, водохранилищ и на болотах, образуя густые заросли. Стебель рогоза заканчивается цилиндрическим початком темного бурого цвета. Початок состоит из множества пушинок, которые плотно в нем упакованы.

Сама пушинка состоит из стволика и прикрепленных к нему множества волосинок, образующих древовидную форму. Причем сорбционные свойства пуха обеспечиваются свободным пространством между волосинками и стволиками пушинок, а также между самими пушинками [1]. В таблице сравниваются основные показатели пуха рогоза и других сорбентов.

Из таблицы видно, что сорбент на основе пуха рогоза превосходит по основным показателям другие сорбенты от 2,9 до 83 раз. Плаваемость чистого пуха рогоза превышает 100 дней, а в насыщенном нефтью состоянии более 120 дней. Отработанный пух рогоза можно утилизировать биологическим методом.