

засіб, зокрема в хірургії. Полімери ПАА та ПЕО нетоксичні сполуки і використовуються як флокулянти при очистці питної води, полімерні зв'язуючі при виробництві харчових продуктів.

Запропонований спосіб обробки стічних вод виробництва ПВХ дозволить підвищити ступінь прояснення розчинів від високодисперсних зависів ПВХ на $10 \div 30$ %, що безумовно має позитивний економічний результат і буде сприяти покращенню екологічного стану водного басейну [8].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лурье Ю.Ю., Соколов В.П. Исследования в области очистки сточных вод производства суспензионного поливинилхлорида // ЖВХО им. Д.И. Менделеева, 1967. – Т. 12. – № 6. – С. 657 – 661.
2. Нейман Р.Э. Очерки коллоидной химии синтетических латексов. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1980. – 236 с.
3. Вережников В.Н., Шаталов Г.В., Чурилина Е.В., Пояркова Т.Н. Термостимулированная флокуляция латекса в растворах поли-N-винилпролактана // Коллоид. журн., 2004. – Т. 66. – № 2. – С. 170 – 175.
4. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підр. для студ. вищ. навч. закл. / А.К. Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
5. Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. – Л.: Химия, 1987. – 208 с.
6. Барань Ш., Месарош Р., Козакова И., Шкварла И. Кинетика и механизм флокуляции суспензий бентонита и каолина полиэлектролитами и прочность образующихся флоккул // Коллоид. журн., 2009. – Т. 71. – № 3. – С.291 – 298.
7. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник / за ред. К.М.Ситника. – К.: Вища шк., 2001. – 358 с.
8. Гончарук В.В., Вакуленко В.Ф., Швадчина Ю.О., Олейник Л.М., Ситниченко Т.Н. Влияние полигексаметиленгуанидина гидрохлорида на процесс коагуляционной очистки речных вод // Химия и технология воды, 2008. – Т. 30. – № 6. – С. 552.

УДК 504.064.2:658.26

Сперанская Ю.Ю., Макаров В.В. (Украина, Севастополь)

СОСТОЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРИ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ ПОСЕЛКОВ УКРАИНЫ

Постановка проблемы

В настоящее время, для Украины, в экологическом аспекте, особенно актуальной является проблема загрязнения воздушной среды. Одним из основных источников загрязнения воздуха является теплоэнергетика. Поэтому, для обеспечения достаточного уровня экологической безопасности, и, соответственно сохранения здоровья и нормальной жизнедеятельности населения Украины, необходимо искать пути повышения качества атмосферного воздуха.

По данным Министерства регионального развития и строительства, в сельской местности Украины эксплуатируются более 6,3 млн. частных домов, более 42 тыс. фермерских хозяйств, на отопление и ГВС которых расходуется около 30 млн. тонн условного топлива; 14056 сельских населенных пунктов отапливаются природным газом, остальные 15233 - углем или мазутом[1]. Кроме расхода органического топлива, его сжигание обуславливает значительное загрязнение окружающей среды. В результате сжигания энергетических топлив происходит выброс в воздушную среду таких загрязняющих веществ, как диоксидов углерода, оксидов азота и серы, продуктов неполного сгорания, среди которых присутствует ряд канцерогенных полициклических ароматических углеводородов, зола и тяжелые металлы в составе летучей золы и аэрозолей[2].

Согласно данным экологического мониторинга объектов природной среды, имеет место многократное превышение фоновых значений по взвешенным веществам в атмосферных осадках, причем доля фракции с размером частиц менее 10 мкм составляет около 90 %. Данная пыль характеризуется как тонкодисперсная, а, значит, опасная для здоровья человека. С большим объемом загрязняющих веществ в воздушной среде связан рост хронических заболеваний органов дыхания людей и ослабление иммунитета.

Общая мощность децентрализованного теплоснабжения в поселках Украины превышает 50 тыс. МВт и составляет 25% от мощности централизованной системы теплоснабжения[3].

Важно отметить, что для котельных агрегатов, не оснащенных системами очистки пылегазовых выбросов, применяемых в системах теплоснабжения индивидуальных домов, согласно действующему законодательству Украины, не устанавливаются лимиты на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, что не позволяет в полной мере выполнять Закон Украины «Об охране атмосферного воздуха».

В тоже время, Законом Украины «О теплоснабжении», определены принципы государственной политики в сфере теплоснабжения, так, ими являются: повышение экологической безопасности систем теплоснабжения, а также уменьшение вредного воздействия на окружающую среду.

В соответствии с законом Украины «Об основах национальной безопасности Украины», экологическая безопасность – это состояние защищенности жизненно важных интересов человека и гражданина, общества и государства, благодаря которой обеспечивается устойчивое развитие государства, своевременное выявление, предупреждение и нейтрализация реальных и потенциальных угроз национальным интересам, в сфере

природоохранной деятельности, охраны здоровья, защиты экологии и окружающей природной среды, и других сферах государственного управления.

Как правило, при децентрализованном теплоснабжении поселков Украины, в котельных используется низкосортное твердое топливо, в результате сжигания которого на территориях, прилегающих к источникам выброса, экологические нагрузки загрязнителей превышают предельно допустимые нормы воздействия на окружающую среду. Положение усугубляется ручным обслуживанием котельных агрегатов, на простых колосниковых решетках, где не происходит полного сгорания топлива, что приводит к резкому снижению КПД котлов и, как следствие, к перерасходу топлива.

В условиях дорогостоящих топливно-энергетических ресурсов, в поселках Украины практически невозможно обеспечить приоритетное выделение для децентрализованного теплоснабжения сортовых видов топлива.

В котельных, работающих на жидком топливе, также применяются низкосортные мазуты. Для поддержания их в необходимом температурном режиме требуется значительный (до 30%) расход производимой котельными теплоты. Это влечет за собой снижение КПД котельной системы, и, как следствие, приводит к увеличению количества сжигаемого мазута и загрязнению воздуха.

В большинстве случаев, застройка поселков в Украине производилась без учета экологической емкости территории и соблюдения требований экологической безопасности воздушной среды.

Поэтому, учитывая вышеизложенное, для повышения уровня экологической безопасности и сохранения здоровья населения в поселках Украины, необходимо искать пути повышения качества атмосферного воздуха при децентрализованном теплоснабжении.

Результаты исследований и их анализ

Целью данной работы являлось выполнить экологическую оценку выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных агрегатов малой мощности, используемых при децентрализованном теплоснабжении поселков Украины, а также рассчитать индекс максимального загрязнения атмосферы.

Оценка выбросов велась в соответствии с [4].

Удельный выброс загрязняющих веществ (кг) на 1 т сжигаемого топлива котельными агрегатами определяется по уравнению:

$$E_j = 10^{-3} \cdot k_j \cdot Q_i^r, \quad (\text{кг/т}) \quad (1)$$

где k_j - показатель эмиссии j -того загрязняющего вещества для i -того топлива, г/ГДж - принимается по приложениям [4];

Q_i^r - нижняя рабочая теплота сгорания i -того топлива, МДж/кг.

Удельный выброс загрязняющих веществ на 1 ГДж производимой теплоты котельным агрегатом:

$$E_Q = 10^{-3} \cdot \frac{k_j}{\eta_i}, \quad \text{кг/ГДж} \quad (2)$$

где η_i - КПД котельного агрегата на сжигаемом i -том топливе.

Удельный выброс загрязняющих веществ на 1 кВт·час производимой теплоты котельным агрегатом:

$$E_N = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{k_j}{\eta_i}, \quad \text{кг/(кВт·ч)} \quad (3)$$

Принимаем КПД для котельных агрегатов, работающих на угле $\eta_u=0,65$; на мазуте $\eta_m=0,78$; на газе $\eta_g=0,9$.

Состав и характеристики углей различных марок, при сжигании, применяемых в поселках Украины, показатели высокосернистого мазута 100 и 200, принимаем, согласно [4].

Расчет нижней теплоты сгорания для углей и мазутов, определяется по [4]:

$$Q_M^r = Q_i^{daf} \frac{100 - A^r - W^r}{100} - 0,025W^r, \quad (\text{МДж/кг}) \quad (4)$$

Объемный состав сухой массы природного газа в %:

Метан (CH_4) – 98,9; этан (C_2H_6) – 0,12; пропан (C_3H_8) – 0,01; бутан – 0,01; углекислый газ (CO_2) – 0,06; азот (N_2) – 0,90.

В расчетах удельных выбросов использованы показатели эмиссии: для углей антрацитовый штыб АШ; для мазутов – высокосернистый мазут 100; для природного газа – газопровод Уренгой-Ужгород. При этом учитывалось, что котельные агрегаты не имеют средств очистки от выбросов загрязняющих веществ.

Для оценки годовых валовых выбросов загрязняющих веществ, исходим из условия, что поселками Украины, потребляется 30 млн. т условного топлива.

На основании анализа потребляемых видов топлива приняли, что соотношение видов топлива можно представить как 1:0,5:0,2. За единицу принят вид топлива – уголь, 0,5 – природный газ и 0,2 – мазут, исходя из принятых условий, что потребление топлива поселками Украины в течение года составляет: угля 17,6 млн. т, природного газа – 8,8 млн. т и нефтепродуктов (мазута) 3,6 млн.т.

Годовые валовые выбросы j -того вещества по видам топлива определялись:

$$B_j = 10^{-3} \cdot B_i \cdot E_j, \quad \text{т} \quad (5)$$

где V_i – количество потребляемого i -го топлива в год, тонн;

E_j – удельный выброс j -того вещества на 1 т сжигаемого топлива, кг/т.

В таблицах 1 и 2 представлены обобщенные валовые выбросы загрязняющих веществ, при сжигании всех видов топлива.

Таблица 1 – Годовые валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу котельными агрегатами, используемыми для теплоснабжения поселков Украины, тыс. тонн

Вид топлива	NO _x	SO ₂	CO	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	Твердые вещества
Уголь	69,52	1003,0	43,47	33652,6	0,5	0,35	3614,5
Мазут	22,0	162,4	2,2	11186,9	0,09	0,43	5,5
Газ	34,8	-	4,945	17092,4	-	0,3	-

Таблица 2 – Годовые валовые выбросы металлов в атмосферу котельными агрегатами, используемыми для теплоснабжения поселков Украины, тыс. тонн

Вид топлива	Hg	As	Pb	Cr	Ni	Cu	Zn	V	V ₂ O ₅
Уголь	0,35	0,35	0,22	0,77	0,42	0,48	0,65	-	-
Мазут	-	-	-	-	-	-	-	1,1	2,01

Для интегральной оценки состояния воздушного бассейна поселков Украины был использован индекс суммарного загрязнения атмосферы от условного одиночного источника (J_m):

$$J_m = \sum_{i=1}^m \left(\sum \bar{C}_j \cdot A_j \right)^{k_j}, \quad (6)$$

где $\sum \bar{C}_j$ – средняя за год концентрация в воздухе j -го вещества, при сжигании угля, мазута;

A_j – коэффициент опасности j -того вещества, обратный ПДК этого вещества: $A_j=1/\text{ПДК}_j$;

k_j – коэффициент, зависящий от класса опасности веществ: $k_j=1,5; 1,3; 1,0$ и $0,85$ соответственно для 1,2, 3 и 4-го классов опасности;

m – количество загрязняющих веществ, принимаемых в расчете.

В данном случае $m=3$, это твердые вещества, SO₂ и NO_x.

Для расчета средней за год концентрации j -го вещества в воздушном бассейне поселков поступим следующим образом. Известно, что максимальные объемы выбросов производятся в период отопительного сезона.

Приведем распределенные источники населенного пункта, потребляемые уголь и мазут к одному источнику выброса с усредненной его высотой $H_{cp}=35D$ м, где $D=0,5$ м. Аналогично для газифицированного поселка. Для условного одиночного источника средняя за год концентрация j -того вещества определяется по уравнению:

$$c_j = 4,531 \cdot 10^{-2} \cdot M_j \cdot F, \quad (7)$$

где $M_j = 0,75 \cdot 10^{-6} \cdot V_j$, г/с.

$F=2$ для летучей золы и сажи;

$F=1$ для остальных веществ.

В таблице 3 представлены вещества, которые использованы в расчетах индекса суммарного загрязнения атмосферы, класс опасности, ПДК и рассчитанные средние за год концентрации в воздухе при сжигании угля и мазута.

Таблица 3

Вещество	Класс опасности	ПДК _{с.с.} мг/м ³	$A_j=1/\text{ПДК}_j$	\bar{c}_j^y мг/м ³	\bar{c}_j^m мг/м ³	$\bar{\Sigma c}_j$
Летучая зола	2	0,02	50	0,227	0,0003	0,227
SO ₂	2	0,05	20	0,031	0,005	0,036
NO _x	2	0,04	25	0,0001	0,000002	0,00001

Рассчитанный суммарный индекс загрязнения атмосферы в поселках Украины от одиночных источников составляет $J_m=28,31$, что соответствует высоко загрязненной атмосфере. Такой уровень загрязнения не гарантирует безопасную для жизни и здоровья людей воздушную среду.

Выводы

В настоящее время, тепло- и горячее водоснабжение поселков Украины осуществляется в основном традиционными топливно-энергетическими ресурсами и существует тенденция к увеличению потребления объемов органического топлива.

Поэтому, в соответствии с Законом Украины «О теплоснабжении» необходимо повышать эффективность работы котельных агрегатов, путем их технической модернизации, с учетом улавливания загрязняющих

веществ, а также максимально использовать возобновляемые и нетрадиционные источники энергии.

