

Рисунок 5

• возвращаясь к рис. 4 расчетной схемы отопительно-вентиляционной системы модернизированного жилого здания, сам собой напрашивается основной вывод настоящей работы: если значительно большая часть отопительно-вентиляционной нагрузки от внешнего энергопотребления выполняется за счет более широкого использования резерва внутреннего потенциала вторичных энергоресурсов и природной энергии солнечной радиации, то почему весь оставшийся недостаток теплоты не направить на подогрев приточного воздуха и тем самым, исключив необходимость устройства энерго-металлоемких водяных систем отопления, полностью перейти на экономичный режим воздушного отопления, совмещенного с интенсивной вентиляцией модернизированных жилых чердачных зданий?

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Липко, В.И. Вентиляция герметизированных зданий. – Новополоцк: Полоцкий государственный университет, 2000. – Т.1. – 300 с.: ил.
2. Рекомендации по проектированию железобетонных крыш с «тёплым» чердаком для многоэтажных жилых зданий // ЦНИИЭП жилища. – М.: Стройиздат, 1986. – 24 с.
3. Малахов, М.А. Опыт проектирования естественно-механической вентиляции в жилых зданиях с теплыми чердаками / М.А. Мала-

хов, А.Е. Савенков. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.abok.ru/for_spec/html. – Дата доступа: 05.02.2015.

4. Технологический чердак здания: патент № 9618 Республика Беларусь, МПК (2006.01) E04H1/02/ В.И. Липко, Е.С. Добросольцева, С.В. Липко, С.В. Ланкович; заявитель Полоцкий государственный университет. – №и20130302; заявл. 09.04.2013; решение о выдаче патента на полезную модель 22.07.2013 // Афіцыйны бюл/Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013.
5. Рекуперативное устройство приточно-вытяжной вентиляции здания: патент № 8381 Республика Беларусь, МПК (2006.01) F24D7/00/ В.И. Липко, С.В. Липко; заявитель Полоцкий государственный университет. – №и20120004; заявл. 02.01.2012; решение о выдаче патента на полезную модель 20.03.2012 // Афіцыйны бюл/Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012.
6. Ланкович, С.В. Инновационная модернизация технологических чердаков и разработка теоретических основ тепломассообменных процессов многоэтажных зданий: магистерская диссертация. – Новополоцк, 2015.
7. Тарифы на тепловую энергию для населения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.energo.grodno.by/node/68>. – Дата доступа: 05.02.2015.

Материал поступил в редакцию 16.04.15

LIPKO V.I., LANKOVICH S.V. Innovative modernization of systems of heat supply of garret buildings by criterion of energy saving

The submissions of patent research innovative modernization of technological schemes and constructional solutions energy efficient systems of heating and air supply residential buildings with ventilated translucent facade systems and technology attics, functioning as a volume breakout inlet plenum with heat exchangers-recuperators heat of the exhaust air, which can reduce 75% of the heating demand from external sources and enable a smooth transition from energy and metallostroy hot water heating systems to energy-efficient systems of air heating, combined with intense ventilation and improvement of comfort conditions with minimum energy consumption.

УДК 628.162.1

Житенёв Б.Н., Таратенкова М.А.

УДАЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Введение. В настоящее время промышленность является крупнейшим потребителем воды питьевого качества. В 2013 году на производственные нужды её использовалось от 15,3 % в г. Гродно и до

76,8 % в г. Бресте. Учитывая то, что вода питьевого качества для систем водоснабжения крупных городов забирается из подземных источников, в которых она отличается высочайшим качеством, мож-

Житенёв Борис Николаевич, к.т.н., доцент, профессор кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Таратенкова Майя Александровна, магистрантка кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

но утверждать, что существующее положение далеко от оптимального [1]. В то же время Республика Беларусь обладает значительными запасами поверхностных вод, которые представлены в республике главным образом речным стоком, в среднем по водности годы он составляет 57,9 км³.

Требования к качеству воды, используемой в производственных целях, определяется в большинстве случаев характером реализуемых технологических процессов. Так, вода для охлаждения действующих агрегатов, химической аппаратуры, доменных мартеновских печей, пара, жидких и газообразных продуктов в холодильниках не должна давать отложений, вызывать биологического обрастания и коррозию поверхностей. Причиной отложений является наличие в природной воде органических соединений, вызывающих биологические обрастания поверхностей бактериями, грибами, водорослями и другими организмами, и минеральных веществ, образующих накипь.

Удаление органических веществ является одной из труднейших задач, которую до сих пор нельзя признать решенной. О масштабности вопроса свидетельствует факт признания наличия веществ органической природы в парогенераторах ТЭС и АЭС проблемой всего мира [2]. От чистоты рабочего тела, воды и водяного пара в значительной мере зависят эксплуатационная надежность и экономичность работы оборудования АЭС, ТЭС и ТЭЦ [3, 4].

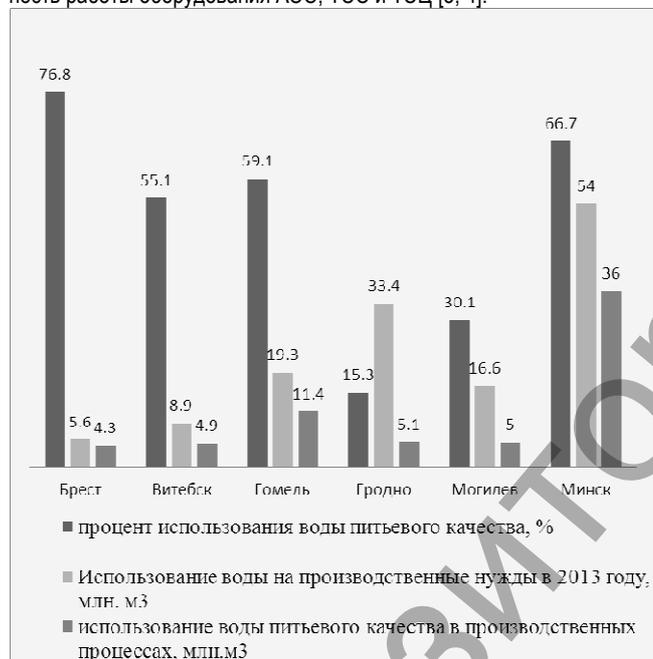


Рис. 1. Использование воды питьевого качества в производственных процессах в 2013 году [1]

Вода, используемая в теплоэнергетике, должна соответствовать требованиям по жесткости, солесодержанию, корректировка которых на практике осуществляется в основном ионным обменом, также применяются и другие методы, разделение раствора на мембранах: баромембранные (обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация, микрофильтрация) и электромембранные (электродиализ, электродеионизация (ЭДИ)).

Однако вода, поступающая на умягчение и обессоливание должна пройти стадию предварительной очистки и соответствовать определенным требованиям, например для умягчения на ионообменных фильтрах она должна удовлетворять следующим показателям:

- содержание взвешенных веществ не более 8 мг/л;
- цветность не более 30 градусов;
- перманганатная окисляемость не более 7 мг O₂/л.

Такие требования обусловлены тем, что органические примеси способны быстро загрязнять дорогостоящие ионообменные смолы, и эти загрязнения часто оказываются необратимыми, происходит так называемое «отравление смол».

Исследования по удалению органических загрязнений поверхностных вод для производственного водоснабжения выполнялись на воде р. Мухавец, являющейся типичной по составу природных примесей для нашего региона.

Исследовалось влияние дозы озона, продолжительности контакта и величины активной реакции среды на удаление органических соединений, обуславливающих цветность и окисляемость воды. Для сокращения количества экспериментов использовался метод ротатбельного планирования. Основные характеристики плана приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные характеристики плана эксперимента

Факторы	Массовая концентрация озона x ₁ , мг/л	Продолжительность контакта, x ₂ , мин.	Активная реакция среды, рН
Основной уровень	10	10	7
Интервал варьирования	5	5	1
Верхний уровень	15	15	8
Нижний уровень	5	5	6

Массовая концентрация озона изменялась путем введения озонированной воды [5]. Активная реакция среды регулировалась введением 0,1 н растворами NaOH и HCl. В качестве функции отклика принята цветность воды, поскольку исследовался процесс удаления органических примесей на стадии предварительной водоподготовки.

Процесс деструкции органических веществ под действием озона исследовался с использованием спектрофотометра СФ-2000 с кварцевыми кюветами К10 (с длиной оптического пути 10 мм). Анализировались спектры исследуемой воды до и после обработки в диапазоне длин волн от 190 нм до 1000 нм, с шагом сканирования 0,1 нм. По результатам спектрофотометрических исследований оценивался эффект снижения цветности воды. После реализации полного факторного эксперимента, опытов в звездных точках и центре плана была получена экспериментально – статистическая модель процесса в виде уравнения регрессии второго порядка:

$$Y = 76,67 - 10,52 X_1 + 0,84 X_2 - 8,03 X_3 - 2,32 X_1 X_2 - 3,54 X_1 X_3 - 2,25 X_2 X_3 - 11,33 X_1^2 - 4,86 X_2^2 - 7,05 X_3^2,$$

где Y – эффект снижения цветности воды, %;

X₁ – массовая концентрация озона в кодированных переменных, мг/л;

X₂ – продолжительность контакта озона и обрабатываемой воды, мин.;

X₃ – активная реакция среды.

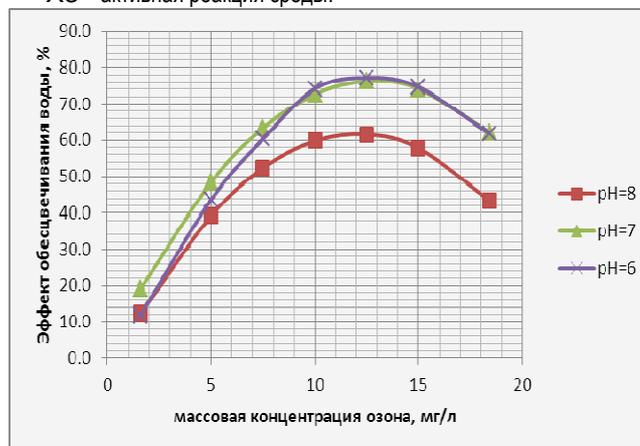


Рис. 2. Влияние массовой концентрации озона на обесцвечивание воды при различных рН и продолжительности контакта 5 минут

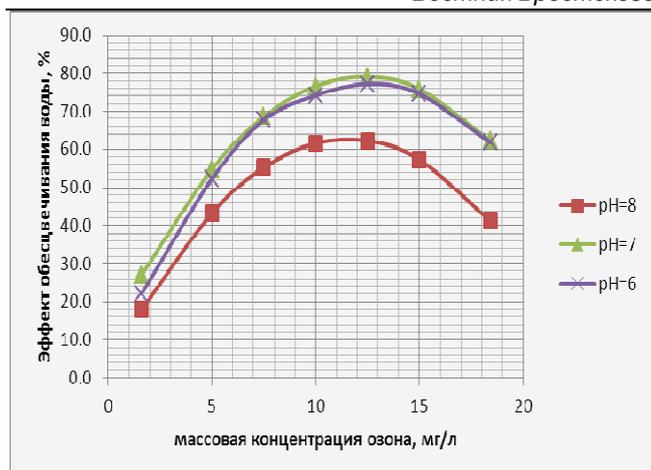


Рис. 3. Влияние массовой концентрации озона на обесцвечивание воды при различных рН и продолжительности контакта 10 минут

