



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ВОДОСБЕРЕЖЕНИЕ, МЕЛИОРАЦИЯ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ АГРОКУЛЬТУРНЫХ КЛАСТЕРОВ РОССИИ В XXI ВЕКЕ

СБОРНИК ДОКЛАДОВ
XVIII Международной научно-практической конференции
ТОМ 1

*Посвящается памяти
Александра Алексеевича Большакова*





БОЛЬШАКОВ
Александр Алексеевич
(1951–2011)

9 октября 2011 г. на 61-м году жизни скоропостижно скончался проректор по учебной работе Тюменского государственного архитектурно-строительного университета, заслуженный работник Высшей школы РФ, Почетный строитель России, обладатель почетного звания «Строительная слава» Российского союза строителей и ордена «За заслуги в строительстве» Александр Алексеевич Большаков.

В 1976 году он окончил Тюменский инженерно-строительный институт и был принят на кафедру гидравлики и санитарной техники. Он прошел путь от ассистента кафедры до проректора по учебной работе.

За 35 лет, посвященных университету, Александр Алексеевич подготовил десятки высококвалифицированных специалистов для строительной отрасли. Многим он был известен, как социально активный специалист, принимающий деятельное участие в жизни региона. Его преданность своей работе снискала ему уважение и любовь всех, кто его знал.

Александр Большаков навсегда останется в нашей памяти как настоящий профессионал своего дела, отличный преподаватель, трудолюбивый, требовательный и справедливый руководитель. Мы будем помнить его крылатое выражение «научить нельзя, научиться можно».

Оргкомитет

Тюменская областная Дума
Правительство Тюменской области
Тюменский государственный архитектурно-строительный университет
Тюменский государственный нефтегазовый университет
Тюменский государственный университет
Государственный аграрный университет Северного Зауралья
Тюменский государственный медицинский университет
Филиал ПАО Банк «Югра» в г. Тюмени
НАО «Сибирский научно-аналитический центр»
Институт криосферы Земли Сибирского отделения РАН
НИИ экологии и рационального использования природных ресурсов
Тюменское отделение Российской муниципальной академии

*Посвящается памяти
Александра Алексеевича Большакова*

**ВОДОСБЕРЕЖЕНИЕ, МЕЛИОРАЦИЯ
И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ КАК
ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ АГРОКУЛЬТУРНЫХ
КЛАСТЕРОВ РОССИИ В XXI ВЕКЕ**

Сборник докладов
XVIII Международной научно-практической конференции

Том 1

Тюмень, 2016

УДК 626+631

ББК Ч 48 + 109

Водосбережение, мелиорация и гидротехнические сооружения как основа формирования агрокультурных кластеров России в XXI веке: Сборник докладов XVIII Международной научно-практической конференции: в 3-х т. – Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2016. – Т. 1. – 300 с.

В сборнике представлены доклады XVIII Международной научно-практической конференции «Водосбережение, мелиорация и гидротехнические сооружения как основа формирования агрокультурных кластеров России в XXI веке» ведущих ученых, научных сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов России, Белоруссии, Казахстана, Узбекистана. Доклады печатаются в авторской редакции.

Предназначен для студентов вузов, аспирантов и преподавателей. Может быть использован в работе служащих органов государственной власти и местного самоуправления.

Редакционная коллегия:

Щербаков Г. А., канд. соц. наук, заведующий кафедрой сервисного инжиниринга и правового обеспечения в жилищно-коммунальном и строительном комплексе ТюмГАСУ;

Сидоренко О. В., канд. техн. наук, заведующий кафедрой водоснабжения и водоотведения ТюмГАСУ;

Гашев С. Н., д-р биол. наук, заведующий кафедрой зоологии и эволюционной экологии животных ТюмГУ;

Погорелова С. Д., канд. филол. наук, заведующий кафедрой иностранных языков ТюмГАСУ;

Максимова С. В., канд. техн. наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения ТюмГАСУ;

Храмцов А. Б., канд. ист. наук, доцент кафедры сервисного инжиниринга и правового обеспечения в жилищно-коммунальном и строительном комплексе ТюмГАСУ (ответственный редактор).

УДК 626+631

ББК Ч 48 + 109

© ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ», 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----|
| <i>О XVIII Международной научно-практической конференции «Водосбережение, мелиорация и гидротехнические сооружения как основа формирования агрокультурных кластеров XXI веке»</i> | 6 |
| Секция «ВОДА: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ» | |
| <i>Анваров Б. Р.</i> Конструктивные решения железобетонных резервуаров чистой воды... | 8 |
| <i>Андреева С. А., Курилин С. С., Курилина Т. А.</i> Совершенствование систем оборотного водоснабжения гальванического производства..... | 12 |
| <i>Аубакирова Ф. Х.</i> Эксплуатационная надежность гидротехнических сооружений мелиоративного назначения..... | 17 |
| <i>Ауезов Ж. А., Жиёмбай Ы. С., Шомантаев А. А.</i> Проектирование систем капельного орошения на экспериментальном участке «Караултобе» ТОО НИИ рисоводство имени Ы. Жахаева..... | 20 |
| <i>Ауезов Ж. А., Жиёмбай Ы. С., Шомантаев А. А.</i> Подготовка и условия по проведению эксперимента по водосберегающей технологии полива бахчевых культур на экспериментальном участке «Караултобе»..... | 25 |
| <i>Баландина А. Г.</i> Анализ результатов испытаний биологически модифицированных мембран при очистке сточных вод..... | 29 |
| <i>Баландина А. Г., Хангильдина А. Р., Музафаров А. А.</i> Испытание биологически модифицированных мембран на очистных сооружениях канализации..... | 34 |
| <i>Бычков Д. А., Громов Г. Н., Иванов В. М.</i> Опыт разработки схемы водоснабжения г. Тюмени. Электронная модель..... | 39 |
| <i>Вялкова Е. И., Пешева А. В., Землянова М. В.</i> Обработка высококонцентрированных коммунальных сточных вод электромагнитным излучением СВЧ диапазона..... | 49 |
| <i>Германова Т. В.</i> К вопросу водоснабжения города Тюмени из подземного водозабора..... | 55 |
| <i>Гузеева С.А., Пелипенко И. И.</i> «Живая» и «мертвая» электролитная вода. Мифы и реальность..... | 60 |
| <i>Дунаева Ю. Г.</i> Вода как глобальный ресурс: водные стратегии ООН..... | 64 |
| <i>Ерофеев Е. А., Миронов В. В.</i> Техничко-экономическое обоснование получения технических газов из воздуха с использованием энергии низконапорных водотоков..... | 68 |
| <i>Жулин А. Г., Сидоренко О. В., Прикащикова М. С.</i> Выявление качественного состава налета на дне и стенках плавательного бассейна СК «Зодчий» и рекомендации по предотвращению его образования..... | 72 |
| <i>Загорская А. А., Пимнева Л. А.</i> Оптимизация дозирования коагулянта при очистке маломутных высокоцветных природных вод..... | 78 |
| <i>Китаев С. В., Полякова Н. Г.</i> Повышение эффективности работы насосных установок для перекачки конденсата на газовых промыслах..... | 83 |
| <i>Коробейникова М. А., Назаров В. Д.</i> Очистка питьевой воды реагентным способом: обезжелезивание, деманганация и умягчение воды..... | 86 |
| <i>Котова А. Ю., Большакова Т. В.</i> Выбор материала труб для водопроводной сети..... | 90 |
| <i>Ледян Ю. П., Бессолова Л. В., Щербакова М. К., Сокол В. А.</i> Определение технологических свойств растворов флокулянтов..... | 95 |
| <i>Ледян Ю. П., Бессолова Л. В., Щербакова М. К., Сокол В. А.</i> Отработка технологии приготовления растворов флокулянтов..... | 98 |
| <i>Локшин А. А., Лапшакова И. В., Шеталина Е. В.</i> Технологические решения при проектировании водозаборов на северных реках..... | 103 |
| <i>Миронов В. В., Иванюшин Ю. А.</i> Генераторы пневматической энергии с гидротрансным приводом..... | 107 |

| | |
|---|-----|
| <i>Музафарова А. И., Вадулина Н. В., Клявлин М. С., Янбухтина Л. М.</i> Повышение безопасности эксплуатации трубопроводов за счет применения изоляционного покрытия..... | 110 |
| <i>Нефедов С. С., Чернов Д. В., Барташук М. А., Трошкова Е. А.</i> Внедрение инновационных решений на примере водоочистных сооружений Антипинского нефтеперерабатывающего завода..... | 115 |
| <i>Николаенко Е. В., Белканова М. Ю.</i> Методы повышения водоотдающей способности осадков природных вод..... | 122 |
| <i>Осипова Е. Ю., Козобородова Т. В.</i> Альтернативные методы обезжелезивания подземных вод..... | 126 |
| <i>Оспанова К. К., Сапега В. А.</i> Анализ питьевой воды из разных источников..... | 131 |
| <i>Пимнева Л. А., Королева М. Н.</i> Извлечение катионов кобальта кыштырлинской глиной в он-форме..... | 135 |
| <i>Саркисов С. В., Путилин П. А., Обвинцев В. А.</i> Повышение надежности и энергосбережения систем водоснабжения путем оптимизации напоров в распределительной сети..... | 141 |
| <i>Сафин А. Э., Шаповал О. В., Сперанский В. С., Ницкая С. Г.</i> Реконструкция систем водоснабжения и водоотведения спортивно-оздоровительного комплекса ЮУРГУ.... | 146 |
| <i>Сенников М. Н., Молдамуратов Ж. Н.</i> Движение насосов в турбулентном потоке.... | 150 |
| <i>Скипин Л. Н., Петухова В. С., Еремин Д. И.</i> Влияние мелиорантов на гранулометрический состав бурового шлама..... | 154 |
| <i>Сокова З. Н.</i> Водообеспечение Африки в контексте принципов устойчивого развития..... | 161 |
| <i>Талипов Р. А., Клявлиня Я. М., Клявлин М. С.</i> Экспериментальный опыт биохимической очистки канализационных газов..... | 166 |
| <i>Танкибаева Б. Р., Отарбаев Б. С.</i> Капельное орошение картофеля на экспериментальном участке «Караултобе»..... | 169 |
| <i>Томус И. Ю.</i> К вопросу применения ионного обмена для очистки сточных вод..... | 172 |
| <i>Щербаков Г. А.</i> Водные проекты России и Центральной Азии: проблемы и решения.. | 177 |
| <i>Юрченко В. Н., Юрченко М. М.</i> ООН и проблема водных ресурсов..... | 184 |
| <i>Юрченко В. Н.</i> Проблема водных ресурсов на Ближнем Востоке..... | 190 |
| <i>Янбухтина Л. М., Музафарова А. И., Мухаметзянова Э. Г.</i> Способы обеспечения безопасности на промышленных предприятиях..... | 195 |

Секция «ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ СИБИРИ И АРКТИКИ»

| | |
|--|-----|
| <i>Андреева Ю. Н.</i> Применение кварцевого и глауконитового песков в экологических технологиях..... | 201 |
| <i>Бикмухамедова Р. Р., Коростелева Н. В.</i> Важность малых рек для Волгоградской области и их экологическое состояние..... | 205 |
| <i>Гашев С. Н., Хританько О. А.</i> Гельминтокомплексы землеройковых (soricidae fischer, 1814) лесной зоны южной части Тюменской области..... | 210 |
| <i>Елифанов А. В., Ковязина О. Л., Фролова О. В., Лепунова О. Н.</i> Влияние экологических факторов Севера на функциональное состояние кардиореспираторной системы мужчин из состава пришлого населения..... | 215 |
| <i>Захарова Е. В., Гаевая Е. В., Судакова И. К., Котова Т. В.</i> Анализ качества питьевых источников районов Тюменской области..... | 219 |
| <i>Казанцева М. Н., Сванидзе И. Г.</i> Влияние минерализованных артезианских вод на экосистемы пойменных лугов юга Тюменской области..... | 226 |
| <i>Киселева М. А.</i> Содержание естественных радионуклидов в строительных материалах и почвах Тюменской области..... | 231 |

| | |
|--|-----|
| Мамаева Н. Л., Петров С. А. Экологические проблемы в местах проживания коренного населения Севера Тюменской области..... | 236 |
| Марьинских С. Г. Влияние нефтегазовой отрасли на состояние водных объектов юга Тюменской области..... | 241 |
| Махлаев В. К. Водопотребление многолетних трав на пойменных дренируемых торфяниках Томской области..... | 246 |
| Махмудов И. Э., Махмудова Д. Э., Мурадов Н. Оценка потенциала Чирчикского и Ахангаранского речных бассейнов для повышения эффективности использования стока рек на территории республики Узбекистана..... | 251 |
| Мухачев И. С. Малые водоемы как базис эффективного аграрно-рыбоводного сельского фермерского поселения..... | 257 |
| Насрулин А. Б., Чембарисов Э. И., Лесник Т. Ю. Применение данных космического мониторинга при анализе изменений агроландшафтов Южного Приаралья..... | 263 |
| Рехтин А. Ф. Экономическое стимулирование за рациональное использование воды..... | 266 |
| Смарыгина Е. Ю. Необходимость и перспективы создания аграрного кооперативного кластера в Тюменской области..... | 270 |
| Судакова И. К., Котова Т. В. Отбор проб воды – важное условие получения достоверных результатов анализа..... | 274 |
| Судакова И. К., Котова Т. В., Аржаев Ю. А., Губанова К. А. Подготовительный этап отбора проб промышленных выбросов – важнейший шаг к качеству исследований..... | 279 |
| Хусаинов А. Т., Елюбаев С. З., Сагалбеков У. М., Кыздарбекова Г. Т. Солеустойчивость сортов донника при различных типах засоления среды..... | 285 |
| Чембарисов Э. И., Лесник Т. Ю., Вахидов Ю. С. Современные гидроэкологические проблемы рек бассейна Аральского моря..... | 290 |
| Чумляков К. С. Взаимосвязь развития транспортной инфраструктуры и производительных сил при освоении природных ресурсов Востока России и шельфа Арктики..... | 296 |

О XVIII Международной научно-практической конференции
«Водосбережение, мелиорация и гидротехнические сооружения как основа формирования агрокультурных кластеров XXI веке»

День 22 марта провозглашен Генеральной Ассамблеей ООН Всемирным днем Воды. С 1997 года этот день отмечается ежегодно, чтобы привлечь внимание государственных, общественных и политических деятелей к проблемам обеспечения жителей планеты чистой питьевой водой.

18 марта 2016 г. в Тюменском государственном архитектурно-строительном университете состоялась ежегодная Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Александра Алексеевича Большакова (1951-2011), проректора по учебной работе ТюмГАСУ, заслуженного работника Высшей школы РФ, Почетного строителя России.

Данная конференция – международный форум, где на регулярной основе обсуждаются проблемы водных ресурсов, научное освоение Сибири и Арктики в XXI веке. Цель конференции – обсуждение вопросов социально-экономического развития регионов, городов и сельских поселений России, а также повышение эффективности использования природного, ресурсного, трудового, научного потенциала территорий Тюменской области, Сибири и Арктики, продвижение на новые рынки продукции и услуг отечественного производителя. Международным статусом конференция обрела благодаря участию в ней учёных России, Белоруссии, Узбекистана, Казахстана и Германии.

Всего было представлено более 160 докладов. Конференция включала пленарное заседание и работу шести секций, которые проводились в 5-ти вузах г. Тюмени: ТюмГНГУ, ТюмГУ, ТюмГМУ, ГАУСЗ и ТюмГАСУ. Пленарное заседание в конференц-зале ТюмГАСУ вызвало большой интерес общественности. Среди участников можно было встретить ряд известных государственных и общественных деятелей региона. С приветственным словом к участникам конференции обратились: ректор ТюмГАСУ Александр Валерьевич Набоков, заместитель председателя Тюменской областной Думы Виктор Александрович Рейн. Пленарное заседание провел Геннадий Александрович Щербаков, канд. соц. наук, заведующий кафедрой СИиПОСК ТюмГАСУ.

С докладами, в частности, выступили: первый заместитель директора ГАУ Тюменской области «Медицинский информационно-аналитический центр» Александр Михайлович Нямцу; доктор биологических наук, профессор ГАУСЗ Игорь Семенович Мухачев; ведущий научный сотрудник ФГБ НУ «Госрыбцентр» Людмила Владимировна Михайлова; заместитель директора, начальник отдела подготовки проектной документации и инженерным экологическим изысканиям Федеральной службы по надзору в сфере природопользо-

вания, филиал ФГБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Уральскому федеральному округу» по Тюменской области Светлана Георгиевна Марьинских.

Кроме пленарного заседания, состоялась работа шести секций, три из которых прошли в стенах ТюмГАСУ: секция «Вода: проблемы и решения» под руководством канд. техн. наук, доцента Ольги Владимировны Сидоренко; секция «Теория и практика государственного и муниципального управления в XXI веке», под началом канд. ист. наук, доцента Анатолия Яковлевича Китаева и секция «Гуманитарные проблемы развития Сибири и Арктики» под руководством канд. филос. наук, доцента Ольги Васильевны Сарповой вызвали большой интерес у участников. Секция «Проблемы экологии и рационального использования природных ресурсов Сибири и Арктики» состоялась в ТюмГУ под руководством доктора биологических наук, профессора Сергея Николаевича Гашева. На площадке Нефтегазового университета прошла секция «Опыт управления демографическими процессами в России и за рубежом» под руководством канд. соц. наук, доцента Оксаны Вячеславовны Устиновой. Секция «Проблемы здравоохранения при освоении Сибири и территории Крайнего Севера» состоялась в ТюмГМУ под началом заместителя директора ГАУ ТО «Медицинский информационно-аналитический центр» Александра Михайловича Нямцу.

По завершении работы конференции, ее участники приняли резолюцию, в которой определили основные направления новой модели самодостаточного развития Тюменской области до 2030 года. Эксперты подчеркивают, что опорой должны стать не природные ресурсы, а творческий человеческий капитал, с наукоемкими технологиями, областными научными центрами, современными агрокультурными кластерами. В центре новой экономики – интеллектуальные ресурсы, способные генерировать новые идеи, создавать инновации в любых сферах и быть источником капитала. Работа конференции объединяет под общим началом лучшие ученые умы России и зарубежья, помогает привлечь внимание общественности к современным проблемам в сфере охраны водных ресурсов и окружающей среды. В 2017 году на конференции планируется обсуждение темы: **«Проблемы управления речными бассейнами при освоении Сибири и Арктики в контексте глобального изменения климата планеты в XXI веке».**

Оргкомитет конференции

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ЧИСТОЙ ВОДЫ

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет». Россия, 450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1. Тел: +7 (917) 341-41-10; эл. почта: stexpert@mail.ru.

Ключевые слова: железобетонные резервуары, емкостные сооружения, конструктивные решения, резервуары чистой воды, долговечность.

В статье представлен анализ конструктивных решений железобетонных резервуаров чистой воды и их влияние на эксплуатационную надежность сооружений

Выбор конструктивного решения емкостного сооружения часто оказывает решающее значение на надежность его дальнейшей эксплуатации [1]. Резервуары чистой воды систем питьевого водоснабжения – это емкости для хранения и передачи воды потребителям. Материал для изготовления и конструктивное оформление таких сооружений весьма разнообразно. В ранних системах водоснабжения использовались кирпичные резервуары, а также резервуары из бутового камня. Примером этого могут служить кирпичные резервуары емкостью 160 тыс. м³, построенные к 1912 г. при строительстве первой очереди московского водопровода на Ленинских горах (Воробьевские резервуары). Стальные резервуары – цистерны, имеют небольшое применение. Они изготавливаются различной емкости и возводятся в виде вертикальных цилиндров различного диаметра и высоты, иногда с железобетонным или бетонным днищем. Трудность и большая стоимость защиты стальных резервуаров от коррозии, а также их термической изоляции являются существенным препятствием к их широкому применению.

В современных системах водоснабжения наибольшее распространение получили железобетонные резервуары самых различных форм, конструкций и методов изготовления, что обусловлено высокой долговечностью железобетона в условиях воздействия питьевой воды [2].

Большое распространение ранее имели резервуары цилиндрической формы с купольными перекрытиями. Эти резервуары рекомендовались для относительно небольших емкостей (до 600 м³). Устройство такого резервуара емкостью 400 м³ (по одному из типовых проектов) показано на *рис. 1*. Резервуар такого типа заглубляют в землю примерно до половины высоты цилиндрической

части с обсыпкой в целях теплоизоляции верхней части и перекрытия землей толщиной около 1 м. Дно резервуара имеет некоторый уклон к приемку. В последнем располагают концы приемных труб с таким расчетом, чтобы могла быть использована вся емкость резервуара. Кроме того, через приямок может быть осуществлено удаление осадков, которые постепенно накапливаются в резервуаре. При емкости более 600 м^3 эти резервуары рекомендовалось устраивать с плоским перекрытием.

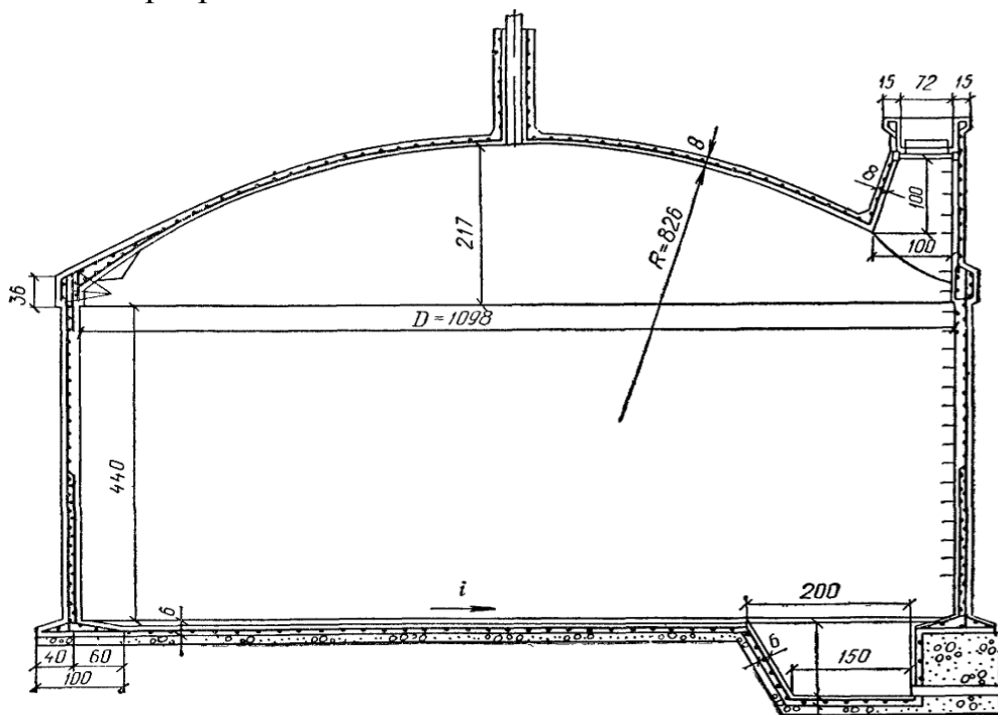


Рис. 1. Резервуар цилиндрической формы с купольным перекрытием

Более экономичным считается устройство плоского безбалочного перекрытия для цилиндрических резервуаров всех размеров. Устройство типового резервуара с плоским перекрытием показано на *рис. 2*. Такие резервуары имеют емкость от 50 до 2000 м^3 , диаметр от $4,7$ до $25,4$ м и высоту от $3,5$ до $4,5$ м. Перекрытие (при емкости более 50 м^3) поддерживается колоннами (от одной колонны при емкости резервуара 100 м^3 до 21 колонны при емкости 2000 м^3). При емкости более 2000 м^3 считается более экономичным применение резервуаров прямоугольной в плане формы с плоскими балочными или безбалочными перекрытиями.

В соответствии с требованиями строительных правил пожарный запас воды, превышающий 1000 м^3 , должен быть разделен между двумя резервуарами. В крупных системах устраивают несколько резервуаров, дающих в сумме расчетную емкость. Это обеспечивает бесперебойность работы системы, возможность выключения на ремонт отдельных резервуаров, а также выполнение строительства по очередям.

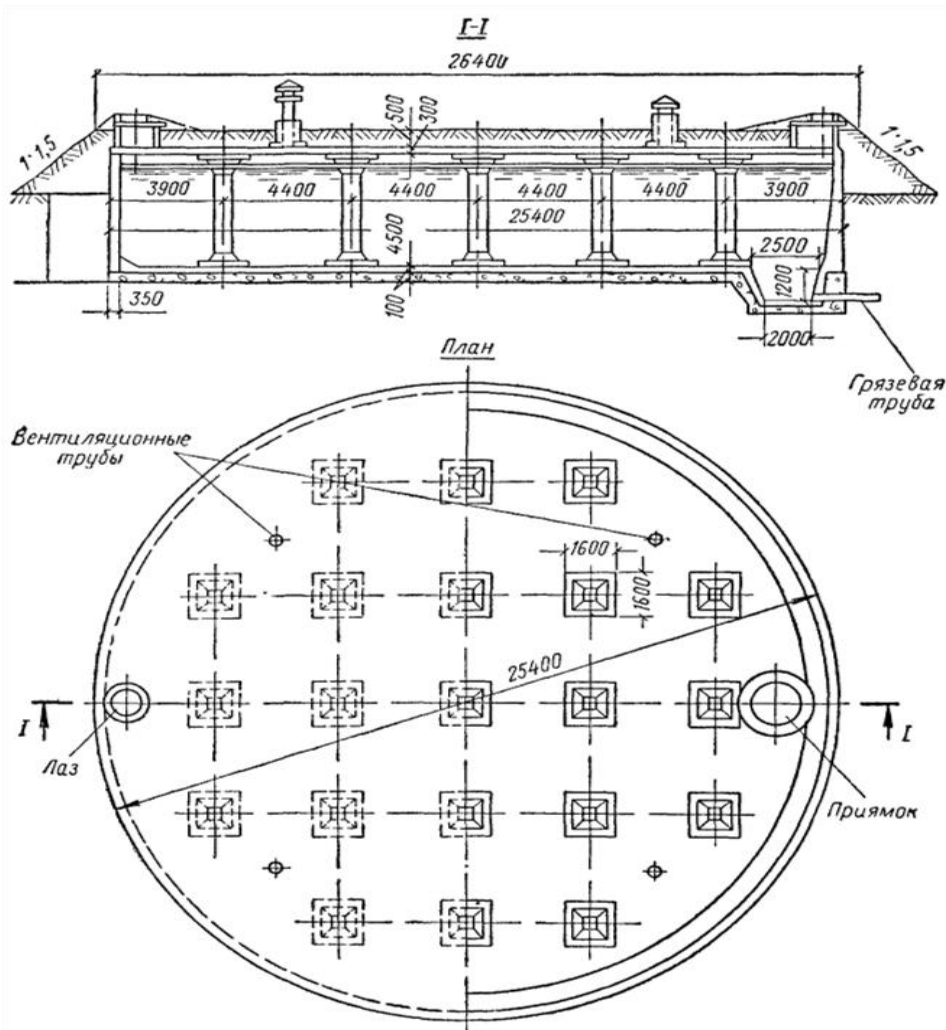


Рис. 2. Резервуар цилиндрической формы с плоским перекрытием

Стремясь найти более экономичные конструкции резервуаров, им придан в мировой практике весьма разнообразный конструктивный формы. Так, в одном из построенных в Швеции резервуаров (рис. 3) стенки имеют «многоарочную» конструкцию, позволяющую хорошо воспринимать усадочные и температурные напряжения. Аналогичная конструкция принимается для резервуаров круглой в плане формы – в виде многоволновой цилиндрической оболочки. Находят также применение прямоугольные в плане резервуары с перекрытием в виде цилиндрических сводов.

В практике строительства резервуаров с большим успехом используют предварительно напряженный железобетон. Основным недостатком обычного железобетона является то, что он, обладая достаточной прочностью, не обеспечивает требуемой герметичности резервуаров.

Наличие арматуры не допускает образования значительных трещин в бетоне, однако не может воспрепятствовать образованию волосных трещин, ведущих к нарушению герметичности резервуара. Предварительное напряжение бетона создает в нем сжимающие усилия, что обеспечивает герметичность ре-

резервуаров при эксплуатационных нагрузках на сооружения. Кроме того, применение предварительно напряженного железобетона дает экономию в материалах. Резервуары из преднапряженного железобетона были запроектированы и построены в ряде стран.

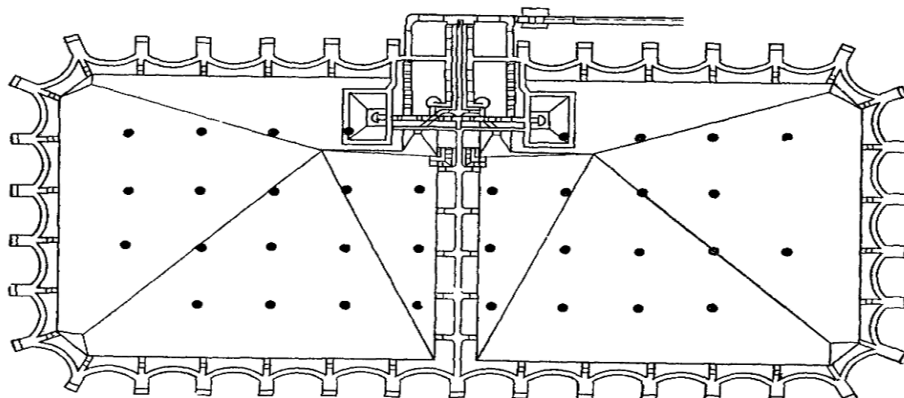


Рис. 3. «Многоарочная» конструкция стенок резервуара

Наиболее подходящими для применения предварительно напряженного железобетона являются цилиндрические резервуары. Тем не менее, предварительно напряженный железобетон находит применение и при устройстве резервуаров прямоугольной формы в плане.

В строительстве резервуаров в последние годы все чаще применяется сборный железобетон. В качестве готовых деталей используются колонны, балки, плиты, а также панели различных конструкций, составляющие стенки резервуаров. В типовых проектах предусматривается применение унифицированных элементов (колонн, панелей стен и плит перекрытий), пригодных для резервуаров разной емкости.

В результате массового строительства в период 60-70-х годов в России наиболее распространенными и эксплуатируемыми типами резервуаров для хранения чистой воды в настоящее время являются резервуары цилиндрической и прямоугольной формы из монолитных или сборных железобетонных конструкций (реже – из предварительно напряженного железобетона), с плоским дном и монолитным (безбалочным) или сборным (балки и плиты покрытия) покрытием. Эти типы конструктивных решений, являясь наиболее индустриальными, оказались удачными и в плане эксплуатационной надежности, поскольку к настоящему времени подавляющее большинство этих резервуаров эксплуатируется с превышением нормативного срока. К числу перспективных конструктивных решений резервуаров питьевого водоснабжения все чаще применяемых в строительстве в последние годы, являются емкости из монолитного железобетона с маркой бетона по водонепроницаемости W10 и выше, что обеспечивает как необходимую герметичность резервуаров, так и длительную сохранность арматуры, а значит – долговечность этих сооружений [3].

Библиографический список

1. К вопросу о механизме повреждения железобетона при коррозии выщелачивания / Б. Р. Анваров, Т. В. Латыпова, В. М. Латыпов, Л. Я. Крамар // Известия ВУЗов. Строительство. – 2015. – № 2. – С. 12-26.
2. Латыпов, В. М., Латыпова, Т. В., Луцык, Е. В., Федоров, П. А. Долговечность бетона и железобетона в природных агрессивных средах: монография / – 2-е изд., перераб. и доп. – Уфа: РИЦ УГНТУ, 2014. – 288 с.
3. Долговечность железобетона в резервуарах чистой воды / Б. Р. Анваров, В. М. Латыпов, Т. В. Латыпова, А. Р. Анваров // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 1. – С. 174-181.

УДК 628.335

С. А. АНДРЕЕВА, магистрант;
С. С. КУРИЛИН, магистрант;
Т. А. КУРИЛИНА, канд. техн. наук, доцент

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет». Россия, 660041, г. Красноярск, ул. пр. Свободный, д. 79; Тел.: +7 913-559-32-96; эл почта: strelok91@mail.ru.

Ключевые слова: сточные воды, реагентное обезвреживание, ионы металлов, гальваническое производство.

Рассмотрена возможность интенсификации протекания процесса реагентного обезвреживания медьсодержащих сточных вод с использованием современного реагента. Показано, что для более полного извлечения ионов меди (II) из сточных вод гальванического производства целесообразно использовать вторую ступень очистки, также приведены экспериментальные и теоретические данные по извлечению ионов меди. Разработана схема обезвреживания медьсодержащих сточных вод, обеспечивающая высокий эффект очистки стоков в экономически выгодных условиях.

Медные покрытия применяют для защиты стальных изделий от цементации, для повышения электропроводности, а так же как промежуточную прослойку на изделиях из стали, цинка, цинковых и алюминиевых сплавов перед нанесением никелевого, хромового и других видов покрытий, для лучшего сцепления или повышения защитной способности. Ионы меди, выносимые сточными водами гальванопроизводства, весьма вредно влияют на экосистему. Для обезвреживания сточных вод гальванических цехов в настоящее время в отечественной практике наиболее широкое распространение получил реагентный метод. Основное его достоинство – крайне низкая чувствительность к исходному содержанию загрязнений, а основной недостаток – большой расход реагентов и невысокое значение степени очистки, что вызывает необходимость в доочистке.

К числу новых перспективных реагентов относится запатентованный продукт Amersep MP7, производства Ashland Specialty Chemical Company Drew Industry (Netherlands) [1], содержащий 25-40% раствора политиокарбоната натрия (Na_2CS_4), который образует соединения с различными ионами тяжелых металлов благодаря сильному комплексообразующему действию за счет распада цистинной связи –S-S.

Задачей исследований являлось определение оптимальных доз современного реагента Amersep MP7 для обезвреживания сточных вод, содержащих ионы $\text{Cu}(\text{II})$ и обеспечение высокого эффекта очистки стоков в экономически выгодных условиях.

На кафедре ФГАОУ ВПО Сибирского федерального университета Инженерно-строительного института была приготовлена модельная сточная жидкость с различными исходными концентрациями ионов меди: $\text{Cu}(\text{II})=60 \text{ мг/дм}^3$; $\text{Cu}(\text{II})=100 \text{ мг/дм}^3$; $\text{Cu}(\text{II})=140 \text{ мг/дм}^3$ и обработана реагентом Amersep MP7, в результате чего снизилась концентрация ионов меди $\text{Cu}(\text{II})$ в воде, определена оптимальная доза реагента.

Для составления экспериментального плана с использованием метода второго порядка Бокса-Хантера, были выявлены основные факторы влияющие на исследуемый процесс и характеризующие его выходные параметры: x_1 – исходная концентрация ионов меди, мг/дм^3 ; x_2 – доза реагента, мг/дм^3 . В качестве функций отклика: y_1 – остаточной концентрации ионов меди $\text{Cu}(\text{II})$; y_2 – объем осадка, %.

Факторы и уровни их варьирования были выбраны на основе предварительных исследований и представлены в *таблице 1*.

Таблица 1

Факторы и уровни их варьирования.

| Фактор | интервал | +1,68 | +1 | 0 | -1 | -1,68 |
|--------|----------|-------|------|------|------|-------|
| X_1 | 40 | 167,2 | 140 | 100 | 60 | 32,8 |
| X_2 | 0,05 | 0,214 | 0,18 | 0,13 | 0,08 | 0,046 |
| X_3 | 1,5 | 12,11 | 11,5 | 10 | 8,5 | 7,88 |

Значение констант, входящих в выражения расчета коэффициентов регрессии, приведены в *таблице 2*.

Таблица 2

Вычисление коэффициентов регрессии при рототабельном планировании.

| Число факторов | Число опытов № | n_0 | α | α_1 | α_2 | α_3 | α_4 | α_5 | α_6 | α_7 |
|----------------|----------------|-------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 3 | 20 | 6 | 1,687 | 0,1663 | 0,0568 | 0,0732 | 0,125 | 0,0625 | 0,0069 | 0,0568 |

При пользовании рототабельных планов второго порядка отпадает необходимость в постановке дополнительных параллельных опытов для оценки дисперсии воспроизводимости при нахождении уравнений регрессии [2]. Сам регрессионный анализ при планировании эксперимента, заключался в том, что на каждом этапе исследования нужно было выбрать наиболее оптимальное расположение точек в факторном пространстве так, чтобы получить представление о поверхности целевой функции [3, 4].

В результате обсчета полученных данных осуществили подбор математических формул, наилучшим образом описывающих экспериментальные данные.

– остаточная концентрация ионов меди Cu^{2+} , мг/дм³

$$Y_1 = 0,185 + 0,194X_1 - 0,033X_2 + 0,0025X_3 + 0,026X_2X_3 + 0,179X_1^2 + 0,045X_2^2 + 0,041X_3^2$$

– объем образующегося осадка, %

$$Y_2 = 1,5 + 1,039X_1 + 0,193X_2 - 0,034X_3 - 0,292X_1X_2 + 0,0775X_2X_3 - 0,197X_1X_3 + 0,389X_1^2 + 0,52X_2^2 + 0,283X_3^2$$

Для достижения более глубокой очистки стоков, что бы предусмотреть в разрабатываемой схеме утилизацию полученных стоков и через городской коллектор, были проведены дополнительные исследования по изучению возможности проведения второй ступени очистки с использованием фильтров, нагруженных различными фильтрующими материалами – керамзит, гранодиоритовый песок, углеродминеральный сорбент, а также активированный уголь. В лабораторных условиях был определен примерный состав данных материалов.

Дробленый керамзит обладает следующими физико-химическими и механическими характеристиками: истираемость – 0,6%; измельчаемость – 7,4%; плотность 1,2-1,5 г/см³; насыпная плотность слоя зерен диаметром 0,7-1,8 мм, г/см³; пористость слоя 49–74%; коэффициент формы зерен 2,35. Сырьем для производства керамзита служит тонкодисперсная легкоплавкая глина с карьерной влажностью 13 – 15%. При указанной влажности глина имеет химический состав: SiO_2 – 49,10%; Fe_2O_3 – 7,98%; Al_2O_3 – 21,89%; MnO – 0,11%; CaO – 3,58%; MgO – 1,57%; SO_2 – 1,85%; и ППП – 11,06.

Химический состав углерод минерального сорбента: углерод – 70,9-80,9%; SiO_2 – 8,41-10,4%; CaO – 2,26-2,76%; MgO – 1,34-1,66%; Fe_2O_3 – 1,89-2,33%; Al_2O_3 – 3,82-4,72%; SO_3 – 0,58-0,72%; K_2O – 0,30-0,37%; Na_2O – 0,35-0,43; кислород общий – 4,53-5,60%.

Основные физико-химические свойства: насыпная плотность 800-1150 г/дм³; кажущаяся плотность 1,7-1,9%; механическая прочность 90-98%; истираемость 3,9%; влажность 3-5%; удельный объем микропор 0,08-0,010, дм³/г; удельный объем мезопор 0,1-0,54, дм³/г; удельный объем макропор 0,05, дм³/г; содержание углерода 70-80%.

Гранодиоритовый песок имеет следующий химический состав: SiO_2 - 65,31%; Na_2O - 3,37%; TiO_2 - 0,47%; Al_2O_3 - 15,02%; K_2O - 3,84%; SO_3 <0,1%; FeO - 2,33%; P_2O_5 - 0,11%; MnO - 0,006%; H_2O^+ - 1,11%; CO_2 - 0,31%; MgO - 1,96%; CaO - 3,84%; Fe_2O_3 - 1,46%.

Основные физико-химические свойства: насыпная масса - 1,37 г/см³; плотность - 2,65-2,69 г/см³; пористость - 41%; истираемость - 0,4%; измельчаемость - 3,8%; пустотность - 14%; насыпная пористость слоя зерен - 1,35-1,5 г/см³; коэффициент формы зерен - 1,7.

Эксперимент проходил следующим образом: модельные сточные воды с исходной концентрацией представленной в таблице 1 обрабатывали реагентом AMERSEP MP7, затем отстаивали и далее сточные воды пропускали через фильтровальные колонки высотой 14 см и радиусом 3,2 см с объемом фильтрующей загрузки 0,00045 м³. Фракционный состав загрузок примерно составлял 2,5 - 3,5 мм, данные фракции получены с помощью щековой дробилки производства НПК «Механобр техника». Оптимальная скорость фильтрации была определена предварительно и составила 3-4 м/ч.

Полученные результаты исследований показали, что вторая ступень очистки медьсодержащих сточных вод позволяет осуществить глубокую очистку стоков. Концентрацию ионов меди определяли на атомно-абсорбционном спектрометре с пламенным атомизатором.

По результатам эксперимента были построены гистограммы, позволяющие сравнить варианты обработки сточных вод различными фильтрующими материалами. Полученные гистограммы представлены на *рис. 1-2*.

Данные экспериментальных исследований были использованы для разработки проекта по реконструкции очистных сооружений с применением предлагаемого реагента Amersep MP7: сточные воды, содержащие ионы тяжелых металлов поступают в усреднитель (1), где происходит усреднение стоков, как по концентрации, так и по расходу, затем с помощью насосов (14) подаются в камеры хлопьеобразования, встроенные в вертикальный отстойник, оборудованный тонкослойными модулями (5), предварительно добавляется реагент Amersep MP7 и гидроксид кальция (4). Затем вода поступает в приемный бак.

Доочистка воды осуществляется на скорых фильтрах с загрузкой гранодиоритовым песком (6) и сорбционных фильтрах загруженных активированным углем (7). Очищенная вода поступает в резервуар чистой воды (8). Осадок из вертикального отстойника подается в шламоуплотнитель, где он может находиться до 5 суток, а затем перекачивается для обезвоживания на центрифугу (10), после чего подается шнековым насосом (11) в пакеты «Vig-Bag». Фугат, образовавшийся в центрифуге (10), поступает в резервуар фугата (17), а затем

поступает в голову сооружения. Загрязненная вода, после промывки фильтров, также подается в голову сооружения.

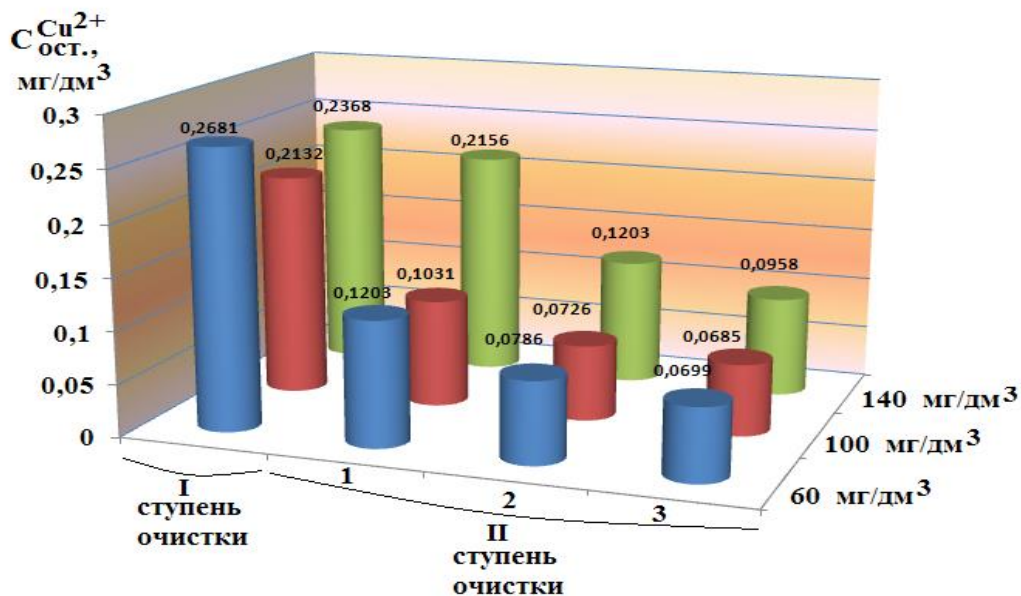


Рис. 1. Данные по остаточной концентрации ионов меди при использовании различной фильтрующей загрузки: 1 – применение фильтра с керамзитовой загрузкой, 2 – применение фильтра с гранодиоритовым песком; 3 – применение фильтра с углеродминеральным сорбентом

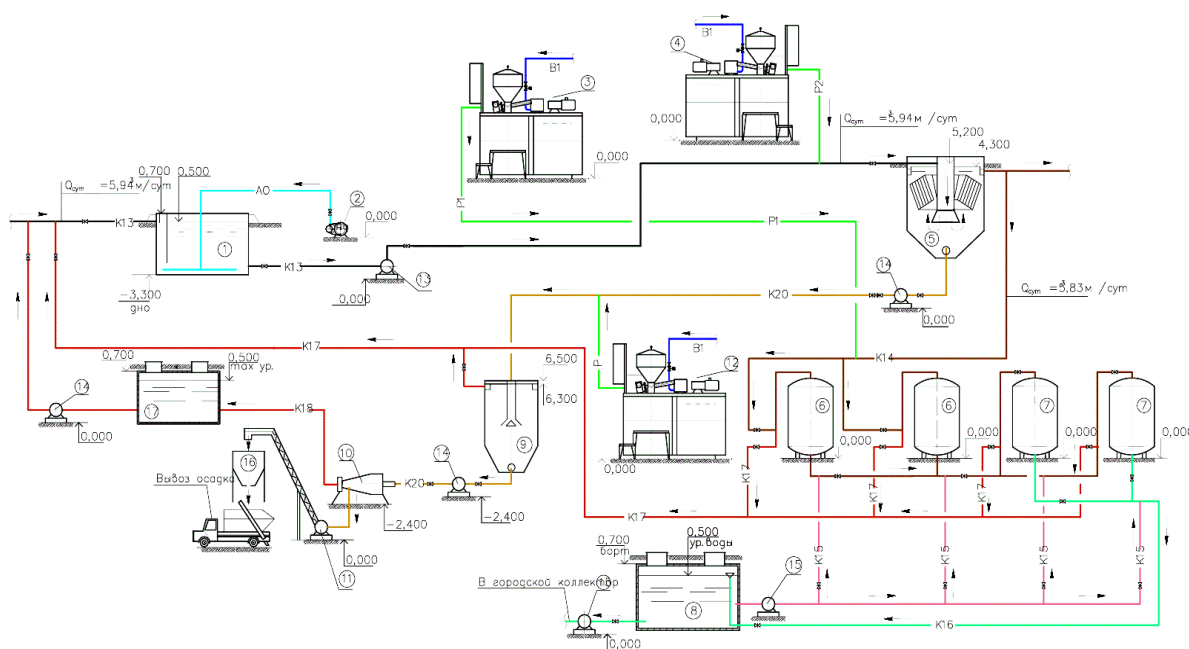


Рис. 2. Технологическая схема очистки медьсодержащих сточных вод с использованием реагента Amersep MP7

Выводы: 1) Определены оптимальные условия проведения реагентного обезвреживания при использовании современного реагента Amersep MP7 для

различных исходных концентраций ионов меди в воде; 2) Разработана современная схема по обезвреживанию медьсодержащих сточных вод с использованием второй ступени очистки – фильтрации.

Библиографический список

1. Patent Number 5.403.496 Process for stabilizing metals in AMERSEP, inventors: Mark G. Kramer; Kathleen A. Fix. Assignee: Drew Chemical Corporation, Boonton, N.J. Data of Patent: Apr. 4. 1995.

2. Курилина, Т. А., Андреева, С. А., Курилин, С. С. Математическое моделирование реагентного обезвреживания сточных вод, Фундаментальные и прикладные научные исследования: сб. междун. научно-практ. конф. – М.: РИО Европейский фонд инновационного развития, 2015. – С. 19-23.

3. Хенце, М., Очистка сточных вод / М. Хенце, П. Армоэс, Й. Ля-Кур-Янсен, Э. Арван, – М.: Мир, 2006. – 480 с.

4. Бондарь, А. Г. Планирование эксперимента в химической технологии / А. Г. Бондарь, Г. А. Статюха и др. – Киев: Вища школа, 1978. – 183 с.

УДК 626.87

Ф. Х. АУБАКИРОВА, канд. техн. наук, доцент

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ МЕЛИОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова. Республика Казахстан, 160008, г. Шымкент, ул. Валиханова, д. 229, кв. 15; Тел.: +7 747-777-55-68; эл. почта: faraub1011@mail.ru.

Ключевые слова: эксплуатационная надежность гидротехнических сооружений, мелиоративные каналы, оценка безопасности, аварийные ситуации.

В статье рассмотрены вопросы безопасности и эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений мелиоративного назначения. Приведены условия стабильной и безаварийной работы сетевых гидросооружений.

Наиболее распространенными гидротехническими сооружениями мелиоративного назначения являются оросительные каналы и сетевые сооружения на них. Посредством гидротехнических сооружений аккумулируется и подается вода на систему, обеспечивается ее заданный эксплуатационный режим: водораспределение, водорегулирование на системе, отвод лишней воды, сопряжение бьефов водопроводящих трактов и многое другое. На мелиоративных системах широко применяют трубчатые сопрягающие сооружения, основными достоинствами которых являются сравнительная простота конструкции, высокая степень сборности, налаженное производство деталей (труб, плит) и удобство переезда через сооружения. Строится большое число гидроузлов с трубчатыми водосбросами для создания водохранилищ и прудов различного назначения.

Однако, несмотря на массовость строительства таких сооружений, не уделялось достаточного внимания обобщению опыта их проектирования, строительства и эксплуатации [1].

В настоящее время большая часть мелиоративных гидротехнических сооружений имеют срок эксплуатации от 25 до 50 лет. Стоит отметить, что такой срок является предельным для сооружений IV класса капитальности, к которым относятся сетевые сооружения с напором менее 3 метров. Ввиду длительного срока работы многие из этих сооружений характеризуются значительным снижением пропускной способности, имеют разрушения, некоторые из них находятся в аварийном или нерабочем состоянии. Натурные обследования регулируемых сооружений с пропускной способностью до $10 \text{ м}^3/\text{с}$ (трубчатые, регуляторы-быстротоки и регуляторы-перепады, построенные по типовым проектам), выявили следующие основные причины их ненадежной работы:

- превышение гидравлического перепада расчетных значений, рекомендуемых типовым проектом – 45%;
- размыв нижнего бьефа за рисбермой – 85%;
- сбой течения в нижнем бьефе – 35%;
- расстройство стыков отдельных звеньев труб – 40%;
- разрушение крепления рисбермы и земляных откосов за рисбермой – 80% и другие [2].

Аварийное состояние нижнего бьефа объясняется непостоянством гидравлических режимов работы: сооружения часто работают без подтопления со стороны нижнего бьефа, что вызывает нежелательные формы сопряжения – отогнанный прыжок и прыжок-волну, характеризующиеся неравномерным распределением скоростей и значительной пульсацией давлений. Часто причинами выхода из строя сооружений являются также недостатки проектных решений и отступления от проекта при привязке и строительстве, не учет сложных инженерно-геологических условий, некачественное выполнение строительных работ и неудовлетворительная работа службы эксплуатации.

Эксплуатационная надежность трубчатых гидротехнических сооружений на оросительных системах будет обеспечиваться, если будут выполняться следующие условия:

- поддерживаться гидравлический перепад $\varphi(z) = z - z_p \leq 0$;
- обеспечиваться пропускная способность $\varphi(Q) = Q_p - Q \geq 0$,
 $\alpha(Q_p) \geq \varphi(Q) \geq 0$;
- соблюдаться затопленный режим сопряжения в нижнем бьефе $\varphi(h_c) = h_c - h_\sigma < 0$;
- выполняться вероятность безотказной работы $\varphi(P) = P - P_{mp} > 0$;

- соответствовать фильтрационным деформациям грунта основания в нижнем бьефе $J_{\text{вых}} \leq J_{\text{кр}} / m$,

где z, z_p – гидравлический перепад уровней воды: фактический (при эксплуатации) и расчетный;

Q, Q_p – фактическая и расчетная пропускная способность (расход) сооружения;

α – коэффициент допустимого снижения пропускной способности, $\alpha=0,03 \dots 0,05$;

h_c'' – вторая сопряженная глубина в нижнем бьефе;

$P, P_{\text{тр}}$ – вероятность безотказной работы: фактическая и требуемая;

$J_{\text{вых}}, J_{\text{кр}}$ – действительный выходной и критический градиент напора фильтрационного потока;

m – коэффициент запаса.

Следует указать, что стоимость гидросооружений составляет существенную долю стоимости систем. При этом значительная часть эксплуатационных затрат расходуется на ремонт и поддержание сооружений в рабочем состоянии.

Работоспособность оросительной системы определяется и эксплуатационной надежностью оросительных каналов различного порядка. Обычно противофильтрационная облицовка предусматривается только на магистральных каналах, остальные каналы проходят в земляном русле. Поэтому при эксплуатации каналов в земляном русле возможны следующие аварийные ситуации, непосредственно влияющие на их безопасность: прорывы дамб, подтопление и затопление прилегающих территорий, значительные деформации ложа канала, размывы нижнего бьефа за гидротехническим сооружением. Среди причин, вызывающих аварийные ситуации, можно отметить размыв русла, оползание откосов, суффозионные и просадочные явления, повышенная фильтрация, морозное пучение. Последствиями вышеназванных аварийных ситуаций могут быть прекращение подачи воды в оросительную систему, затопление сельскохозяйственных земель и населенных пунктов, заболачивание территорий, подъем уровня грунтовых вод и другие.

Среди причин снижения эксплуатационной надежности облицованных каналов можно назвать разрушение швов, водопроницаемость облицовок, подмыв и деформация плит; для лотковых каналов – разгерметизация стыков, заиливание и неравномерные просадки опор.

Щедрин В. Н. в своей работе [3] рассмотрел условия гидравлической эффективности и эксплуатационной надежности каналов по водопроницаемости, заиливанию и неразмываемости; коэффициенту полезного действия (КПД) и комплексному показателю эксплуатационной надежности, который представляет собой отношение фактического и требуемого КПД. Причем, фактический

КПД определяют в процессе эксплуатации каналов, а требуемый КПД устанавливаются по строительным нормам и правилам. На основании анализа натуральных исследований и полученных данных величину требуемого комплексного показателя рекомендуют принимать не менее 0,95. Следует также отметить, что высокие показатели эксплуатационной надежности получаются не только для каналов с противифльтрационными облицовками, но и для каналов в земляном русле, находящихся в хорошем состоянии.

В рамках этих рассуждений можно прийти к следующему выводу: мелиоративные системы следует рассматривать как сложные социально-экономические комплексы и гаранты высоких устойчивых урожаев, поэтому их стабильное и безаварийное функционирование представляется серьезной народно-хозяйственной задачей. В настоящее время оценку безопасности дают не всем гидротехническим сооружениям мелиоративного назначения, поскольку они представляют собой мелкие «массовые» сооружения IV класса капитальности и не входят в сферу надзора. Однако, необходимо иметь в виду, что данные сооружения могут быть потенциально опасными вследствие их негативного влияния на окружающую среду и хозяйственные объекты.

Библиографический список

1. Кавешников, Н. Т. Устройства нижнего бьефа водосбросов [Текст] / Н. Т. Кавешников, Е. И. Китов, О. Н. Черных и др. – М.: Колос, 1984. – 269 с.
2. Щедрин, В. Н. Вопросы контроля технического состояния и безопасности гидротехнических сооружений [Текст] / В. Н. Щедрин, Ю. М. Косиченко, Г. А. Сенчуков // Современные проблемы мелиорации земель, пути и методы их решения. – Новочеркасск: ФГНУ «РосНИИПМ», 2003. – Ч. 1. – С. 207-220.
3. Щедрин, В. Н. Эксплуатационная надежность оросительных систем [Текст] / В. Н. Щедрин, Ю. М. Косиченко, А. В. Колганов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 392 с.

УДК 631.671.1:633.18

Ж. А. АУЕЗОВ, магистрант;
Ы. С. ЖИЕМБАЙ, магистрант;
А. А. ШОМАНТАЕВ, д-р с-х наук, профессор

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ УЧАСТКЕ «КАРАУЛТОБЕ» ТОО НИИ РИСОВОДСТВО ИМЕНИ Ы. ЖАХАЕВА

Кызылординский государственный университет имени Коркыт Ата. Казахстан, г. Кызылорда ул. М. Исаева, д. 5; Тел.: +7 702-892-76-16. эл. почта: kuralay.gwp@mail.ru.

Ключевые слова: капельное орошение, оросительная вода, оросительный канал, насосная станция, магистральные и разводящие водопроводы, уровень воды.

Строительство систем капельного орошения применяется для локального увлажнения корнеобитаемого слоя почвы высокорентабельных сельскохозяйственных культур, в

условиях, когда затруднено применение других способы орошения – значительные уклоны местности и дефицит оросительной воды. При выборе водоисточника, для системы капельного орошения, учитываются требование к качеству оросительной воды, почвенно-климатические условия зоны орошения, и осизиологические особенности растения.

Капельное орошение является способом локального увлажнения корнеобитаемого слоя почвы при поливе сельскохозяйственных культур. Проектирование оросительной сети из пластиковых трубопроводов выполняется в соответствии с инструкцией по проектированию технологических трубопроводов из пластиковых труб [1].

Строительство систем капельного орошения рекомендуется применять для высокорентабельных сельскохозяйственных культур, в условиях, когда затруднено применение других способы орошения – значительные уклоны местности и дефицит оросительной воды.

При выборе водоисточника, для системы капельного орошения, необходимо учитывать требование к качеству оросительной воды, почвенно-климатические условия зоны орошения и осизиологические особенности растения.

Недопускается поливать водой, эпидемиологические и паразитологические показатели которых превышают санитарные нормы и вредные для человека и животных. Допускается поливать водой при общей минерализации от 0,5 до 1 г/л. Допустимое значение минерализации оросительной воды должно быть увязано с величиной индекса сухости (K_6) по требованию Будько М. И.

$$K_6 = \frac{\sum R}{L * Q_C} , \quad (1)$$

где: $\sum R$ - сумма радиационного баланса за год, кДж/м²;

L - скрытая теплота испарения, кДж/м²;

Q_C - количество осадков за год, мм.

Основными элементами систем капельного орошения являются: водозаборные сооружения, насосная станция, узел очистки воды, узел приготовления удобрений (дозатор), оросительная сеть, линия связи, система автоматизации, ветро-защитные полосы (лесополосы) и дороги.

В нашем случае, источником орошения был оросительный канал рисового севооборота, то есть воды поверхностного стока реки Сырдарии.

Насосная станция – насос марки с расходом $Q = 33.0 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ и напором $H = 25\text{м}$, оборудованный пускателем и донным клапаном.

Фильтрованная станция с дозатором для удобрения (рис. 1), оборудованная кранами «ВР-ВР» и «НР-ВР» и манометром для измерения давления, регулятор для регулирования дозы удобрения, счетчик воды и удобрительная головка марки ФЛ*1.



Рис. 1. Фильтрованная станция с дозатором

Магистральные и разводящие гибкие водопроводы марки *LayFlat* «LFT»-4атм с диаметром 30 мм. Капельницы с фурнитурой израильского производства, марки *LIN6 mils* – 1,2 л/час – 33 см. *Metzeplas*, Израиль, оборудованный миникраном LFT-16 Таре, ремонтным соединителем 16-16 и дырокол *d14* (рис. 2).

Оросительная сеть экспериментального участка состоит из магистрального трубопровода, сети распределительных, участковых и поливных трубопроводов с арматурой и капельницами.

Диаметры магистральных, распределительных, участковых и поливных водопроводов и требуемый напор насосной станции определяются на основании гидравлико-экономических расчетов.

Сеть водопроводов была увязана со схемой посадки сельскохозяйственных культур (рис. 3).



Рис. 2. Гибкие водопроводы *LayFlat* и капельные линии Metzeplas, Израиль



Рис. 3. Экспериментальный участок «Караултобе»

Напор насосной станции определялась как сумма свободного напора, потерь напора в водопроводах и геодезической разности отметок:

$$H_{н.с.} = h_{св} + h_{пол} + h_{под} + h_{уч} + h_{р.т.} + h_{м.т.} + h_{геод} \quad (2)$$

где: $h_{св}$ - свободный напор на капельнице в конце поливного водопровода, м; $h_{пол}$ - потери напора в полном водопроводе с капельницами, м; $h_{под}$ - потери напора в подводящем участке поливного трубопровода, м; $h_{уч}$ - потери напора на участковом трубопроводе, м; $h_{р.т.}$ - потери напора в распределительном трубопроводе, м; $h_{м.т.}$ - потери напора на магистральном трубопроводе, м; $h_{геод}$ - разность геодезических отметок насосной станции и расчетного участка, м;

$$h_{геод} = (Z_{н.с.} - Z_{уч}) \quad (3)$$

Потери напора в поливных участковых водопроводах определяется по зависимостям, отображающим процесс движения жидкости с переменной массой. Расчет потерь напора определяли по методике из курса «Гидравлики».

Автоматическое управление системами капельного орошения необходимо для строгого соблюдения требуемого режима орошения и уменьшения затрат ручного труда [2].

В качестве исполнительных устройств автоматического управления капельным орошением должны использоваться электро-гидроуправляемые, гидроуправляемые или пневматические клапаны или задвижки, устанавливаемые в начале опытного участка.

Автоматическое управление капельным орошением следует осуществлять по заранее составленной программе, учитывающий агротехнические требования и который может координироваться с учетом агрометеопараметров.

Программное устройство должен обеспечивать поочередный автоматический полив от одного до шести участков одновременно, с продолжительностью от 1 до 24 часов и подача сигнализации о завершении программы полива.

При подаче поливной воды на массив орошения с водонапорным бассейном (баком), работа насосного агрегата автоматизируется по уровню воды в баке. Емкость водонапорного бака и количество насосных агрегатов должны обеспечивать допустимое количество включений электродвигателей в сутки для поддержания необходимого уровня воды в бассейне.

Библиографический список

1. Мелиоративные системы и сооружения / Министерство мелиорации и водных хозяйств СССР. – М., 1986.
2. Капельное орошение: методическое пособие. – М.: В/О «Союзводпроект», 1986.

Ж. А. АУЕЗОВ, магистрант;
Ы. С. ЖИЕМБАЙ, магистрант;
А. А. ШОМАНТАЕВ, д-р с-х наук, профессор

ПОДГОТОВКА И УСЛОВИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ВОДОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИВА БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ УЧАСТКЕ КАРАУЫЛТОБЕ

Кызылординский государственный университет имени Коркыт Ата. Казахстан, г. Кызылорда
ул. М. Исаева, д. 5; Тел.: +7 702-892-76-16. эл. почта: kuralay.gwp@mail.ru.

Ключевые слова: водосберегающие технологии, мелиорация, орошаемое земледелие, оросительная вода, оросительный канал, бахчевые культуры.

В связи с глобальным изменением природного климата, водная проблема для юга Казахстана нарастает всё больше и больше. Дефицит пресной оросительной воды ощутимо влияет на перспективу продовольственной безопасности в орошаемом земледелии. Поэтому, поиск путей и способов рационального использования поливной воды, разработка водосберегающих приёмов, как капельное орошение сельскохозяйственных культур, приемлемых для основных природно-климатических зон Кызылординской области остаётся актуальной проблемой.

В условиях перехода к зелёной экономике внедрение эффективных и экологически безопасных водосберегающих технологий является актуальным решением проблем водообеспечения поливной водой сельскохозяйственных культур.

Объектом нашего исследования был экспериментальный участок рисового севооборота ТОО Казахского научно-исследовательского института рисоводства имени И. Жахаева (хозяйство Караултобе). Оценка мелиоративного состояния орошаемых земель хозяйства показала следующее: хорошие земли – 94457 га; удовлетворительные – 86531 га; неудовлетворительные – 50112 га. Здесь были созданы демонстративные участки по внедрению водосберегающей технологий полива сельскохозяйственных культур.

Климат Кызылординской области резко-континентальный, жаркое сухое лето и холодная, с неустойчивым снежным покровом зима. Средняя годовая температура воздуха 9,8°C. Климат области очень засушливый. Средняя годовая сумма осадков – 129 мм. Почва опытного участка – лугово-болотная, типичная для рисовых севооборотов области. Отличается низким содержанием гумуса до 1% и довольно высоким значением плотного остатка – 0,898-1,187%. Засоление хлоридно-сульфатное. Грунтовые воды залегают на глубине 1-2 м, минерализация грунтовой воды от 2 до 5 г/л, оросительные воды – 1,6-2,5 г/л (табл. 1).

Одним из основных лимитирующих факторов метеоусловий, влияющих на уровень продуктивности сельскохозяйственных культур в данном регионе, является, количество атмосферных осадков в апреле и мае месяце и температура воздуха в период вегетации растений.

Таблица 1

Характеристика почвы экспериментального участка, 2015 г.

| Почвенный образец | Объёмный вес, г/см ³ | Удельный вес, г/см ³ | Гумус, % | рН | Анионы, % / мг-экв. в 100 г почвы | | | | Катионы, %/ мг-экв. в 100 г почвы | | | Сумма солей, % | Тип засоления |
|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|------------|-----------------------------------|------------------|-------|-----------------|-----------------------------------|-------|-------|----------------|------------------------------------|
| | | | | | CO ₃ | HCO ₃ | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | Na | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 0-20 | 1,27 | 2,55 | 1,09 | 7,36 | 0 | 0,034 | 0,028 | 0,614 | 0,08 | 0,104 | 0,038 | 0,898 | Хлоридно-сульфатный, слабо засолен |
| | | | | слабощелоч | 0 | 0,055 | 0,8 | 12,8 | 4 | 8,5 | 1,650 | | |
| 20-40 | 1,33 | 2,60 | 1,01 | 7,59 | 0 | 0,061 | 0,036 | 16 | 10,75 | 5,5 | 0,040 | 1,187 | Хлоридно-сульфатный, слабо засолен |
| | | | | слабощелоч | 0 | 1,000 | 1 | 16 | 10,75 | 5,5 | 1,750 | | |

За март-сентябрь 2015 г. выпало 93 мм осадков, что на 21 мм больше по сравнению со среднемноголетними показателями. Из этих осадков 67 мм приходится на вегетационный период. Суммарная норма осадков наблюдается в апреле месяце-16 мм, а фактически выпало 22 мм или 137% от нормы (табл. 2).

Равномерное распределение осадков в этом месяце способствовало получению дружных всходов сельскохозяйственных культур. В апреле проводилась обработка почвы и подготовка экспериментального участка для наладки капельной системы орошения (рис. 1). Была установлена насосная установка с фильтрационной системой (рис. 2.а) протянули магистральные трубопроводы с арматурами и капельные ленты (рис.2. б, в). Расстояния между капельными лентами от 0,5 до 2,5 метров в зависимости от вида орошаемой культуры.

При капельном орошении бахчевых культур более технологичными являются ленточные схемы размещения растений 90+50 см с расстоянием между растениями в ряду 60+80 см. Схема сева семян определялась в зависимости от сорта и условий выращивания бахчевых культур.

Таблица 2

Агроклиматические показатели по метеостанции, Кызылорда

| Месяц | Температура воздуха, °С | | 2015 с-х. год | | | | | |
|----------|-------------------------|-------|--|---------------------|----------------------------|------------|---------------------|----------------------------|
| | Max | Min | Среднесуточная температура воздуха, °С | | | Осадки, мм | | |
| | | | средне-месячная | средне-много-летняя | +, - к средне-много-летней | за месяц | средне-много-летние | +, - к средне-Много-летней |
| Март | +14 | -9 | 3,4 | 2,7 | +0,7 | 21 | 17 | +4 |
| Апрель | +33,8 | +12,9 | 15,1 | 13,3 | +1,8 | 22 | 16 | +6 |
| Май | +35,2 | +13,1 | 21,7 | 20,3 | +1,4 | 38 | 16 | +22 |
| Июнь | +35 | +13,1 | 29,2 | 26,1 | +3,1(рек орд) | 7 | 10 | -3 |
| Июль | +45,2 | +10,9 | 29,7 | 21,8 | +1,9 | 1 | 6 | -5 |
| Август | +44,8 | +8,5 | 26,9 | 24,5 | +2,4 | 1,6 | 3 | -1,4 |
| Сентябрь | +34,2 | +2 | 20 | 18,6 | +1,4 | 2,4 | 4 | -1,6 |



Рис. 1. Планировочные работы на экспериментальном участке



а)

б)

в)

Рис. 2. Наладка капельной системы орошения на экспериментальном участке

Методология исследований заключается в использовании методов системного анализа и полевого эксперимента. Обработка экспериментальных данных осуществлялась методами математической статистики.

Каждая стадия исследования выполнялся нижеследующими методами:

- Лабораторный метод;
- Вегетационный метод;
- Лизиметрический метод;
- Лабораторно-полевой или деляночный метод;
- Опыт в производственных условиях;
- Почвенные исследования;
- Полевые исследования;
- Лабораторные исследования и камеральная обработка;
- Водохозяйственные исследования.

В ходе проведения эксперимента будут использованы следующие сертифицированные методики:

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М., 5-е изд. – 1985. – 351 с.
2. Определение общего азота методом Къельдаля.
3. Определение подвижных форм фосфора и калия в почвах по методу Б.

Мачигина.

4. Определение водорастворимых солей в почве по Ласуковой и др.

5. Метод учета вредных организмов растений для определения биологической эффективности пестицидов.

Мониторинг и мелиоративная оценка орошаемых земель проводилась на основании «Рекомендаций по орошаемым мелиоративным землям Республики Казахстан» и по данным полевых и лабораторных исследований, визуальным наблюдениям, картографическим показателям и данным областной Кызылординской гидрогеологической экспедиции.

Все операции по уходу обеспечивали наилучшие условия для роста и развития растений. Это – рыхление почвы, мульчирование, полив, подкормка, защита растений от сорняков, болезней и вредителей. Урожайность бахчевых культур в значительной степени зависела от своевременного проведения междурядных рыхлений, прополок, пропашными культиваторами со стрельчатými лапами и лапами бритвами. При выращивании бахчевых культур, от посева до всходов бороновали легкими боронами. Боронование рациональнее проводить в два следа в разных направлениях или агрегатами, укомплектованными боронами в два ряда. При проведении боронования норму высева увеличивают на 20-25%. Загущенные посевы для прореживания бороновали легкими боронами, в период появления 2-3 настоящих листьев растений. Первую междурядную обработку проводили после появления всходов, в начале культиваторами приспособленными с лапами и бритвами на глубину 4-5 см, второй – 6-8 см, и третий – 10-12 см. При образовании на растениях 4-5 листьев, формировали густоту посева механическим прореживанием. Для среднеспелых сортов дыни густота растений была в пределах 50-60 тыс. шт/га.

Библиографический список

1. Национальный Атлас Республики Казахстан / ТОО «Институт географии», АО «Национальный научно-технологический холдинг «Парасат»» МОН РК. – Алматы: ТОО «VITBRAND», 2010. Том I – Природные условия и ресурсы. – 150 с.; Том II – Социально-экономическое развитие. – 164 с.; Том III – Окружающая среда и экология. – 158 с.
2. Ресурсосберегающие технологии и техника полива в аграрном комплексе // Международная научно-практическая конференция «Аридное землепользование – способы и технологии интенсификации». – М., 2009. – С.75-78.
3. Технология низконапорного капельного орошения. Научные исследования в мелиорации и водном хозяйстве: Сб. науч. тр. – Тараз: ТОО «КазНИИВХ», 2009. – Т. 46. – Вып. 2. – С. 79-83.

УДК 665.662.3

А. Г. БАЛАНДИНА, ассистент
кафедры промышленной безопасности
и охраны труда

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ БИОЛОГИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ МЕМБРАН ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет». Россия, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1. Тел.: +7 (917) 432-30-18; эл. почта: secret_anna@bk.ru.

Ключевые слова: очистка, сточные воды, мембраны, модифицированные железобактериями, производительность мембран, фильтрат, регрессионные модели, коэффициенты детерминации и корреляции.

В статье представлены результаты обработки экспериментальных данных, полученных в биореакторах с мембранами, модифицированными железобактериями, в условиях действующих биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод. Получены регрессионные модели, характеризующие изменение количества фильтрата и производительности мембран от продолжительности их работы.

Целью данной работы является анализ результатов исследований интенсивности биообрастания мембран, модифицированных железобактериями. Экспериментальные исследования проводились в условиях действующих биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод санатория Юматово Республики Башкортостан. Интенсивность биообрастания оценивалась косвенно – по изменению производительности мембран в течение фильтроцикла. Испытанию подвергались образцы мембран № 2, № 3 и № 4, модифицированные железобактериями. Образец мембраны № 1 был контрольным, он не обрабатывался железобактериями.

Экспериментальные данные по определению производительности мембран в процессе работы в аэротенке и оценка интенсивности биообрастания мембран приведены в [1, 2].

Полученные результаты были обработаны с использованием методов математической статистики и представлены на *рис. 1 и 2*.

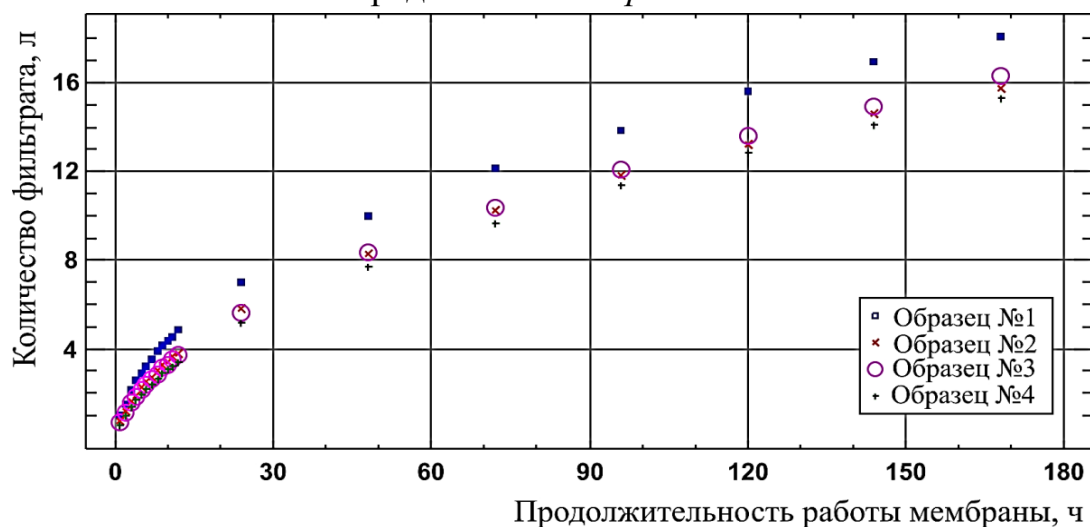


Рис. 1. Изменение количества фильтрата в зависимости от продолжительности работы мембраны [1]

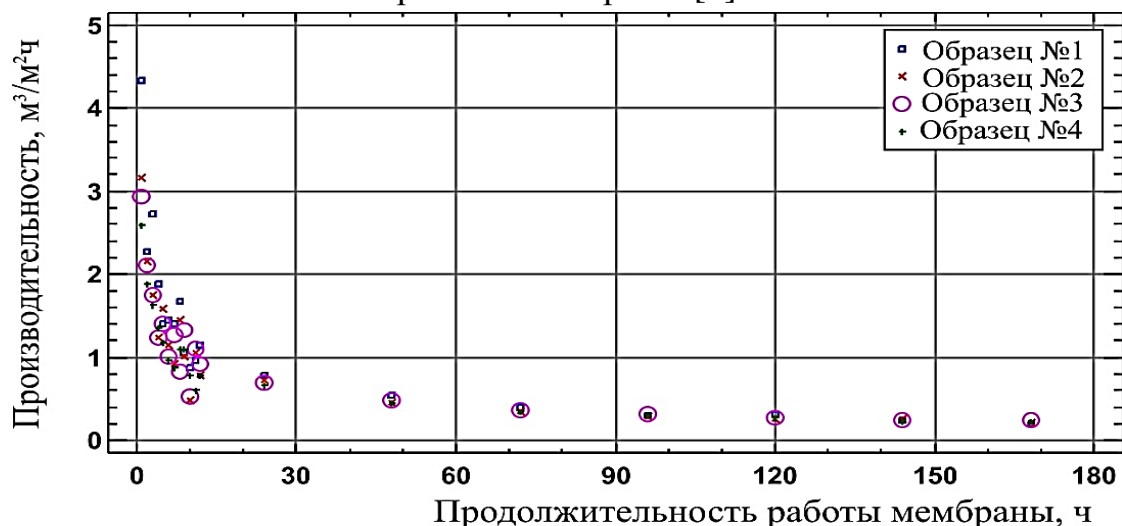


Рис. 2. Зависимость производительности мембран от продолжительности их работы [1]

Из полученных данных видно, что мембраны, работающие в аэротенке, достаточно быстро теряют в производительности. Причем темпы снижения производительности модифицированных мембран № 2, № 3, № 4 и контрольной мембраны № 1 практически одинаковые. Наблюдается несколько меньшее ухудшение работы образца № 3 по сравнению с контрольной мембраной и с другими образцами. Однако отличие это практически незначимое.

Лучшая производительность образца № 3 по сравнению с контрольным образцом, по-видимому, все-таки связана с каталитической активностью этой мембраны. Но лучшие показания по сравнению с образцом мембраны № 4, где должно быть больше каталитически активных соединений марганца и железа из-за более продолжительного контакта этой мембраны с железобактериями,

можно объяснить, по-видимому, тем, что катализатор распределен на поверхности мембран неравномерно в соответствии с крайне неравномерным распределением колоний микроорганизмов. И поэтому у образца № 4 площадь, занятая соединениями железа и марганца, может быть меньше, чем у № 3.

Большой научный интерес представляет нахождение функциональной зависимости количества фильтрата, прошедшего через мембраны и их производительности от времени. Для этого был проведен регрессионный анализ с использованием метода наименьших квадратов. Корреляция между зависимой и независимой переменной определялась с помощью коэффициентов корреляции и детерминации. Адекватность модели оценивалась с помощью дисперсионного анализа с использованием критерия Фишера. Значимость коэффициентов регрессионной модели оценивалась с помощью критерия Фишера. Результаты расчета регрессионных моделей изменения количества фильтрата в зависимости от времени приведены в *табл. 1*.

Для нахождения наиболее подходящей модели предварительно проведен расчет более 20-ти зависимостей. В качестве критерия пригодности модели использовались коэффициенты корреляции и детерминации.

При выборе вида модели, наряду с коэффициентом корреляции и детерминации принималась во внимание ее простота, минимальное значение остатков и минимальная величина доверительных интервалов (трубок). По этим параметрам наиболее подходящей оказалась параболическая модель (обратная парабола): $y = \sqrt{a+bx}$. Результаты расчета этой модели приведены в *табл. 1*.

Таблица 1

Параметры параболической модели изменения количества фильтрата в зависимости от времени и ее статистические характеристики.

| №№ | a | P _i | b | P _s | P _m | r | R ² | ε |
|----|-------|---------------------|------|---------------------|---------------------|-------|----------------|------|
| 1 | -0,39 | 0,67 | 1,99 | <1·10 ⁻⁵ | <1·10 ⁻⁵ | 0,999 | 99,92 | 3,08 |
| 2 | -2,54 | >1·10 ⁻⁵ | 1,49 | <1·10 ⁻⁵ | <1·10 ⁻⁵ | 0,999 | 99,99 | 0,95 |
| 3 | -4,13 | >1·10 ⁻⁵ | 1,58 | <1·10 ⁻⁵ | <1·10 ⁻⁵ | 0,999 | 99,96 | 1,95 |
| 4 | -4,13 | >1·10 ⁻⁵ | 1,40 | <1·10 ⁻⁵ | <1·10 ⁻⁵ | 0,999 | 99,93 | 2,03 |

Как следует из приведенных данных дисперсионный анализ, проведенный с помощью F-отношения Фишера и t² распределения, показал, что уровень значимости нулевой гипотезы для рассчитанных моделей <1·10⁻⁵. Это свидетельствует об адекватности рассматриваемых моделей. Вычисленные значения коэффициентов детерминации говорят о том, что >93% экспериментальных данных объясняют полученные уравнения, а коэффициенты корреляции (>0,96) о том, что между независимым и зависимым переменными имеется сильная связь.

Как видно из таблицы 1, уровень значимости нулевой гипотезы, рассчитанный по критерию Стьюдента, для параметров a и $b < 1 \cdot 10^{-5}$ (образцы № 2-№ 4), что говорит о статистической значимости этих коэффициентов. Для образца №1 уровень значимости нулевой гипотезы для свободного члена имеет высокую величину (0,67). Это говорит о том, что гипотеза об его равенстве нулю не может быть отвергнута, т. е. в качестве альтернативной модели может быть использована степенная (мультипликативная) функция.

На рис. 3 приведены графики рассчитанных моделей. На них нанесены экспериментальные точки, графики эмпирических моделей, доверительные трубки для проведенных (внутренние трубки) и новых наблюдений. Также приведены параметры рассчитанных моделей, коэффициенты детерминации и графики остатков моделей.

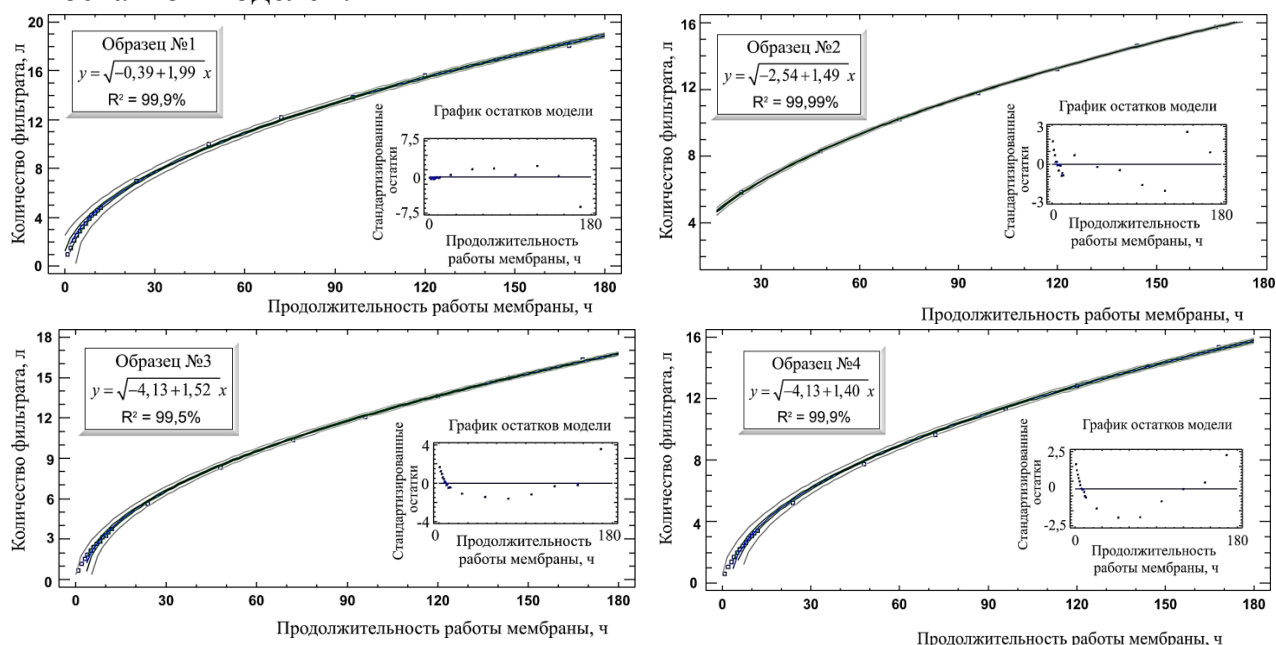


Рис. 3. Графики регрессионных моделей изменения количества фильтрата во времени

Как видно из приведенных графиков наибольшая ширина доверительных трубок наблюдается для образцов № № 1, 3, 4 в начальный момент работы мембран. Для образцов № № 2 - 4 наибольшая величина остатков также наблюдается в начальный момент работы мембран. Наибольшая величина остатков наблюдается у образца № 1, что согласуется с результатами расчета значимости свободного члена уравнения регрессии. Наиболее подходящей регрессионной моделью оказалась гиперболическая модель $y = \frac{1}{a + bx}$.

Результаты расчета этой модели приведены в табл. 2.

Параметры гиперболической модели изменения количества фильтрата во времени и ее статистические характеристики

| №№ | a | P_i | b | P_s | P_m | r | R^2 | ϵ |
|----|------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|------|-------|------------|
| 1 | 0,53 | $<1 \cdot 10^{-5}$ | 0,026 | $<1 \cdot 10^{-5}$ | $<1 \cdot 10^{-5}$ | 0,99 | 97,8 | 0,21 |
| 2 | 0,77 | $<1 \cdot 10^{-5}$ | 0,025 | $<1 \cdot 10^{-5}$ | $<1 \cdot 10^{-5}$ | 0,96 | 93,1 | 0,37 |
| 3 | 0,78 | $<1 \cdot 10^{-5}$ | 0,022 | $<1 \cdot 10^{-5}$ | $<1 \cdot 10^{-5}$ | 0,97 | 93,2 | 0,33 |
| 4 | 0,82 | $<1 \cdot 10^{-5}$ | 0,024 | $<1 \cdot 10^{-5}$ | $<1 \cdot 10^{-5}$ | 0,98 | 96,34 | 0,27 |

Как следует из приведенных данных, дисперсионный анализ, проведенный с помощью F-отношения Фишера и t^2 распределения, показал, что уровень значимости нулевой гипотезы для рассчитанных моделей $<1 \cdot 10^{-5}$. Это свидетельствует об адекватности рассматриваемых моделей. Вычисленные значения коэффициентов детерминации говорят о том, что $>93\%$ экспериментальных данных объясняют полученное уравнение, а коэффициенты корреляции ($>0,96$) о том, что между независимым и зависимым переменными имеется сильная связь.

Как видно из таблицы 2, уровень значимости нулевой гипотезы, рассчитанный по критерию Стьюдента, для параметров a и b $<1 \cdot 10^{-5}$, что говорит о статистической значимости этих коэффициентов.

На рис. 4 приведены графики рассчитанных моделей. На графиках нанесены экспериментальные точки, графики эмпирических моделей, доверительные трубки для проведенных (внутренние трубки) и новых наблюдений. Также приведены параметры рассчитанных моделей, коэффициенты детерминации и графики остатков моделей.

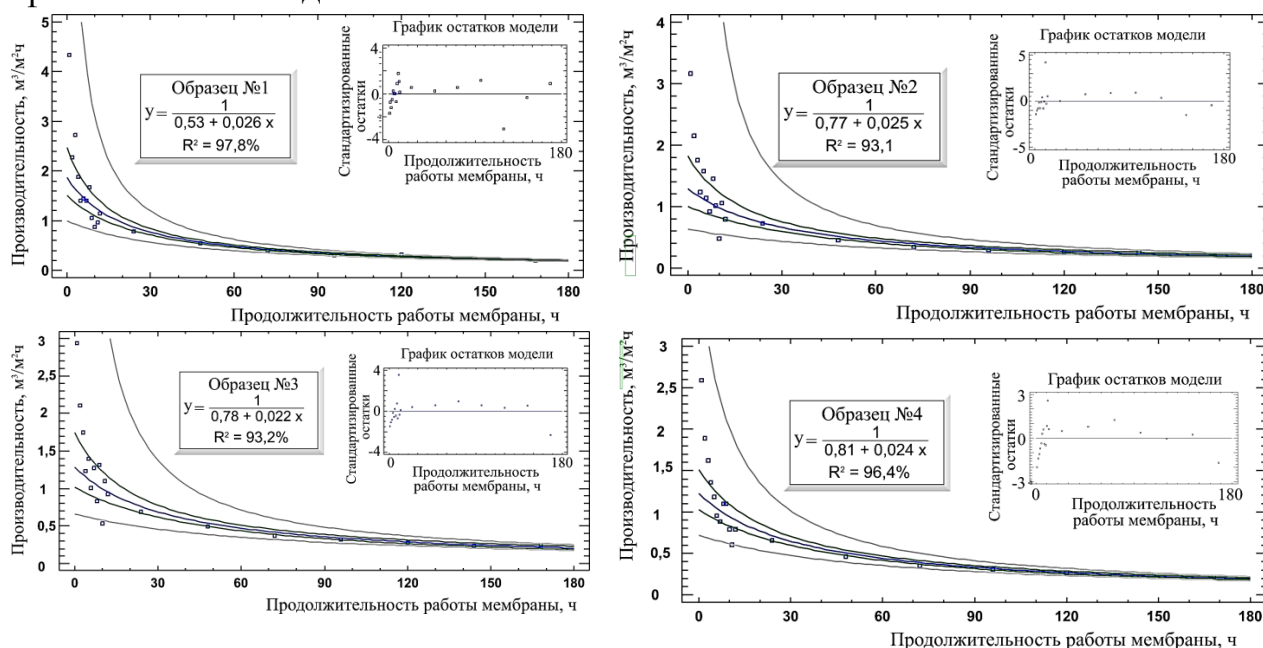


Рис. 4. Графики регрессионных моделей изменения производительности мембран от времени

Как видно из приведенных графиков остатков и доверительных трубок, наибольшее отклонение от эмпирической модели наблюдается для производительности мембран в начальный момент их работы.

На основании анализа и обработки полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

1) Интенсивность биообрастания трековых полимерных мембран, модифицированных соединениями железа и марганца с помощью железобактерий, практически такая же, как и у немодифицированной мембраны;

2) биологический способ нанесения соединений переходных металлов на поверхность полимеров не показал своей эффективности. Поэтому в дальнейших исследованиях полимерные мембраны не использовались.

Библиографический список

1. Хангильдин, Р. И. Исследование биологически модифицированных мембран в биореакторах / Р. И. Хангильдин, Г. М. Шарафутдинова, В. А. Мартяшева, А. М. Фаттахова, А. Г. Кирсанова // Башкирский химический журнал. – 2011. – Т. 18, № 2. – С. 196-198.

2. Фаттахова, А. М. Совершенствование окислительных методов очистки сточных вод полигонов захоронения отходов (На примере Уфимского полигона отходов производства и потребления): дис. канд. техн. наук. – Самара: ФГБОУ ВПО Самар. госуд. арх-строит. универ., 2014. – 157 с.

УДК 665.662.3

А. Г. БАЛАНДИНА, ассистент
кафедры промышленной безопасности
и охраны труда;

А. Р. ХАНГИЛЬДИНА, магистрант
кафедры химической кибернетики;

А. А. МУЗАФАРОВ, студент

ИСПЫТАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ МЕМБРАН НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ КАНАЛИЗАЦИИ

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет». Россия, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1. Тел: +7 (917) 432-30-18; эл. почта: secret_anna@bk.ru.

Ключевые слова: сточные воды, мембранные биореакторы, биообрастание, биологически модифицированные мембраны, величина пор, проницаемость мембран, испытание.

В статье представлена методика испытаний мембран, модифицированных железобактериями в условиях действующих биологических очистных сооружений, изучены характеристики мембран – величина пор, проницаемость и эффективность ингибирования процессов биообрастания в мембранных биореакторах.

При биологической очистке в мембранных биореакторах выходит биообрастание мембран. Биообрастание можно уменьшить, применив мембраны, мо-

дифицированные каталитически активными компонентами, которые могут быть нанесены на мембраны биологическим и физико-химическим способом.

Целью данной работы является разработка методики испытания модифицированных мембран в условиях действующих биологических очистных сооружений и изучение характеристик таких мембран.

Биологический способ модификации мембран основан на нанесении соединений железа и марганца с помощью железобактерий в мягких условиях окружающей среды, обеспечивающих благоприятную и активную жизнедеятельность бактерий. Этот способ был использован для модификации полимерных трековых мембран из полиэтилентерефталата, которые нельзя модифицировать традиционными физико-химическими методами, включающими такой этап, как прокаливание. Подготовленные биологически модифицированные мембраны высушивались при комнатной температуре, обеззараживались в течение 20 минут 3% раствором перекиси водорода и затем подвергались дальнейшим исследованиям. Оценивалась величина их пор, проницаемость и эффективность ингибирования процессов биообрастания в мембранных биореакторах. Результаты исследований приведены в [1, 2]. Исследования интенсивности биообрастания мембран, модифицированных железобактериями, проводились в условиях действующих биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод санатория Юматово Республики Башкортостан. Схема экспериментальной установки представлена на *рис. 1*.

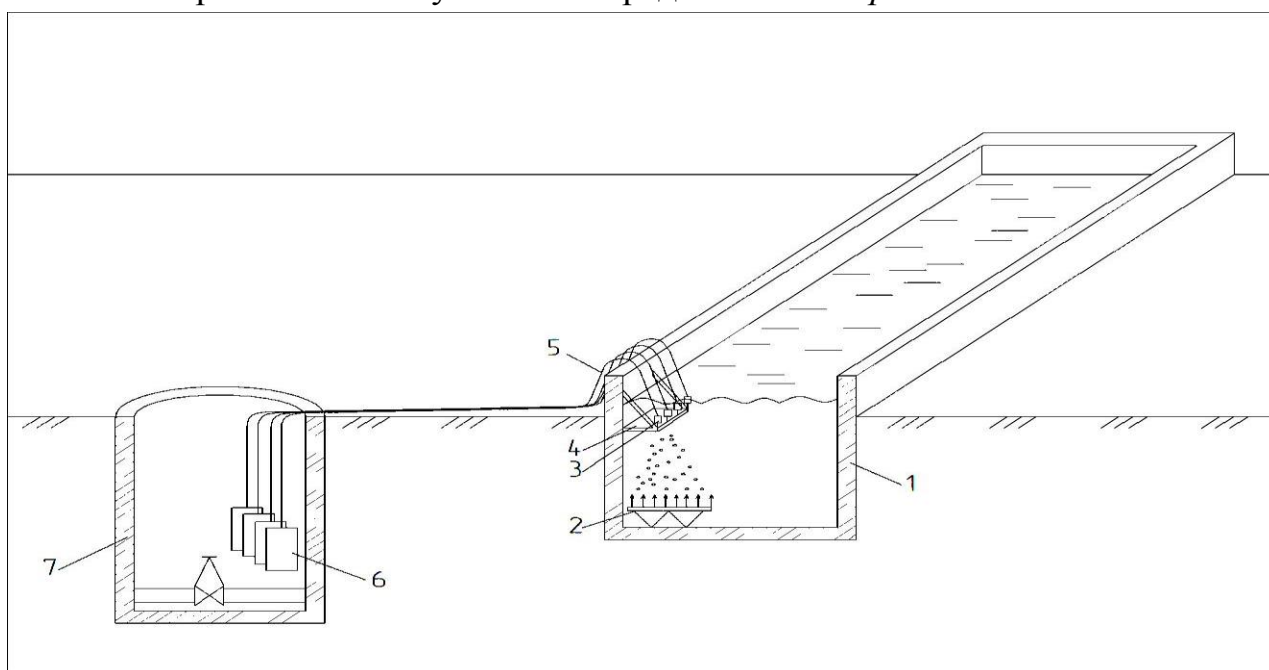


Рис. 1. Схема экспериментальной установки по изучению биообрастания трековых мембран: 1 – аэротенк; 2 – аэраторы; 3 – кронштейн; 4 – образцы мембран; 5 – трубки фильтра; 6 – мерные сосуды; 7 – колодец

Образцы испытуемых мембран 4 опускались в работающий аэротенк 1 и закреплялись в нем с помощью кронштейна 3 над аэраторами 2. Необходимый для работы мембран перепад давления обеспечивался размещением концов трубок 5 фильтрата от этих мембран ниже уровня жидкости в аэротенке. Для этого трубки фильтрата прокладывались в ближайший колодец. В колодце были размещены отдельно для каждой мембраны мерные сосуды 6.

Исследования заключались в том, что периодически, в первые 12 часов после промывки через каждый час, а затем через каждые сутки, производились замеры количества фильтрата от каждой мембраны, установленной в аэротенке. Количество фильтрата определялось объемным способом с помощью мерных сосудов. Через каждые семь суток работы мембран они опускались на 5 часов в раствор 10% лимонной кислоты, а после промывались под струей воды. Каждый такой фильтроцикл заканчивался оценкой проницаемости мембран по следующей методике. Определение размера пор мембран, покрытых биопленкой, производилось методом «точки пузырька» в соответствии с ГОСТ [3]. Принципиальная схема экспериментальной установки для определения точки пузырька и конструкция ячейки для проведения испытаний показаны на *рис. 2, 3*.

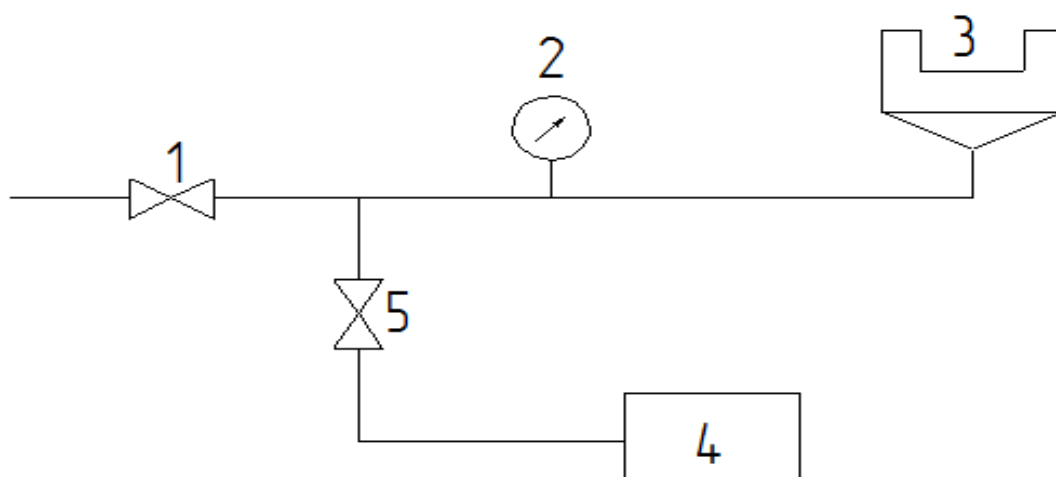


Рис. 2. Принципиальная схема установки для определения точки пузырька мембран: 1 – выпускной клапан; 2 – манометр; 3 – ячейка для испытания; 4 – источник газа; 5 – регулятор давления

В измерительную ячейку помещали исследуемую предварительно пропитанную водой мембрану. Затем ее заливали водой слоем 1-3 мм и начинали ступенчато повышать давление сжатого воздуха, регулируя его с помощью вентиля и выдерживая не менее 10 секунд на каждой ступени, до прорыва первого пузырька через мембрану. Проницаемость мембран относится к их основным технологическим свойствам. Эта характеристика измеряется в $\text{м}^3/\text{м}^2\text{с}$, она определялась на установке, принципиальная схема которой представлена на *рис. 4*.

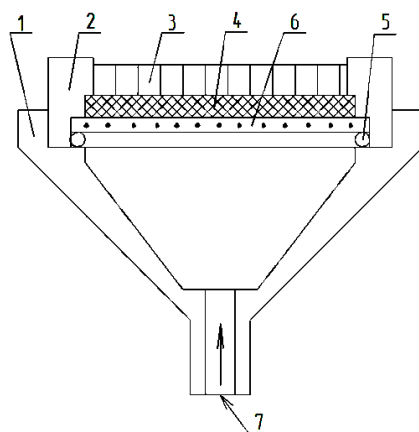


Рис. 3. Схема ячейки для испытания мембран: 1 – основание; 2 – кольцо зажимное; 3 – пластина металлическая; 4 – сетка; 5 – кольца уплотнительные; 6 – мембрана; 7 – патрубок для воздуха

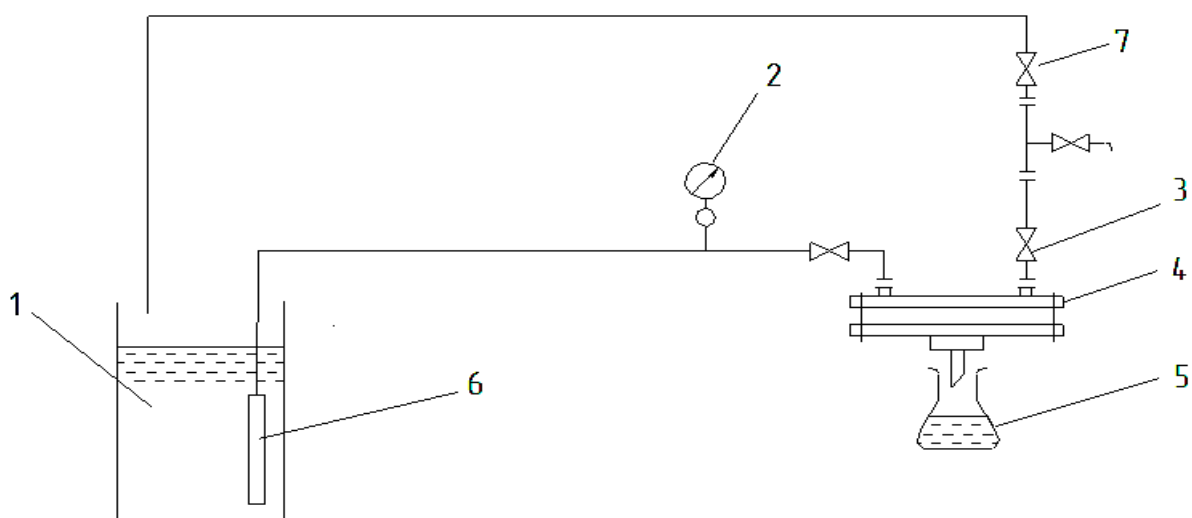


Рис. 4. Принципиальная схема установки для испытания мембран: 1 – емкость с исходным раствором; 2 – манометр; 3 – регулирующий вентиль; 4 – ячейка для испытания; 5 – приемник пермеата; 6 – насос высокого давления; 7 –запорный вентиль

В состав установки входила пластиковая емкость объемом 200 л, снабженная мерным стеклом и погружным высоконапорным насосом. Емкость предназначена для хранения исходного водного раствора. Высоконапорный насос марки MPI GRUNDFOS с частотным регулированием служит для подачи водного раствора в испытательную ячейку с мембраной. Установка укомплектована измерительными приборами: ротаметрами и манометрами. Температура водного раствора в 22°C поддерживалась с помощью терморегулятора в виде ТЭНа, опущенного в емкость с этим раствором.

Конструкция испытательной ячейки, куда помещалась испытуемая мембрана, представлена на рис. 5. Испытательная ячейка выполнена в виде двух металлических фланцев, между которыми размещены дренажная сетка, испы-

туемая мембрана, пористая подложка и уплотнительная прокладка. Один из фланцев оборудован штуцерами для подвода исходного раствора и отвода концентрата. На другом фланце имеется штуцер для отвода пермеата.

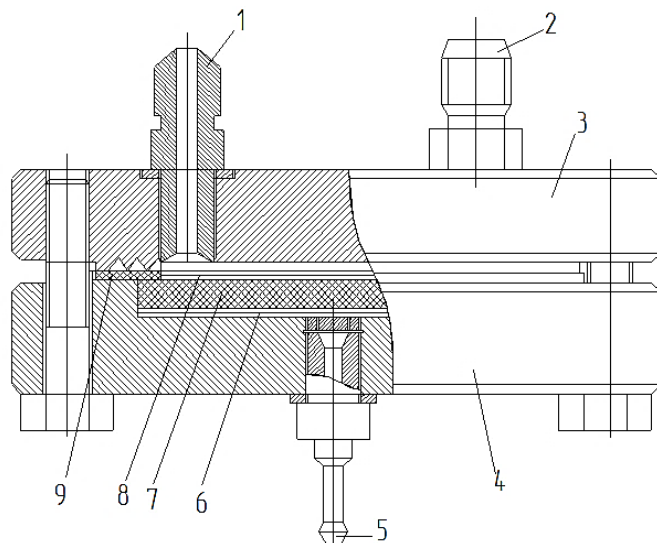


Рис. 5. Схема ячейки для испытания мембран: 1 – штуцер для подачи исходного раствора; 2 – штуцер для отвода концентрата; 3 – верхняя крышка ячейки; 4 – корпус ячейки; 5 – штуцер для отвода пермеата; 6 – мембрана; 7 – пористая подложка; 8 – дренажная сетка; 9 – прокладка

Оценка проницаемости мембран проводилась следующим образом.

Мембрана помещалась в испытательную ячейку. Ячейка герметично закрывалась с помощью натяжных болтов и с помощью гибких высоконапорных шлангов подключалась к напорной линии насоса. В емкость заливалась обычная водопроводная вода, подогретая терморегулятором до 22°C. Включался насос, и с помощью частотного регулирования и регулировочного вентиля устанавливались необходимые напор и расход воды через байпасную линию. После выхода насоса на необходимые рабочие параметры подача воды переводилась с байпасной линии на испытательную ячейку. Испытания мембран проводились под давлением 0,1, 0,2 и 0,3 МПа. Расход устанавливался из расчета обеспечения скорости движения раствора над мембраной равной 2,5 м/с и составлял

0,35 л/с. Каждый образец мембраны испытывался в течение 6 часов. Проницаемость мембран оценивалась по количеству полученного пермеата в каждой серии опытов.

Интенсивность биообрастания оценивалась косвенно – по изменению производительности мембран в течение фильтроцикла. Испытанию подвергались образцы мембран № 2, № 3 и № 4, модифицированные железобактериями; образец мембраны № 1 не обрабатывался железобактериями, он был контрольным. Мембраны в процессе работы постепенно загрязняются различными орга-

ническими и минеральными отложениями, что сказывается на производительности мембран. Поэтому перед дальнейшими испытаниями мембран, покрытых биопленкой, в качестве катализаторов необходимо было промыть эти мембраны и снова проверить их проницаемость по выше описанной методике.

Промывка осуществлялась по рекомендациям производителя трековых мембран следующим образом. Мембраны опускались в ёмкость с 10% раствором лимонной кислоты на 5 часов, затем промывались под струёй воды с использованием мягкой поролоновой губки.

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

1) нанесение биопленки практически не оказало влияние на размеры трековых пор мембран (коэффициент парной корреляции $R=-0,05$). Размер пор оставался неизменным (около 0,4 мкм) даже при экспозиции в 30 суток;

2) из-за биообрастаний железобактериями проницаемость мембран ухудшилась почти на 40%. В то же время зависимость проницаемости мембраны от трансмембранного давления сохраняет свою пропорциональность.

Библиографический список

1. Хангильдин, Р. И. Изучение характеристик мембран, модифицированных соединениями железа и марганца / Р. И. Хангильдин, Г. М. Шарафутдинова, В. А. Мартяшева, А. М. Фаттахова, А. Г. Кирсанова (А. Г. Баландина) // Башкирский химический журнал. – 2011. – Т. 18, № 2. – С. 151-155.

2. Фаттахова, А. М. Совершенствование окислительных методов очистки сточных вод полигонов захоронения отходов (На примере Уфимского полигона отходов производства и потребления): дис. канд. техн. наук. – Самара: ФГБОУ ВПО Самар. госуд. арх-строит. универ., 2014. – 157 с.

3. ГОСТ Р 505516-93 Мембраны полимерные. Метод определения точки пузырька плоских мембран. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 12 с.

УДК 628.14, 628.17

Д. А. БЫЧКОВ, начальник центральной диспетчерской службы ООО «Тюмень Водоканал»;

Г. Н. ГРОМОВ, зав. группой отдела по проектированию канализационных и водопроводных сооружений АО «МосводоканалНИИпроект»;

В. М. ИВАНОВ, д-р техн. наук, зав. кафедрой водоснабжения и водоотведения

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ СХЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. ТЮМЕНИ. ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ

ООО «Тюмень Водоканал». 625007, Россия, г. Тюмень, ул. 30 лет Победы, д. 31. Тел.: +7 (3452) 54-09-25, e-mail: da_bichkov@mail.ru.

АО «МосводоканалНИИпроект». 105005, Россия, г. Москва, ул. Плетешковский пер., д. 22. Тел.: + 7(495) 956-77-79, e-mail: gromov_grigorii@mail.ru.
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова». 656038, Россия, Алтайский край, г. Барнаул, ул. пр. Ленина, д. 46; эл. почта: tgvv@mail.ru.

Ключевые слова: схема водоснабжения, электронная модель, оптимизация.

С 2006 г. на предприятии ООО «Тюмень Водоканал» ведется работа по созданию электронной модели водоснабжения города Тюмени. Модель водоснабжения создавалась с целью оптимизации системы, выбора места расположения точек для контроля давления, а также для определения мест повышенного и пониженного напора в сети. К настоящему времени создана детализированная электронная модель системы водоснабжения. Её особенностью является высокая точность и информативность. Данная модель послужила одним из источников данных для разрабатываемой в 2015-2016 гг. схемы водоснабжения и водоотведения г. Тюмени.

Сложившаяся в последние годы неблагоприятная ситуация в системах водоснабжения и водоотведения, связанная с износом и техническим состоянием трубопроводов и оборудования в большинстве городов России, а также с ограничением в условиях реформирования жилищно-коммунального хозяйства материальных ресурсов на их восстановление и обновление требует научно-обоснованного подхода к реконструкции и модернизации этих систем.

Для поэтапного решения проблем водной отрасли России, реализации путей развития и реконструкция систем водоснабжения и водоотведения городов России, а также экономического стимулирования их развития, Правительством России утверждены и введены в действие новые нормативные документы: Федеральный закон № 416 «О водоснабжении и водоотведении» [1] и «Правила разработки и утверждения схем водоснабжения и водоотведения и требования к их содержанию» [2].

На основании этих документов развитие централизованных систем водоснабжения и водоотведения городов России осуществляется только в соответствии со схемами этих систем, основой которых является построение и реализация электронной модели системы водоснабжения и водоотведения города. Программное обеспечение электронной модели должно решать задачи сохранности баз данных и геоинформационного отображения схем сетей, мониторинга и актуализации следующей информации:

- а. графическое отображение объектов централизованных систем водоснабжения с привязкой к топографической основе муниципального образования;
- б. описание основных объектов централизованных систем водоснабжения;
- с. описание реальных характеристик режимов работы централизованных систем водоснабжения и их отдельных элементов;

d. моделирование всех видов переключений, осуществляемых на сетях централизованных систем водоснабжения,

e. определение расходов воды, расчет потерь напора по участкам водопроводной сети;

f. расчет изменений характеристик объектов централизованных систем водоснабжения (участков водопроводных сетей, насосных станций потребителей) с целью моделирования различных вариантов схем;

g. оценка выполнения сценариев перспективного развития централизованных систем водоснабжения и с точки зрения обеспечения режимов подачи воды.

Необходимость в разработке электронной модели водоснабжения обуславливается также тем, что она является базисом для проведения таких видов работ как:

1. Выявление проблемных участков в системе и составление списков реконструируемых трубопроводов.

2. Оптимизация диаметров действующих трубопроводов.

3. Разработка мероприятий, направленных на недопущение снижения минимально необходимого давления в системе в системе.

4. Разработка программы по снижению давления в городе.

5. Выбор точек контроля давления в системе.

6. Выбор места установки регуляторов давления.

7. Выбор оптимального режима работы насосных станций.

8. Разработка программ по снижению всех видов потерь воды.

В нормативных актах Российской Федерации не утверждена степень детализации электронных моделей. Поэтому на первом этапе при отсутствии детальной информации о работе систем водоснабжения разрабатывается укрупненная модель системы, включающая в себя основные магистрали и основные источники питания системы. Институтом «МосводоканалНИИпроект» накоплен достаточный опыт в области построения электронных моделей при разработке схем систем водоснабжения городов с населением более 500 000 тысяч жителей. Это позволило сформировать единые принципы построения укрупненных электронных моделей для систем водоснабжения. Принципы построения укрупненных моделей аналогичны разработке детализированной модели.

Первоначально целью построения электронной модели является оценка существующего состояния системы водоснабжения и разработка списка мероприятий по улучшению её работы. Однако при разработке схем водоснабжения формулируются дополнительные задачи:

– Проведение нагрузочных расчетов (моделирование аварийных ситуаций и пожаров). Разработка необходимых мероприятий для обеспечения надежной работы на случай аварийных ситуаций.

– Разработка мероприятий для подключения существующих районов и площадок перспективного строительства к централизованным системам водоснабжения.

– Разработка укрупненной электронной модели перспективного развития системы водоснабжения рассматриваемого города.

Этапы построения электронной модели напрямую согласуются с поставленными задачами и включают в себя:

1. Построение расчетной схемы.
2. Определение расходной характеристики модели.
3. Проведения предварительных расчетов системы.
4. Калибровка модели.
5. Анализ результатов моделирование и предложения необходимых мероприятий для улучшения работы существующей системы
6. Анализ перспективного развития города и предложение мероприятий по подключению перспективных районов.
7. Построение модели перспективного развития системы.

Для построения расчетной схемы существующего состояния сети водоснабжения в формате ГИС необходим план сетей водоснабжения на геоподоснове. Расчетная схема включает в себя трубопроводы, колодцы, оборудование насосных станций, регуляторы давления и другие объекты.

Одной из особенностей построения расчетных схем в рамках укрупненной электронной модели является то, что за основу принимаются основные магистральные трубопроводы, диаметр которых равен или более определенного значения. Для городов России с населением от 500 тысяч человек до 1 миллиона значение диаметра основных магистральных трубопроводов обычно составляет 300 мм по опыту реализации схем водоснабжения и водоотведения.

Второй особенностью построения расчетной схемы в рамках укрупненной электронной модели является использование условной схемы водоотбора, при которой отбор воды из сети представлен как нефиксированные узловые отборы. Расстановка расчетных узловых отборов производится в местах пересечения магистральных трубопроводов, а также в местах сосредоточенного отбора необходимых расходов воды промышленными предприятиями.

Расходная характеристика модели основывается на статистической информации подач насосных станций водоснабжения, а так же на статистике расходов, приходящих/выходящих из резервуаров, расположенных в зонах водоснабжения. При этом для определения текущего состояния системы гидравли-

ческий расчет проводится на час максимального водопотребления. Для этого, исходя из имеющихся эксплуатационных данных, выявляется день наибольшего водопотребления. Расчетный час находится путем выявления максимальной часовой подачи насосных станций второго подъема данного дня. Исходя из статистики подач расходов на расчетный час и территориального баланса, производится распределение расходов по зонам водоснабжения.

При разработке детализированной электронной модели жилого дома, а также промышленные предприятия рассматриваются как отдельные потребители воды. Данные потребители привязываются к соответствующим зонам водоснабжения. При этом расход для жилых домов рассчитывается, исходя из количества проживающих жителей в данном доме. В дальнейшем для всех потребителей вводится единый коэффициент для получения соответствия их суммы с суммой фактического расхода, поданного насосными станциями в систему подачи и распределения воды.

При разработке укрупненной электронной модели расчетные узловые отборы «привязываются» к соответствующим зонам водоснабжения. Сосредоточенный отбор воды для нужд промышленных предприятий привязывается к соответствующим расчетным узлам сети, которые определяются трассировкой и месторасположением предприятий. Для определения узловых расходов из общей подачи воды в зону водоснабжения вычитается суммарный расход от сосредоточенных потребителей. Полученный результат делится на общую протяженность трубопроводов на расчетной схеме, тем самым вычисляется удельный расход на 1 метр трубы.

Этап проведения предварительных расчетов системы заключается в выявлении ошибок при внесении данных в модель и соответствующей её корректировке.

Одним из важных этапов построения электронной модели является её калибровка. Целью калибровки электронной модели сети водоснабжения, рассматриваемого города, является соблюдение в узловых точках расчетной модели реальных свободных напоров, в соответствии с принятым расчетным часом. Калибровка проводится индивидуально для каждой зоны водоснабжения.

Для калибровки электронной модели используются все имеющиеся статистические данные и натурные измерения на сети водоснабжения, произведенные на принятый расчетный час:

- данные о количестве включенных насосных агрегатов, свободном напоре и расходе насосных станций;
- данные о высоте воды в резервуарах;
- данные свободного напора перед насосными агрегатами в ЦТП.

Стоит также отметить, что в модели необходимо учитывать отключенные от работы участки сети, т. к. они могут повлиять на потокораспределение в системе и, соответственно, изменить значения свободного напора в узлах гидравлической модели.

Корректировка расчетного свободного напора в узловых точках сети производится путем изменения следующих гидравлических характеристик трубопроводов в расчетной схеме:

- эквивалентная шероховатость трубопроводов;
- зарастание трубопроводов.

Под эквивалентной разноразмерной шероховатостью понимают такую высоту выступа шероховатости, которая создает сопротивление, равное действительному сопротивлению испытываемого трубопровода [3]. Зарастанием трубопровода принято называть уменьшение внутреннего сечения трубы вследствие протекания физических, химических и биологических процессов внутри трубопровода. Различие между двумя представленными гидравлическими характеристиками наглядно отображено на *рис. 1* [4].

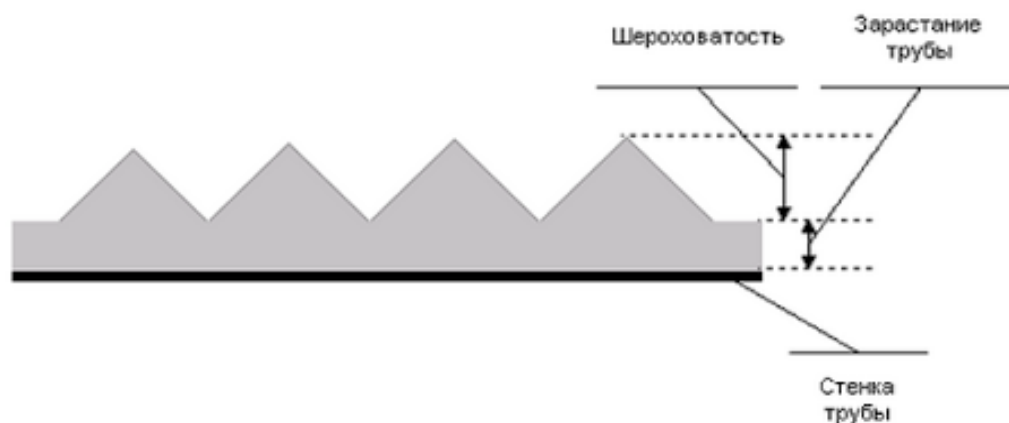


Рис. 1. Различие между шероховатостью и зарастанием трубопровода

Для стальных и чугунных трубопроводов, бывших в эксплуатации, начальное значение шероховатости обычно принимается 1,5 мм, в соответствии со справочными данными [5]. Начальное зарастание трубопроводов принимается 0 мм.

Для анализа работы системы в первую очередь производится анализ свободных напоров в сети. В результате выявляются расчетные узловые отборы, свободный напор которых не укладывался в допустимый диапазон (26-60 метров). Дополнительно определяется распределение скоростей движения воды в сети для выявления участков сети с низкими скоростями.

На втором этапе производится анализ работы системы на случай возможных чрезвычайных ситуаций (аварии на основных магистральных линиях и

пожары). Для моделирования аварий на сети отключаются от работы основные магистральные сети около насосных станций и анализируется работа системы. Моделирование аварий, а также пожаров производится индивидуально для каждой зоны водоснабжения. Расходы на тушение пожаров и их одновременное количество принимаются в зависимости от численности населения рассматриваемой зоны на основе СП 8.13130.2009 [6].

Итогом моделирования аварийных ситуаций и пожаров, а также анализа работы сети является разработка перечня мероприятий для обеспечения надежной и бесперебойной работы системы при возможности возникновения нештатных ситуаций.

На третьем этапе анализа в рамках разработки мероприятий для перспективного развития системы, к моделируемой сети подключаются перспективные районы строительства. Для обеспечения подключения перспективных районов строительства к сети водоснабжения города разрабатывается перечень мероприятий, направленный на обеспечения новых жилых районов бесперебойным водоснабжением.

Все выявленные мероприятия, а также перспективные потребители вносятся в модели перспективного развития системы, которые создаются в рамках схем водоснабжения и водоотведения.

В ООО «Тюмень Водоканал» с 2006 г. начата работа по созданию ГИС сетей водопровода с использованием программно-расчетного комплекса «Zulu» [7], разработчик ООО «Политерм», г. Санкт-Петербург. Целью создания являлось повышение качества, надежности и энергоэффективности системы подачи и распределения воды (СПРВ). Первым шагом создания гидравлической модели явилась оцифровка имеющихся на предприятии планшетов М1:2000. На данной топографической основе с использованием ГИС «Zulu» была подготовлена укрупненная схема магистральных водоводов г. Тюмени. Для уточнения фактического давления проводились работы по манометрической съемке водопроводной сети города при помощи регистраторов «SebalogP». В ходе калибровки гидравлической модели были подобраны коэффициенты шероховатости трубопроводов. В результате удалось достичь достаточной точности расчетов, максимальное расхождение между теоретическим и фактическим значением давления составило не более 1,0 атм.

Гидравлическая модель магистральных водоводов позволила запланировать и провести ряд важных мероприятий по оптимизации режима работы водопроводной сети г. Тюмени: проектирование и запуск в работу насосной станции 3 подъема на Московском тракте, выбор места расположения и монтаж датчиков для контроля давления в водопроводной сети города. Данная информация в настоящее время транслируется в реальном времени в центральную

диспетчерскую службу и используется для качественного регулирования работы насосных станций.

Модель магистральных водоводов позволяла выполнять гидравлические расчеты системы водоснабжения для решения стратегических проблем в масштабах всего города. При этом из-за упрощенности схемы не было возможности делать прогнозы в случае производства работ во внутриквартальных сетях. В результате было принято решение вести работы по созданию более детализированной расчетной схемы, с нанесением трубопроводов до каждого потребителя. Для этой цели в 2010 г. были приобретены электронные планшеты М1:500 и осуществлена привязка трубопроводов в ГИС на более точную топографическую основу. Параллельно проводились полевые работы по паспортизации водопровода силами линейных бригад ООО «Тюмень Водоканал». Результаты обследования оформлялись в виде паспортов на водопроводные колодцы с занесением в базу данных ГИС. С 2011 г. в систему дополнительно заносятся фотоматериалы места расположения и технологических схем водопроводных колодцев (рис. 2). На текущий момент работы по паспортизации проведены в среднем для 40% водопроводной сети города. Для основных магистральных водоводов системы водоснабжения Тюмени в базу данных ГИС занесено более 90% паспортов водопроводных колодцев и камер.

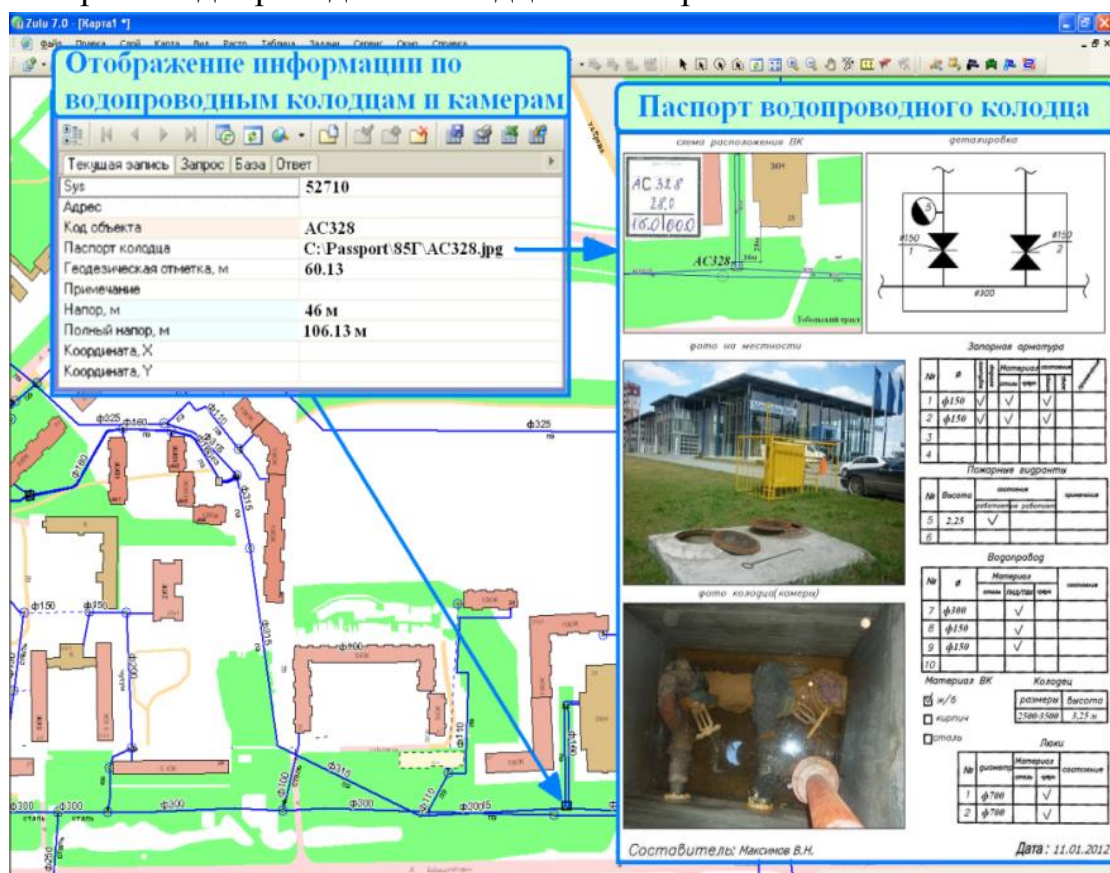


Рис. 2. Фрагмент детализированной электронной модели г. Тюмени с паспортом водопроводного колодца

В результате в ООО «Тюмень Водоканал» базе ГИС «Zulu 7.0» создана детализированная гидравлическая системы водопровода, содержащая информацию о 12000 колодцах, 40000 участках сети, 13000 единицах запорной арматуры. Особенностью данной системы является более высокая информативность и точность.

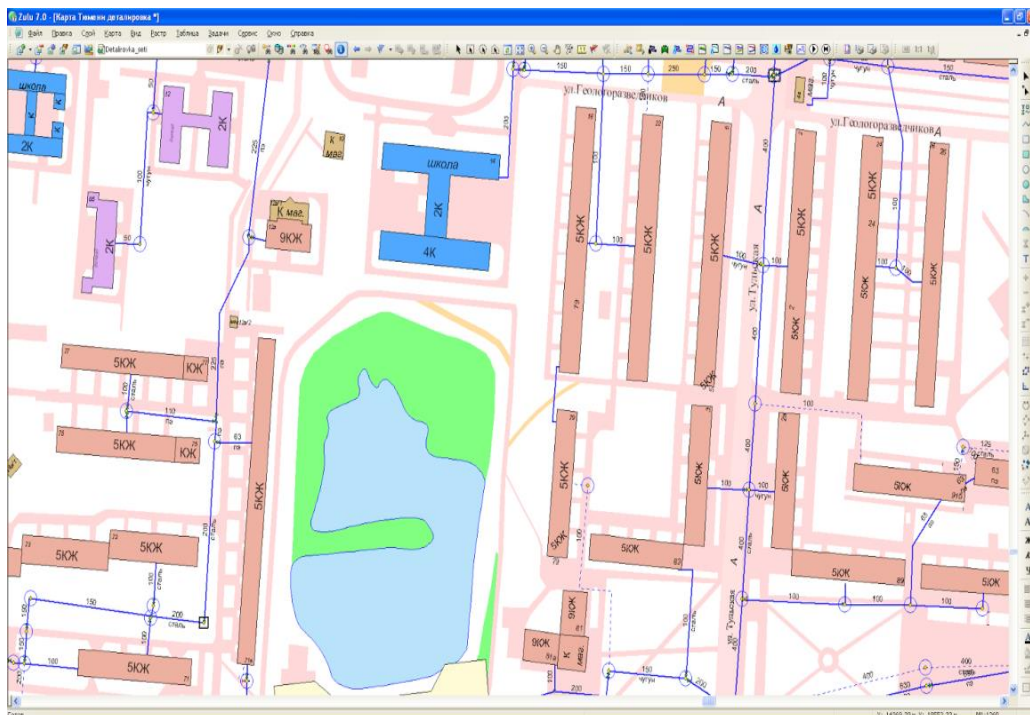


Рис. 3. Условное отображение системы водоснабжения одного из кварталов города Тюмени

Использование гидравлической модели необходимо для принятия управленческих решений для управления системой водоснабжения (рис. 3). Вследствие этого актуальным является вопрос оценки достоверности проводимых расчетов. Исходным материалом оценки правильности расчетов модели и калибровки служит информация о свободном напоре в 10 контрольных точках сети, получаемая в режиме реального времени центральной диспетчерской службой ООО «Тюмень Водоканал» с помощью SCADA-системы. С 2013 г. для данной цели также используются показания 800 датчиков давления, установленных на вводах в жилые дома в рамках целевой программы по установке приборов учета.

В процессе калибровки гидравлической модели на основе данных о фактическом давлении для каждого участка водопроводной сети подбирается величина гидравлического сопротивления. Данный показатель зависит от материала трубопровода, диаметра, возраста трубопровода. За счет использования информации о давлении в 800 точках после калибровки удалось достичь высокой точности гидравлической модели.

В ООО «Тюмень Водоканал» детализированная гидравлическая модель сетей водопровода на основе ГИС «Zulu» применяется для анализа состояния водопроводной сети [8]. Расчеты производятся при изменениях режима работы водозаборных узлов, плановых и аварийных отключениях магистральных водоводов, для определения технической возможности подключения проектируемых объектов к действующим сетям. В 2011 г. на основе комбинации расчетных данных, фактических замеров расходов и данных службы водосбыта была реализована программа по снижению избыточного напора в сети водопровода г. Тюмени.

В ходе работ совместно со специалистами ООО «РВК-консалтинг» было произведено обследование, выбор места расположения и диаметров регуляторов давления. Монтаж данного оборудования позволил снизить избыточный свободный напор в районах установки, при обеспечении всех потребителей услугой в полном объеме. Контрольные замеры подтвердили стабилизацию напора в сети после регуляторов при неравномерной работе насосных станций II подъема в течение суток. В результате зафиксировано снижение общего количества возникновения новых повреждений на сетях водопровода в районах регулирования напора.

Таким образом, к настоящему времени ООО «Тюмень Водоканал» прошел путь от создания первичной укрупненной схемы магистральных сетей водоснабжения до создания детализированной электронной модели. При этом некоторое время на предприятии две системы существовали параллельно. Каждая из них имеет свои особенности.

Плюсами укрупненной схемы, безусловно, являются простота, скорость расчетов, удовлетворительная точность в масштабах районов города. Потребностям предприятия между тем отвечает та схема, которая максимально используется в ежедневной работе. Данная схема должна содержать расположение и привязки всех колодцев, запорной арматуры, насосных станций, помогать в поиске колодцев на местности, для чего используются паспорта и фотографии колодцев. Со временем требованием к электронной системе также становится возможность отображать текущее давление в элементах системы водоснабжения в режиме on-line (SCADA), формировать список отключаемых абонентов для оповещения. Удовлетворить всем вышперечисленным требованиям может только детализированная схема.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении».
2. Постановление Правительства РФ от 05.09.2013 № 782 «О схемах водоснабжения и водоотведения».
3. Альтшуль, А. Д. Гидравлические сопротивления. – М.: Недра, 1982. – 11 с.

4. Чугаев, Р. Р. Гидравлика: учебник / Р. Р. Чугаев. 5-е изд., репринт. – М.: БАСТЕТ, 2008. – 672 с.
5. Идельчик, И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И. Е. Идельчик; под ред. М. О. Штейнберга. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 671 с.
6. СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности.
7. Справка ПО «ZuluHidro», 2015 г.: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.politerm.com.ru/zuluhidro/help/math_source_data.htm (дата обращения: 25.01.2016).
8. Шишов, С. Ю., Иванов, В. М.; Бычков, Д. А.; Незамаев, Е. А. Гидравлическая модель для контроля и управления режимом работы системы водоснабжения г. Тюмени // Водоснабжение и санитарная техника. – 2014. – № 6. – С. 59-65.

УДК 628.33

Е. И. ВЯЛКОВА, канд. техн. наук, доцент
кафедры водоснабжения и водоотведения;
А. В. ПЕШЕВА, ст. преподаватель
кафедры водоснабжения и водоотведения;
М. В. ЗЕМЛЯНОВА, ассистент
кафедры водоснабжения и водоотведения

ОБРАБОТКА ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОММУНАЛЬНЫХ СТОЧНЫХ ВОД ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ СВЧ ДИАПАЗОНА

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет», Россия, 625001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел: +7 (345) 243-45-35; эл. почта: ana.pescheva@gmail.com.

Ключевые слова: метод обработки, коммунальные сточные воды, сверхвысокочастотное электромагнитное излучение

В статье показаны возможности использования СВЧ электромагнитного излучения для интенсификации процессов обработки коммунальных сточных вод, представлены технико-экономические показатели. Экспериментальные данные о использовании технологий очистки сточных вод сверхвысокочастотного электромагнитного излучения подтверждают, что СВЧ-обработка способствует процессам очистки высококонцентрированных коммунальных сточных вод от органических загрязнений.

Проблема качественной очистки высококонцентрированных коммунальных сточных вод особенно актуальна для небольших городов и поселков России. Малые количества сточных вод, например, стоки вахтовых поселков Тюменского севера, как правило, отличаются повышенными концентрациями органических веществ и аммонийного азота (*табл. 1*).

Научные исследования и разработки в области очистки сточных вод на канализационных очистных станциях малой производительности позволят внедрять новые способы и технологии, позволяющие получить высокую эффективность процессов очистки. К таким новым способам можно отнести тех-

нологию обработки высококонцентрированных сточных вод сверхвысокочастотным (СВЧ) электромагнитным излучением.

СВЧ (сверхвысокочастотное или микроволновое излучение) – это электромагнитное излучение, включающее в себя дециметровый, сантиметровый и миллиметровый диапазон радиоволн: длина волн $1-10^3$ метров, частота излучения $3 \cdot 10^8-3 \cdot 10^{11}$ Гц. Электромагнитные волны способны распространяться в вакууме и в пространстве, заполненном веществом. Основными характеристиками электромагнитного излучения принято считать частоту, длину волны и поляризацию.

Таблица 1

Усредненные данные по качеству поступающих на очистку стоков

| Очистные станции | Производительность, м ³ /сут | Взвешенные вещества, мг/дм ³ | БПК ₅ , мг/дм ³ | ХПК, мг/дм ³ | N-NH ₄ , мг/дм ³ |
|--------------------------------------|---|---|---------------------------------------|-------------------------|--|
| Септики-накопители вахтовых поселков | 5 | 2980 | 820 | 5500 | 140 |
| Вахтовый поселок | 200 | 400 | 430 | 750 | 78 |
| с. Вагай | 400 | 140 | 390 | 500 | 52 |
| пос. Голышманово | 1000 | 150 | 110 | 200 | 35 |
| г. Югорск | 7 000 | 150 | 120 | 160 | 18 |
| г. Ишим | 12 000 | 300 | 190 | 300 | 53 |
| г. Тобольск | 40 000 | 195 | 250 | 400 | 26 |
| г. Тюмень | 210 000 | 305 | 180 | 350 | 34 |

На канализационных очистных станциях малой производительности, особенно в условиях Арктики, необходимое количество единиц традиционного оборудования по очистке сточных вод, объем расходных материалов, затраты электроэнергии необоснованно высоки.

Следует отметить, что себестоимость обработки 1 м³ сточных вод для станций малых (до 5 тыс. м³/сут) и средних (до 20 тыс. м³/сут) производительностей выше, чем для станций производительностью более 50 тыс. м³/сут (рис. 1).

В наибольшей степени электромагнитное излучение влияет на гетерогенные водные системы или процессы, связанные с фазовыми превращениями (растворением, кристаллизацией и другими). Достигаемые при этом эффекты наиболее заметны и, естественно, сохраняются большее время, а в ряде случаев они необратимы [1, 2, 3].

Известные российские разработки в области обработки жидких и твердых отходов с использованием электромагнитных полей свидетельствуют о том, что в процессе применения электромагнитного излучения наблюдается активация ферментативной системы микроорганизмов активного ила канализационных

очистных сооружений. В лабораторных условиях, облучение крайне высокочастотным КВЧ-излучением инокулята углеводородокисляющих бактерий увеличивает выход биомассы бактерий и потребление ими углеводов в среднем на 33 и 31% соответственно по сравнению с необлученными бактериями[4], применение СВЧ-излучения на сооружениях биологической очистки сточных вод увеличивает окислительную мощность аэрационных сооружений до 40 %, при этом величина илового индекса уменьшается до 45% [5]. СВЧ-обработка активного ила приводит к существенному увеличению скорости его осаждения и степени уплотнения [6], микроволновая обработка осадков сточных вод позволяет обеспечить эффективное удаление из осадков примесей тяжёлых металлов с энергозатратами не более 0,05 кВт час/кг [7], обеззараживание избыточного активного ила [8].

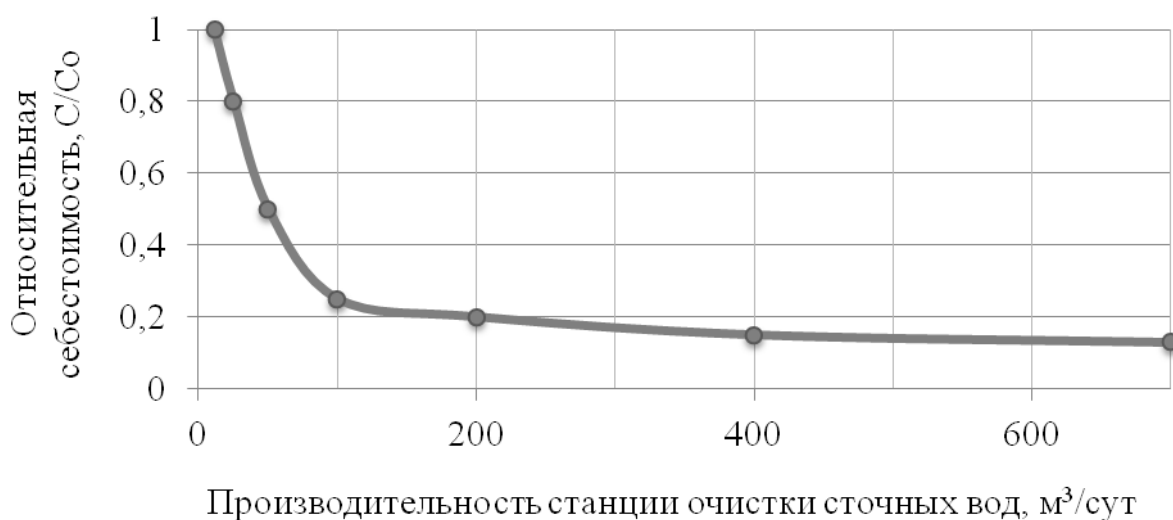


Рис. 1. Динамика снижения себестоимости очистки с увеличением производительности станции сточных вод: C_0 – себестоимость максимальная; C – себестоимость при данной производительности

В работах Земляной М. В. [9, 10] экспериментально подтверждена возможность применения СВЧ-излучения в технологических схемах канализационных очистных станций с целью электромагнитной обработки осадков городских сточных вод. Доказано, что СВЧ-обработка положительно влияет на степень и скорость уплотнения осадков, улучшает их влагоотдачу, обеззараживает осадки, увеличивает при обезвоживании осадков выход примесей тяжёлых металлов в отделяемую воду.

На севере Тюменской области на территории объектов нефтедобывающих предприятий вдали от населенных пунктов расположено большое временных вахтовых поселков. Септики-накопители принимают сточные воды от жилых и санитарных вагонов, столовой, прачечной. Основная проблема заключается в том, что стоки содержат повышенные концентрации по основным видам

загрязнений (*табл. 2*), их качество резко отличается от качества сточных вод близ расположенных установок очистки сточных вод малой производительности и не может быть принято на очистку [11].

Накопленные в течение 1-3 дней стоки, вывозятся ассенизаторскими машинами на ближайшие действующие очистные сооружения. Так как транспортное плечо нередко составляет несколько десятков километров, транспортировка и очистка сточных вод на общегородских очистных сооружениях весьма дорого обходится предприятиям.

Таблица 2

Концентрации загрязнений сточных вод септиков-накопителей.

| Наименование показателя | Концентрации загрязнений сточных вод септиков-накопителей, мг/дм ³ | Допустимые концентрации на входе станции биологической очистки, мг/дм ³ |
|-------------------------|---|--|
| Взвешенные вещества | 296÷5374 | 300÷500 |
| БПК ₅ | 215÷1431 | 150÷500 |
| ХПК | 616÷10380 | 500÷800 |
| N-NH ₄ | 83÷199 | 50÷70 |
| P-PO ₄ | 2÷8,8 | 2,5÷4 |
| pH | 6÷7,2 | 6,5÷8,5 |

В Тюменском государственном архитектурно-строительном университете, на кафедре водоснабжения и водоотведения проведены пробные исследования влияния СВЧ-излучения на качество высококонцентрированных коммунальных сточных вод, взятых с накопителей вахтовых поселков, расположенных на севере Тюменской области на территории объектов нефтедобывающих предприятий.

В лаборатории университета сточные воды септиков-накопителей с исходными высокими концентрациями обрабатывались на проточной СВЧ-установке «Поток ЭМ-1» в течение 10 минут. В процессе 2-х-ступенчатой обработки стоки нагревались до температуры 80°С и выше. На выходе измерялся ряд показателей по стандартным методикам. Результаты изменения качества на каждой из ступеней приведены на *рис. 2-4*.

При обработке коммунальных сточных вод СВЧ-излучением за счёт повышения активности кислорода активизируются окислительные процессы в том числе и разложение органики. В лабораторных условиях экспериментально подтверждено значительное снижение ХПК: более чем в 2,5 раза. Взвешенные вещества и БПК₅ после первой ступени обработки снизились в 1,5-2 раза, но после второй ступени отмечено некоторое увеличение концентраций, возможно, за счет разрушения сложных органических веществ и образования новых соединений.



Рис. 2. Изменение концентраций загрязнений в процессе СВЧ-обработки сточных вод: ХПК (ряд 1), взвешенные вещества (ряд 2), БПК₅ (ряд 3)



Рис. 3. Изменение концентраций загрязнений в процессе СВЧ-обработки сточных вод: аммоний-ион (ряд 1), фосфат-ион (ряд 2), нитрат-ион (ряд 3)

Концентрация иона аммония снизилась в среднем на 23-25%, концентрация фосфат-ионов – на 28-30% (рис. 3). Незначительный рост концентрации нитратов, возможно, является частичным переходом иона аммония в нитрат-ион. Увеличение рН среды после СВЧ-обработки также характеризует изменение химического состава коммунальных сточных вод (рис. 4).



Рис. 4. Изменение показателя активности среды рН после СВЧ-обработки сточных вод

Вывод: СВЧ-обработка высококонцентрированных коммунальных сточных вод способствует процессам их очистки от органических загрязнений. Качество сточных вод под действием электромагнитного излучения значительно изменяется. Полученные закономерности, с целью внедрения новых способов и технологий очистки сточных вод, подлежат более подробному изучению.

Библиографический список

1. Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем: сб. второго всесоюзного совещания. – М., 1971. – 316 с.
2. Классен, В. И. Омагничивание водных систем / В. И. Классен. – М.: «Химия», 1978. – 240 с.
3. Крауфорд, Ф. Волны (Берклевский курс физики) / Ф. Крауфорд. 2-е изд. – М., 1976. – Т. 3. – 527 с.
4. Применение КВЧ излучения биомассы углеводородокисляющих бактерий *Rhodococcus erythropolis* E-15 / Т. И. Комарова и др. // Экологические системы и приборы. – 2013. – С. 48-51.
5. Никифорова, Л. О. Интенсификация работы аэротенка с использованием избыточной энергии потока возвратного активного ила: Автореф. дисс. ... на соис. уч. степ. канд. тех. наук. – Пенза: ПГАСА, 2002. – 124 с.
6. Гапоненков, И. А. СВЧ-обработка осадков сточных вод пищевых производств / И. А. Гапоненков, О. А. Фёдорова // Вестник МГТУ. – 2013. – Т. 16. № 4. – С. 681–686.
7. Капустин, В. И. Новая безреагентная технология для очистки питьевой воды и осадков сточных вод / В. И. Капустин, А. П. Коржавый // Состояние и охрана окружающей среды в Калуге. Информационный обзор. – Калуга, 2009. – 42 с.
8. Патент RU 2431610 С2, МПК С02F 9/12. Комплексный способ безреагентной очистки сточных вод и брикетирования ила. 2011.
9. Землянова, М. В. Эффективность применения электромагнитного излучения в технологиях обработки осадков сточных вод / М. В. Землянова, Е. И. Вялкова // Экология и промышленность России. – 2015. – № 6. – С. 47-49.
10. Землянова, М. В. Интенсификация процессов обработки осадков городских сточных вод с помощью сверхвысокочастотного электромагнитного излучения: Автореф. дисс. ... на соис. уч. степ. канд. тех. наук. – Самара, 2015. – 23 с.

11. Вялкова, Е. И. Проблемы малогабаритных канализационных очистных сооружений в условиях Тюменского Севера и Уральского региона / Е. И. Вялкова, А. В. Пешева, С. В. Максимова, Н. В. Маленко // Строительный вестник. – 2012. – № 2 (60). – С. 58-60.

УДК 628.112.2:504.055

Т. В. ГЕРМАНОВА, канд. техн. наук, доцент
кафедры промышленной теплоэнергетики

К ВОПРОСУ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА ТЮМЕНИ ИЗ ПОДЗЕМНОГО ВОДОЗАБОРА

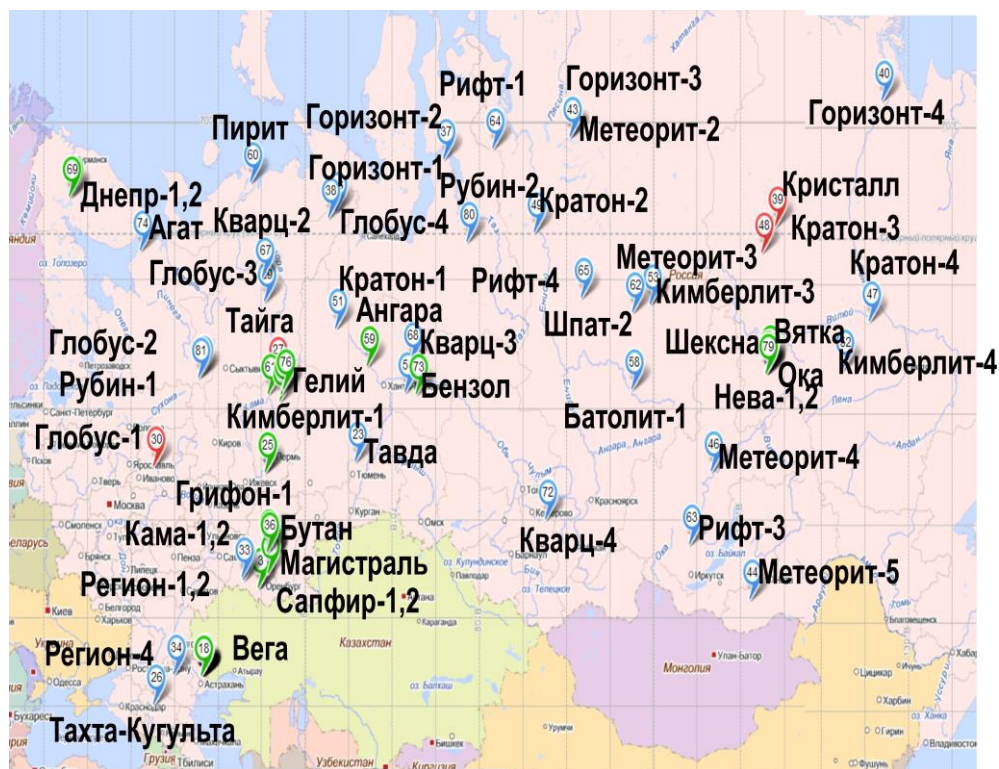
ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел.: + 7 (3452) 43-02-69; эл. почта: kpt@tgasu.ru.

Ключевые слова: подземная вода, водозабор, объекты мирных ядерных взрывов, радиационная обстановка, радиационная безопасность, специальный горный отвод, центральная зона взрыва, мониторинг.

В статье представлены результаты анализа состояния дел по использованию Велижанского месторождения подземной воды. Выявлены первоочередные проблемы при расширении использования данного водозабора: необходимость установления границ специального горного отвода для мирного ядерного взрыва «Тавда» и его экологической реабилитации.

Определенное беспокойство вызывает вопрос обеспечения радиационной безопасности населения, проживающего на территориях, прилегающих к местам проведения ядерных взрывов в мирных целях (МЯВ). В Советском Союзе была осуществлена масштабная программа проведения ядерных взрывов в мирных целях: «Ядерные взрывы для народного хозяйства», оставившая в наследство радиационно-гигиенические проблемы от хозяйственной деятельности [1]. Наряду с глубинным сейсмондированием земной коры, использованием ядерных взрывов для: интенсификации притока нефти и газа; выброса, перемещения и разрыхления грунта; перекрытия скважин газовых фонтанов и снижение вероятности внезапных выбросов угольной пыли и метана, начиная с 1967 г. проводились опытно-промышленные работы по созданию подземных емкостей, заказчиком которых выступало Министерство газовой промышленности (см. рис. 1).

На площадке под №7 был произведен взрыв 6 октября 1967 г. на объекте «Тавда» в Тюменской области для создания подземной емкости в толстом слое глины. Взрыв имел следующие основные характеристики: глубина заложения заряда 172 метра, мощность ядерного заряда 0,3 кТ. Образовавшаяся полость не использовалась, т.к. с течением небольшого промежутка времени потеряла значительную часть объема вследствие обрушения сводов [2].



41 - Эксплуатируемые объекты 35 - Бесхозные объекты 4 - Аварийные объекты

Рис. 1. Карта-схема расположения объектов МЯВ на территории РФ [3]

Место, где произведён подземный ядерный взрыв, фактически становится захоронением радиоактивных отходов.

Поэтому место взрыва определено как ядерный объект в стадии вывода из эксплуатации, что требует долговременного расходования средств для контроля за их состоянием и поддержания в надёжной изоляции.

Проведённый анализ ситуации и долгосрочных государственных программ показывает, что органами государственной власти Тюменской области меры по экологической реабилитации объекта «Тавда» не предусматриваются [4]. Не разработана региональная программа «Обеспечение экологической безопасности в районах проведения мирных ядерных взрывов», а действующая ФЦП по реабилитации МЯВ в этом году продлена до 2030 г. Объекты МЯВ обосновано являются объектами использования атомной энергии, на которые распространяются все нормы и правила действующего законодательства, согласно которым необходимо разработать регламент по организации и проведению радиозэкологической и геоэкологической реабилитации объекта «Тавда» с обязательным участием, как федеральных органов так и органов субъекта РФ.

В настоящее время государственными органами Тюменской области: Департаментом жилищно-коммунального хозяйства совместно с Департаментом недропользования и экологии разрабатывается новая областная программа

обеспечения населения юга Тюменской области питьевой водой. Учитывая, что проектные мощности существующих Метелевского и Велижанского водозаборов города Тюмени исчерпаны, Департаментом жилищно-коммунального хозяйства Тюменской области проводятся проектно-изыскательские работы по строительству нового водозабора в рамках расширения существующего Велижанского водозабора. Результаты изысканий и намерения выполнения данного плана не раз представлялись на научных и общественных площадках города. При этом предпочтение получает вариант водоснабжения города исключительно из подземных источников Велижанского водозабора. Принятие такого решения вызывает беспокойство по нескольким причинам:

- международный и российский опыт водопользования показывает, что следует применять сбалансированное водопотребление, так как подземные воды – это стратегический запас и использовать его надо только в том случае, если невозможно использование поверхностных вод;

- для водоснабжения населения областного центра интенсивно эксплуатируется Тавдинское и Велижанская группа месторождений питьевых подземных вод с природным качеством, не соответствующим требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01: вода не соответствует нормативным требованиям к питьевым водам по содержанию железа, марганца, кремния, а также имеет высокое содержание аммония;

- уникальность ситуации состоит в том, что для одного из подземных мирных ядерных взрывов «Тавда» выбор участка был осуществлен на участке Велижанской группы месторождений подземных вод (70 км северо-восточнее г. Тюмени по Велижанскому тракту) в зоне интенсивной эксплуатации подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, что формирует изменение гидродинамической структуры всей водной системы.

Положение в значительной степени усугубляется еще и тем, что проблема реабилитации объекта подземного ядерного взрыва в мирных целях «Тавда» не получили до настоящего времени должного законодательного, нормативного и технологического решения, а забор питьевой воды для города Тюмени осуществляется и в дальнейшем планируется осуществлять только из месторождения подземных вод Велижанским водозабором (см. рис. 2). Эпицентр взрыва «Тавда» расположен в зоне третьего пояса ЗСО существующей проектной мощности Велижанского водозабора.

Анализ на настоящее время оценки запасов и гидродинамического состояния подземных вод Велижанского водозабора показывает, что эксплуатационные запасы водоносного горизонта составляют от 0,5 – 1,0 до 2,5 млн. м³/сут [5, 6], а под влиянием водоотбора сохраняется сформировавшаяся за многолетний предшествующий период обширная депрессионная воронка в водоносном го-

ризонте с сохранением площади. Депрессионная воронка уровня подземных вод регионального масштаба (значительная по глубине) Иртыш-Обского артазианского бассейна (эксплуатируемый водоносный горизонт: палеоген-неогеновый ВК ($P_{3r}-N_{1sr}$) площадью 0,3 тыс. км² с максимальным понижением уровня 29,67 м на 2014 год [7].

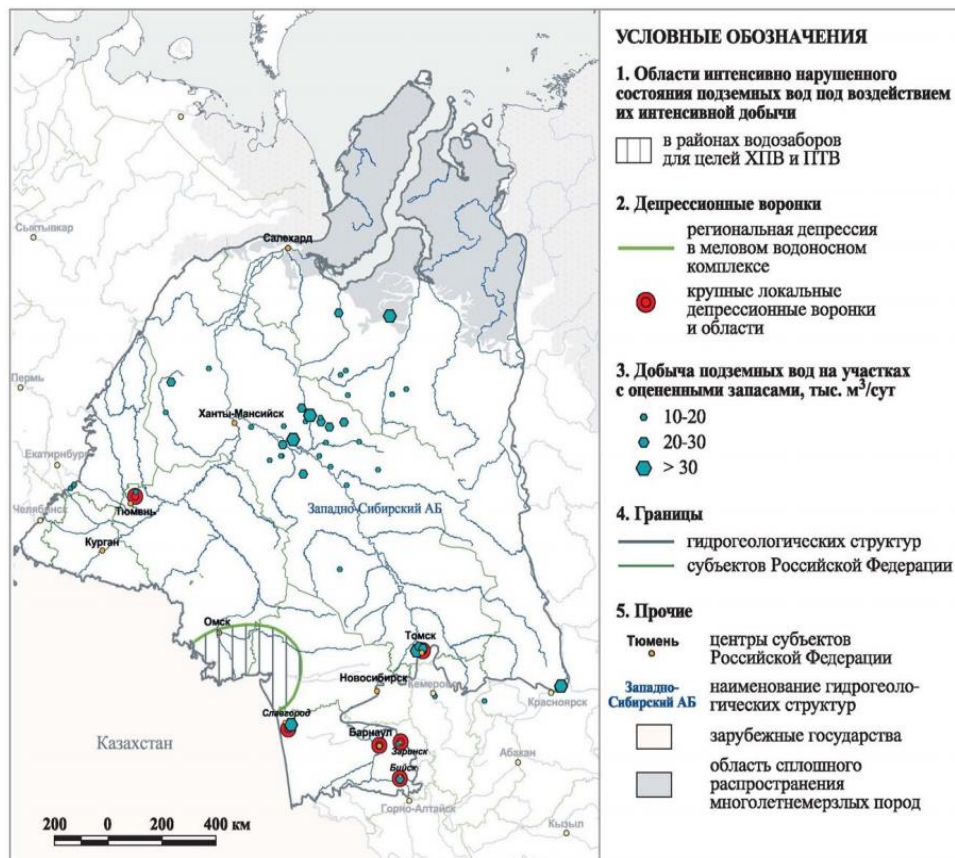


Рис. 2. Области интенсивного нарушенного состояния подземных вод на территории Западно-Сибирского артезианского бассейна (на 01.01.2008) [11]

В результате место проведения мирного ядерного взрыва в настоящее время вовлечено и планируется вовлекаться с большей интенсивностью в такую сферу деятельности, которая первоначально не являлась целью взрыва.

Требует внимания и тот факт, что при этом лицензии на разработку подземного водозабора, находящегося вблизи объекта подземной емкости ядерного происхождения могут выдаваться местными органами власти без учета того, что в недрах находятся центральные зоны взрывов [8, 9, 10]. Появилась проблема несоответствия размеров отчуждаемых земель реально загрязненных объемов отчуждаемого горного отвода под землей (возможно разрушение массива пород на глубинах вплоть до 1 км). К таким объектам предъявляться весьма строгие экологические требования: разрушения в слоях горного массива не должны приводить к попаданию радиоактивных продуктов в подземные воды и на поверхность земли; не допускается содержание

потенциальных запасов полезных ископаемых, в том числе питьевых (пресных) вод. Важно учитывать сложность техногенной и водохозяйственной обстановки, при различной степени влияния многих факторов (водоотбор, наличие источников существующего и потенциального загрязнения подземных вод и др.). Степень изученности влияния этих факторов при формировании запасов подземных вод сказывается на достоверности их оценки и определяют возможные экономические и экологические риски эксплуатации подземных вод. Выполненный отчёт о НИР «Научно-методическое сопровождение работ по обеспечению радиационной безопасности населения на территориях в местах применения ядерно-взрывных технологий в мирных целях» указывает на существование опасной неопределённости [2].

В отчёте представлено мнение специалистов-экспертов: продолжение эксплуатации Велижанского водозабора может привести к перераспределению потоков подземных вод и поступлению радиоактивной воды из центральной зоны взрыва к забоям эксплуатационных скважин. Таким образом, Велижанский водозабор – проблемный объект ввиду наличия природных и техногенных факторов, с возможностью поступления техногенных радионуклидов в питьевую воду [12]. Для выполнения особых условий для эксплуатации недр в районах МЯВ рекомендуются первоочередные мероприятия: регулярный радиоэкологический мониторинг, проектирование и реализация (фактическое оформление) специального горного отвода.

Библиографический список

1. Мирные ядерные взрывы в СССР: [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Мирные_ядерные_взрывы_в_СССР (дата обращения: 02.03.2016).
2. Научно-методическое сопровождение работ по обеспечению радиационной безопасности населения на территориях в местах применения ядерно-взрывных технологий в мирных целях: Отчёт о НИР. - ФБУН «Санкт-Петербургским НИИ Радиационной гигиены им. профессора П. В. Рамзаева». – СПб., 2012.
3. Регламент по организации и проведению реабилитации объектов подземных ядерных взрывов в мирных целях: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/Present12/Drogko.ppt>. (дата обращения: 02.03.2016).
4. Государственная программа Тюменской области «Основные направления недропользования и охраны окружающей среды» до 2020 года: [Электронный ресурс] – Режим доступа: admtyumen.ru/ogv_ru/about/ecology/eco_projects.htm. (дата обращения: 02.03.2016).
5. Карты состояния недр на территории России. СПб, Институт Геоэкологии РАН, НИЦ Гидрогеологии ГФ СПбГУ: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://hge.spbu.ru/?catid=51&id=681&Itemid=130&option=com_content&view=article. (дата обращения: 02.03.2016).
6. Карта эксплуатационных запасов подземных вод, их добычи и извлечения по субъектам РФ: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.geomonitoring.ru/arhiv_ib.html. (дата обращения: 02.03.2016).
7. Карта гидродинамического состояния подземных вод на территории РФ: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.geomonitoring.ru/arhiv_ib.html. (дата обращения: 02.03.2016).

8. Чопорняк, А. Б. Правовые проблемы экологической реабилитации объектов подземных ядерных взрывов: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.proatom.ru/modules.php?file=print&name=News&sid=1597>. (дата обращения: 02.03.2016).

9. Клюквин, А. Н., Ловчева, Е. С., Плотникова, Р. И. Концепция новой классификации эксплуатационных и прогнозных ресурсов подземных вод // Разведка и охрана недр. – 2006. – № 2. – С. 8-13.

10. Грицков, В. В. Об уточнении границ горных отводов // Электронный научно-информационный журнал «Маркшейдерское дело». – 2012. – № 2.

11. О состоянии недр на территории РФ в 2008 г. // Информационный бюллетень. – 2008. – Вып. 32. – С. 36-40.

12. Касаткин, В. В., Ильичёв, В. А., Камнев, Е. Н., Касаткин, А. В. Экспертная оценка радиационного риска объектов мирных ядерных взрывов (МЯВ) на основе выбранных эмпирических критериев // Горный журнал. – 2013. – № 3. – С. 196-201.

УДК 628.1

С. А. ГУЗЕЕВА, канд. биол. наук, доцент
кафедры техносферной безопасности;
И. И. ПЕЛИПЕНКО, студент

«ЖИВАЯ» И «МЕРТВАЯ» ЭЛЕКТРОЛИТНАЯ ВОДА. МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел.: +7 (3452) 43-07-29; эл. почта: bgd@tgasu.ru.

Ключевые слова: «живая» вода, «мертвая» вода, электрохимическая обработка, химические показатели воды, всхожесть семян.

В статье рассматриваются химические свойства электролитной воды и ее влияние на растительность.

Вода – ценнейший природный ресурс. Она играет исключительную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни. Потребности в воде огромны. Ежегодный расход воды на земном шаре по всем видам водоснабжения составляет около 3300-3500 м³. В русском фольклоре вода неразрывно связана с жизнью и смертью. Так, живая вода, по преданиям, могла оживлять мертвое тело. И зачастую использовалась наряду с мертвой водой, которая обладает возможностью залечивать раны.

В настоящее время существуют множество аппаратов для производства «живой» и «мертвой» воды. Нами был взят один из самых распространенных аппаратов под названием Милеста. Данная установка для получения «живой» и «мертвой» воды предназначена для приготовления в домашних условиях двух типов воды: католита так называемой щелочной, или «живой» воды и анолита так называемой кислотной, или «мертвой» воды.

В инструкции сказано, что в результате **катодной** электрохимической обработки вода приобретает щелочную реакцию, ее окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) резко понижается, возрастает концентрация водорода, уменьшается электропроводность.

При **анодной** электрохимической обработке кислотность воды увеличивается, окислительно-восстановительный потенциал возрастает. В результате увеличивается электропроводимость, уменьшается концентрация водорода, азота, изменяется структура воды.

Для изучения свойств полученной воды, нами были проведены следующие измерения: определение водородного показателя ионометрическим методом; определение общей минерализации воды кондуктометрическим методом; измерение жесткости воды.

Результаты исследований водородного показателя следующие: показатель рН питьевой воды находится в нейтральной среде, но в результате пропускания питьевой воды через прибор так называемая «живая» вода приобрела щелочную реакцию среды (показатель рН 9,65), а «мертвая» – кислотную (рН 3,3), что подтверждает заявленные изготовителем характеристики (рис. 1).

Результаты измерения общей минерализации воды (в соответствии с таблицей классификация вод по минерализации) показали, что «живую» воду можно отнести к категории воды с относительно повышенной минерализацией, а «мертвую воду» к категории солоноватых вод (рис. 2).

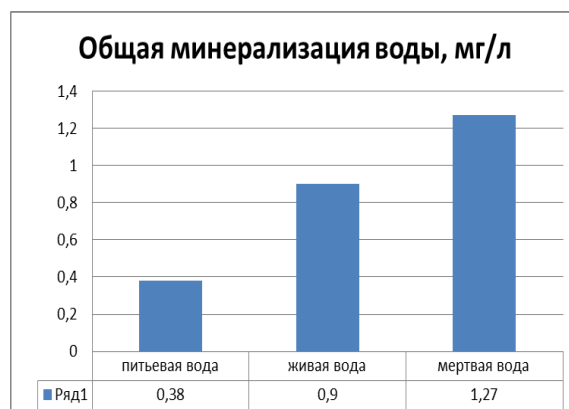
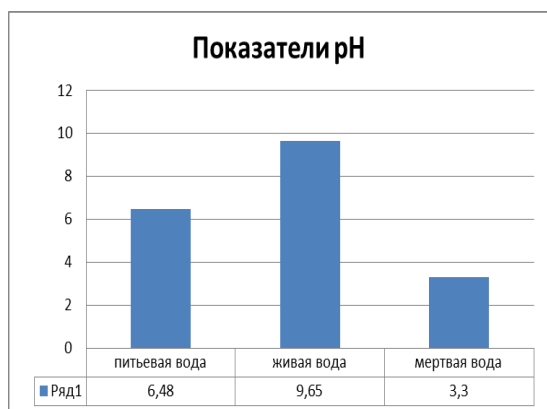


Рис. 1. Показатели кислотности воды

Рис. 2. Общая минерализация воды

В нашей работе мы определяли три вида жесткости воды: общую, карбонатную и некарбонатную.

Как видно из графика, при пропускании питьевой воды через аппарат Милеста, общая жесткость воды снижается, что свидетельствует о снижении растворенных в ней солей кальция и магния (рис. 3).



Рис. 3. Общая жесткость воды

Результаты измерения карбонатной жесткости воды показали, что наибольшее количество гидрокарбонатов и карбонатов кальция и магния находится в образце с «живой» водой. В образце с «мертвой» водой, карбонатная жесткость резко снижается в 6 раз по сравнению с питьевой водой (рис. 4, 5).



Рис. 4. Карбонатная жесткость воды

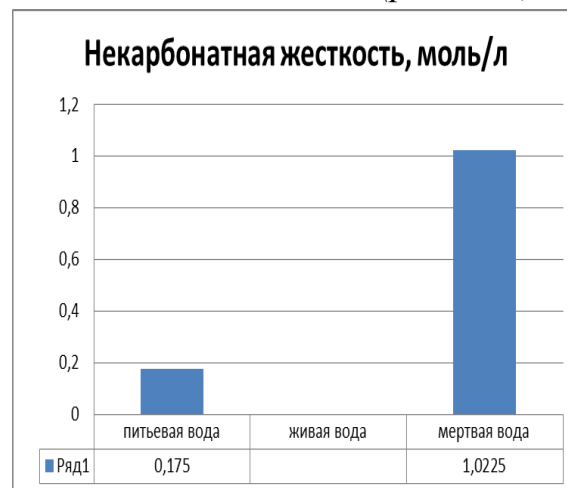


Рис. 5. Некарбонатная жесткость воды

Результаты измерения некарбонатной жесткости воды показали, что в «мертвой» воде жесткость больше в 5 раз по сравнению с питьевой водой. В ходе данной работы нам не удалось найти некарбонатную жесткость в живой воде. Это связано с тем, что карбонатная жесткость, как правило, меньше, чем обычная жесткость воды. Правда, наряду со щелочноземельными карбонатами существуют и такие карбонатные соединения, которые учитываются при замерах карбонатной жесткости, но не входят в общую жесткость. Если такого рода соединения содержится в воде в большом количестве, то это может привести к парадоксальной ситуации, когда карбонатная жесткость больше чем общая, что мы и получили в проведенном нами опыте.

Для исследования влияния разной воды на растения мы выбрали 2 вида злаковых культур: пшеница и ячмень, т. к. данные культуры являются наиболее распространенными (рис. 6, 7). Опыт проводился в летнее время. Образцы вы-

севались в горшки и росли при естественном освещении. Все наблюдения о ходе роста и развития растений записывались.



Рис. 6. Фото семян пшеницы



Рис. 7. Фото семян ячменя

На протяжении 10 дней, нами фиксировались количество всходов появившихся в результате полива разными типами воды. Более активно растения реагировали на полив «мертвой» водой, хотя особой разницы в количестве проростков мы не увидели. Так, к примеру, в последний день измерений у ячменя при поливе «мертвой» водой взошло 42 проростка, при поливе «живой» водой – 36 проростков, а при поливе питьевой водой – 32 проростка. Подобная закономерность наблюдается и при поливе пшеницы (рис. 8, 9).



Рис. 8. Влияние разных типов воды на всхожесть семян ячменя

На основании проделанной работы можно сделать вывод, что «живая» и «мертвая» вода никаких «волшебных» свойств не имеет. Все образцы культурных растений практически одинаково реагировали на любой тип воды, хотя необходимо отметить, что всхожесть семян пшеницы и ячменя в «мертвой» воде на 9% выше, чем в «живой» и питьевой воде.



Рис. 9. Влияние разных типов воды на всхожесть семян пшеницы

Таким образом, можно сделать вывод, что, несмотря на некоторую разницу в химических показателях между питьевой, «живой» и «мертвой» водах, растения реагируют одинаково на все типы воды. Миф о «живой» и «мертвой» это всего лишь рекламный трюк для продажи данных аппаратов.

УДК 556

Ю. Г. ДУНАЕВА, канд. ист. наук,
старший преподаватель

ВОДА КАК ГЛОБАЛЬНЫЙ РЕСУРС: ВОДНЫЕ СТРАТЕГИИ ООН

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», Россия, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб. д. 7-9, Тел.: +7-921-187-1527. эл. почта: julia.dunaeva@gmail.com.

Ключевые слова: «Синее золото», Глобальные цели человечества, кризис водных ресурсов, Водная стратегия ООН, водоинтенсивная экономика.

Пресную воду называют «синим золотом», она относится к самым важным ресурсам планеты наряду с энергией. Юбилейная 70-я Генеральная ассамблея ООН в 2015 г. сформулировала Глобальные цели человечества, среди которых названа проблема пресной воды.

Кризис пресной воды, или «синего золота», является частью кризиса естественной среды обитания в XXI веке и во многом спровоцирован деятельностью человека. Впервые в 2015 году ООН представила Доклад о состоянии водных ресурсов планеты под названием «Вода для устойчивого мира»: вода признана единственным ресурсом, с помощью которого можно решить основные глобальные проблемы (продовольственный, энергетический, экономиче-

ский, климатический кризис и кризис здравоохранения). «Обеспечить всеобщий и справедливый доступ к безопасной питьевой воде для всех», – так ООН сформулировала глобальную цель человечества на 2015-2030 годы [1].

Программа ООН по оценке водных ресурсов мира [2] координируется UNESCO и объединяет работу 28 участников механизма «ООН – водные ресурсы» [3]. В 2015 году Водная стратегия ООН [4] ставит цель не только обеспечить всех людей чистой водой, но и повысить санитарии и гигиену, уменьшить загрязнения и выбросы опасных химических материалов, сократить вдвое неочищенные сточные воды и организовать повторное использование воды во всем мире ради устойчивого развития человечества. Решение проблемы пресной воды на земле включает несколько этапов: оценка водных ресурсов мира, анализ фактических потребностей в воде, ее расходования, мониторинг управления водными ресурсами и разработка путей выхода из кризиса.

Оценка запасов чистой воды планеты неутешительна: пресная вода составляет 2,5 % от всех запасов земли, и только 1 % воды доступен, а остальная часть заморожена в ледниках. 7,3 миллиардов человек на Земле получают только 0,007 % всех водных запасов нашей планеты [4]. ООН поставила вопрос о ключевой роли воды в социальном и экономическом развитии и неотложном финансировании доступа к важнейшему ресурсу Земли.

Анализ потребностей пресной воды приводит к выводу, что проблема требует немедленного решения, поскольку к 2050 году в условиях возрастающей индустриализации спрос на воду вырастет на 55 % [4, с. 12]. В 1995 году острую нехватку воды испытывали 35 государств с общим населением 458 млн., в 2025 году эта цифра составит 48 стран с населением 2,8 млрд., а к 2050 году – 4 млрд. чел. в 54 государствах будут испытывать серьезные проблемы с пресной водой [5, с. 7]. Рост потребления воды человечеством растет в геометрической прогрессии: 50-е годы XX века – 1 млрд. куб. м в год, 80-е годы – 3-4 млрд. куб. м, 00-е годы XXI века – 5 млрд. куб. м, 10-е годы XXI века – более 6 млрд. куб. м в год [3].

Поскольку около 60% пресной воды используется на производстве, а темпы роста международной торговли за последние 30 лет составили 7% [6, с. 45], то государства-экспортеры водоинтенсивной экономики оказываются в очень уязвимом положении. Расходы воды составляют: для выпуска газеты – 700 литров, изготовления пластиковой бутылки – 300 литров, мойки автомобиля – 400 литров, приема ванны – 80-150 литров, туалета – 10-15 литров [7]. Катализаторами потребления воды, кроме глобальной экономики, являются рост населения, урбанизация, политика продуктовой и энергетической безопасности, развитие ирригационного сельского хозяйства, изменение глобального рациона питания и повышение качества жизни.

Управление водными ресурсами является стратегическим решением выхода из кризиса. Вопросы управления классифицируются по нескольким направлениями. Во-первых, необходимо сократить слив отходов с 2 млн тонн воды ежедневно, поскольку 1 литр сточных вод загрязняет 8 литров, а чайная ложка нефти – 100 литров питьевой воды [4]. Во-вторых, очистка воды улучшит здоровье людей, поскольку многие инфекции передаются через воду насекомыми и моллюсками (малярия, шистосомоз) или вызваны нехваткой воды (чесотка, трахома), доля заболеваний, вызванных грязной водой – 28%, от них в 2000 году умерло 2 213 000 человек, а 300 млн чел. серьезно заболели [4]. В XXI веке предстоит разорвать порочный круг «бедность – плохое водоснабжение – плохое здоровье».

Управление водными ресурсами неотделимо от *комплексного управления экосистемами*, в которую входят: разработка показателей качества воды, гидрологическая информация и оценка биоразнообразия. 60 процентов самых больших рек мира имеют гидротехнические сооружения, которые дают энергию и позволяют орошать поля, но одновременно уменьшают вылов рыбы, ухудшают качество воды, истощают грунтовые воды и изменяют экосистему в целом [7]. ВОЗ установила мировой норматив обеспечения чистой водой - 20 литров на человека в день в пределах 1 км от жилища [8], но достичь этого показателя в XXI веке пока не удалось. Несмотря на высокую степень урбанизации (48% мирового населения проживает в городах, а к 2030 году этот показатель вырастет до 60%) и наличие водопровода, именно города обладают высоким риском водоснабжения, что требует единого управления водными ресурсами для индустрии и быта. Так, в Австралии существуют официальные ограничения на использование воды (англ. water restrictions) в зависимости от сезона: запрет мыть машину из шланга (можно только из ведра), наполнять бассейны, поливать твёрдые поверхности (асфальт, бетон), поливать газоны с 10 до 16 часов и т.д. Интересы промышленников и жителей часто антагонистичны, что требует компромиссных решений на практике. Населенные пункты должны развиваться в гармонии с окружающими экосистемами и круговоротом воды.

Кризис в вопросе пресной воды влияет на глобальную проблему продовольствия. Ирригация в сельской экономике поглощает 70% всего сбора аграрного сектора, к 2030 году площадь орошаемых земель возрастет на 20 % , десять государств уже сейчас используют 40 % возобновляемой пресной воды для ирригации, среди них Мексика, Китай и Турция [4] . ФАО изучает вопрос об использовании грунтовых вод для искусственного орошения, но чрезмерное выкачивание водоносных горизонтов и загрязнение их агрохимикатами создают новый виток проблем – так, в США скорость отбора подземных вод в среднем на 25% выше, чем скорость их восстановления [9]. За последние 50 лет из-

влечение подземных вод утроилось, транснациональное приобретение земли за пределами национальной юрисдикции, в частности, в Африке, составляет более 70 млн. га в год, по сравнению с 15-20 млн. га в 2009 году [3]. ООН назвала данную проблему «бесшумной революцией».

Разработка путей выхода из кризиса ведется в нескольких направлениях, от внедрения новых технологий до создания нового типа потребления водных богатств, тесно связанного с концепцией устойчивого развития. На международном уровне осуществляются проекты снижения уязвимости и повышения сопротивляемости к стихийным бедствиям, связанным с водой. К новым технологиям относятся опреснительные установки в государствах Персидского залива, научное землепользование, прогнозирование природных катастроф (цунами, наводнений, землетрясений) и строительство природозащитных сооружений, профилактика засух и даже переселение сельских жителей.

Кризисные ситуации, сформулированные Всемирным форумом по водным ресурсам в 2000 году, в XXI веке не решены, к семи проблемам – здоровье, продукты, экология, канализация, рациональное управление и сотрудничество – добавилось еще четыре вызова – экономика, энергия, знания, доступность ресурсов. В будущем кризис пресной воды станет бедой не только Южной Азии и Африки – к 2070 году дефицит водных ресурсов коснется 44 млн. человек Центральной и Южной Европы [4]. Водный кризис ведет к снижению уровня жизни, ограничению возможностей, ухудшению здоровья, углубляет экономическое неравенство между странами, а также экономический разрыв между отраслями и регионами внутри стран. Только международное сотрудничество, взаимный обмен опытом, достижениями и статистикой позволит выполнить Глобальную цель ООН о доступной чистой пресной воде к 2030 году. Основное направление управления водными ресурсами – замена старых решений на отраслевой основе глобальными подходами, учитывающими множество аспектов в цепи развития, многочисленные риски и погрешности, издержки и выгоды с учетом долгосрочной цели – доступ к чистой пресной воде людям планеты.

Выводы:

1. В мире происходит признание важности и глобальности водных ресурсов, но ситуация с пресной водой характеризуется как кризисная. На ее решение направлены программы ООН, ЮНЕСКО, ФАО и других международных институтов;

2. В основе кризиса лежат *проблемы управления водными ресурсами*, поэтому он может быть разрешен людьми – на основе принципов справедливого роста, экологической устойчивости и международного сотрудничества;

3. Главное внимание следует обратить на комплексный подход к проблеме водных ресурсов: реабилитацию природных экосистем, теорию природ-

ной ренты, повышение эффективности водопользования, применение технологий утилизации и научный кругооборот;

4. Барьерами на пути решения проблем пресной воды являются инерция на уровне руководства, конкуренция между государствами, компаниями и бизнес-структурами, конфликт экологов и экономики рынка.

Библиографический список

1. The Global Goals For Sustainable Development. UN, 2015-2030 гг.: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.globalgoals.org/ru/> (дата обращения 07.03.2016).

2. World Water Assessment Programme (WWAP): [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/>. (дата обращения 08.03.2016).

3. UN-Water.: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.unwater.org/> (дата обращения 05.03.2016).

4. The UN World Water Development Report, 2015 г. Water for a Sustainable World (WWDR 2015): [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.unesco.org/new/en/loginarea/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2015-water-for-a-sustainable-world/> (дата обращения 08.03.2016).

5. Hinrichsen D., Tacio H., The Coming Freshwater Crisis is Already Here, 2011. P. 26: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/popwawa2.pdf> (дата обращения 07.03.2016).

6. WTO: World Trade Report, 2013 г.: [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/wtr13-2b_e.pdf. (дата обращения 06.03.2016).

7. The World Conservation Union, IUCN. (Международный союз по охране природы и природных ресурсов, МСОП): [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.iucn.org/what/global_programme/ (дата обращения 06.03.2016).

8. Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report. WHO/ UNICEF: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp2000.pdf. (дата обращения 06.03.2016).

9. World Resources Institute (WRI). (Институт мировых ресурсов США): [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.wri.org> (дата обращения 07.03.2016).

УДК 66.078.2

Е. А. ЕРОФЕЕВ, аспирант
кафедры водоснабжения и водоотведения;
В. В. МИРОНОВ, д-р техн. наук, профессор
кафедры водоснабжения и водоотведения

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗОВ ИЗ ВОЗДУХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ НИЗКОНАПОРНЫХ ВОДОТОКОВ

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел: +7 (922) 009-12-32; эл. почта: e.a.erofeev@mail.ru

Ключевые слова: кислород, способы разделения газов, гидроагрегат-преобразователь, возобновляемые источники энергии (ВИЭ), энергия низконапорного водотока.

В статье рассматривается гипотетический пример строительства кислородной станции на небольшом водотоке, а также сроки окупаемости данной технологии производства кислорода.

На сегодняшний день перспективным направлением является разработка технологий использования возобновляемых источников энергии [1]. Таких источников, как энергия солнца, энергия ветра, гидравлическая энергия (в которую входит энергия низконапорных водотоков), энергия приливов и отливов и волновая энергия, которая, в свою очередь, концентрирует в себе энергию ветра. Более подробно, с данными об энергоресурсах, можно познакомиться в статьях [1, 2]. Традиционные технологии, как правило, преобразуют возобновляемые источники энергии (ВИЭ) в электрическую энергию, с последующим применением в различных сферах деятельности человека.

Одним из направлений, где используется электрическая энергия, является производство технических газов методом короткоциклового адсорбции. Данный метод включает в себя следующие элементы, необходимые для производства технического газа, а именно кислорода или азота. В систему входят:

- компрессор, создающий повышение давления перед адсорбционной установкой в значении 6 атм.;
- ресивер, необходимый для выравнивания пульсаций и равномерной подачи сжатого воздуха на адсорбционную установку;
- осушители, предназначенные для удаления влаги из исходного воздуха;
- фильтры для удаления из воздуха взвешенных веществ;
- адсорбционную установку;
- дожимной компрессор;
- наполнительная рампа для кислородных баллонов.

После того, как воздух приобрел избыточное давление и прошёл предварительную подготовку, он направляется на адсорбер, заполненный цеолитом, в котором при увеличении давления и происходит процесс разделения воздуха на кислород и азот. Метод адсорбции достаточно подробно раскрыт в статье [3]. После того, как прошло разделение воздуха, кислород накапливается в ресивере, а азот сбрасывается в атмосферу. Затем кислород может направляться напрямую в технологическую схему предприятия или же на заправку в баллоны для транспортировки и продажи удалённому потребителю. Основную часть в себестоимости производства кислорода составляет стоимость электрической энергии, потребляемой первичным и дожимным компрессорами.

В данной статье рассматривается производство кислорода с использованием адсорбционной технологии с заменённым первичным компрессором, потребляющим электрическую энергию, на гидроагрегат-генератор пневматиче-

ской энергии. Данный гидроагрегат позволяет преобразовывать гидравлическую энергию водотока в энергию сжатого воздуха, что, в свою очередь, уменьшает эксплуатационные затраты (потребление электричества) и приводит к удешевлению процесса производства кислорода. Подробнее с принципом работы гидроагрегата-преобразователя можно познакомиться в статье [2].

Технико-экономическое обоснование рассматривалось на гипотетическом примере реки Пызеп (Удмуртская область, г. Глазов), выше по течению от места впадения в реку Чепца. Данное место было выбрано из-за близости к крупному потребителю технического кислорода – ООО «Глазовский завод «Химмаш». На этом месте размещаются гидроагрегаты-генераторы пневматической энергии в русле водотока, а на берегу – мобильная кислородная установка. Гидравлические характеристики реки Пызеп в месте расположения станции следующие: средний секундный расход воды – $7,8 \text{ м}^3/\text{с}$, напор перед гидроагрегатами – 2 м, количество гидроагрегатов – 4 шт. с диаметром 1,4 м, длиной 50 метров. Длина гидроагрегата была рассчитана с учетом времени пробега волны избыточного давления. Для создания прямого гидравлического удара, при котором избыточное давление принимает максимальные значения, требуется, чтобы время пробега волны было больше времени закрытия ударного клапана.

Камеры сжатия выполняются из стальных заглушек диаметром 400 мм, в основании которых устанавливаются силиконовые мембраны, осуществляющие возвратно-поступательные перемещения, а также сжатие воздуха под воздействием ударного давления, возникавшего в гидроагрегате под ними. Основные параметры, отвечающие за производительность гидроагрегата по воздуху, а в дальнейшем – по полученному кислороду, сведены в *таблицу 1*. Количество циклов рассчитано с учётом времени разгона жидкости от нулевой скорости до скорости, при которой срабатывает ударный клапан гидроагрегата, а также времени его закрытия.

Таблица 1

Выдаваемые параметры гидроагрегата

| Параметры гидроагрегата | Измеритель | Показатель | Показатель для 4-х гидроагрегатов |
|---|------------------------|------------|-----------------------------------|
| Камеры сжатия воздуха | шт | 60 | 240 |
| Количество циклов в час | | 297 | 1180 |
| Объём воздуха над мембранной камерой сжатия | м^3 | 0,00593 | |
| Плотность воздуха под камерами сжатия | $\text{кг}/\text{м}^3$ | 1,423 | |
| Производительность по воздуху | $\text{кг}/\text{ч}$ | 150,59 | 602,36 |
| Производительность по кислороду | $\text{кг}/\text{ч}$ | | 60,23 |
| Количество баллонов в час | шт | | 7,5 |

Для возможности реализации данной технологии были рассмотрены следующие капитальные затраты:

- проектирование земляной плотины и рабочих чертежей гидроагрегата преобразователя гидравлической энергии;
- приобретение мобильной кислородной установки с дожимным компрессором и наполнительной рампой, произведённой в заводских условиях.

Строительство и установка гидроагрегатов рассчитывалась из условия материалоёмкости гидроагрегатов. В эксплуатационные затраты вошли следующие показатели: текущий ремонт, фонд оплаты труда и электрическая энергия. Для возврата камер сжатия в исходное положение требуется создание давления воздуха над мембраной больше гидростатического давления жидкости под ней. Поэтому требуется дополнительный вентилятор, потребляющий электрическую энергию, или дополнительный гидроагрегат пневматической энергии меньших размеров. В примере рассмотрен дополнительный вентилятор. Для закачки кислорода дожимными компрессорами в баллоны требуется электрическая энергия. Полученные расчетные значения по капитальным и эксплуатационным затратам для рассматриваемого гипотетического примера сведены в *табл. 2*.

Таблица 2

Капитальные и эксплуатационные затраты

| Показатель | Измеритель, млн. руб |
|---|----------------------|
| Капитальные затраты | |
| Проектирование гидроагрегатов и обвязки кислородной станции | 5 |
| Мобильная адсорбционная установка с дожимным компрессором и наполнительной рампой | 9 |
| Гидроагрегаты | 2 |
| Земляные работы для создания земляной дамбы перед гидроагрегатами | 2,65 |
| Вентилятор | 0,1 |
| Эксплуатационные затраты | |
| Электроэнергия | 0,3 |
| Фонд оплаты труда | 2,4 |
| Текущий ремонт | 0,2 |

Прибыль рассчитывалась с учетом налоговых сборов, а также полноценной реализации всего объёма кислорода, произведённого на кислородной станции. Расчетное время работы станции составляет 22,5 часа в сутки, остальное время тратится на смену баллонов в наполнительных рампах. В *табл. 3* представлена чистая прибыль из учета стоимости одного кислородного баллона.

На сегодняшний день цена продажи одного кислородного баллона, произведенного по классической схеме с использованием электрической энергии, объёмом 40 литров, позволяющим закачать в него 6 м³ кислорода с давлением 150 атм., составляет 205 руб. с учетом НДС. При преобразовании гидравлической энергии в пневматическую уменьшаются эксплуатационные затраты производства кислорода из воздуха.

Чистая прибыль и срок окупаемости технологии

| Показатель | Цена продажи одного баллона в руб. с учетом НДС | | | |
|---|---|------|------|------|
| | 150 | 180 | 205 | 220 |
| Чистая прибыль от продажи кислорода в год, млн. руб | 4,29 | 5,52 | 6,58 | 7,14 |
| Срок окупаемости технологии, год | 4,3 | 3,4 | 2,89 | 2,6 |

По полученным расчетным данным можно сделать вывод, что эта технология является перспективной и нуждается в развитии, внедрении инновационных технологических решений и интеграции в современное производство.

Библиографический список

1. Безруких, П. П. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России: монография / П. П. Безруких, Ю. Д. Арбузов, Г. А. Борисов и др. – СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет, 2002. – С. 314
2. Миронов, В. В. Энергетические ресурсы в XXI веке: энергия малых водотоков и инновационная технология её преобразования / В. В. Миронов, Ю. А. Иванюшин, Е. А. Ерофеев // Вестник Тюменского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 1. – С. 70-74
3. Акулов, А. К. Особенности процессов в установках адсорбционного разделения воздуха / А. К. Акулов // Технические газы. – 2007. – № 7. – С. 31-34.

УДК 628.16 + 628.174

А. Г. ЖУЛИН, канд. техн. наук, доцент
кафедры водоснабжения и водоотведения;
О. В. СИДОРЕНКО, канд. техн. наук, доцент
кафедры водоснабжения и водоотведения;
М. С. ПРИКАЩИКОВА, студент

**ВЫЯВЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА НАЛЕТА НА ДНЕ
И СТЕНКАХ ПЛАВАТЕЛЬНОГО БАССЕЙНА СК «ЗОДЧИЙ» И
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел.: +7 (3452) 43-45-35; эл. почта: zkafviv@tgasu.ru.

Ключевые слова: плавательный бассейн, осадок – налёт, железо, марганец, вторичные загрязнения

В статье представлены результаты исследований качественных показателей воды плавательного бассейна СК «Зодчий» и осадка, образующегося на его стенках. Проведено сравнение эффективности снижения концентрации железа и марганца в воде при обработке различными окислителями.

Нормативные документы по эксплуатации плавательных бассейнов предусматривают поддержание санитарно-гигиенических показателей качества

воды осуществлять непрерывным водообменном с обязательным наличием обеззараживающего компонента [1]. С экономической точки зрения плавательные бассейны городских структур, как правило, наполнение объёмов осуществляют отбором воды из городской сети хозяйственно-питьевого водоснабжения, и в дальнейшем, забирая минимальные объёмы, поддержание требуемого санитарного состояния осуществляют с применением оборотной схемы, включающей удаление механических, биологических и части органических примесей с непрерывным обеззараживанием [2].

Вода водопроводной городской сети, соответствует требованиям СанПиН [3], в некоторых случаях может в силу малой внешней проточности в бассейне и относительно высокой испаряемости накапливать растворимые и малорастворимые примеси с переходом их в нерастворимые формы.

Качественная характеристика водопроводной воды и плавательного бассейна ТюмГАСУ по содержанию железа и марганца в летний период представлена в *таблице 1*, но несмотря на малые содержания Fe и Mn в оборотной воде, на стенках бассейна образуется налёт темного цвета.

Таблица 1

Качественная характеристика водопроводной воды и плавательного бассейна ТюмГАСУ по содержанию железа и марганца

| Место отбора проб | Fe, мг/дм ³ | | Mn, мг/дм ³ |
|-------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|
| | Общее | Общее с комплексным | |
| Водопровод | 0,48 | 0,74 | 0,16 |
| Чаша бассейна | 0,04 | 0,11 | 0,04 |
| Перелив с бассейна | 0,04 | 0,16 | 0,06 |
| Оборотная после очистки | 0,02 | 0,12 | 0,093 |

Для установления возможного состава отложений с плиток бассейна был снят осадок-налёт [4, 5]. Возможный состав осадка был соотнесён с компонентами воды, поступающей из наружной сети городского водопровода. Анализ состава проведен после перевода части осадка в растворимую форму, и затем содержание компонентов было отнесено к 1 кг сухого вещества, результаты анализа осадка приведены в *таблицах 2 и 3*.

Таблица 2

Результаты анализа осадка (расчет на 1 кг сухого вещества)

| Место отбора проб | Единицы измерения | Результаты | | Метод испытаний (ссылка на НД) |
|-------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------|
| | | Водорастворимая форма | Нерастворимая форма | |
| Железо | | | | |
| Осадок | мг/кг | 1150 | 278700 | ГОСТ 4011-72 |
| Марганец | | | | |
| Осадок | мг/кг | 2880 | 696200 | ГОСТ 4974-72 |

Основными компонентами, составляющими осадок, являются марганец $\approx 70\%$ и железо $\approx 28\%$.

Проведен анализ воды из водопроводной сети, отобранной в отсутствие предшествующей проточности, на наличие железа, марганца и остаточного алюминия. Содержание марганца в воде [5], при наличии в ней остаточного алюминия $0,09 \text{ мг/дм}^3$, отобранной из непроточного участка диаметром 15 мм, в зависимости от продолжительности сброса даны в *таблице 4*.

Активизация забора воды ведет к изменению остаточных содержаний по железу в сторону уменьшения ($2,5 - 0,3 \text{ мг/дм}^3$), по марганцу ($0,24 - 0,08 \text{ мг/дм}^3$) и увеличению остаточного алюминия ($0,09 - 0,12 \text{ мг/дм}^3$).

Таблица 3

Результаты анализа осадка

| Показатели | Результаты | Метод испытаний (ссылка на НД) |
|------------|------------------------------|--------------------------------|
| | Водорастворимая форма, мг/кг | |
| Катионы | | |
| Аммоний | 1178 | ПНД Ф 14.1:2:4.167-2000 |
| Барий | н/о | |
| Калий | 322 | |
| Кальций | 2847 | |
| Литий | н/о | |
| Магний | 676 | |
| Натрий | 2374 | |
| Стронций | н/о | |
| Анионы | | |
| Нитрат | н/о | ПНД Ф 14.1:2:4.157-99 |
| Нитрит | н/о | |
| Сульфат | 6970 | |
| Фосфат | 2488 | |
| Фторид | н/о | |
| Хлорид | 3753 | |

Таблица 4

Содержание марганца в воде

| № п/п | Компонент состава воды, мг/дм ³ | Продолжительность протока, мин | | |
|-------|--|--------------------------------|------|----------|
| | | 0 | 5 | ∞ |
| 1 | Mn | 0,24 | 0,11 | 0,08 |
| 2 | Fe | 2,50 | 2 | 0,3 |

В первых порциях исходной воды, отобранной из трубы, наблюдаются темные и белые неплотные включения лоскутного типа, относительно медленно оседающие (с плотность выше плотности воды).

В лаборатории кафедры водоснабжения и водоотведения на лабораторном фильтре диаметром 0,06 м, загруженного кварцевым песком фракциями 0,5

– 1 мм (соответствующими нагрузке фильтров плавательного бассейна) с высотой слоя 0,12 м, при скорости фильтрования воды 5-7 м/ч, проведены исследования по изменению качества воды при простом фильтровании исходной водопроводной воды и после ее обработки реагентами – гипохлоритом натрия, перманганатом калия, сернокислым алюминием [6].

Таблица 5 иллюстрирует изменения содержания примесей (цветности, мутности) в отсутствие ввода реагентов при фильтровании водопроводной (исходной) воды на фильтре – показатели снижаются на 31 и 56%, соответственно.

Таблица 5

Изменения содержания примесей в отсутствие ввода реагентов при фильтровании водопроводной воды на фильтре

| Продолжительность фильтрования, ч | Цветность, градус ПКШ | Мутность, мг/дм ³ |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 0 (исходная) | 45 | 1,02 |
| 0,5 | 37 | 0,58 |
| 1,0 | 31 | 0,45 |
| 1,5 | 31 | 0,45 |

Непосредственный ввод сернокислого алюминия (залповый ввод [7]) перед пропуском воды через фильтр показал, что количественное изменение мутности и цветности не существенно.

Изменения качественных показателей (цветности, мутности, Fe, Mn) водопроводной воды, имеющей рН = 6,5 – 6,7, при вводе гипохлорита натрия с дозой 0,5 – 1,0 мг/дм³ приведены в таблице 6, эффективность снижения показателей составила 60 – 63 %.

Таблица 6

Изменения качественных показателей водопроводной воды при вводе гипохлорита натрия

| Пробы | Цветность, градус ПКШ | Мутность, мг/ дм ³ | Fe, мг/дм ³ | Mn, мг/дм ³ |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|
| Водопроводная вода / фильтрат | 38,53 | 0,68 | 0,3 | 0,45 |
| 1 | 14,93 | 0,325 | 0,2 | 0,24 |
| 2 | 14,84 | 0,27 | | 0,20 |
| 3 | 14,45 | 0,23 | | 0,18 |

Результаты исследования изменения содержания (цветности, мутности, Fe, Mn) исходной воды при дозе перманганата калия 1,5 мг/дм³ в процессе ее фильтрования со скоростью 5 – 7 м/ч, приведены в таблице 7.

При снижении цветности, мутности и концентрации марганца на 67, 80,5, 75,2 %, содержание железа снизилось незначительно – на 28,3 %.

После залпового ввода сернокислого алюминия в воду, обработанную перманганатом калия, наблюдается значительное уменьшение концентрации железа, в то время как остальные показатели изменились незначительно.

Таблица 7

Результаты исследования изменения содержания исходной воды

| Пробы | Цветность, градус ПКШ | Мутность, мг/ дм ³ | Fe, мг/дм ³ | Mn, мг/дм ³ |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|
| Водопроводная вода / фильтрат | 45,62 | 1,18 | 0,46 | 0,42 |
| 1 | 43,18 | 0,88 | 0,34 | 0,164 |
| 2 | 39,67 | 0,81 | 0,33 | 0,123 |
| 3 | 36,76 | 0,61 | 0,33 | 0,104 |

Изменение цветности воды в процессе фильтрования с добавлением реагентов и без них представлено на *рисунке 1*.

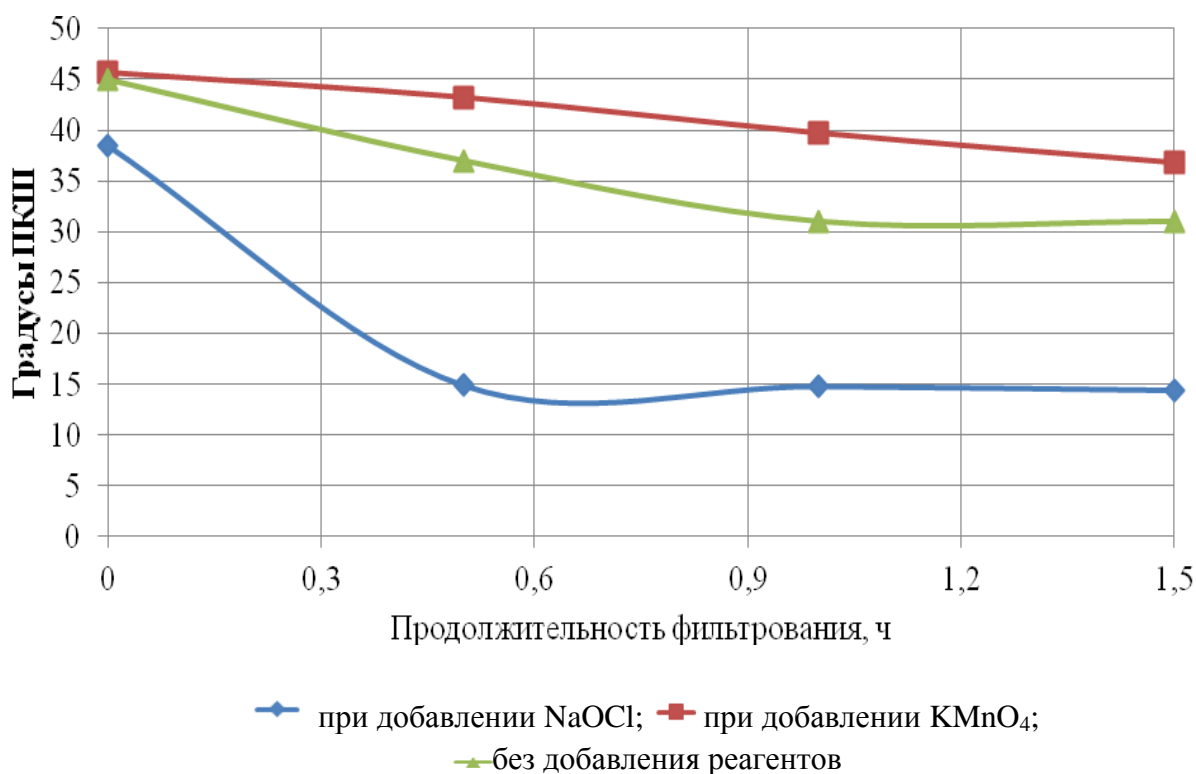


Рис. 1. Изменение цветности воды в процессе ее фильтрования при обработке реагентами и без реагентов

Эффективность снижения содержания Mn и Fe в воде, обработанной перманганатом калия и гипохлоритом натрия, с последующим фильтрованием представлена на *рисунке 2*.

Выводы и рекомендации:

– качественные показатели водопроводной воды (Fe, Mn, цветность, мутность), обработанной гипохлоритом натрия или перманганатом калия, в достаточной степени изменяются в процессе фильтрования, что позволяет уменьшить концентрацию компонентов, способствующих образованию налета на плитке плавательного бассейна;

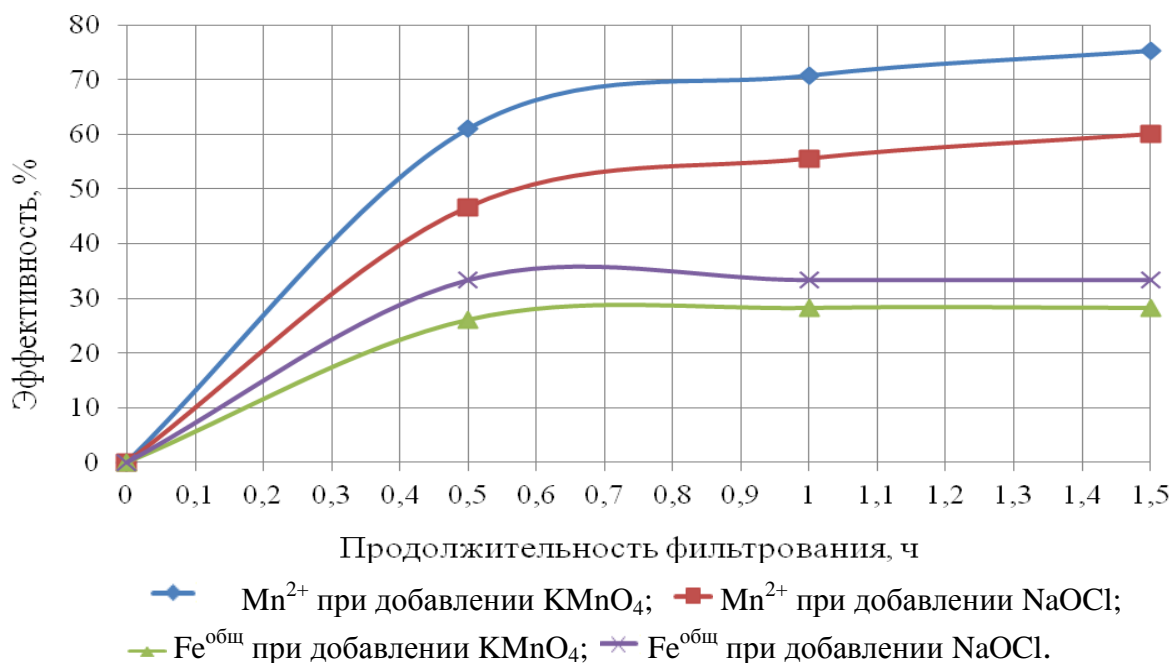


Рис. 2. Эффективность снижения содержания марганца и железа в воде при фильтрации

– на входе водопроводной воды в систему бассейна рекомендуется установка буферного механического фильтра диаметром 2,0 м, с вводом окислителя (гипохлорита натрия с дозой 1,0 – 3,0 мг/дм³ – в зависимости от сезона) в месте, обеспечивающем смешение и контакт (протяжённый участок трубопровода или контактный резервуар) до её поступления на фильтр, с целью: устранения вторичных загрязнений, образующихся в трубопроводе в отсутствии постоянной проточности некоторых участков ввода и снижения содержания трудноустраняемых примесей.

Библиографический список

1. СанПиН 2.1.2.1188-03 «Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества» – М.: Минздрав РФ, 2003. – 15 с.
2. Кедров, В. С. Водоснабжение и водоотведение плавательных бассейнов / В.С. Кедров, Г.Г.Рудзкий. 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: Стройиздат, 1991. – 160 с.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М., 2000. – 54 с.
4. ГОСТ 31862-2012. Вода питьевая. Отбор проб. – М.: Стандартинформ, 2013. – 15 с.
5. ГОСТ 4974-2014. Вода питьевая. Определение содержания марганца фотометрическими методами. – М: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 20 с.
6. Николадзе, Г. И. Улучшение качества подземных вод. – М.: Стройиздат, 1987. – 240 с.
7. Жулин, А. Г., Елизарова, О. Д. Влияние способа дозирования на процессы коагуляции сапропеля // Сборник научных трудов SWorld. Материалы МНПК «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании». – Одесса: Куприенко, 2012. – Вып. 4. – Т. 48. – С. 47-53.

А. А. ЗАГОРСКАЯ, старший преподаватель
кафедры техносферной безопасности;
Л. А. ПИМНЕВА, д-р с-х наук, профессор
кафедры общей и специальной химии

ОПТИМИЗАЦИЯ ДОЗИРОВАНИЯ КОАГУЛЯНТА ПРИ ОЧИСТКЕ МАЛОМУТНЫХ ВЫСОКОЦВЕТНЫХ ПРИРОДНЫХ ВОД

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел.: +7 (3452) 43-07-29; эл. почта: bgd@tgasu.ru.

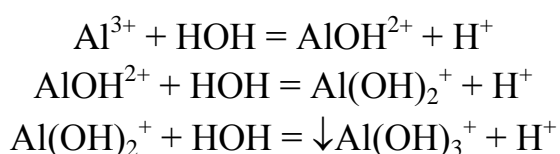
Ключевые слова: коагулянт, коагуляция, оптимизация.

В статье рассмотрена возможность интенсификации процессов коагуляции путем оптимизации процесса дозирования коагулянта при отстаивании и фильтрации природных высокоцветных и маломутных вод Тюменского региона. Исследована зависимость дозы коагулянта от температуры природной воды на действующей водоочистной станции г. Тюмени.

Качество природных вод большинства поверхностных водоисточников Тюмени и Тюменской области характеризуется малой мутностью, высокой цветностью и окисляемостью, а также низкими температурами природных вод большую часть года [1]. Поэтому их очистка сопряжена с перерасходом коагулянта, что в свою очередь приводит к увеличению объемов осадков отстойников и количества промывных вод. Проблемы утилизации отходов водоочистных станций чрезвычайно актуальны для Тюмени и Тюменской области [2]. Одним из вариантов минимизации образующихся при отстаивании природных вод осадков является оптимизация процессов дозирования реагентов.

Общая характеристика процессов очистки Туринской воды приведена [3]. По существующим нормативам [4] дозы коагулянта определяются пробным коагулированием, проводимым 2 раза в год. Доза коагулянта не меняется в течение длительного периода (до следующего пробного коагулирования) и, практически, не учитывает изменение качества воды в водоисточнике. Все вышеперечисленное и приводит к перерасходу реагентов.

Обработка воды коагулированием производится добавлением сернокислого алюминия $Al_2(SO_4)_3$, гидролизующимся поэтапно с образованием следующих соединений:



В общем случае скорость коагуляции системы зависит от концентрации электролита, определяющей степень устойчивости частиц и эффективности их

взаимных столкновений. Согласно теории Смолуховского[5], скорость коагуляции зависит от начальной концентрации частиц, интенсивности Броуновского движения и радиуса действия сил притяжения. Общее интегральное уравнение необратимой коагуляции имеет вид:

$$\frac{\partial \rho(V, \tau)}{\partial \tau} = \frac{1}{2} \int_0^V A(\omega, V - \omega) \rho(\omega, \tau) \rho(V - \omega, \tau) d\omega - \rho(V, \tau) \int_0^{\infty} A(V, \omega) \rho(\omega, \tau) d\omega \quad (1)$$

где $\rho(\omega, \tau)$ - плотность распределения частиц относительно их объема V ,
 $A(V - \omega)$ - коэффициент, выражающий зависимость частоты столкновений частиц от их объемов V и ω .

При броуновском движении

$$A(V, \omega) = \frac{2\kappa T}{3\eta} \left[\left(\frac{V}{\omega} \right)^{\frac{1}{3}} + \left(\frac{\omega}{V} \right)^{\frac{1}{3}} + 2 \right] \quad (2)$$

Из уравнения 2 видно, что существует прямая зависимость между температурой T , числом столкновения частиц и скоростью протекания коагуляции.

Проведенные исследования рассматривали изменение дозы коагулянта в течение сезона в зависимости от изменения температуры и качества природных вод. Для исследования использовалась вода реки Туры, забираемая в створе строительного университета. Забираемая для исследования вода характеризуется следующими показателями: окисляемость – 37-73 мгО₂/л, мутность – 12-24 мг/л, цветность – 100-120⁰. Доза ПАА принята постоянной (1 мг/л). Дозы коагулянта – 50-70 мг/л. Обработка воды проводилась при температурах 10-14⁰С и 2-6⁰С. Отбор проб проводился в соответствии с [6, 7].

Для описания изменения дозы коагулянта от температуры предлагаются простейшие полуэмпирические зависимости вида:

$$D = \beta T^k C_1^a C_2^b C_3^n \quad (3)$$

где T – температура воды, ⁰С;

D – доза коагулянта, мг/л;

β – безразмерный коэффициент;

C_1 – исходное количество взвешенных веществ, мг/л;

C_2 – исходное количество цветности, градусы;

C_3 – исходное количество окисляемости, мгО₂/л;

a, b, k, n – показатели степени, определяемые опытным путем.

Качество исследуемой воды приведено в *таблице 1*, выходные показатели качества очищенных вод при постоянных дозах реагента приведены в *таблице 2*.

Таблица 1

Эксплуатационные показатели качества воды в реке Тура

| Исходное качество воды | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------|--|
| Окисляемость, мг/дм ³ | Мутность, мг/дм ³ | Цветность, градусы | T ⁰ C | Доза коагулянта, мг/дм ³ |
| 25,3 | 11,6 | 130 | 12 | 50 |
| 14,8 | 5,6 | 90 | 8 | 50 |
| 29,4 | 22 | 110 | 6 | 70 |
| 28,5 | 7 | 140 | 4 | 70 |
| 22,4 | 2,56 | 110 | 4 | 70 |
| 12,3 | 2,33 | 60 | 4 | 70 |
| 7,1 | 1,72 | 30 | 4 | 70 |
| 8,1 | 1,16 | 25 | 5 | 70 |
| 8,3 | 1,4 | 25 | 6 | 50 |
| 13,2 | 1,63 | 30 | 8 | 50 |
| 12,4 | 35 | 45 | 15 | 50 |
| 23,7 | 28 | 100 | 17 | 50 |

Таблица 2

Качество воды на Метелевских водопроводных очистных сооружениях
после очистки

| Качество воды после очистки. | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------|--|
| Окисляемость, мг/дм ³ | Мутность, мг/дм ³ | Цветность, градусы | T ⁰ C | Доза коагулянта, мг/дм ³ |
| 6,86 | 0,84 | 20 | 12 | 50 |
| 5,2 | 0,23 | 20 | 8 | 50 |
| 8,2 | 0,99 | 20 | 6 | 70 |
| 6,88 | 0,47 | 20 | 4 | 70 |
| 5,78 | 0,33 | 15 | 4 | 70 |
| 4,1 | 0,23 | 15 | 4 | 70 |
| 2,1 | 0,33 | 10 | 4 | 70 |
| 4,5 | 0,2 | 10 | 5 | 70 |
| 4,9 | 0,23 | 10 | 6 | 50 |
| 6,22 | 0,33 | 10 | 8 | 50 |
| 3,6 | 1,3 | 10 | 15 | 50 |
| 7,01 | 1,16 | 15 | 17 | 50 |

Эффекты очистки, наблюдаемые при постоянных дозах реагентов, для различных эксплуатационных показателей приведены на *рисунке 1*.

Моделирование процессов коагулирования проводилось с сохранением наблюдаемых эффектов очистки на действующих водопроводных очистных сооружениях. Результаты исследования приведены в *таблице 3*.

Сравнение модельных и реальных эффектов очистки приведено на *рисунке 2*. Проверка по критерию Фишера показала, что математические модели адекватны эксперименту.

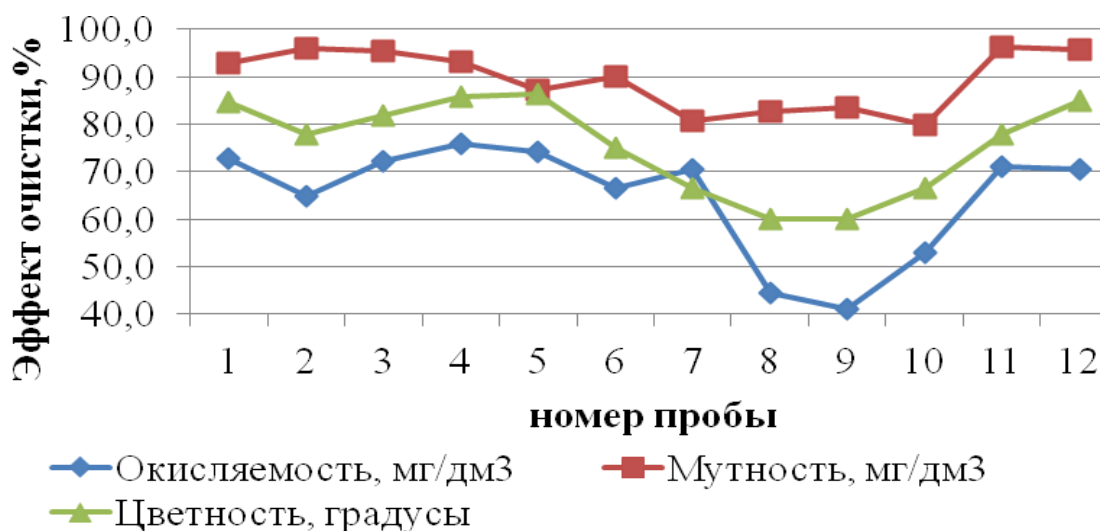
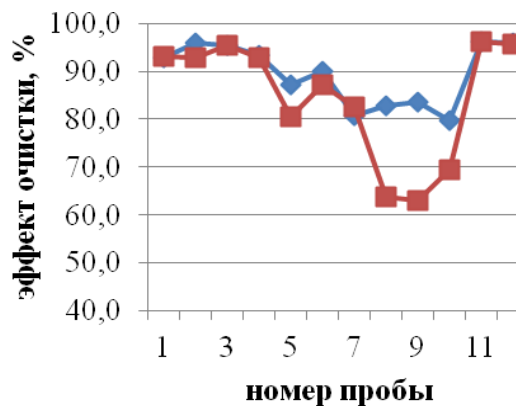
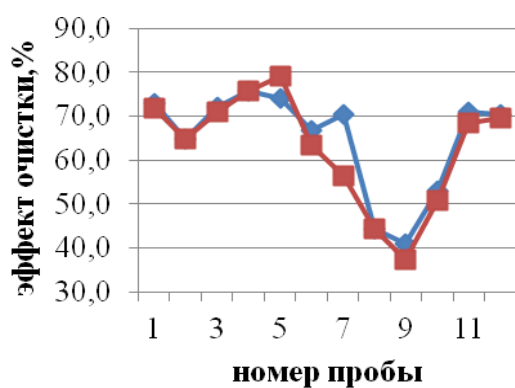


Рис. 1. Изменение эффектов очистки на Метелевских водопроводных очистных сооружениях

Таблица 3

Расчетные значения доз коагулянта

| Качество воды после очистки. | | | | |
|------------------------------|----------------|--------------------|------------------|-----------------------|
| Окисляемость, мг/л | Мутность, мг/л | Цветность, градусы | T ⁰ C | Доза коагулянта, мг/л |
| 7,1 | 0,8 | 20 | 12 | 46 |
| 5,2 | 0,4 | 20 | 8 | 42 |
| 8,5 | 1 | 20 | 6 | 45 |
| 6,9 | 0,5 | 20 | 4 | 62 |
| 4,7 | 0,5 | 15 | 4 | 60 |
| 4,5 | 0,3 | 15 | 4 | 58 |
| 3,1 | 0,3 | 12 | 4 | 52 |
| 4,5 | 0,42 | 12 | 5 | 55 |
| 5,2 | 0,52 | 12 | 6 | 46 |
| 6,5 | 0,5 | 12 | 8 | 44 |
| 3,9 | 1,3 | 15 | 15 | 43 |
| 7,2 | 1,2 | 15 | 17 | 45 |

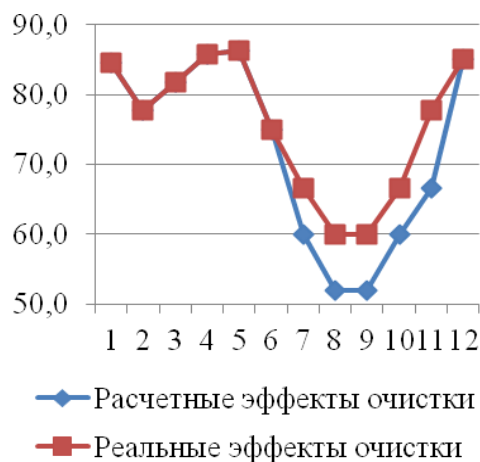


— Реальные эффекты очистки
— Расчетные эффекты очистки

— Реальные эффекты очистки
— Расчетные эффекты очистки

а

б



В

Рис. 2. Сравнение модельных эффектов очистки с наблюдаемыми на Метелевских водопроводных очистных сооружениях: (а) – окисляемость, б) – мутность, в) – цветность)

Результат проведенных опытов показал, что в зимний период доза коагулянта может быть снижена до 62 мг/л, а в летний период – до 46 мг/л.

С использованием математического моделирования и микропроцессорной техники возможно более гибкое дозирование реагентов, учитывающее суточные и сезонные колебания качества воды в водоемах.

Применение практических моделей позволяет снижать затраты на материалы и реагенты, что в конечном итоге приводит к снижению себестоимости очистки воды. Кроме того, уменьшение расхода коагулянта, приводит к сокращению количества образующихся осадков, все это ведет за собой улучшение качества питьевой воды.

Библиографический список

1. Пимнева, Л. А., Загорская, А. А. Оптимизация процессов коагуляции водопроводных очистных сооружений тюменского региона // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2. – С. 104.
2. Максимова, С. В., Пешева, А. В., Зосуль, О. И., Коева, А. Ю., Настенко, А. О. Очистка и утилизация промывных вод скорых фильтров водопроводных станций на реках Западно-Сибирской равнины // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – С. 204.
3. Турнаева, Е. А., Сидоренко, О. В., Прикащикова, М. С., Турнова, М. Н. Изменение качественных характеристик воды в результате вторичного загрязнения в водопроводных сетях города Тюмени // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 12-1. – С. 53-57.
4. Пособие по проектированию сооружений для очистки и подготовки воды (к СНиП 2.04.02-84). – М.: НИИ КВОВ АКХ им. К. Д. Памфилова, 1985.
5. Справочник химика. – М.: Химия и химическая технология, 2014. – 396 с.
6. ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества. – М.: Изд-во стандартов, 1998.
7. ГОСТ Р 51593-2000 Вода питьевая. Отбор проб. – М.: Изд-во стандартов, 2000.

С. В. КИТАЕВ, д-р техн. наук, профессор
кафедры транспорта и хранения нефти и газа;
Н. Г. ПОЛЯКОВА, ассистент
вафедры водоснабжения и водоотведения

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ КОНДЕНСАТА НА ГАЗОВЫХ ПРОМЫСЛАХ

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Россия, 45062, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1; Тел.: +7 (347) 242-07-13; эл. почта: svkitaev@mail.ru, png91@inbox.ru.

Ключевые слова: газовый промысел, насосная установка, расход конденсата, эффективность работы, частотно-регулируемый привод

В работе произведен анализ эффективности эксплуатации насосной установки для откачки конденсата на газовом промысле, получены рекомендации по повышению эффективности работы насосных агрегатов с учетом фактических режимов при откачке конденсата из дренажной емкости.

Месторождения природного газа сконцентрированы в основном в Северных регионах Российской Федерации. Газовые промыслы (ГП) предназначены для добычи и сбора газа с площади месторождения, а также обработки газа и конденсата с целью подготовки их дальнейшему транспортированию. Эффективность эксплуатации газового промысла определяется рациональной работой, как основного, так и вспомогательного оборудования.

Для временного хранения конденсата в процессе его подготовки на газовых промыслах используются подземные емкости ЕП-12,5 м³. Для откачки конденсата из емкостей ЕП-12,5 м³ предусмотрена линия возврата конденсата в парк промежуточных технологических емкостей.

Для перекачки конденсата на насосной установке используются три типа насосов: ПС - 200/700 – Н-501-1, 2; ПС - 168,5/435 – Н501-3, 4 (нефтяной, с плоским разъемом корпуса, секционный); ГДМ 10.04 – Н-501-5, 6 (гидродинамический).

Целью работы являлось повышение эффективности эксплуатации насосной установки для откачки конденсата с учетом фактических данных эксплуатации оборудования. На *рис. 1* приведена динамика изменения расхода конденсата за период откачки для одного из промыслов Уренгойского месторождения природного газа. Из анализа данных по перекачке (*рис. 1*) следует, что расход конденсата варьируется в пределах 226,6-303,3 м³/час. Такие объемы перекачки могут обеспечить два насоса работающих по схеме в «параллель».

С целью определения эффективности работы насосов были проведены обследования. На момент проведения обследований в работе находились насосы Н501-2 и Н501-3.

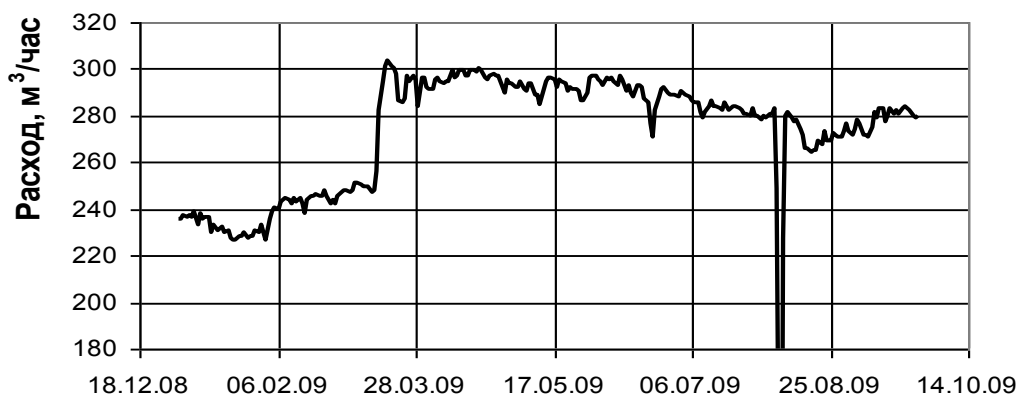


Рис. 1. Динамика изменения расхода конденсата

Из номинальной производительности насосов следует, что один насос не обеспечит перекачку в необходимых объемах, а при работе двух насосов по схеме в «параллель» потребуется регулирование их работы. На насосной установке регулирование предусмотрено путем перепуска части конденсата с выхода на вход насосов по байпасной линии. На *рисунке 2* приведена схема работы насосной конденсата.

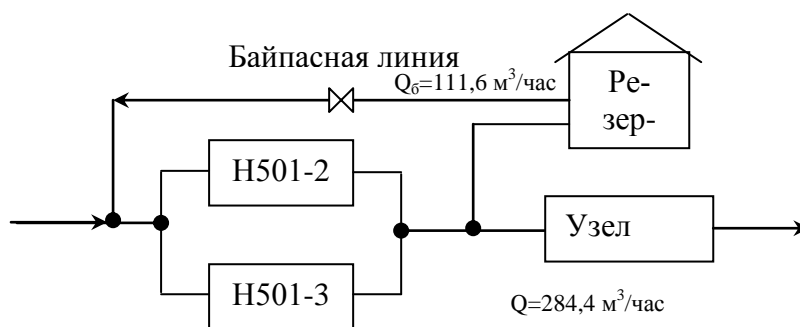


Рис. 2. Схема работы насосной установки

Байпасная линия имеет регулирующий клапан и подключенный резервуар. На момент проведения обследований в линию подавалось $Q_{\text{лин}}=284,4 \text{ м}^3/\text{час}$, расход конденсата через насосную установку составил $Q_{\text{уст}}=396 \text{ м}^3/\text{час}$ (определено экспериментальным путем при полном закрытии регулирующего клапана). На вход насосной установки по байпасной линии перепускалось $Q_{\text{байп}}=111,6 \text{ м}^3/\text{час}$.

Регулирование с помощью байпасирования является неэкономичным способом регулирования и приводит к значительному перерасходу электриче-

ской энергии на привод насосов. С целью снижения энергозатрат при работе насосной установки откачки конденсата рассмотрим различные возможные энергосберегающие мероприятия.

Допущения при разработке энергосберегающих мероприятий:

1) Годовой расход конденсата варьируется в пределах 226,6-303,3 м³/час.

2) Насосы при работе в «параллель» могут работать эффективно только при условии, что они имеют одинаковый напор или, в крайнем случае, с незначительно изменяющимися характеристиками.

Для синхронизации работы насосов рассматривались варианты:

- замены рабочих колес насосов на колеса меньшего диаметра;
- применение частотно-регулируемого привода.

Расчеты производились в соответствии с методиками [1, 2, 3].

В *таблице 1* приведены энергосберегающие мероприятия при эксплуатации насосных установок. В таблице 1 приняты следующие обозначения: **N** - порядковый номер; **M** – идентификатор энергосберегающего мероприятия; **S** – схема включения насосов; **Q_б** [м³/час] – расход конденсата через байпас; **W_з** [кВт·ч/м³] – удельный расход электроэнергии; **Э** [тыс.руб.] – экономический эффект.

Таблица 1

Энергосберегающие мероприятия при эксплуатации насосных установок

| N | M | S | Q_б [м ³ /час] | W_з [кВт·ч/м ³] | Э [тыс. руб.] |
|----------|---|--|---|---|----------------------------|
| 1 | Оптимизация способов эксплуатации установленного оборудования | H501-3, 4 (ПС-168,5/435) - работа в «параллель» H501-1,2,5,6 – в резерве | 95,6 | 1,39 | 3630,8 |
| 2 | Установка ЧРП на насосы H501-3, 4 (ПС-168,5/435) | H501-3, 4 – работа в «параллель» H501-1,2,5,6 – в резерве | 0 | 1,08 | 5007,3 |
| 3 | H501-1 - замена рабочих колес на колеса D ₂ =232 мм (8 шт.), замена ЭД на ВАО2-315М-2У2,5 (U=380 В, N=250 кВт), установка ЧРП H501-3 –установка ЧРП | H501-1, 3 – работа в «параллель» | 0 | 1,08 | 5007,3 |
| 4 | H501-1, 3 – установка ЧРП | H501-1, H501-3 - работа в «параллель» | 0 | 1,04 | 5178,3 |

На основе проведенных исследований установлено, что при эксплуатации насосной установки откачки конденсата на газовом промысле целесообразно оснащение насосных агрегатов частотно-регулируемыми приводами. Срок окупаемости мероприятия составит не более 2 лет.

Библиографический список

1. РД-23080.00-КТН-063-11. Методика определения коэффициента полезного действия магистральных и подпорных насосных агрегатов. – М.: ООО «НИИ ТНН», 2011. – 14 с.
2. Инструкция по Расчёту экономической эффективности применения частотно-регулируемого электропривода. – М.: МЭИ, 1997. – 12 с.
3. Частотно-регулируемые приводы переменного тока (Экономия электроэнергии). – Воронеж: НПО «Стройтехавтоматика», 2006. – 16 с.

УДК 628.16

М. А. КОРОБЕЙНИКОВА, студент;
В. Д. НАЗАРОВ, д-р техн. наук, профессор

ОЧИСТКА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ РЕАГЕНТНЫМ СПОСОБОМ: ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ, ДЕМАНГАНАЦИЯ И УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет». Россия, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1. Тел.: +7 (917) 466-77-96; эл. почта: korobeinikova.ma@mail.ru.

Ключевые слова: обезжелезивание, деманганация, умягчение, фильтрация в зернистой загрузке.

В статье представлены способы очистки питьевой воды от общей жесткости, железа и марганца и применение электрохимического фильтра.

Качество воды централизованных систем питьевого водоснабжения определяется наличием в ней веществ неорганического и органического происхождения, а также микроорганизмов и характеризуется физическими, химическими, бактериологическими и биологическими показателями.

Длительное потребление воды, содержащей даже сравнительно малые концентрации некоторых химических загрязнений, вызывает хроническое отравление организма. Наличие в воде железа, марганца, многих органических примесей ухудшает ее вкусовые (органолептические) показатели.

Обезжелезивание воды фильтрацией

Железо, встречающееся в поверхностных и подземных водах в виде коллоидных, тонкодисперсных взвесей или в виде растворенного железа в различных соединениях и комплексах, требуют очистки воды до стандартов ГОСТ, РД, СанПиН и т.д.

В нашей стране железосодержащие воды широко распространены в Сибири, на Дальнем Востоке. В этих районах, да и во многих районах Башкортостана

стана проблема обезжелезивания является актуальной. Многообразие форм присутствия железа в природных водах, наряду с многообразием химического состава, а также других свойств обусловило большое количество весьма разнообразных промышленных и локальных технологий обезжелезивания, основанных на окислении Fe (II) в Fe (III), которое выпадает в осадок в виде гидроксида. В зависимости от применяемой технологии перевод железа в гидроксид и его последующее отделение является трудно управляемым процессом, что чаще всего зависит от наличия свободной углекислоты, $t^{\circ}C$, pH воды, растворенного кислорода, органических веществ. Все существующие технологии, кроме ионообменных, сводятся к осаждению железа за счет окисления – аэрации воздухом в безреагентных методах и окислителями в реагентных, его фильтрации либо сорбции в многочисленных материалах или механических устройствах. В качестве обезжелезивающих установок применяют одно- или двухслойные фильтры. В качестве фильтрующих материалов чаще всего используют природные материалы: кварцевый песок, антрацит, керамзит, горелые породы, шунгизит, вулканические и доменные шлаки [1].

Деманганация воды

Марганец присутствует в земной коре в большом количестве и обычно он встречается вместе с железом. Содержание растворимого марганца в подземных и поверхностных водах, бедных кислородом, достигает нескольких мг/л. Российские санитарные нормы ограничивают уровень предельно-допустимого содержания марганца в воде хозяйственно-питьевого назначения до 0,1 мг/л, а в некоторых странах Европы эта величина ниже 0,05 мг/л. Превышение содержания марганца ухудшает органолептические свойства воды. При уровне выше 0,1 мг/л марганец приводит к появлению пятен на санитарно-технических изделиях, а также нежелательного привкуса воды. На трубопроводах образуется пленка, которая отслаивается в виде черного осадка [3].

В подземных водах марганец находится в виде хорошо растворимых солей в двухвалентном состоянии. Для удаления марганца из воды его необходимо перевести в нерастворимое состояние окислением Mn^{2+} в Mn^{3+} и Mn^{4+} . Окисленные формы марганца гидролизуются с образованием практически нерастворимых гидроксидов $Mn(OH)_3$ и $Mn(OH)_4$. Последний при осаждении на зернистой загрузке фильтра проявляет каталитические свойства, т.е. ускоряет процесс окисления двухвалентного марганца растворенным кислородом.

Для эффективного окисления марганца необходимо, чтобы величина pH очищаемой воды была на уровне 8,0-8,5. В качестве окислителя применяют перманганат калия, хлор или его производные (гипохлорит натрия), озон, кислород воздуха.

Фильтрация через модифицированную загрузку

В пособии [3] указывается, что для повышения ресурса работы фильтрующей загрузки за счет закрепления пленки катализатора из гидроксидов железа и оксида марганца на поверхности зерен, а также для снижения расхода перманганата, предлагается следующий метод.

Перед началом фильтрования через фильтрующую загрузку последовательно пропускают сверху вниз раствор железного купороса FeSO_4 и перманганат калия.

Умягчение вод фильтрованием в электрохимических фильтрах

В фильтре использована электродная пара «алюминий – медь». В качестве фильтрующего материала использован силицированный кальцит. Умягчение воды осуществляется следующим образом. Вода фильтруется в зернистом материале (силицированном кальците) в направлении сверху вниз. Электроды расположены вертикально и параллельно друг другу: анод из алюминия, катод из меди. Анод имеет отрицательный потенциал, катод – положительный, вследствие чего вода фильтруется по направлению силовых линий электрического поля. При этом алюминий растворяется, гидролизуется и образует коагулянт $\text{Al}(\text{OH})_3$, формирующий хлопья на поверхности зернистой загрузки. Коагулянт и электрическое поле, поляризующее минеральные зерна загрузки, способствует образованию нерастворимых солей и их закреплению на зернах фильтрующего материала [1].

В настоящее время основным направлением повышения производительности систем водоснабжения является не расширение существующих мощностей, а интенсификация процессов обработки воды путем применения инновационных методов очистки воды и новых материалов.

В связи с этим был проведен анализ пробы воды действующих сооружений водоподготовки. Сравнение показателей качества воды источника с требованиями СанПиН 2.1.4.1074 – 01 показывает, что они не удовлетворяют требованиям по общей жесткости, железу, марганцу, аммиаку (по азоту).

Мощность очистных сооружений составляет $300 \text{ м}^3/\text{сут}$, реагенты применяемые для подготовки воды: $\text{Al}_2(\text{OH})_3\text{Cl}_3 = D_k \approx 0,2 \text{ г/л.}$, $\text{NaOH} = D_{\text{NaOH}} \approx 0,2 \text{ г/л.}$, $\text{H}^2\text{O}^2 = D_{\text{H}^2\text{O}^2} \approx 0,01 \text{ г/л.}$

В *таблице 1* приведены характеристики исходной воды.

Технология обработки природной воды и необходимый состав водопроводных очистных сооружений определяется в соответствии с качеством исходной воды, требованиями потребителя, производительностью станции, технико-экономическими соображениями и данными по эксплуатации сооружений, работающих в аналогичных условиях [4].

Таблица 1

Характеристики исходной воды

| № | Испытания | Жесткость, мг-экв/дм ³ (Жо) | Железо Fe, мг/дм ³ | Марганец Mn, мг/дм ³ | Щелочность мг-экв/дм ³ | Бикарбонаты HCO ₃ мг/дм ³ | Кальций Ca, мг/дм ³ | Магний Mg, мг/дм ³ | Перманганатная окисляемость, мг/дм ³ | Аммиак (по азоту), мг/л |
|---|---------------------------|--|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|---|-------------------------|
| | СанПиН 2.1.4.1074-01 | 7,0 | 0,3 | 0,1 | не норм. | не норм. | не норм. | не норм. | 5,0-7,0 | 2,0 |
| 1 | Исходная от 12.01.2016. | 8,8 | 4,9 | 1,05 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | Исходная от 21.01.2016. | 15,1 | 9,85 | 0,83 | 7,9 | - | - | - | - | - |
| 3 | Исходная от 27.01.2016. | 9,2 | 7,957 | 1,16 | 6,9 | - | - | - | - | - |
| 4 | Исходная от 03.02.2016. | 9,2 | 12,813 | 1,289 | 7,1 | 433,2 | 120,2 | 38,91 | 2,20 | 2,594 |
| 5 | Исходная от 04.02.2016. | 9,1 | 6,069 | 0,894 | - | - | - | - | - | - |
| 6 | Исходная от - 08.02.2016. | 8,9 | 8,575 | 1,372 | - | - | - | - | - | - |

В таблице 2 приведена характеристика воды после фильтрации.

Таблица 2

Характеристика воды после фильтрации

| № | Испытания | Жесткость Жо мг-экв/дм ³ | Железо Fe мг/дм ³ | Марганец Mn мг/дм ³ | Аммиак (по азоту) мг/дм ³ |
|---|---|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| | СанПиН 2.1.4.1074-01 | 7,0 | 0,3 | 0,1 | 2,0 |
| 1 | 2 гр. Al ₂ (SO ₄) ₃ + 0,8 гр. NaOH + Аэрация (30мин) + Флокулянт ВПК- 402; Двухступенчатое фильтрование с отстаиванием. - силицированный кальцит с ЭХИТ; - силицированный кальцит с ЭХИТ. | 5 | 0,129 | 0,098 | - |
| 2 | 2 гр. Al ₂ (SO ₄) ₃ + 0,8 гр. NaOH + Аэрация (30мин) + флокулянт ВПК-402; Двухступенчатое фильтрование с отстаиванием. - силицированный кальцит с ЭХИТ ; - модифицированная загрузка. | | | | |
| 3 | 2 гр. Al ₂ (SO ₄) ₃ + 1,0 гр. NaOH + Аэрация (30мин); Двухступенчатое фильтрование с отстаиванием: - силицированный кальцит с ЭХИТ; - модифицированная загрузка. | 5,6 | 0,071 | 0,059 | - |

| | | | | | |
|---|---|-----|-------|-------|-------|
| 4 | 2 гр. $Al_2(SO_4)_3$ + 1,0 гр. NaOH + Аэрация (30мин); Фильтрование с отстаиванием через одну ступень: - модифицированная загрузка. | | | | |
| 5 | 2 гр. $Al_2(SO_4)_3$ + 0,8 гр. NaOH + Аэрация (30мин); Фильтрование с отстаиванием через одну ступень: - силицированный кальцит без ЭХИТ. | 5,6 | 0,151 | 0,035 | 1,588 |
| 6 | 0,8 гр. $Al_2(OH)_3 Cl_3$ (порошок 50 %) + 0,3 гр. NaOH + Аэрация (30мин); Фильтрование с отстаиванием через одну ступень: - модифицированная загрузка. | 6,0 | 0,055 | 0,078 | - |

Библиографический список

1. Назаров, В. Д., Зенцов, В. Н., Назаров, М. В., Водоснабжение в нефтедобыче: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. – Уфа: Изд-во «Нефтегазовое дело», 2010. – 447 с.
2. Руководство по контролю качества питьевой воды - 2-е издание, том 1, рекомендации. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 1994. – 257 с.
3. Фрог, Б. Н., Левченко, А. П. Водоподготовка. – М.: Изд. МГУ, 1996. – 680 с.
4. Зенцов, В. Н., Назаров, В. Д., Лапшакова, И. В., Имилова, В. Ф. Инновационный метод обеспечения водоснабжения и водоотведения малых населенных пунктов // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2013. – Вып. – № 4 (13). – С. 30-32.

УДК 628.14

А. Ю. КОТОВА, магистрант;
Т. В. БОЛЬШАКОВА, канд. техн. наук,
доцент кафедры водоснабжения и водоотведения

ВЫБОР МАТЕРИАЛА ТРУБ ДЛЯ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел.: +7 (952) 345-53-05; эл. почта: sta-cy_ko@mail.ru

Ключевые слова: асбестоцементные, железобетонные, полимерные, металлические трубы.

В статье сделан краткий обзор водопроводных труб, применяемых в наружных сетях водоснабжения.

Для устройства водопроводных сетей и напорных водоводов в соответствии с [1], как правило, следует применять неметаллические трубы. Отказ от применения неметаллических труб должен быть обоснован. В пределах населенных пунктов допускается применять чугунные трубы (в том числе и ВЧШГ). Из неметаллических труб в наружных водопроводных сетях используются асбестоцементные, железобетонные и полимерные.

Асбестоцементные трубы, применяемые в наружных водопроводных сетях, выпускаются диаметрами от 100 до 500 мм. При необходимости, по согласованию с заводами, могут изготавливаться и больших диаметров (600-1000 мм). Трубы из асбестоцемента обладают следующими достоинствами: небольшая стоимость, гладкость стенок внутренней поверхности, малая теплопроводность, стойкость в отношении коррозии и небольшой вес. Они не боятся токов блуждающего типа, способны выдерживать воздействие агрессивных вод, пропускная способность не изменяется в процессе эксплуатации. Основной их недостаток – сложность и высокая стоимость стыковых соединений. Кроме того, асбестоцементные трубы хрупкие, плохо сопротивляются динамическим нагрузкам [3].

Железобетонные напорные трубы, изготавливаемые методом центрифугирования, в зависимости от расчетного внутреннего давления в трубопроводе и класса, выпускаются диаметром от 600 мм до 1600 мм на рабочее давление от 0,5 до 1,5 МПа. По сравнению с металлическими, железобетонные трубы стойки к коррозии, диэлектричны, способны сохранять гладкую поверхность при различных условиях эксплуатации, тем самым обеспечивая постоянную пропускную способность. К недостаткам можно отнести тяжелый вес, сложность стыковых соединений, прокладка допускается для воды, неагрессивной по отношению к бетону [3].

Из неметаллических труб в последнее время наиболее применяемые – полимерные трубы. Зачастую для производства используют полиэтилен [4]; этот материал диэлектричен, мало токсичен, химически стойкий, во время эксплуатации при температурах от -70°C до $+60^{\circ}\text{C}$ способен сохранять достаточно высокую прочность, но стареет под воздействием прямых солнечных лучей, поэтому исходный полиэтилен стабилизируют, наполняя полимер сажей.

Напорные ПЭ трубы для водоснабжения делятся на три категории [5]:

- по ГОСТ 18599-2001, ТУ 2248-016-40270293-2002, диаметры – от 10 до 1600 мм, рабочее давление – до 25 атм;
- напорные ПЭ трубы с защитным сверхпрочным покрытием «Протект» с повышенной стойкостью к внешним воздействиям, диаметры – от 63 до 1600 мм, рабочее давление – до 25 атм;
- полиэтиленовые многослойные напорные трубы «Мультипайп» для строительства трубопроводов с применением альтернативных способов прокладки, материал труб ПЭ100/ПЭ100RC, диаметры – от 63 до 1600 мм, рабочее давление - до 20 атм.

Полипропиленовый трубопровод является более дешевым аналогом полиэтиленового; по физико-химическим и термическим свойствам оба вида очень схожи, но установка полипропиленового водопровода гораздо проще из-

за наличия всевозможных фитингов, вентилях, переходников и других элементов монтажа. [6].

Самую большую жесткость, относительно других полимерных труб, имеют поливинилхлоридные. Они не изнашиваются под воздействием ультрафиолетовых лучей, поэтому их применяют для открытых наружных сетей водоснабжения [6]. Основным недостатком в том, что они неблагоприятны с точки зрения экологии (хлорированный пластик проблематичен во вторичной переработке), а при горении ПВХ выделяет вредные вещества – хлор и диоксины [7].

У труб из АБС-пластика (акрилонитрил-бутадиен-стирол) высокая химическая стойкость, стойкость к истиранию, хорошая эластичность и ударная прочность при высоких температурах, благодаря чему их можно использовать при наружной прокладке водопровода. Максимально выдерживаемое давление - 1,5 МПа [8].

Гибкие трубы ИЗОПРОФЛЕКС-75А имеют тепловую изоляцию из пенополиуретана, представляют собой многослойную конструкцию из полиэтилена повышенной термостойкости и стойкости к хлору, армированную высокомолекулярным волокном. Эти трубы предназначены для использования в системах холодного и горячего водоснабжения при постоянной температуре воды до 75°С (до 90°С при кратковременном повышении температуры), рабочее давление до 1,0 МПа. [9].

Для пластиковых труб характерно то, что они имеют малый вес, устойчивы к коррозии, имеют низкую теплопроводность и длительный срок эксплуатации (до 50 лет) эти трубы – легко режущиеся и гнущиеся. Внутренняя поверхность у них гладкая, в связи с чем максимально сокращаются всякого рода отложения, пропускная способность не изменяется. У пластиковых труб хорошее сопротивление блуждающим токам, достаточно простой, непродолжительный монтаж и ремонтные работы.

Существует ряд отрицательных свойств водопроводных пластиковых труб: для каждого вида своя технология установки; невозможность применения в системе противопожарного водопровода; имеются ограничения по температуре транспортируемой жидкости при использовании труб в системах горячего водопровода и отоплении [10].

Стальной трубопровод считается самым прочным и надежным. Применяемые для устройства водоводов и водопроводных сетей трубы должны выдерживать гидравлическое давление: 2,4 МПа (обыкновенные и легкие); 3,1 МПа (усиленные), по требованию потребителя - 4,9 МПа [11].

Стальные трубы могут использоваться там, где необходима хорошая сопротивляемость динамическим нагрузкам и изгибающим усилиям. Если сравнивать с чугунными трубами, то у стальных – гораздо более значительная

прочность, эластичность, меньший вес и они более просты в соединении (соединяются сваркой) [2]. Основным недостатком – высокая степень подверженности коррозии, в связи с чем, качество питьевой воды ухудшается, увеличивается количество аварий и поломок. Срок службы стальных труб меньше, чем чугунных [6].

Самыми дорогими являются медные трубы, их стоимость превышает стоимость ВЧШГ в 9 раз, а полиэтиленовых труб: при малых диаметрах в 21 раз, при больших – в 15 раз [12]. Но у них много достоинств: они долговечны, благодаря уникальным природным качествам меди и её сплавов, изделия из них, в том числе и трубы, не боятся коррозии, перепадов температур, воздействия ультрафиолета. Благодаря хорошим физико-химическим характеристикам и большому сроку службы в Европе достаточно широко используются водопроводы из меди, в России же из-за их высокой стоимости – практически не применяются [4].

Чугунные трубы для напорных водоводов и сетей применяют двух типов: изготавливаемые из серого чугуна методами центробежного и полунепрерывного литья диаметрами 60-1000 мм с раструбными стыковыми соединениями и со стыковыми соединениями под резиновые манжеты диаметром 100-300мм [13], давлением до 1-1,6 МПа. Осуществляемые на заводе противокоррозионные покрытия достаточно хорошо защищают чугунные трубы от коррозии и обеспечивают их долговечность (известны случаи их работы более 100 лет) [2].

К недостаткам чугунных труб можно отнести относительно плохое сопротивление динамическим нагрузкам, большой расход металла (в 1,5 раза больше, чем для стальных труб). В случае нарушения целостности трубы, при аварии, могут выпадать куски стенок, что вызывает весьма значительные потери воды, особенно на линиях большого диаметра [2].

Трубы из чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) сочетают в себе одновременно механические свойства стали (пластичность, прочность на разрыв, ударопрочность и т.п.), прочностные и коррозионно-стойкие свойства привычного чугуна. Эти свойства получены в результате модификации обычного «серого» чугуна магнием. При проведении испытаний в Академии коммунального хозяйства РФ подтверждено, что коррозионная стойкость труб из ВЧШГ в 4-5 раз превышает стойкость стальных труб [14], цементно-песчаное покрытие (ЦПП) улучшает гидравлические свойства трубопровода. Число аварий на водопроводах из ВЧШГ в 10 раз меньше, чем на водопроводах из стали или серого чугуна и в 30 с лишним раз меньше, чем на трубопроводах из ПВХ [14]. По литературным данным срок службы в зависимости от рабочей среды до 80-100 лет.

Мировой прос на трубы из ВЧШГ ежегодно увеличивается на 3%. Например, каждый год в США вводится более 21 тыс. км новых трубопроводов водоснабжения, причем почти 50%, из них – трубы ВЧШГ, 40% – трубы ПВХ, остальные – из стали, бетона и полиэтилена. На сегодняшний день, в России трубы из ВЧШГ используются меньше, чем в других странах. По данным завода-изготовителя они применяются в Екатеринбурге, Перми, Челябинске и Тюмени. Более перспективные, по нашему мнению, при проектировании наружных водопроводных сетей – трубы из ВЧШГ, основной довод – долговечность. По стоимости они дороже полимерных в два с лишним раза при малых диаметрах и в 1,2 – при больших (*табл. 1*), но срок службы их в два раза больше.

Таблица 1

Экономическое сравнение труб из полиэтилена и ВЧШГ.

| ПЭ 100 SDR 17 м.п. с НДС | | ВЧШГ с НДС 1 труба/1 м.п. | | кратность |
|-----------------------------|-------|------------------------------|---------------|-----------|
| 160 | 789 | 150 | 11 500/ 1 900 | 2,41 |
| 200 | 1 256 | 200 | 15 800/ 2 600 | 2,07 |
| 250 | 1 962 | 250 | 20 428/ 3 400 | 1,73 |
| 315 | 3 042 | 300 | 26 000/ 4 300 | 1,41 |
| 400 | 4 895 | 400 | 39 750/ 6 600 | 1,35 |
| 500 | 7 674 | 500 | 54 722/ 9 120 | 1,19 |

Библиографический список

1. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*. – М.: Изд-во стандартов, 2012.
2. Справочник строителя / Водопроводные сети: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.baurum.ru/_library/. (дата обращения 28.02.2016).
3. Абрамов, Н. Н. Водоснабжение: учебник для вузов. Изд. 2-е. перераб. и доп. – М., Стройиздат, 1974. – 480 с.
4. Вся информация о трубах: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://trubinfo.ru/>. (дата обращения 29.02.2016).
5. Группа ПОЛИПЛАСТИК: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.polyplastic.ru/>. (дата обращения 29.02.2016).
6. ЭкспертТруб. Всё про сантехнику и трубы: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://experttrub.ru/>. (дата обращения 29.02.2016).
7. Пластиковые трубы и трубопроводы: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.plastic-pipe.ru/>. (дата обращения 29.02.2016).
8. Компания «Афинара-ПТ»: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.afinara.ru/>. (дата обращения 29.02.2016).
9. Группа ПОЛИМЕРТЕПЛО: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.polymerteplo.ru/>. (дата обращения 29.02.2016).
10. О трубах: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://o-trubah.ru/>. (дата обращения 29.02.2016)
11. ГОСТ 3262-75 Трубы стальные водогазопроводные. – М.: Изд-во стандартов, 1975.
12. Каталог товаров и цен отопления, водоснабжения и канализации//URL: <http://kermi-fko.ru/>. (дата обращения 01.03.2016).
13. ГОСТ 9583-75* Трубы чугунные напорные, изготовленные методами центробежного и полунепрерывного литья. – М.: Изд-во стандартов, 1975.

14. Компания ООО «ВК-Комплект», официальный дилер ООО «Липецкой трубной компании «Свободный сокол»: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.vk-komplekt.ru/>. (дата обращения 01.03.2016).

УДК 628.54 (075.8)

Ю. П. ЛЕДЯН, канд. техн. наук, доцент
кафедры кораблестроения и гидравлики;
Л. В. БЕССОЛОВА, старший преподаватель
кафедры водоснабжения и водоотведения;
М. К. ЩЕРБАКОВА, ассистент
кафедры кораблестроения и гидравлики;
В. А. СОКОЛ, магистрант
кафедры кораблестроения и гидравлики

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАСТВОРОВ ФЛОКУЛЯНТОВ

Белорусский национальный технический университет, Республика Беларусь, 220013, г. Минск, ул. пр. Независимости, д. 65. Тел.: +7 (37517) 292-76-77; эл. почта: hidrokaf@bntu.by.
ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел.: +7 (3452) 43-45-35; эл. почта: kviv@tgasu.ru.

Ключевые слова: флокулянт, концентрация раствора, вязкость.

В статье приведены результаты экспериментальных исследований по приготовлению растворов флокулянтов полиакриламида Праестол 2500 и полиакриламида Аккофлок А110 и сравнительные данные флокулянтов по величине коэффициентов кинематической вязкости.

В вопросе повышения эффективности применения высокомолекулярных флокулянтов при переработке различных видов полезных ископаемых, при обработке промышленных и бытовых сточных вод имеет немаловажное значение выбор флокулянта.

Изучалась [1, 2, 3] и разрабатывалась технология приготовления растворов двух флокулянтов: полиакриламида Праестол 2500 и полиакриламида анионного Аккофлок А110. В связи с тем, что флокулянт Аккофлок А110 был представлен заказчиком в весьма незначительных количествах, на этом флокулянте было проведено ограниченное количество экспериментов. По разработанной ранее методике растворы флокулянтов готовились по двухстадийной технологии. На первой стадии готовился раствор концентрации 1%. Раствор готовился на технической воде, а затем разбавлялся маточным раствором до рабочей концентрации 0,1%, которая и подвергалась исследованиям. Аналогичным образом выполнялись исследования флокулянта Аккофлок А110.

Первые эксперименты показали, что флокулянт Аккофлок А110 намного менее технологичен, чем широко применяемый флокулянт Праестол 2500.

Флокулянт Акклофлок А110 очень плохо растворяется в воде, и попытки приготовить раствор концентрации 1% успеха не имели. Даже после длительного и интенсивного перемешивания не удалось получить однородный гомогенный раствор концентрации 1% даже в технической воде. Зависимость кинематического коэффициента вязкости раствора флокулянта Аккофлок А110, приготовленного на технической воде, от концентрации вещества показана на *рис. 1*.

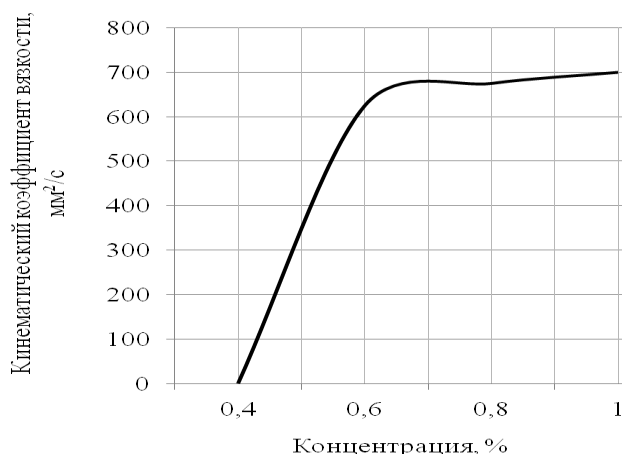


Рис. 1. Зависимость кинематического коэффициента вязкости от концентрации флокулянта Аккофлок А110

Раствор готовился в течение 90 мин при частоте вращения вала мешалки 500 об/мин. Для приготовления раствора использовался стандартный четырёхлопастной импеллер.

Сравнительные данные флокулянтов по величине коэффициентов кинематической вязкости показаны на *рис. 2*.

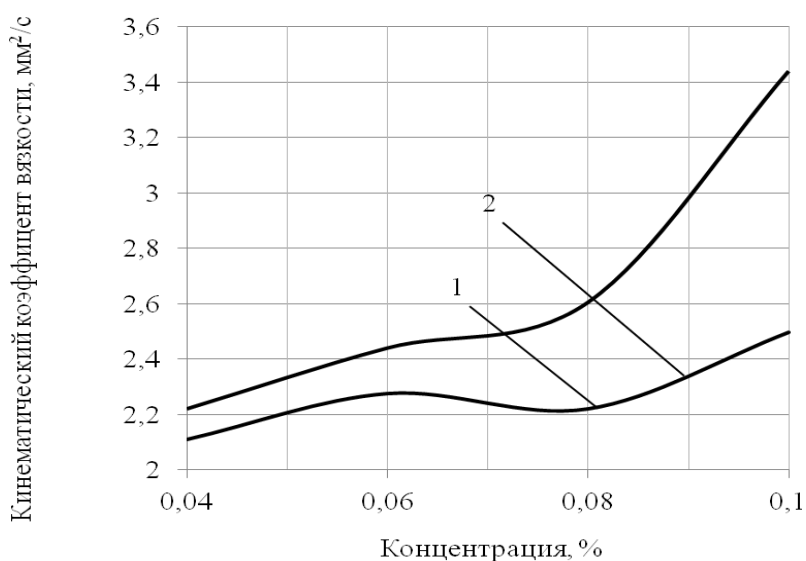


Рис. 2. Зависимость кинематического коэффициента вязкости от концентрации: 1 – Праестол 2500; 2 – Аккофлок А110

Результаты исследования кинематического коэффициента вязкости растворов флокулянта Аккофлок А110 в зависимости от концентрации вещества показаны на *рис. 3*.

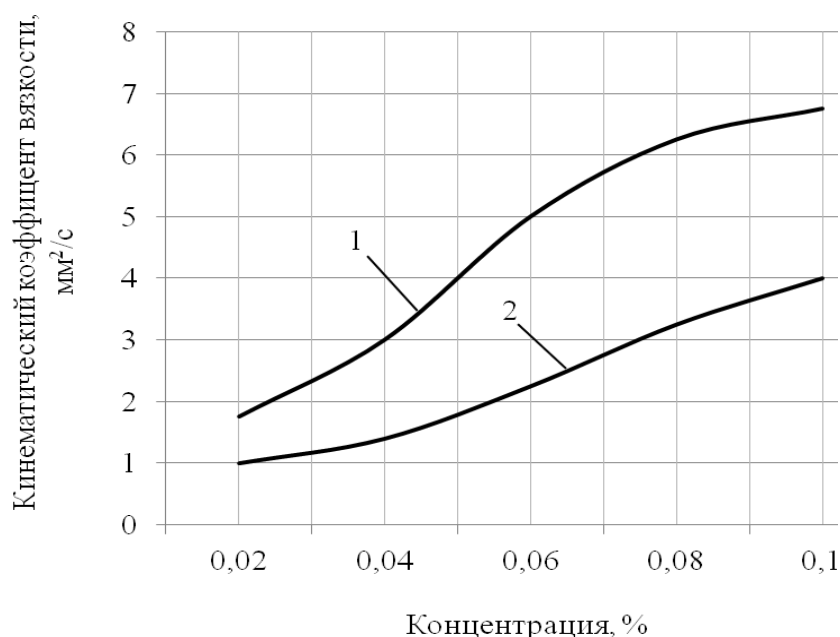


Рис. 3. Зависимость кинематического коэффициента вязкости от концентрации флокулянта Аккофлок А110: 1 – на маточном растворе; 2 – на технической воде

Растворение осуществлялось в течение 90 минут при частоте вращения вала мешалки 500 об/мин.

Анализ экспериментальных данных показывает, что с точки зрения практического промышленного применения целесообразнее использовать в качестве флокулянта раствор полиакриламида (ПАА), а не флокулянта Аккофлок А110.

Библиографический список

1. Бектуров, Е. А. Синтетические водорастворимые полимеры в растворах / Е. А. Бектуров, З. Х. Бакадова. – Алма-Ата.: Наука, 1981. – 247 с.
2. Николаев, А. Ф. Водорастворимые полимеры / А. Ф. Николаев, Г. И. Охрименко. – Ленинград: Химия, 1979. – 143 с.
3. Савицкая, М. Н. Полиакриламид / М. Н. Савицкая, Ю. Д. Холодова. – Киев, 1969. – 188 с.

Ю. П. ЛЕДЯН, канд. техн. наук, доцент
кафедры кораблестроения и гидравлики;
Л. В. БЕССОЛОВА, старший преподаватель
кафедры водоснабжения и водоотведения;
М. К. ЩЕРБАКОВА, ассистент
кафедры кораблестроения и гидравлики;
В. А. СОКОЛ, магистрант
кафедры кораблестроения и гидравлики

ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРОВ ФЛОКУЛЯНТОВ

Белорусский национальный технический университет, Республика Беларусь, 220013, г. Минск, ул. пр. Независимости, д. 65. Тел.: +7 (37517) 292-76-77; эл. почта: hidrokaif@bntu.by.
ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел.: +7 (3452) 43-45-35; эл. почта: kviv@tgasu.ru.

Ключевые слова: флокулянт, технологии растворения, импеллер, концентрация.

В статье представлены результаты исследований по приготовлению растворов флокулянтов: влияние расположения импеллера в емкости мешалки, оптимального вращения вала мешалки на эффективность растворения, длительность и интенсивности перемешивания, на технологические свойства растворов.

В очистке природных и сточных вод как флокулянты используются синтетические высокомолекулярные вещества. Приготовление растворов флокулянтов является сложным процессом, в котором применяют специальное оборудование и технологии растворения [1].

Исследовалось совмещение 2-х процессов: расположение импеллера в емкости мешалки и выбор оптимального вращения вала мешалки.

Конструкция лабораторной установки для приготовления растворов флокулянтов, как концентрированных (1% по твёрдому веществу), так и растворов рабочей концентрации (0,05-0,1%) позволяет использовать импеллеры различной конструкции и конфигурации [2, 2, 4, 5]. В качестве стандартного (эталонного) использовался четырехлопастной импеллер с равновеликими лопастями, показанный на *рис. 1*. Импеллер имеет четыре равные по диаметру лопасти, расположенные под углом 45° к вертикальной оси мешалки. Конструкция механизма перемешивания позволяет изменять направление вращения вала мешалки, вследствие чего импеллер может вращаться либо по часовой стрелке, либо против часовой стрелки.



Рис. 1. Вид эталонного импеллера.

Частота вращения вала мешалки в обоих направлениях регулируется в широких пределах и контролируется по величине напряжения, вырабатываемого специальным генератором постоянного тока, установленным на валу мешалки и соединённым с вольтметром, отградуированным в единицах частоты вращения (об/мин). Одним из основных параметров процесса перемешивания раствора флокулянта, который необходимо было изучить в ходе разработки процесса приготовления раствора флокулянта, являлось направление вращения импеллера мешалки (по часовой стрелке или против нее), частота его вращения, длительность перемешивания и ряд других факторов.

Направление вращения вала мешалки и импеллера определяет направление движения потоков жидкой фазы в ёмкости мешалки. Она может двигаться либо вниз в направлении расположения днища, либо вверх, к свободной поверхности жидкой фазы.

Изучалось влияние глубины погружения импеллера в ёмкость мешалки под уровень поверхности жидкой фазы. Установлено влияние этого фактора на общую эффективность перемешивания в ёмкости мешалки и эффективность растворения твёрдых мелкодисперсных частиц флокулянта.

Эксперименты по изучению влияния глубины погружения импеллера под уровень пульпы в ёмкости мешалки проводились по схеме, показанной на *рис. 2*. Исследования проводились при использовании трёх вариантов установки импеллера в ёмкости мешалки. В первом варианте экспериментов импеллер располагался на глубине 10 мм под уровнем поверхности жидкой фазы в ёмкости мешалки. Во втором варианте импеллер размещался по среднему уровню жидкости в ёмкости мешалки. Третья серия экспериментов проводилась при погружении импеллера в глубину жидкой фазы и размещении импеллера таким образом, что кромка лопасти импеллера располагалась на расстоянии 10 мм от уровня днища.

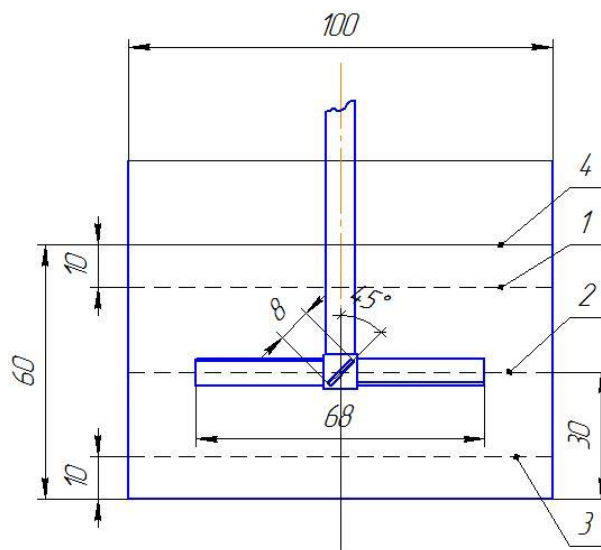


Рис. 2. Схема расположения импеллера в емкости мешалки: 1-верхнее, 2-среднее, 3 – нижнее, 4 – уровень жидкости в емкости.

Результаты экспериментов показаны на *рис. 3.*

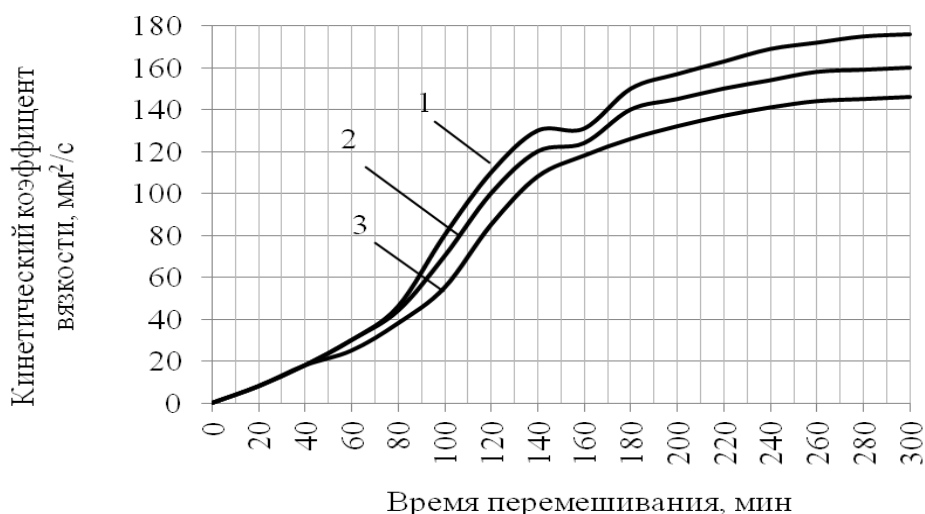


Рис. 3. Влияние глубины погружения импеллера на кинематический коэффициент вязкости при расположении импеллера в емкости мешалки: 1- среднем; 2- нижнем; 3- верхнем.

В ходе всех экспериментов длительность перемешивания исследованных растворов колебалась в пределах от 60 до 300 мин. Анализ полученных результатов показал, что максимальную эффективность растворения обеспечивает среднее расположение импеллера в ёмкости мешалки. При таком расположении импеллера процесс растворения начинается раньше, чем при размещении импеллера у поверхности жидкости или у дна ёмкости. Так, при увеличении длительности перемешивания со 120 мин до 240 мин в случае расположения импеллера в среднем положении кинематический коэффициент вязкости возрастает с 100 мм²/с до 169 мм²/с. (т. е. в 1,69 раз). В то время как при размещении им-

пеллера у днища кинематический коэффициент вязкости возрастает с $85 \text{ мм}^2/\text{с}$ до $141 \text{ мм}^2/\text{с}$, т. е. в 1,65 раза.

Но самым важным фактором является то, что при равных условиях растворения (одинаковая частота вращения вала мешалки), потребляемая двигателем мощность практически не изменяются. Вязкость раствора увеличивается с $141 \text{ мм}^2/\text{с}$ (для импеллера, расположенного у днища) до $169 \text{ мм}^2/\text{с}$ (для импеллера, расположенного в середине ёмкости), т. е. почти в 1,2 раза, что позволяет снизить расход энергии, затрачиваемой на растворение. В связи с тем, что лопасти импеллера расположены под углом 45° по отношению к оси вала мешалки, при её вращении они перемещают поток пульпы (растворитель и твёрдые мелкодисперсные частицы флокулянта) не только в радиальном направлении, но и в вертикальном. Перемещение пульпы зависит от направления вращения вала мешалки.

Для используемого в данных экспериментах импеллера вертикальное направление при вращении вала по часовой стрелке (если смотреть со стороны приводного двигателя) происходит вниз. При вращении вала против часовой стрелки, пульпа перемещается вверх. Очевидно, направление вертикальной составляющей должно также оказывать влияние на эффективность растворения флокулянта. Связано это с тем, что в случае перемещения потока пульпы вниз частицы флокулянта ударяются о днище ёмкости, это влияет на эффективность растворения частиц.

С целью исследования этого фактора (направления движения пульпы в ёмкости мешалки) проведены две серия экспериментов, при этом все параметры перемешивания в них оставались одинаковыми, различие состояло только в направлении вращения вала мешалки, а, следовательно, и импеллера.

Результаты экспериментов показаны на *рис. 4*.

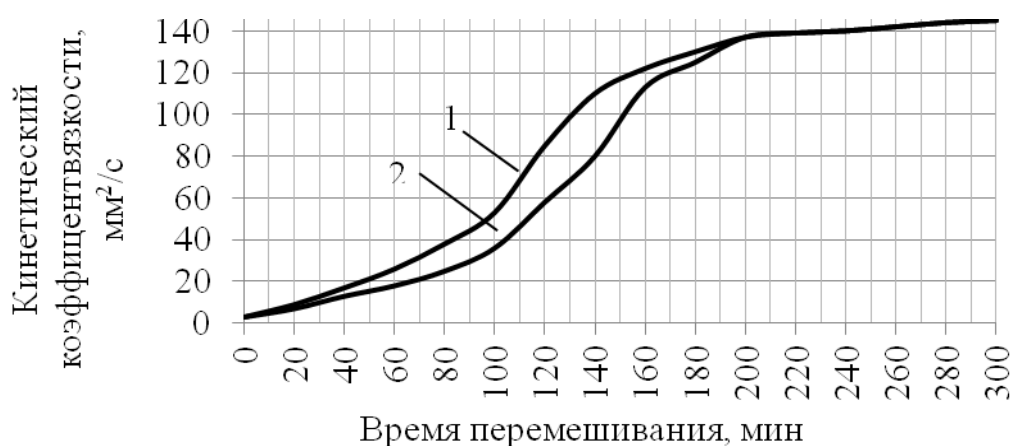


Рис. 4. Влияние направление движения импеллера на кинематический коэффициент вязкости от длительности перемешивания: 1- направление потока к поверхности; 2- направление потока к днищу.

Длительность перемешивания изменялась от 20 мин до 300 мин. Кривая 1 соответствует вращению вала против часовой стрелки, вследствие чего поток в ёмкости мешалки перемещается вверх в направлении к поверхности пульпы. Кривая 2 соответствует вращению вала мешалки по часовой стрелке, в результате чего поток пульпы перемещался в направлении к днищу ёмкости мешалки.

Анализ показывает, что динамика процесса растворения на начальной стадии (при длительности растворения до 200 мин) достаточно сильно зависит от направления вращения вала мешалки. В случае подачи потока пульпы в направлении к днищу скорость растворения после перемешивания пульпы в течение 200 мин существенно выше, чем при подаче её в направлении к поверхности. Кинематический коэффициент вязкости через 130 мин перемешивания при подаче потока к днищу составил $100 \text{ мм}^2/\text{с}$, а при подаче к поверхности $70 \text{ мм}^2/\text{с}$, т.е. эффективность растворения при подаче потока к днищу увеличивается на 42%.

По мере увеличения длительности перемешивания до 160-200 мин разность кинематических коэффициентов вязкости постепенно уменьшается и при времени перемешивания более 200 мин практически исчезает. Т. е. вязкость растворов вне зависимости от способа их приготовления и при длительности перемешивания свыше 200 мин ничем не отличаются.

Выявлено, что совмещение двух изученных процессов, оптимизации расположения импеллера в ёмкости мешалки и выбор оптимального направления вращения вала мешалки, даст более существенный эффект при приготовлении растворов флокулянтов.

Библиографический список

1. Вейцер, Ю. Н. Высокомолекулярные флокулянты в процессе очистки природных и сточных вод / Ю. Н. Вейцер, Д. М. Минц. – М.: Стройиздат, 1984. – 200 с.
2. Устройство для растворения аморфных полимеров в низкомолекулярных жидкостях: пат. 2429903, МПК В 01F1/00/ В. Д. Гапонов, Н. И. Абрамов, А. И. Колосков, Заявитель Открытое акционерное общество «Научно-производственное объединение Энергомаш имени академика В.П. Глушко»; заявл. 26.12.2008, опубл. 27.09.2011.
3. Статический смеситель: пат. 2418624, МПК В01F 5/00/ Г. М. Горошков, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновский государственный технический университет»; заявл. 06.11.2009, опубл. 20.05.2011.
4. Статический смеситель: пат. 2457020, МПК В01F 5/06/ В. А. Кузнецов, П. В. Кузнецов, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Башкирский государственный университет Башкирский государственный университет» ГОУ ВПО БашГУ; заявл. 25.11.2010, опубл. 27.07.2012.
5. Система для смешивания полимеров: пат. 20131228535, МПК В01F3 /08/ НУОЛЗ Джерри В.; заявл. 21.11.2011, опубл. 27.12.2014.

А. А. ЛОКШИН, канд. техн. наук, доцент;
И. В. ЛАПШАКОВА, канд. техн. наук, доцент;
Е. В. ШЕТАЛИНА, студент

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВОДОЗАБОРОВ НА СЕВЕРНЫХ РЕКАХ

ФГБОУ ВПО Уфимский государственный нефтяной технический университет, ООО «Истэккойл», Россия, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1. Тел.: +7 (347) 228 22 11; эл. почта: ugntu-vv@mail.ru.

Ключевые слова: поверхностный водозабор, водоприемник, оседагональный насос, трубы-шахты

В статье рассмотрена возможность применения погружных оседагональных насосов в насосной станции I подъема поверхностного водозабора с фильтрующими водоприемниками подруслового типа.

Реки России, особенно северные, в большинстве своем характеризуются сложными гидрогеологическими условиями в силу своего географического расположения и сильного влияния природно-климатических условий. В качестве основных неблагоприятных факторов при строительстве и эксплуатации водозаборов из поверхностных источников выступают:

- большие сезонные колебания расхода, и как следствие значительные колебания уровня реки;
- сложные шуголедовые условия;
- значительная толщина ледового покрова;
- качество речной воды (повышенное содержание железа, жесткость, мутность, особенно в паводковый период);
- неустойчивость русел [1, 2].

Эти природные факторы совместно с требованиями Российского законодательства в области рыбозащиты и охраны окружающей среды определяют сложности при проектировании, строительстве и эксплуатации водозаборных и водоподъемных сооружений.

Очень часто определяющими факторами при проектировании выступают: ограничения в выборе площадки водозабора (отсутствие возможности выбора альтернативных участков земли) и требуемая категория надежности водозабора. Основным требованием при проектировании водозаборов является обеспечение минимальных капитальных и эксплуатационных затрат при неизменно высокой надежности снабжения водой [3].

Предложено рассмотреть возможность по использованию погружных оседагональных насосов (*рис. 1*).



Рис. 1. Оседиагональный насос

В связи со значительными колебаниями уровней воды в течение года, явлениями шугообразования и для обеспечения надежной рыбозащиты при заборе воды выбран фильтрующий водоприемник подруслового типа (табл. 1). В качестве водоприемного устройства применяются три стальные перфорированные трубы диаметром 700 мм, которые укладываются ниже уровня дна в траншею, заполняемую фильтрующей загрузкой. На дно траншеи укладывается постель из песчано-гравийной смеси толщиной 0,1 м. Водосборная труба в нижней трети, укладываемой на дно, остается глухой. Фильтры выполнены из двух слоев разной крупности, фракционный состав верхнего слоя 25-40 мм, нижнего – 40-80 мм.

Таблица 1

Геометрические размеры водоприемного устройства

| Площадь водоприемного отверстия | Общая площадь водоприемного устройства | Площадь фильтрующей части | Размер водоприемного устройства | Размер фильтрующего оголовка |
|---------------------------------|--|---------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 2,61м ² | 4,0м ² | 35,71 м ² | 3,5*1,2 м | 8*4,5 м |

Вода, проходя через фильтрующую загрузку (с входом воды сверху вниз) по самотечной линии, идущей от каждого водоприемника, поступает в три насосные станции. Самотечные водоводы должны заглубляться под дно реки не

менее чем на 1,04 м на судоходных реках для защиты от промыва речным потоком, истирания песком и повреждения якорями судов и плотов, укладываются с уклоном 0,006 в сторону насосной станции I подъема (рис. 2).

Из водоприемных устройств вода по самотечному трубопроводу поступает в трубу-шахту, в которой установлен погружной оседаганальный насос. Насос осуществляет подъем воды на блок водоподготовки, в котором вода обезжелезивается и осветляется [4]. Такое решение позволило оптимизировать технологическую схему и отказаться от надземных зданий и сооружений.

Для возможности регулирования производительности насосной станции работа осуществляется под управлением частотно-регулируемого привода. В условиях сезонных колебаний уровня воды в реке частотно-регулируемый привод позволяет в полной мере использовать естественное повышение подпора перед насосом для сокращения потребляемой мощности, при этом обеспечивается требуемый расход.

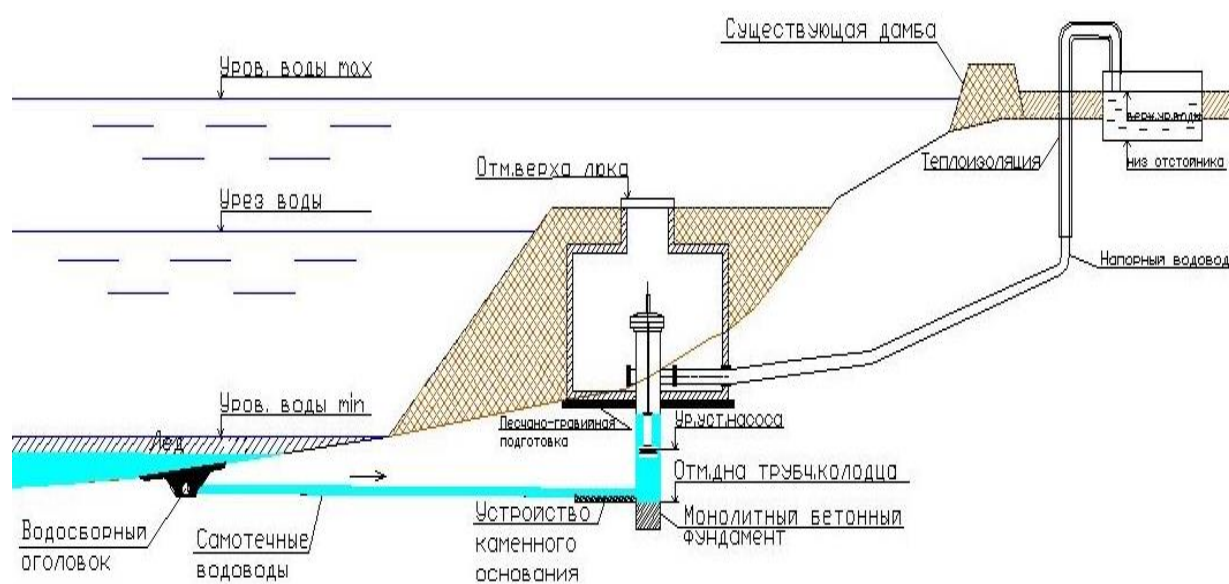


Рис. 2. Принципиальная схема водозабора

Для исключения заиливания водоприемников, кроме того, что они разместились в не заиливающей зоне русла реки, проектом предусмотрены два типа промывок: профилактическая (регулярно 1 раз в 5-10 дней) и промывка при техническом обслуживании насосов (1 раз в год).

Профилактическая промывка осуществляется в момент отключения рабочего насоса (каждые 7-10 дней производится переключение рабочего насоса на резервный насос). При этом столб воды находящийся в напорном водоводе и трубе-шахте под гидростатическим напором «сбрасывается» обратно в реку осуществляя импульсную промывку всасывающего водовода и фильтрующего

водоприемника (для предотвращения разрежения в напорном трубопроводе в него через вантуз поступает воздух). При необходимости данная промывка может проводиться многократно (до 6 раз в час) для достижения необходимого эффекта промывки. При ежегодном техническом обслуживании насосов, когда насос извлекается из шахты на профилактический осмотр, в самотечный коллектор и водоприемник подается вода из напорного трубопровода соседнего насоса (для этого между напорными трубопроводами предусматривается перемычка).

В целях сокращения капитальных затрат на строительство водозаборных сооружений было принято решение площадку с трубами-шахтами, оборудованными погружными насосами, расположить в зоне возможного затопления паводковыми водами (сами насосы во время работы находятся под водой, трубы-шахты сооружение герметичное, все электрооборудование выполнено в исполнении IP68). Поэтому от надежности работы оборудования зависела надежность системы водоснабжения в целом. Поставщики оборудования – KSB (насосы), Cortem (клеммные соединительные коробки) гарантировали надежную работу под водой.

Для обеспечения надежности, соблюдения требований по резервированию проектом предусмотрено три независимых линии по забору и подачи воды (одна рабочая, две резервные) [5].

Реализованная схема водозабора обеспечивает следующие преимущества перед альтернативными схемами:

- минимальные капитальные затраты и эксплуатационные затраты;
- обеспечение требований в части рыбозащиты без дополнительного оборудования;
- обеспечение требования законодательства в части энергоэффективности;
- минимальное изменение берегового ландшафта.

Библиографический список

1. Жулин, А. Г., Сидоренко, О. В. К водообмену озера Малый Тараскуль // Гидротехника. – 2013. – № 1. – С. 19.
2. Терехов, Л. Д., Акимов, О. В., Акимов, Ю. М. Водоснабжение и водоотведение в северных климатических условиях. – Хабаровск: ДВГУПС, 2008. – 124 с.
3. Зенцов, В. Н., Назаров, В. Д., Лапшакова, И. В., Имилова, В. Ф. Инновационный метод обеспечения водоснабжения и водоотведения малых населенных пунктов // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2013. – № 4 (13). – С. 30-32.
4. Рахимов, И. Х., Магид, А. Б., Локшин, А. А. Очистные сооружения в ОАО «ТАНЕКО» Мир нефтепродуктов // Вестник нефтяных компаний. – 2011. – № 3. – С. 56-58.
5. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения: стандарт / Минрегион РФ. – Введ. с 01.01.2013. – М: Стандарт России, 2013. – 96 с.

В. В. МИРОНОВ, д-р техн. наук, профессор
кафедры водоснабжения и водоотведения;
Ю. А. ИВАНЮШИН, ассистент
кафедры водоснабжения и водоотведения

ГЕНЕРАТОРЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С ГИДРОТАРАННЫМ ПРИВОДОМ

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел: +7 (3452) 43-45-35; эл. почта: ivanyushin_yuriy@mail.ru.

Ключевые слова: генераторы пневматической энергии, процессы сжатия, рабочие характеристики.

В статье представлены теоретические рабочие характеристики гидроагрегатов-генераторов пневматической энергии в двухмерном виде, отображающие зависимость общего коэффициента полезного действия по преобразованию энергии воды в пневматическую энергию. Графически произведено первичное приближение теоретических характеристик к действительным.

В условиях глобализации и формирования концепции устойчивого развития все большее значение приобретают возобновляемые источники энергии. Хотя их широкое применение ограничено рядом недостатков [1], мировой энергетический потенциал возобновляемой энергетики при соответствующей поддержке со стороны государств делает альтернативную энергетику важным инструментом макроэкономического развития стран [2].

Одним из перспективных возобновляемых ресурсов являются потоки воды: малые реки, а также техногенные водотоки. По величине суммарного речного стока Российская Федерация занимает второе место в мире, а малые реки – основной элемент русловой сети водосборных территорий. В их бассейнах проживает до 44% всего населения России и почти 90% сельского населения [3]. Однако, развитие науки и техники в сфере малой речной гидроэнергетики связано в первую очередь с совершенствованием существующих технологий генерации. Генерация с использованием турбин предполагает выработку только электричества, и лишь впоследствии потребитель, используя соответствующее оборудование (электрообогреватели, кондиционеры, сплит-системы и рефрижераторы), получает требуемый продукт – теплоту для помещений, кондиционированный воздух и холод для различных бытовых и производственных нужд.

Конечно, это связано с наличием развитой сети электроснабжения и универсальностью электричества, как промежуточного вида энергии до её преобразования в тепло или холод. При отсутствии развитой сети электроснабжения возникает необходимость в разработке и внедрении технологий, предполагающих ко- и тригенерацию энергии, для автономного энергоснабжения.

Для генерации полезной мощности с использованием энергии малых водотоков предлагается применение гидроагрегатов-генераторов пневматической энергии с гидротаранным приводом. Принцип действия гидроагрегатов и его основные элементы приведены в работах [4, 5, 6, 7]. Этапы проектирования и эксплуатации такого оборудования связаны с анализом протекающих в нем процессов и разработкой рабочих характеристик оборудования.

В процессе преобразования гидравлической энергии низконапорного водотока в энергию сжатого газа при помощи гидроагрегатов возникают потери энергии ΔE , Дж, за счет сжатия жидкости и расширения стенок трубопровода гидроагрегата. Эти потери характеризуются коэффициентом η_0 , который в заданном диапазоне рабочих напоров не превышает 0,9-0,95 долей от кинетической энергии потока в гидроагрегате E_K , Дж. Энергия E_K преобразовывается в потенциальную энергию гидравлического удара, под действием которой совершается механическая работа A , Дж, по перемещению подвижных в радиальном направлении элементов гидроагрегата (мембран). Мембраны являются одновременно рабочими органами камер сжатия гидроагрегата, в которых и происходит генерация пневматической энергии с совершением работы $A_{сж}$.

Аналогично традиционному компрессорному оборудованию в камерах сжатия существуют определенные небольшие потери энергии, связанные с утечками всасываемого воздуха через неплотности камер, частичным дросселированием воздуха в клапанах и теплообменом всасываемого воздуха сокружающей средой [8, 9]. Данные потери, в виду малости, при построении характеристик не учитывались. Таким образом, общий КПД преобразования гидравлической энергии в энергию сжатого воздуха $\eta_{общ}$ выражается отношением:

$$\eta = \frac{A_{сж}}{E_K} = \eta_0 \cdot \eta_1. \quad 1$$

где η_1 – суммарный КПД камер сжатия.

Рассматривался гидроагрегат со следующими характеристиками: диаметр напорного водовода $D_H = 1,42$ м с толщиной стенки $\delta = 0,01$ м при его длине $L = 40$ м, коэффициент расхода гидроагрегата $\mu = 0,40$; при расчёте модули упругости воды и стенок трубопровода приняты равными $E_e = 2 \cdot 10^9$ Па и $E_{ст} = 2 \cdot 10^{11}$ Па соответственно. Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, ускорение свободного падения $g = 9,807$ м/с². Перепад уровней воды на входном и выходном сечениях оборудования задавался $\Delta H = 1,0-3,0$ метра с шагом 1,0 метр.

При применении гидроагрегатов в качестве генераторов тепловой энергии необходимо, чтобы $n \rightarrow k$. Это достигается устройством теплоизоляции камер сжатия и воздушных линий.

Предполагая процесс сжатия воздуха адиабатным, как идеальный вариант, происходящего при сжатии воздуха процесса, был получен массив данных

по зависимостям [8, 9], на основе которого построены теоретические кривые $\eta = f(p_2, Q_v)$, где p_2 – развиваемое камерами сжатия давление, Па; Q_v – подача сжатого воздуха в пересчете на среднечасовой расход воздуха, $\text{нм}^3/\text{ч}$ (см. рисунок 1).

В настоящее время характеристики энергогенерирующего и использующего оборудования (насосы, турбины, компрессоры) представляются в плоских двухмерных графиках функций с использованием вспомогательных осей [9]. Это, как правило, проекции рабочих характеристик в плоскостях Q - p или Q - H , и в плоскости Q - η . Их использование удобно на практике, специалисту не потребуются дополнительные навыки при чтении схем. Рабочие характеристики гидроагрегатов построены в аналогичных осях, результат представлен на рисунке 1.

При этом продолжительность разгона жидкости в напорном трубопроводе определена по формуле, в соответствии с [10]:

$$t = \frac{L \cdot \mu_0}{\sqrt{2gH}} \cdot \ln \frac{1 + k_1}{1 - k_1}, \quad (2)$$

где L – длина напорного трубопровода, м; $k_1 = 0,95$ – коэффициент разгона, характеризующий степень разгона скорости в трубопроводе, исходя из условия, что закрытие клапана осуществляется при скорости $k_1 \cdot v_{\text{max}}$.

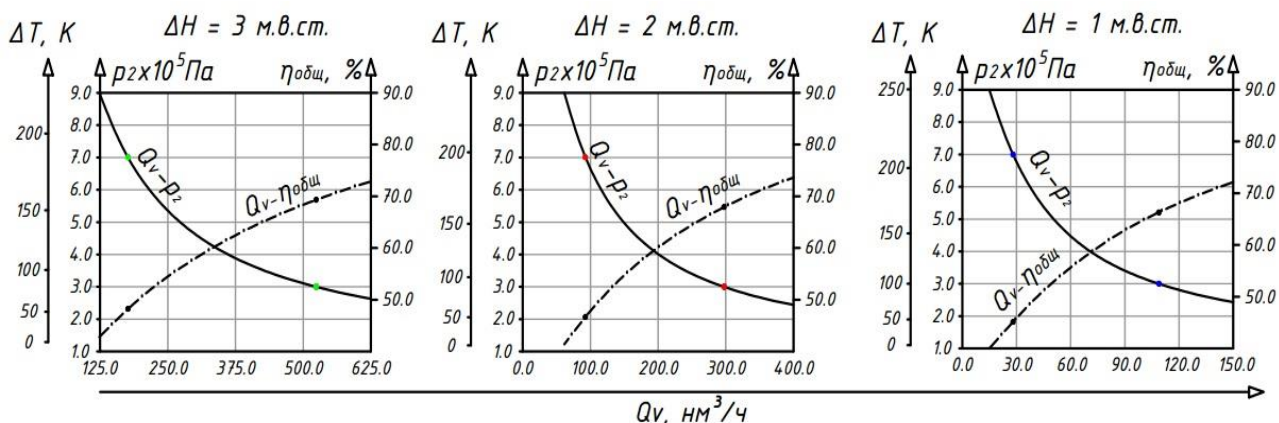


Рис. 1. Рабочие характеристики гидроагрегата-генератора пневматической энергии

Область работы гидроагрегатов-генераторов пневматической энергии ограничена верхним пределом развиваемого абсолютного давления p_2 – 7 атм. и нижним – 3 атм. Данные ограничения напрямую связаны с эффективностью работы. Более высокие давление необходимы при транспортировке рабочего тела на дальние расстояния, малые абсолютные давления соответствуют высокому КПД.

Аналогично строятся теоретические рабочие характеристики для гидроагрегатов-генераторов пневматической энергии с другими задаваемыми параметрами. Применение гидроагрегатов-генераторов позволяет получать пневматическую энергию из энергии водотоков без промежуточного преобразования последней в электрическую, как у традиционных способов с использованием гидротурбин.

Библиографический список

1. Попель, О. С. Возобновляемые источники энергии: роль и место в современной и перспективной энергетике // Российский химический журнал. – 2008. – ЛП, № 6. – С. 95-106.
2. Хмельницкий, Л. Ю. Использование возобновляемых источников энергии как механизм для преодоления диспропорций макроэкономического развития // Проблемы региональной энергетики. – 2010. – № 3 (14). – С. 25-35.
3. Водные ресурсы рек России // Федеральный портал PROTOWN.RU, 2008-2015 гг.: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://protown.ru/information/hidden/2819.html> (дата обращения: 01.03.2016)
4. Миронов, В. В. Энергетические ресурсы в XXI веке: энергия малых водотоков и инновационная технология ее преобразования / В. В. Миронов, Ю. А. Иванюшин, Е. А. Ерофеев // Вестник ТюмГАСУ. – 2015. – № 1. – С. 70-74.
5. Способ строительства малых гидроэлектростанций: пат. 2548530 Рос. Федерация. № 2013150385/06; заявл. 12.11.2013; опубл. 20.04.2015, Бюл. № 11. – 7 с.
6. Иванюшин, Ю. А. Генерация пневматической энергии с низконапорных водотоков / Ю. А. Иванюшин, В. В. Миронов // Сборник материалов XV научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, соискателей и магистрантов ТюмГАСУ. – Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2015. – С. 38-43.
7. Миронов, В. В. Использование пневматической энергии для автономного энергообеспечения зданий и сооружений / В. В. Миронов, Д. В. Миронов, Ю. А. Иванюшин // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2016. – № 3(110). – С. 76-83.
8. Алтухов, С. М., Румянцев, В. А. Мембранные компрессоры. – М.: Изд-во «Машиностроение», 1967. – 128 с.
9. Черкасский, В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: учеб. для теплоэнергетических специальностей вузов. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с., ил.
10. Овсепян, В. М. Гидравлический таран и таранные установки. – М.: Изд-во «Машиностроение», 1968. – 124 с.

УДК 622.692.4.07

А. И. МУЗАФАРОВА, магистрант;
Н. В. ВАДУЛИНА, канд. техн. наук, доцент
кафедры промышленной безопасности и охраны труда;
М. С. КЛЯВЛИН, д-р хим. наук, профессор
кафедры водоснабжения и водоотведения;
Л. М. ЯНБУХТИНА, магистрант

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет». Россия, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1. Тел.: +7 937-32-34-704, эл. почта: Tonya-14@yandex.ru.

Ключевые слова: нефтедобывающая отрасль, внутренняя коррозия, противокоррозионная защита, ингибиторная защита.

Нефтедобывающие объекты являются опасными производственными объектами, поэтому важно обеспечивать их надежную и безотказную работу. Частой причиной неработоспособности трубопроводов является внутренняя коррозия, которая может привести к утечке опасного сырья, взрывам, пожарам, травмам персонала. Для решения данной проблемы ав-

На сегодняшний день в нефтедобывающей отрасли существуют проблемы, связанные с надежной эксплуатацией трубопроводов. Такие объекты являются производственно опасными и нуждаются в повышенном внимании. Частой причиной отказов трубопроводов является внутренняя коррозия [9].

За последние годы увеличилась коррозионная агрессивность, за счет перекачивания нефтепромысловой продукции по трубопроводам. А это, в свою очередь, привело к росту аварий в трубопроводных сетях. Для того чтобы повысить надежность защиты трубопроводов при эксплуатации, необходимы более эффективные средства противокоррозионной защиты.

Противокоррозионная защита подземных трубопроводов осуществляет при помощи различных покрытий, например:

- на основе полимерных материалов (полиэтилена, термоусаживающихся и терморезистивных полимеров, эпоксидных красок и др.);
- на основе термоусаживающихся материалов, полимерных липких лент, битумных и асфальтосмолистых мастик;

Также известны различные способы изоляции трубопроводов. Например, при помощи полимерных лент можно изолировать трубопровод. Такой способ осуществляется комбинированными машинами. Они одновременно очищают наружную поверхность от загрязнения, наносят грунтовку и обматывают по винтовой линии изоляционную ленту и защитную обертку [5]. Этот способ обладает рядом минусов:

1. При очистке важно избегать среза металла в гребнях волн и выпуклостей при большой овальности. Также необходимо воссоздать шероховатость данной изоляции.

2. Нанесение грунтовки определяет качество покрытия, а так как процесс нанесения контролируется визуально, сложно точно нанести слои что приводит к образованию гофр, пузырей и адгезии.

3. При наматывании лент могут возникнуть проблемы, связанные с изменением температуры воздуха, а это усложняет процесс.

4. Адгезия протекает на продольных и поперечных швах труб, что приводит к попаданию агрессивных почвенных электролитов на подклеивающих слой и участки праймера.

5. Чтобы повысить эффективность противокоррозионной защиты применяется электрохимзащита. Данная защита противостоит повреждениям изоляции от почвенной коррозии на металле трубопровода.

6. На систему металл-изоляция-грунт влияет масса внешних факторов: метеорологических, гидрологических, строительных и технологических, которые изменяют коррозионный процесс.

Существует способ борьбы с коррозионными повреждениями, который не требует электрохимзащиты. Он заключается в том, чтобы стальные трубопроводы заменить на пластмассовые. Но у данного способа также существуют минусы:

1. Пластмассовые трубы хорошо удерживаются на плаву, если сравнивать их с трубами из стали, поэтому необходимо дополнительное оборудование для балластировки.

2. Требуется специальные приборы для нахождения местоположения подземных пластмассовых труб.

3. Пластмассовые трубы сильнее подвержены механическим повреждениям.

4. Требуют больших материальных вложений, необходимых для замены всех магистральных трубопроводов высокого давления на пластмассовые трубопроводы.

5. Обнаружение утечки занимает много времени и требует значительных затрат.

Наиболее эффективным способом защиты трубопроводов является использование изоляционного покрытия, изготовленного из оболочки полимерных материалов (полиэтилена или пропилена). Такая оболочка монтируется на трубопроводе отдельными секциями. Поверхности металла трубопровода во время монтажа не нуждаются в дополнительной подготовке. После окончания строительства трубопровода оболочка монтируется между крановыми узлами и испытывается на прочность и герметичность. После того, как строительство трубопровода закончено, оболочку устанавливают между крановыми узлами и испытываются на прочность и герметичность. Далее между оболочкой и трубопроводом закачивается осушенный воздух. Для поддержания избыточное давление применяются автоматические контрольно-осушительные установки, которые устанавливаются на крановых узлах. Поэтому трубопровод не только постоянно находится в среде инертного газа, но и дистанционно контролируется.

На *рис. 1* изображено расположение конструктивных элементов и монтаж при применении данного изоляционного покрытия, а на *рис. 2* представлен поперечный разрез оболочки и трубопровода.

Данное изоляционное покрытие исключает условия возникновения и протекания коррозионных процессов при эксплуатации трубопроводов.

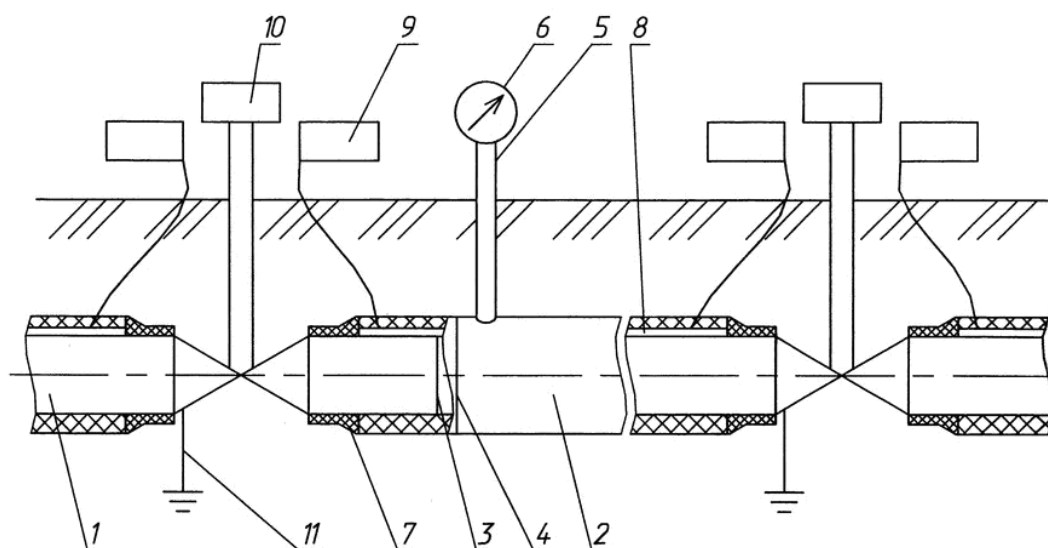


Рис. 1. Принципиальная схема расположения конструктивных элементов изолированного трубопровода: 1 – трубопровод; 2 – изоляционная оболочка; 3, 4 – стыки; 5 – патрубок; 6 – средство контроля; 7 – муфты; 8 – межтрубное пространство; 9 – автоматические контрольно-осушительные установки; 10 – крановые узлы; 11 – заземление

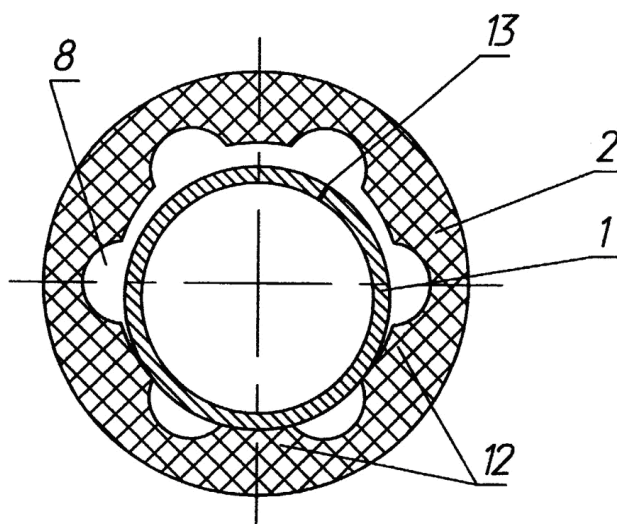


Рис. 2. Поперечный разрез оболочки и трубопровода: 1 – секция трубопровода; 2 – изоляционная оболочка; 8 – межтрубное пространство; 12 – опорные элементы; 13 – продольный шов

При постоянно поддержании сухого воздуха в межтрубном пространстве предотвращает коррозионный процесс. При обнаружении дефектов изоляционного покрытия контрольно-осушительные установки автоматического поддержания давления подачи сухого воздуха компенсируют расход сухого воздуха до полного устранения утечки и возвращают работу автоматических контрольно-осушительных установок сухого воздуха в исходное состояние.

Если же давление в межтрубном пространстве повысилось, средства контроля просигнализируют об этом.

Средства контроля монтируются на разных расстояниях от крановых узлов, для того, чтобы обнаружить места утечек при помощи течеискателя. Далее данные направляются в диспетчерский пункт [10].

Применение описанного способ позволит сократить риск возникновения аварийных ситуаций, повысить безопасность персонала, а также уменьшить затраты на ремонтные работы трубопроводов. Из этого можно сделать вывод, что повышение надежности и безопасности возрастает за счет применения данного способа при обнаружении утечек при эксплуатации.

Библиографический список

1. Абдрахимов, Ю. Р., Закирова, З. А., Садреев, Э. А. Обеспечение промышленной и экологической безопасности при эксплуатации магистральных трубопроводов // Мат. III междун. научно-практ. конф. «Промышленная безопасность на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах». – Уфа: УГНТУ, 2009. – 414 с.
2. Абдрахимов, Ю. Р., Закирова, З. А., Басирова, А. Х. Методы диагностирования магистральных трубопроводов // Безопасность труда в промышленности. – 2014. – № 4. – С. 46-49.
3. Абдрахимов, Ю. Р., Закирова, З. А. Безопасность эксплуатации нефтегазового оборудования: учеб.-метод. пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2010. – 35 с.
4. Абдуллин, И. Г. Коррозия нефтегазового и нефтепромыслового оборудования: учеб. пособие / И. Г. Абдуллин, С. Н. Давыдов, М. А. Худяков. – Уфа: Изд-во УНИ, 1990. – 72 с.
5. Гальперин, А. И. Механизмы и технологии нанесения ленточной изоляции необходимо совершенствовать / А. И. Гальперин // Строительство трубопроводов. – 1993. – № 5. С. 26-30.
6. Гамова, Н. М., Лисин, В. Н. Коррозионная стойкость магистральных трубопроводов в условиях Севера / Н. М. Гамова, В. Н. Лисин // Борьба с коррозией и защита окружающей среды. – 1986. – № 10. – С. 1-6.
7. Гуров, С. А. Повышение ресурса безопасной эксплуатации промысловых трубопроводов на основе применения ингибиторной защиты (на примере месторождений Западной Сибири). Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – Уфа: УГНТУ, 2003. – 24 с.
8. Зайцев, К. И. Пластмассовые трубы – перспектива замены стальных труб на нефтегазопромыслах / К. И. Зайцев // Строительство трубопроводов. – 1996. – № 4-5. – С. 7-11.
9. Навалихин, Г. П., Лаптев, А. Б. Повышение безопасной эксплуатации промысловых нефтепроводов / А. Б. Лаптев, Г. П. Навалихин // Нефтепромысловое дело. – 2006. – № 1. С. 48-52.
10. Пат. 2134836 Российская Федерация, МПК F 16 L 58/10. Способ выполнения изоляционного покрытия подземного трубопровода, исключающий условия возникновения и протекания коррозионных процессов, обеспечивающий поиск и обнаружение утечек при эксплуатации [Текст] / Ляшенко Г. Ф.; Лисин В. Н.; Яковлев А. Я.; Пужайло А. Ф.; Спиридович Е. А.; Савинова И. Г.; Акулова Е. Г.; Лисин И. В.; Ляшенко А. Г.; патентообладатели: Ляшенко Г. Ф.; Лисин В. Н.; Яковлев А. Я.; Пужайло А. Ф.; Спиридович Е. А.; Савинова И. Г.; Акулова Е. Г.; Лисин И. В.; Ляшенко А. Г. – № 9810549406; заявл. 25.03.1998; опубл. 20.08.1999, Бюл. № 2.
11. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
12. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности: нормативный документ. Вып. 4. - 2-е изд., испр. - Взамен ПБ 08-200-98 ; Введ. с 31.07. 2003 №106. – М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2006. – 308 с.

**С. С. НЕФЕДОВ;
Д. В. ЧЕРНОВ;
М. А. БАРТАШУК;
Е. А. ТРОШКОВА**

ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ВОДООЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ АНТИПИНСКОГО НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

АО «Антипинский нефтеперерабатывающий завод». Россия, 652047, г. Тюмень, ул. 6 км Старого Тобольского тракта, д. 20; эл. почта: inro@annpz.ru

Ключевые слова: физико-химическая очистка, блок биологической очистки, мембранные биореакторы, нефтесодержащие сточные воды, двухступенчатое фильтрование, фильтры осветлительные, ионообменные фильтры.

В статье представлены описание технологии подготовки воды с использованием современных методов и оборудования, используемой для собственного производства и очистка сточных вод и их осадков, образующихся в процессе нефтепереработки.

АО «Антипинский НПЗ» основан в июле 2004 года на территории одного из крупнейших нефтегазовых субъектов Российской Федерации – Тюменской области, на котором сосредоточена основная часть российских запасов нефти (64 %) и природного газа (91 %).

На территории предприятия организовано собственное производство получения воды для производственно-технологических (оборотного водоснабжения, котельных установок, нужд основного производства и пожаротушения), для хозяйственно-питьевых нужд и очистки образующихся сточных вод в процессе всего производства. Значительная часть очищенных сточных вод возвращается после очистки в производство, а часть сбрасывается в реку.

Приоритетной задачей завода является минимизации воздействия производственного процесса предприятия на окружающую среду. К числу проектов, направленных на сведение к минимизации экологических рисков, относятся действующие очистные сооружения завода. Современные пятиступенчатые очистные сооружения, внедренные с применением зарубежного оборудования позволяют улучшить качество очистки промышленных стоков предприятия, снизить риски возникновения происшествий и избежать негативного воздействия на окружающую среду. Проект объекта «Водозабор, водоподготовка и очистные сооружения» выполнен проектной организацией ГУП «Институт Нефтехимпереработки Республики Башкортостан» (г. Уфа).

Разработчиком технологической схемы блока биологической очистки стоков является компания «GE Water&ProcessTechnologies» (Венгрия).

Поставщиком комплексной системы обезвоживания обводненного нефтепродукта и обводненного осадка является компания «ANDRITZ» (Германия).

Разработчиком технологической схемы импеллерной флотации блока физико-химической очистки стоков является компания «Separations Specialist» (США).

Оборудованием станции водоподготовки и очистных сооружений можно управлять как в дистанционном (ручном), так и в автоматическом режимах путем перевода виртуального ключа на АРМ оператора в соответствующее положение (рис. 1).



Рис. 1. Операторная очистных сооружений

Водоподготовка

Необходимость обеспечения существующих и проектируемых установок завода собственной технической и умягченной водой привела к строительству водозабора речной воды (р. Тура) и организации водоподготовки.

Техническая вода проходит три этапа очистки (фильтрующий русловой водоприемник, отстойник с коагулятором и осветлительные фильтры). Общий вид производственного здания фильтров представлен на рис. 2. Из части технической воды получается умягченная вода (две стадии ионитных фильтров). Производительность водозабора – 300 м³/ч, производительность по получению умягченной воды – 100 м³/ч.

Вне зависимости от качества воды в р. Туре действующие технологии позволяют обеспечить предприятие собственной водой, очищенной до необходимых требований.

Как показала практика на примере эксплуатации запроектированного и построенного отстойника совмещенного с коагулятором – это сооружение является идеальным решением для такого сложного источника как река Тура.

Время пребывания воды в нем составляет более 10 часов, а система перемешивания техническим воздухом и удаления осадка позволяют добиться необходимого качества независимо от сезонных изменений качества воды в источнике (летнюю межень, осенний и весенний паводки).



Рис. 2. Титул 102-02 Производственное здание фильтров

В качестве реагентов используются оксихлорид алюминия и гипохлорит натрия. Предварительно осветленная речная вода из отстойника подается на фильтры осветлительные вертикальные (ФОВ). Фильтрат на выходе собирается в коллектор и отводится в резервуары чистой воды (далее РЧВ).

Осветленная вода из РЧВ поступает на ионообменные фильтры первой ступени, после которых собирается в коллектор и распределяется по двум ионообменным фильтрам второй ступени. Умягчение производится до норм, предъявляемых к питательной котловой воде (жесткость общая – не более 10 мкг-экв/кг). Умягченная вода, в качестве исходной, используется в блоке деминерализации воды установки производства водорода.

Очистка сточных вод

Основным видом сточных вод нефтеперерабатывающего завода являются нефтесодержащие сточные воды. При этом концентрация нефтепродуктов может находиться в пределах от 0,1 мг/м³ до 2000 мг/м³ и более. Концентрация нефтепродуктов, в водах, разрешенных к сбросу, составляет лишь 0,05 мг/дм³.

Сточные воды, поступающие на очистные сооружения, проходят полный цикл очистки перед сбросом в реку Туру: предварительную очистку, физико-химическую, биологическую на мембранных биореакторах, доочистку и обеззараживание. Образующиеся в процессе осадки, шламы, избыточный активный ил и уловленные нефтепродукты перерабатываются в блоке обезвоживания.

Блок предварительной очистки предусматривает очистку на песколовках и осадителях.

Блок физико-химической очистки включает узел сепарации и узел флотации (рис. 3). Узел сепарации состоит из двух сепараторов. Принцип их работы позволяет одновременно отделить из стоков взвеси и нефтепродукты, которые затем насосами перекачиваются для дальнейшей обработки в блок обезвоживания осадков и нефтепродуктов.



Рис. 3. Узел флотации

Во флотатор подается флокулянт, который служит для интенсификации пенообразования, частично связывая на себе высокомолекулярные загрязняющие вещества и взвешенные частицы, переводя часть загрязнений в форму макроэлементов, впоследствии выносимых вместе с пеной.

Для задержания механических примесей в технологической схеме блока биологической очистки предусмотрено два барабанных сита (фильтры тонкой очистки). Потоки производственных и осветленных хозяйственно-бытовых стоков смешиваются в рециркуляционном канале и поступают на две секции аэротенков. В канал перед аэротенками подается поток активного ила. Смесь сточных вод и активного ила последовательно проходит зоны денитрификации (анаэробную) и зоны аэрации. Для поддержания иловой смеси во взвешенном состоянии в секциях аэротенка и деаэрата установлены мешалки. Мешалки, установленные в анаэробной зоне, работают постоянно, в зоне деаэрации – в периодическом режиме для поддержания биоценоза во взвешенном положении.

В случае недостатка в стоках фосфатов производится дозирование ортофосфорной кислоты. Для осаждения фосфатов в стоки добавляются хлорид железа. Для подпитки микроорганизмов участвующих в процессе очистки сточных вод при дефиците органических загрязнений добавляется Меласса свекловичная. Далее смесь стоков и минерализованного ила проходит разделе-

ние на мембранных биореакторах ZeeWeed®. Этот блок предназначен для очистки сточных вод по уникальным технологиям компании GE Water & Process Technologies (рис. 4).



Рис. 4. Мембраны ZeeWeed® (англ. – водоросли)

Преимущества мембранной технологии в сравнении с традиционной очисткой представлено в *таблице 1*.

Таблица 1

Преимущества мембранной технологии в сравнении с традиционной очисткой

| Традиционная установка | | Мембранная установка |
|---|-----------------------|--|
|  | |  |
| Разработана в XIX-ом веке | Технология | Современная, постоянно развивающаяся |
| Потребность в площадях | Потребность в месте | Чрезвычайно компактно |
| Менее эффективное удаление частиц | Сепарационный процесс | работающая физическая сепарация |
| Большие трудозатраты, потребность в реагентах | Эксплуатация | Процесс полностью автоматизирован, минимальная потребность в реагентах |

Мембранные биореакторы позволяют многократно интенсифицировать процессы, исключить из схемы вторичные отстойники, удалить взвешенные вещества практически на 100 %, БПК на 99 % и уменьшить занимаемые площади в 3-4 раза по сравнению с обычными иловыми отстойниками. До 60 % очищенных сточных вод возвращается на производство для подпитки водооборот-

ных систем, что обеспечивает значительный эколого-экономический эффект по сокращению потребления природных ресурсов, а именно, воды из реки Туры на нужды Антипинского НПЗ в объеме не менее 1.7 миллионов м³/год. Оставшаяся часть поступает на блок глубокой доочистки. Избыточный ил направляется на узел сбора и обезвоживания уловленного нефтепродукта, осадка и избыточного активного ила. Производительность блока – 400 м³/ч.

Блок глубокой доочистки и обеззараживания

Очищенная сточная вода, которая не используется для подпитки водоразборных систем, направляется на блок глубокой доочистки и обеззараживания стоков. После прохождения сорбционных угольных фильтров и установок ультрафиолетового обеззараживания качество такой воды соответствует всем требованиям, предъявляемым к качеству сточной воды, сбрасываемой в водоемы рыбохозяйственного назначения. Очищенные сточные воды после доочистки сбрасываются в реку Туру. Производительность блока – до 400 м³/ч.

Блок обезвоживания уловленных нефтепродуктов, обводненного осадка и избыточного активного ила

На узел поступают уловленные обводненные нефтепродукты и осадок с блока предварительной очистки, с узла сепарации, пена с узла флотации, активный избыточный ил с блока биологической очистки. Обводненный осадок, обводненный нефтепродукт, избыточный активный ил направляются на дальнейшую переработку в емкости для накопления и гомогенизации обводненного нефтепродукта. Емкости представляют собой стальные вертикальные резервуары, оснащенные перемешивающими устройствами. Они предназначены для накопления необходимого объема сырья для подачи на центрифуги и усреднения подаваемого сырья по качеству. Теплообменник типа «труба в трубе» необходим для нагрева сырья (нагретое сырье лучше разделяется) перед центрифугой.

Две трехфазные центрифуги фирмы Andritz Separation AG предназначены для разделения обводненных нефтепродуктов на три фазы: нефтепродуктовую, водную (фугат) и твердую (кек). Нефтепродуктовая фаза направляется в емкость обезвоженного нефтепродукта с последующей откачкой и транспортировкой спецавтотранспортом на дальнейшую переработку в производственные цеха предприятия. Водная фаза направляется на блок предварительной очистки. Твердая фаза (кек) направляется на площадку биодеструкции. После окончания технологического процесса биодеструкции, получившийся отход имеет IV класс опасности и может использоваться в промышленной зоне для обратной отсыпки траншей, ям.

Уникальность очистных сооружений

Очистные сооружения обеспечивают качество сброса в реку Туру, полностью удовлетворяющее требованиям водоемов рыбохозяйственного назначения. Практически по всем показателям очищенные сточные воды лучше, чем исходная вода в реке Тура. На очистных сооружениях улавливается 99,9 % нефтепродуктов. Уловленные нефтепродукты после обезвоживания направляются на переработку в качестве сырья на технологические установки завода. Осадок, образованный после биодеструкции, может использоваться для отсыпки дорог и газонов. Очистные сооружения занимают рекордно малые площади (около 6 га). На строительство очистных сооружений было затрачено 100 миллионов долларов США.

Часть биологически очищенных стоков (40-60%), подлежащая сбросу в водоем рыбохозяйственного назначения реку Тура, поступает на сорбционные фильтры доочистки.

Предприятие постоянно развивается и применяет новые фильтрующие загрузки. Наряду с ранее испытанным сорбентом марки Сорбер, в настоящее время в качестве опытно-промышленных партий закуплены и проводятся испытания трех различных марок углей: МИУ-С, PURAQUA, Сорбер. По окончании испытаний наиболее эффективная марка по удалению фенолов и нефтепродуктов будет рекомендована к дальнейшему применению.

Доочистка стоков производится путем фильтрования через сорбционную загрузку и обеззараживания стоков на установках ультрафиолетового обеззараживания. В здании установлено 8 сорбционных фильтров, включенных в схему двухступенчатого фильтрования. Установки ультрафиолетового обеззараживания обеспечивают обеззараживание стоков до норм, установленных СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

На заводе имеется собственная лаборатория, которая аккредитована в соответствии с требованиями Международного стандарта ИСО/МЭК 17025:2005 и имеет Аттестат аккредитации РОСС RU.0001.517379.

Предприятие в области охраны окружающей среды имеет следующие награды:

лауреат Первой Национальной премии в области водохозяйственного комплекса «Вода России» в номинации «Лучший проект, направленный на снижение загрязнения водных объектов» (2014 г.);

диплом главной Международной экологической премии «Global Eco Brand» в номинации «Лидер социально и экологически ответственного бизнеса» (Сербия, г. Белград, февраль 2015 г.).

Предприятие продолжает динамично развиваться и в перспективе расширение водоочистных сооружений. Предприятие нацелено и в дальнейшем поддерживать высокий уровень технологичности, внедрять передовые методы во-

доочистки, проводить научно-исследовательские работы, соблюдать требования законов Российской Федерации.

Библиографический список

1. Антипинский нефтеперерабатывающий завод: на пути к коренным преобразованиям // Деловая Россия: промышленность, транспорт, социальная жизнь. – 2015. – № 11-12. – С. 110-113.
2. Компания «CREON»: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.creonenergy.ru/media/Presentations/ochistka_promyshlennyh_i_bytovyh_stochnyh_vod_po_tehnologii_nikolay_noev_GE.pdf.
3. Чистота – залог успеха // Вестник АНПЗ. – 2014. – № 1. – С. 5.

УДК 628.1 (07)

Е. В. НИКОЛАЕНКО, канд. техн. наук, доцент;
М. Ю. БