

УДК 628.316

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

**МОДЕРНИЗАЦИЯ
ВОДООЧИСТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА
ПРЕДПРИЯТИЯХ ПЕРВИЧНОГО
ВИНОДЕЛИЯ КУБАНИ**

Привалова Наталья Михайловна

к.х.н., доцент

РИНЦ SPIN-код: 4855-8943

dodoka57@mail.ru

Кубанский Государственный Технологический университет, Краснодар, Россия

Двадненко Марина Владимировна

к.х.н., доцент

РИНЦ SPIN-код: 6030-8233

meriru@rambler.ru

Кубанский Государственный Технологический университет, Краснодар, Россия

На сегодняшний день промышленное загрязнение сточных вод является одной из самых существенных угроз экологическому состоянию. Водные объекты должны быть ранжированы по видам водопользования. Для каждого из них конечной целью должны стать экологические ПДК, защищающие экосистему от разрушения и сохраняя их в рамках требования водопользователя. Для полной характеристики качества природных вод необходимы комплексный подход и более инновационная установка очистки, дающие полную информацию не только о состоянии и свойствах воды, но и о процессах, которые протекают в водном объекте и создают среды обитания для живых организмов. Одна из отраслей пищевой промышленности, имеющая пробелы в этом вопросе, это виноделие. Винодельческое производство в основном развивается в рекреационных зонах Краснодарского края, отсюда следует необходимость минимизации воздействия данного вида предприятий на водный бассейн нашего региона. В результате неправильной утилизации отходов производства возникают значительные загрязнения водных объектов края, следствием чего является ухудшение здоровья жителей и гостей Кубани. В связи с отсутствием на некоторых предприятиях водоочистительных систем и загруженности территориальных очистных сооружений, актуальным является внедрение на пищевых предприятиях края технологических схем, позволяющих очистить отработанную производственную воду до уровня пригодности её к повторному использованию в технологическом процессе. Целью данной схемы

UDC 628.316

4.3.1. Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

**MODERNIZATION OF WATER
PURIFICATION SYSTEMS AT PRIMARY WINE
PRODUCTION ENTERPRISES OF THE KUBAN
REGION**

Privalova Natalia Mikhailovna

Cand.Chem.Sci., associate professor

RSCI SPIN-code: 4855-8943

dodoka57@mail.ru

Kuban State University of Technology, Krasnodar, Russia

Dvadnenko Marina Vladimirovna

Cand.Chem.Sci., associate professor

RSCI SPIN-code: 6030-8233

meriru@rambler.ru

Kuban State University of Technology, Krasnodar, Russia

Nowadays, industrial wastewater pollution is one of the most significant threats to the ecological state. Water bodies should be ranked by types of water use. For each of them, the ultimate goal should be environmental MPCs that protect the ecosystem from destruction and keep them within the requirements of the water user. To fully characterize the quality of natural waters, an integrated approach and a more innovative purification plant are needed, giving complete information not only about the state and properties of water, but also about the processes that occur in the water body and create habitats for living organisms. One of the branches of the food industry that has gaps in this issue is winemaking. Wine production mainly develops in the recreational areas of the Krasnodar region, hence the need to minimize the impact of this type of enterprise on the water basin of our region. As a result of improper disposal of industrial waste, significant pollution of the region's water bodies occurs, resulting in a deterioration in the health of residents and guests of Kuban. Due to the lack of water treatment systems at some enterprises and the workload of territorial treatment facilities, it is relevant to introduce technological schemes at food enterprises that make it possible to purify waste industrial water to the level of suitability for reuse in the technological process. The purpose of this scheme is to protect the water basin of the Kuban resort area, as well as to reduce the load on territorial wastewater treatment plants as a result of its implementation and development to reduce the negative impact of water treatment systems on the environment of food industry enterprises in the region

является защита водного бассейна курортной зоны Кубани, а также снижение нагрузки на территориальные очистные сооружения в результате её внедрения и разработки для снижения негативного воздействия предприятий на окружающую среду водоочистительных систем на предприятия пищевой промышленности края

Ключевые слова: СТОЧНЫЕ ВОДЫ, ПИЩЕВЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ, СХЕМА ОЧИСТКИ, ХИМИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА, ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ЗАГРЯЗНЕНИЯ, ФЛОКУЛЯНТЫ, КОАГУЛЯНТЫ, АКТИВНЫЙ ИЛ

Keywords: WASTEWATER, FOOD ENTERPRISES, TREATMENT SCHEME, CHEMICAL AND BIOLOGICAL TREATMENT, SEWAGE TREATMENT PLANTS, POLLUTION, FLOCCULANTS, COAGULANTS, ACTIVATED SLUDGE

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-198-007>

Вода является одним из жизненно важных ресурсов. В наше время актуальна проблема истощения водных ресурсов из-за их чрезмерного загрязнения. Для уменьшения негативного воздействия на окружающую среду, в разных странах мира применяются современные технологии очистки сточных вод. Эти усовершенствования не обошли и Россию. Согласно данным, собранным аналитиками, лидером по экологическому благополучию является Краснодарский край. В регионе находятся территориальные водоочистительные станции, куда поступает переработанная вода для очистки до установленных нормативов с учётом местных требований. Использованная вода подвергается глубокой биологической, химической, физической очистке для последующего использования, как в технических целях, так и на производстве. Однако с учётом большого количества предприятий, данные станции работают с колоссальной нагрузкой. По официальным данным в пищевой промышленности Краснодарского края функционируют более 2200 предприятий, из них 200 относятся к категории крупных и средних. Если представить, что хотя бы половина мелких заводов (а их наверняка гораздо больше) производят сброс сточных вод в водоёмы и почву, страшно представить какая цифра получится за год. Если предположить, что

<http://ej.kubagro.ru/2024/04/pdf/07.pdf>

большая часть соблюдает закон и отвозит сточные воды на переработку в специальные территориальные очистные комплексы, объём получается огромным. Эти сооружения явно с трудом справляются с поставленными задачами, о чём свидетельствуют статьи Краснодарских известий от 29.07.2021 «На Кубани появится федеральная рабочая группа для модернизации очистных сооружений прибрежных районов». Если же на некоторых масштабных предприятиях есть водоочистительные системы, то на мелких – нет.

На некоторых предприятиях происходят кратковременные выбросы неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, вместе с тем частота сброса может происходить всего раз за смену, в сутки, в неделю. Необходимо принимать во внимание графики суточного колебания состава сточных вод по наиболее важным физико-химическим параметрам и по таким загрязняющим компонентам, как: поверхностно-активные, токсичные, ядовитые и радиоактивные вещества. Специфика технических решений разных промпредприятий побуждают в некоторых случаях брать в расчёт режим притока сточных вод, как в течение суток, так и по месяцам или сезонам года. Преимущественно это спиртовые, сахарные, консервные и первичного виноделия заводы. Любой отрасли необходимо иметь в своем пользовании промышленные очистные сооружения. Они направлены на очистку сточных вод в соответствии с установленными санитарными нормами [1-4]. Неизменно предложена первичная механическая очистка, далее биологическая обработка, доочистка и дезинфекция стоков.

Отрасль, рассматриваемая в работе – виноделие. Общее число предприятий, занимающихся переработкой винограда, преодолело 28 единиц. Ими ежегодно перерабатывается от 110 до 145 тыс. т этой культуры, или более половины от общероссийских объёмов. В том, что виноделию уделяется много внимания - сомнений нет. Ещё 28.07.2020

необходимо произвести ряд исследований по сточным водам, вывести средние показатели превышений от нормы сбросов, которые выставляет государство.

Рассмотрим, что представляет собой система, предназначенная для очистки сточных вод предприятия, а также некоторые её характеристики. Большинство предприятий, включающих в себя водоочистные сооружения, способно очищать 10 м^3 в сутки, что является ничтожно малым показателем, по сравнению с рассматриваемым заводом. Оно очищает за то же время 300 м^3 . Такая колоссальная разница объясняется современным оборудованием, а также особенностями винных стоков. Сточные воды образуются в результате промывания резервуаров, в которых происходило брожение, транспортерных лент, установок для отжима и так далее. В их состав входят: бубка, гребни, избыточное количество ионов железа, меди и других металлов. Бубка – белки (нитриты, нитраты и т.д.). Наличие ионов металлов объясняется тем, что сам виноград мог быть насыщен этими элементами, пока созревал, получая их в растворённом виде с водой из почвы, а не некачественным оборудованием. Ранее было очень много проблем на производстве вина из-за такого металла как железо. Тары для брожения со временем начинали ржаветь, соответственно, в вино попадали ионы, наличие которых негативно отражалось на свойствах продукта. Для решения этой проблемы применяли красную кровяную соль. Однако сейчас решение гораздо проще – это покупка тар из нержавеющей стали.