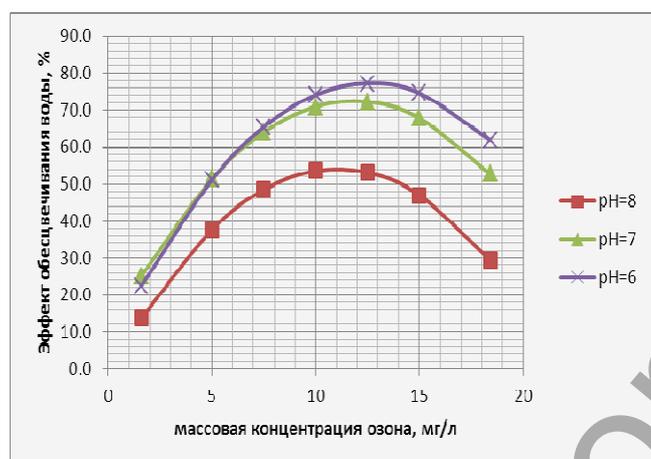


Рис. 4. Влияние массовой концентрации озона на обесцвечивание воды при различных рН и продолжительности контакта 15 минут. Массовая концентрация озона оказывает наиболее сильное влияние

Массовая концентрация озона оказывает наиболее сильное влияние на обесцвечивание воды р. Мухавец озонированием (рис. 2, 3, 4). Так, увеличение её с 2 мг/л до 12 мг/л сопровождалось повышением эффекта обесцвечивания с 20% до 76,80,72 % при продолжительности контакта соответственно 5, 10, 15 минут и рН = 7. В щелочной среде рН= 8 процесс обесцвечивания озонированием замедлялся и при увеличении дозы озона с 2 мг/л до 12 мг/л эффект обесцвечивания не превышал 62%.

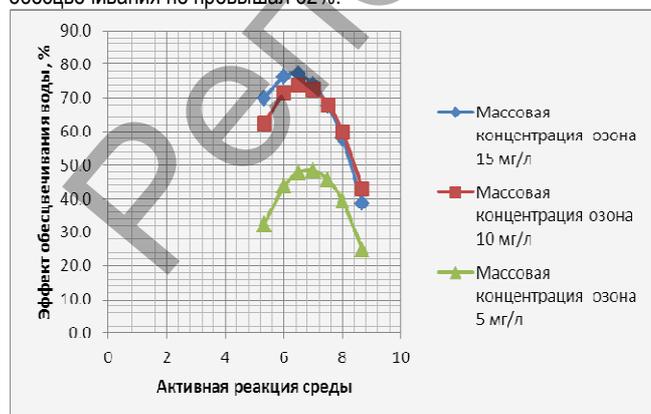


Рис. 5. Влияние активной реакции среды на обесцвечивание воды при различных массовых концентрациях озона и продолжительности контакта 5 минут

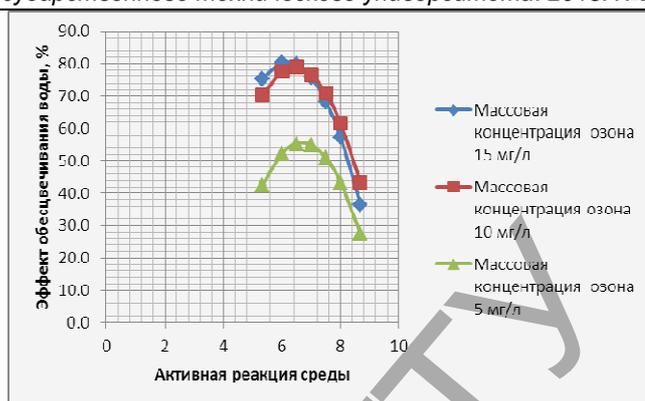


Рис. 6. Влияние активной реакции среды на обесцвечивание воды при различных массовых концентрациях озона и продолжительности контакта 10 минут

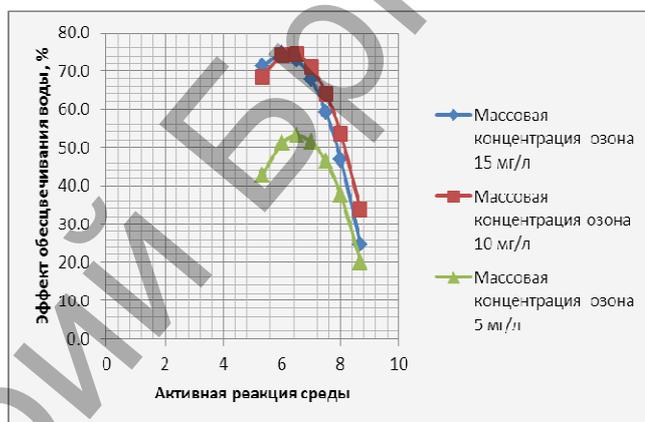


Рис. 7. Влияние активной реакции среды на обесцвечивание воды при различных массовых концентрациях озона и продолжительности контакта 15 минут

Активная реакция среды оказывает значительное влияние на процесс обесцвечивания воды р. Мухавец озонированием, наибольший эффект, около 81%, наблюдался в слабокислой среде, при рН = 6,3. Смещение значения активной реакции как в кислую, так и в щелочную область снижало эффективность обесцвечивания (рис. 5, 6,7).

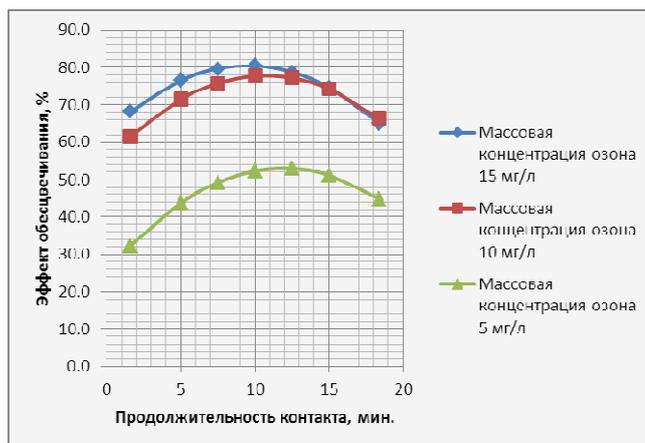


Рис. 8. Влияние продолжительности контакта на обесцвечивание воды при различных массовых концентрациях озона и рН= 6

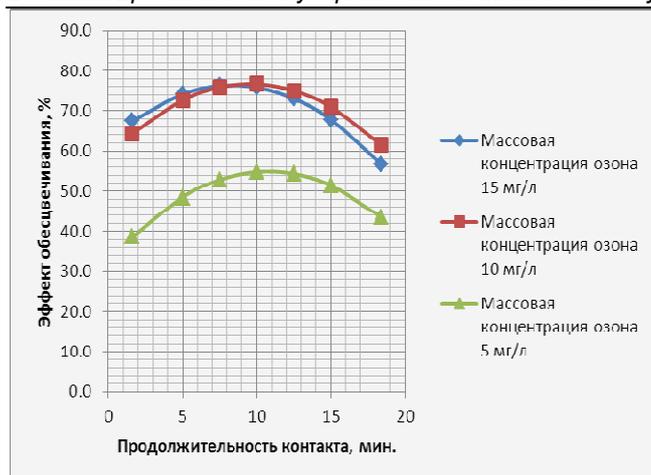


Рис. 9. Влияние продолжительности контакта на обесцвечивание воды при различных массовых концентрациях озона и pH= 7

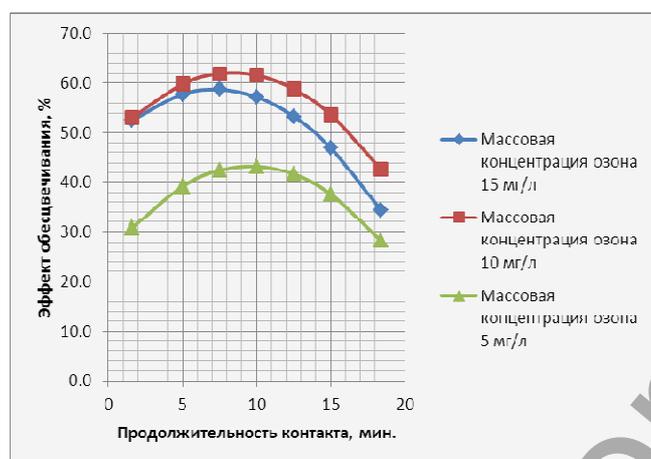


Рис. 10. Влияние продолжительности контакта на обесцвечивание воды при различных массовых концентрациях озона и pH= 8

Продолжительность контакта озона с обрабатываемой водой влияла на эффект обесцвечивания воды р. Мухавец озонированием в несколько меньшей мере. Так, увеличение времени с 3 до 10 мин

ZHITENYOV B.N., TARATENKOVA M.A. Removal of organic pollution of a surface water for production water supply

The authors have performed the research on the impact of mass ozone concentration, duration of ozone contact with the treated water and active response on the process of colour removal from the water of the river Mukhavets for industrial water supply. As a result, an experimental-statistical model of the process in the form of second order regression equations has been obtained and optimal values of the studied factors have been identified.

УДК 628.356

Житенёв Б.Н., Нагурный С.Г.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННЫХ АЭРАТОРОВ ДЛЯ АЭРОТЕНКОВ

Введение. В настоящее время основную функцию в процессах очистки сточных вод от органических и биогенных загрязнений выполняют искусственные биологические сооружения, в основном – аэротенки, различных технологических и конструктивных решений, оборудованные разнообразными типами аэраторов (пневматическими, водоструйными, эжекторными, эрлифтными, механическими). Аэрация сточных вод в процессе биологической очистки является наиболее энергоёмким процессом, на который приходится 60-90% всех затрат

повышало эффект обесцвечивания на 20%, при массовой концентрации озона 5 мг/л и значении активной реакции среды, равной 6. Сила влияния продолжительности контакта снижалась при более высоких значениях массовой концентрации озона.

Заключение

1. В результате выполненных исследований разработана экспериментально-статистическая модель процесса обесцвечивания воды р. Мухавец озонированием в виде уравнения регрессии, описывающего совместное влияние массовой концентрации озона, продолжительности контакта, активной реакции среды на эффект обесцвечивания:

$$Y = 76,67 - 10,52 X_1 + 0,84 X_2 - 8,03 X_3 - 2,32 X_1 X_2 - 3,54 X_1 X_3 - 2,25 X_2 X_3 - 11,33 X_1^2 - 4,86 X_2^2 - 7,05 X_3^2$$

2. Установлено, что все указанные факторы оказывают влияние на процесс обесцвечивания воды.

3. Наибольший эффект около 82% обесцвечивания наблюдался при массовой концентрации озона 15 мг/л, продолжительности контакта 10 минут и pH=6,3.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень, 2013 г./ Под ред. В.Ф. Логина. – Мн., 2014.
2. О критериях выбора типа ВПУ для обессоливания воды, содержащей органические вещества / Б.Н. Ходырев, Б.С. Федосеев, В.В. Панченко [и др.] // Энергетик. – 1992. – № 12. – С. 15–19.
3. Мартынова, О.И. Научно-технический прогресс в области технологии воды на электростанциях / О.И. Мартынова, Б.С. Федосеев // Теплоэнергетика. – 1987. – № 12. – С. 2–5.
4. Славинская, Г.В. Физико-химическое обоснование и реализация процессов удаления гумусовых кислот из водных растворов методом препаративной хроматографии. Специальность 05.11.11 - хроматография и хроматографические приборы: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора химических наук. – Воронеж, 2003.
5. Белов, С.Г. Разработка метода точного дозирования высоких удельных доз озона при обработке воды / С.Г. Белов, Г.О. Наумчик // Вестник БрГТУ. – 2011. – № 2(68): Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 73–81.

Материал поступил в редакцию 09.04.15

на очистку сточных вод. Кроме того, аэрация - наиболее ответственный процесс, так как концентрация растворенного кислорода и эффективность перемешивания сточной жидкости в аэротенке во многом определяют степень окисления органических загрязнений [1].

Система аэрации – комплекс сооружений, устройств и оборудования, обеспечивающих подачу и распределение воздуха (кислорода) в аэротенке, поддержание активного ила во взвешенном состоянии и создание благоприятных гидродинамических условий работы

Житенёв Борис Николаевич, к.т.н., доцент, профессор кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Нагурный Сергей Григорьевич, ст. преподаватель кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.