Предложенные мероприятия позволят сократить удельный вес твердого и жидкого топлива в топливном балансе поселков Украины, снизить техногенную нагрузку на воздушную среду и обеспечить необходимый уровень экологической безопасности на уровне сельских регионов.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сайт Госкомстата України.
2. Кормилицын В.И. Экологические аспекты сжигания топлива в паровых котлах. Москва: Издательство МЭИ, 1998.- 336 с.
3. Шурчков А.В., Забарный Г.М. и др.. Розвиток децентралізованного енергопостачання на основі нетрадиційних місцевих енергоресурсів. НАН України. Інститут технічної теплофізики.К.:2001. – 150 с.
4. Викиди забруднювальних речовин в атмосфері від енергетичних установок. Методика визначення. Київ: «КВІЦ», 2002.
5. Энергетическое топливо СССР: Справочник /В.С.Вдовченко и др. М.: Энергоатомиздат, 1991.-184 с.

УДК 628.356:665.6(579.04)

Семенова О.І., Ткаченко Т.Л., Бублієнко Н.О., Говоруха Т.О. (Україна, Київ)

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНОГО ОФОРМЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ НАФТОВМІСНИХ СТІЧНИХ ВОД

У світовій практиці застосовуються технологічні і конструктивні рішення пристроїв для очищення нафтовмісних стічних вод. Проте, масове їх використання у світлі національного і міжнародного законодавства про вимоги до якості вод не може бути забезпечено через недосконалість, низьку продуктивність, недостатню ефективність, складність, дороговизну і незручності в експлуатації існуючих установок. Нові задачі висувують і нові вимоги до цих установок, і перш за все – підвищення ефективності їх застосування при високій якості очищеної води.

Найбільше розповсюджені установки для очищення нафтовмісних стоків, які працюють за технологією біохімічного окиснення забруднень активним мулом. Незважаючи на те, що даний спосіб був залучений із практики очищення побутових, міських і промислових стічних вод, ця технологія застосовується без значних змін, хоча необхідність їх зумовлюється специфічністю забруднень і умов роботи апаратів. Вивчення таких умов і вибору параметрів процесу, які найбільш відповідають їм, дасть змогу інтенсифікувати процес біохімічного очищення нафтовмісних стічних вод.

Інтенсифікація процесів обробки нафтовмісних стічних вод, зокрема технологічної модифікації процесу біохімічного окиснення забруднень активним мулом, передбачає удосконалення апаратурно-технологічного комплексу в цілому за схемою, яка враховує специфіку забруднень, особливо їх фазо-дисперсний стан і дію на них біологічного реагенту – активного мулу.

Проведені дослідження були спрямовані на удосконалення основної частини запропонованої технологічної схеми – блоку біохімічного окиснення.

Склад забруднень нафтовмісних стічних вод характеризується наявністю речовин у вигляді крупнодисперсної фракції та молекулярних розчинів. Перша фракція агрегативно нестійка і здатна до зміни фазово-дисперсного стану при наявності інертних або активних центрів коагуляції та коалесценції, тоді як інша фракція в стоках знаходиться в розчинному стані. D. Fuselman та Y.Y. Zugen [1] вивчали склад забруднень підсланевих і баластних стічних вод суден військово-морського флоту США. Методом електронної мікроскопії та рентгеноструктурного аналізу встановлено, що до складу нафтових часток розміром 2-100 мкм входять залізо, кальцій, кремній та інші елементи, іони яких в певних умовах утворюють речовини, які мають яскраво виражені коагуляційні властивості. Методом ультрафіолетової спектроскопії в стоках, які утворюються на судах, виявлені ароматичні сполуки; методами хроматографії разом із спектральним аналізом в інфрачервоній та ультрафіолетовій областях виявлені алкани C₅ – C₁₈. Отже, в цих стічних водах міститься велика група речовин, які можна окиснювати біохімічним способом із застосуванням адаптованих мікроорганізмів [1].

Дослідження Я.А. Кареліна, Д.Д. Жукова та І.А. Саїдамінова [2] показали, що в нафтовмісних стічних водах наявні як легко-, так і важкоокиснювані речовини. Авторами запропоновано виражати групу легкоокиснюваних речовин через біохімічне споживання кисню (БСК), а групу важкоокиснюваних речовин – через ефіророзчинні забруднення. Така класифікація складу забруднень дає змогу достатньо точно характеризувати відношення мікроорганізмів активного мулу до забруднень різних фракцій і взаємозв'язок кінетичних параметрів процесів біохімічного окиснення обох груп забруднень. Авторами роботи [2] встановлено, що «підвищення навантаження на активний мул по забрудненням, вираженим через БСК, приводить до зниження ступеня окиснення ефіророзчинних забруднень. У зв'язку з цим, біохімічне очищення таких вод (нафтовмісних) необхідно проводити при мінімальному розбавленні господарсько-побутовими стоками, і в два ступені». Висновок авторів роботи [2], які класифікують забруднення нафтовмісних стічних вод по ступеню їх придатності до біохімічного окиснення, переключається з висновками, які можна зробити на основі роботи [1], тобто припустити, що для інтенсифікації процесів біохімічного очищення нафтовмісних стічних вод