Первоначальная ступень очистки сточной воды на предприятиях первичного виноделия - механическая очистка [5], которая предполагает извлечение из воды нерастворимых твёрдых частиц и жидкости. Она включает в себя грабельные решётки, барабанное сито, шнек-пресс, который предназначен для обезвоживания отходов после механической очистки.

Грабельные решётки – это специальное оборудование, сделанное из нержавеющей стали и используемое на промышленных предприятиях для извлечения твёрдых частиц в очищаемой воде, а также их транспортировке с целью дальнейшей утилизации. Данная система расположена в канале, по которому движутся стоки. Вода проходит через решётку, где твёрдые загрязнения остаются и набираются на фильтрующем полотне. Весь отфильтрованный мусор поступает в приёмные контейнеры.

Барабанные сита предназначены для удаления более мелкой фракции загрязнений, то есть представляет собой тонкую механическую очистку. Они имеют компактные размеры, изготовлены из нержавеющей стали и оборудованы шкафом управления. Сточная вода подаётся на установку. Барабан начинает вращение, и крупные примеси (например, семена и более мелкие фракции), размер которых больше ячеек барабана, задерживаются, отфильтрованный сток проходит в отдел приёма очищенной воды. Задержанные частицы соскабливаются с сита и переходят в контейнер для отбросов.

Шнековый пресс используют для обезвоживания и уплотнения, собранных выше сказанными устройствами, отходов. А также для промывания и перемещения их в специальные ёмкости. Это даёт возможность облегчить хранение шлама и его транспортировку. Мусор проходит в загрузочную воронку установки. Прессующий шнек запускается работой мотор-редуктором. Отходы перемещаются в отдел промывки, в которых осуществляется извлечение растворимых органических соединений. Затем они поступают в уплотнители, где убирается лишняя влага. Полученный результат по выходному отводу переменного или постоянного сечения попадает в специальный резервуар. Он не изображён на схеме, т.к. не принимает участия в процессе очистки воды. Расположен этот прибор под барабанным ситом и грабельными решётками.

Песколовки предназначены для избавления сточных вод от нерастворимого осадка, включающего песок, частицы стекла, мелкого мусора, перлитных остатков (гравий, грунт и глина). В результате задерживания минеральных веществ в основном водном потоке, данное устройство способствует облегчению работы механизмов очистной установки. Действие песколовков основано на выпадении твердых неорганических частиц в осадок, который скапливается под действием силы тяжести при движении жидкости в горизонтальном направлении. Оборудование рассчитано на скорость, необходимую для извлечения самых тяжелых минеральных отходов. А органические частицы остаются в воде.

Сточные воды после механической очистки следуют в приёмный резервуар усреднителя. Это устройство, используемое для регулирования состава сточных вод, в нём рассчитано гидравлическое перемешивание поступившего потока воды насосным оборудованием.

Физико-химический метод представлен очисткой воды от гидрофобных частиц пузырьками воздуха с помощью флотатора [6]. Флотатор – это устройство, применяемое для извлечения взвешенных и органических частиц из сточной воды в результате физико-химических процессов. Целью является создание пены (флотошлама) путём пропускания через данную среду пузырьков воздуха. Затем она переносится на специальные аппараты по удалению влаги. Чтобы пузырьки задерживали и забирали с собой загрязняющие вещества, добавляют определённые соединения – коагулянты и флокулянты, которые способствуют слипанию загрязняющих частиц друг с другом и с этими пузырьками, создавая флоккулы, которые флотатор поднимает вверх в виде шапки, позволяя тем самым скребковому транспортёру его извлечь в сторону флотошлама. Флотошлам попадает в минерализатор, потом через определённое время обезвоживается с помощью дегидратора

(пластинчатый шнек). Эти устройства применяются для того, чтобы обезвоживать те самые взвешенные частицы, которые извлёк из воды флотатор. Для обезвоживания используется катионный флокулянт.

Для очистки воды от мутности и цветности по всему миру широко применяются специальные вещества – коагулянты. Коагуляция используется во всех сферах народного хозяйства. Коагулянты – это простые, безопасные и широкодоступные вещества. С ними возможно очищать практически любую грязную воду до состояния, приемлемого для технических нужд. В процессе коагуляции мелкие частицы слипаются, образуют более крупные хлопья и оседают на дно, либо подвергаются фильтрации.

Фильтровать мутную воду не имеет смысла, если в ней присутствуют коллоидные частицы, поэтому фильтрация такой воды часто даёт несущественный, либо вообще нулевой результат. Однако со сточными водами есть и другая значительная неприятность – растворы крайне устойчивы, т.е. их бесполезно отстаивать. Это происходит из-за того, что коллоиды имеют свойство адсорбировать, т.е. собирать на своей поверхности заряженные частицы одноимённого заряда, что придаёт им взаимоотталкивающие свойства, подобно магнитам с одинаковым полюсом, которые сильно отталкиваются друг от друга. Из-за этого сточная вода остаётся мутной, в независимости от режима фильтрации. Для очистки больших объёмов воды от подобных взвесей применяются коагулянты [7]. Их используют повсеместно как на крупных, так и на мелких очистных станциях для очистки воды от взвешенных частиц и органических веществ. Сами по себе коагулянты – это электролиты, зачастую хлориды или сульфаты железа и алюминия. Образовавшие коллоиды удерживают также большое количество молекул воды, гораздо больше, чем самого вещества. Такие образования называют гидрофильными, они выглядят как медузы или полупрозрачная вата и пока

ещё не очень поддаются фильтрации, оседают довольно медленно, т.к. имеют практически нулевую плавучесть в силу значительного содержания воды. Для усиления и ускорения образования крупных хлопьев на очистных сооружениях добавляют другое вещество – флокулянт. Это полимеры, которые образуют в воде длинные молекулярные нити, они быстро опутывают и связывают вместе хлопья, в результате чего те уплотняются и лишаются воды, становясь значительно крупнее, тяжелее, прочнее, следовательно, быстрее оседают на дно.

На рассматриваемом предприятии в качестве коагулянта используется 50 % раствор полиалюминий хлорида, а в качестве флокулянта – полиакриламид. Это вещество представляет собой порошок белого цвета, общей формулой $(-CH_2CHCONH_2-)_n$.

Следующим этапом является ультрафильтрация стоков. Ультрафильтрация – это метод очистки воды, основанный на пропускании жидкости под давлением через мембранный фильтр. Эти устройства не пропускают взвешенные частицы, которые не сумел удалить флотатор. Устройство представляет собой систему каскадных фильтров размером отверстий 10 мк и 5 мк. Плюсы цепочек фильтров заключаются в том, что получается такой же результат, как если бы был установлен один более сложный и дорогой фильтр. Происходит осаждение коллоидов и макромолекул (их размер колеблется в пределах 0,002-0,1 мкм). На выходе получается удаление до 97 % ионов железа, а также до 99,9 % бактерий и вирусов. Данные посторонние включения остаются на полупроницаемой перегородке и не продвигаются далее по технологической схеме.

Далее вода поступает в сепаратор - устройство, предназначенное для разделения жидкостей на несколько различных фракций. Сепарирование происходит на скорости 6400 оборотов/мин. Цель данного процесса – отделение ВМС. На исследуемом заводе сепаратор способен приминать 30 м³/час воды и из неё выделять свыше 30 мг/мин ВМС.

Высокомолекулярные соединения (ВМС) – химические соединения с высокой молекулярной массой.

После сепаратора вода подходит к заключительному этапу её очистки. На данном этапе происходит биологическая очистка стоков [8-9] в четырех связанных между собой составляющих: денитрификаторе, аэротенке, МБР и дегазаторе. В составе жидкости содержатся соединения азота, фосфора и т.д. Их допустимое содержание регламентируется стандартами. Микроорганизмы способствуют устранению данных соединений. Метод денитрификации заключается в том, что весь азот утилизируют бактерии, разлагая его на безопасные компоненты. В этом им помогают аэротенки – специальные резервуары для фильтрации. В них азотсодержащие соединения связываются биологическим способом, а жидкость, прошедшая должную очистку, сбрасывается в водоемы в чистом виде. Это является полностью безопасным и эффективным методом.

На исследуемом предприятии процесс аэрации происходит за счёт использования мелкопузырчатых резиновых аэраторов.

Одни из наиболее перспективных технологических устройств, применяемых для биологической очистки стоков, по праву считаются мембранные биореакторы (МБР). В них используются технологии, объединяющие достоинства биологических и мембранных процессов. Установка состоит из нескольких технических модулей разных размеров, расположенных на монолитной плите, состоящей из железа и бетона. К преимуществам данного устройства можно отнести улучшение качества очистки сточных вод, уменьшение энергопотребление, за счет снижения подачи кислорода, увеличение дозы активного ила в аэротенках в несколько раз.

На данном заводе в МБР установлены аэротенки и мембраны, изготовленные из керамики с размером пор 0,02 мк. С помощью насосов рециркуляции производится перекачка стоков в дегазатор.

Последним компонентом, представленным на схеме, является дегазатор – устройство, предназначенное для улавливания в жидкости растворимых газовых фракций (углекислый газ, сероводород и др.).

Все технологические процессы, подача реагентов и вспомогательного питания контролируются заданными алгоритмами и системами, прописанными автоматизацией.

Денитрификатор, аэротенк, МБР и дегазатор тесно связаны с таким понятием как активный ил. Он представляет собой совокупность микроорганизмов (бактерий), выполняющих роль поглотителей органических веществ в сточных водах. В результате взаимодействия активного ила и органических соединений образуется биологическая пена.

Принцип действия активного ила: биологическое окисление кислородом до безопасных продуктов (углекислого газа и воды). В нашем случае это одноклеточные амёбы, многоклеточные коловратки и малощетинчатый червь. Содержание на данных очистных составляет 25 г/л, что является максимальным показателем на 1 литр.

На выходе предприятие имеет очищенную на 90% техническую воду и отходы 4-го класса опасности, которые отвозит специальная машина (бункеровоз) на полигон для дальнейшей утилизации.

Таблица 1 - Показатели очистки сточной воды на предприятии

Дата пробы	Место отбора	Показатели, мг/дм ³					
		ХПК	рН	Азот аммонийный	Нитрит-ион	Нитрат-ион	Фосфат-ион
Норматив сброса в балку		15	6-9	0,38			
Норматив Сириус		500	6-9	50			
25.01.20	Вход на флотатор	2132		>2,5	0,121	1,65	24,4
	После флотатора	2152		1,78	0,072	1,53	7,4
	Очищенный сток	302		1,33	0,015	0,58	3,1
17.02.21	Вход на флотатор	Более 10000	3,9	6,1	0,5	5,96	Более 45
	После флотатора	9369	6,82	4,9	0,165	3,53	10
	Очищенный сток	120	8,5	1,5	0,011	0,51	Менее 0,05
03.03.21	Вход на флотатор	8117	6	8,2	0,6	5,12	Более 45
	После флотатора	7506	6,56	4,3	0,156	3,18	22,7
	Очищенный сток	1961	8,15	0,77	0,007	0,53	10

Показатели очистки сточной воды на предприятии приведены в таблице 1.

Перспективными для доочистки промышленных сточных вод, в том числе от ионов тяжелых металлов, являются сорбционные методы с применением природных и модифицированных сорбентов [10-15].

Выводы. Проанализированы литературные сведения по очистке сточных вод пищевых предприятий. Предложена технологическая схема очистки сточных вод, рекомендуемая к внедрению на предприятиях первичного виноделия. Преимуществом предлагаемой системы очистки является наличие в ней узлов, позволяющих производить не только механическую и физико-химическую очистку сточных вод, но и биологическую. Наличие в предлагаемой технологической схеме минерализатора и дегидрататора позволяет вывозить на специализированные полигоны лишь отходы 4-го класса опасности, вместо сотен тысяч литров сточной воды. Предложенная система природоохранных мероприятий позволит не только уменьшить антропогенную нагрузку на водные объекты, но и получить экономическую выгоду.

Библиографический список

1. Очистка загрязненных сточных вод. Березина А.Н., Наумова В.О., Ровенская О.П., Горюнов Л.А. В сборнике: Социально-гуманитарный аспект научного знания: современность и перспективы развития. Материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина. Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина. 2021. С. 384-388.

2. Очистка сточных вод. Истомин И.Б., Билло Е.В., Сухаревская Е.С. В сборнике: Современные исследования - 2018. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции под общей редакцией А.И. Вострецова. Нефтекамск, Республика Башкортостан, Российская Федерация, 2018. С. 134-138.

3. Очистка промышленных сточных вод. Журавлева М.А. В сборнике: Техносферная безопасность в XXI веке. Научные труды XII Всероссийской научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2022. С. 335-337.

4. Обезвреживание и очистка сточных вод. Двядненко М.В., Привалова Н.М., Беленькова Ю.И. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2012. № 2. С. 56.

5. Механическая очистка сточных вод. Попов А.В., Назимко Е.И. В сборнике: Молодой исследователь: вызовы и перспективы. Сборник статей по материалам XXXI международной научно-практической конференции. 2017. С. 99-102.

6. Очистка сточных вод с использованием флокулянтов. Хакимова Г.В., Асфандиярова Л.Р. В сборнике: Малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность. Сборник трудов Международной молодежной научно-практической конференции 29 сентября 2022 г. С. 189-191.

7. Очистка бытовых сточных вод методом коагуляции. Байкалова В.А., Лалетина Т.С., Акентьева О.А. В сборнике: Химия и химическая технология в XXI веке. Материалы XX Международной научно-практической конференции имени профессора Л.П. Кулёва студентов и молодых ученых. 2019. С. 451-452.

8. Биохимическая очистка сточных вод. Володин В.М., Ткаченко Д.Г., Беренгартен М.Г. Вестник Международной академии системных исследований. Информатика, экология, экономика. 2010. Т. 12. № 2. С. 7-9.

9. Очистка сточных вод в биологических прудах. Денисов А.А., Положенцев С.А., Розаева А.В., Шаманова Л.А., Павленко А.И. В сборнике: Научные основы производства и обеспечения качества биологических препаратов для АПК. Материалы Международной практической конференции, посвященной 95-летию Армавирской биофабрики. 2016. С. 398-404.

10. Очистка сточных вод с помощью природных сорбентов и их химически модифицированных аналогов. Машкова С.А. Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук / Дальневосточный государственный университет. Владивосток, 2007

11. Сорбционное извлечение ионов тяжелых металлов при фильтровании сточных вод через активированный алюмосиликатный адсорбент. Марченко Л.А., Боковикова Т.Н., Полуляхова Н.Н., Привалова Н.М. Естественные и технические науки. 2002. № 2 (2). С. 36-38.

12. Способ очистки сточных вод от гексацианоферратов. Боковикова Т.Н., Привалова Н.М., Полуляхова Н.Н., Процай А.А., Марченко Л.А., Новоселецкая О.В., Стрижов Н.К. Патент на изобретение RU 2343120 С1, 10.01.2009. Заявка № 2007130987/15 от 13.08.2007.

13. Сорбционная очистка сточных вод на предприятии. Гараева Ч.Р., Рустамова А.И. Студенческий форум. 2020. № 22-1 (115). С. 62-64.

14. Адсорбционная очистка сточных вод. Двадненко М.В., Привалова Н.М. Успехи современного естествознания. 2010. № 10. С. 214.

15. Очистка сточных вод от тяжелых металлов природными сорбентами. Сикорская А.В., Сиволобова Н.О., Крючихина Е.А. В сборнике: Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Юргинский технологический институт. 2017. С. 125-127.

References

1. Ochistka zagryaznennykh stochnykh vod. Berezina A.N., Naumova V.O., Rovenskaya O.P., Gorovenko L.A. V sbornike: Sotsial'no-gumanitarnyy aspekt nauchnogo znaniya: sovremennost' i perspektivy razvitiya. Materialy I Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta imeni I.T. Trubilina. Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni I.T. Trubilina. 2021. S. 384-388.

2. Ochistka stochnykh vod. Istomin I.B., Billo E.V., Sukharevskaya E.S. V sbornike: Sovremennye issledovaniya - 2018. Materialy Mezhdunarodnoy (zaочноy) nauchno-

prakticheskoy konferentsii pod obshchey redaktsiey A.I. Vostretsova. Neftekamsk, Respublika Bashkortostan, Rossiyskaya Federatsiya, 2018. S. 134-138.

3. Ochistka promyshlennykh stochnykh vod. Zhuravleva M.A. V sbornike: Tekhnosfernaya bezopasnost' v XXI veke. Nauchnye trudy XII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii magistrantov, aspirantov i molodykh uchenykh. 2022. S. 335-337.

4. Obezvrezhivanie i ochistka stochnykh vod. Dvadnenko M.V., Privalova N.M., Belen'kova YU.I. Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. 2012. № 2. S. 56.

5. Mekhanicheskaya ochistka stochnykh vod. Popov A.V., Nazimko E.I. V sbornike: Molodoy issledovatel': vyzovy i perspektivy. Sbornik statey po materialam KHKHKHI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2017. S. 99-102.

6. Ochistka bytovykh stochnykh vod metodom koagulyatsii. Baykalova V.A., Laletina T.S., Akent'eva O.A. V sbornike: Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya v XXI veke. Materialy XX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii imeni professora L.P. Kulyova studentov i molodykh uchenykh. 2019. S. 451-452.

7. Ochistka stochnykh vod s pomoshch'yu prirodnykh sorbentov i ikh khimicheski modifitsirovannykh analogov. Mashkova S.A. Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata khimicheskikh nauk / Dal'nevostochnyy gosudarstvennyy universitet. Vladivostok, 2007

8. Sposob ochistki stochnykh vod ot geksatsianoferratov. Bokovikova T.N., Privalova N.M., Polulyakhova N.N., Protsay A.A., Marchenko L.A., Novoseletskaya O.V., Strizhov N.K. Patent na izobretenie RU 2343120 C1, 10.01.2009. Zayavka № 2007130987/15 ot 13.08.2007.

9. Sorbtsionnoe izvlechenie ionov tyazhelykh metallov pri fil'trovanii stochnykh vod cherez aktivirovannyy alyumosilikatnyy adsorbent. Marchenko L.A., Bokovikova T.N., Polulyakhova N.N., Privalova N.M. Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2002. № 2 (2). S. 36-38.

10. Sorbtsionnaya ochistka stochnykh vod na predpriyatii. Garaeva CH.R., Rustamova A.I. Studencheskiy forum. 2020. № 22-1 (115). S. 62-64.

11. Ochistka stochnykh vod ot tyazhelykh metallov prirodnymi sorbentami. Sikorskaya A.V., Sivolobova N.O., Kryuchikhina E.A. V sbornike: Ehkologiya i bezopasnost' tekhnosfere: sovremennye problemy i puti resheniya. Sbornik trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, aspirantov i studentov. Yurginskiy tekhnologicheskiiy institut. 2017. S. 125-127.

12. Adsorbtsionnaya ochistka stochnykh vod. Dvadnenko M.V., Privalova N.M. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2010. № 10. S. 214.

13. Ochistka stochnykh vod s ispol'zovaniem flokulyantov. Khakimova G.V., Asfandiyarova L.R. V sbornike: Malootkhodnye, resursosberegayushchie khimicheskie tekhnologii i ehkologicheskaya bezopasnost'. Sbornik trudov Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 29 sentyabrya 2022 g. S. 189-191.

14. Biokhimicheskaya ochistka stochnykh vod. Volodin V.M., Tkachenko D.G., Berengarten M.G. Vestnik Mezhdunarodnoy akademii sistemnykh issledovaniy. Informatika, ehkologiya, ehkonomika. 2010. T. 12. № 2. S. 7-9.

15. Ochistka stochnykh vod: vybor ehffektivnogo resheniya. Kulakov A.A. Ehkologiya proizvodstva. 2021. № 3 (200). S. 102-113.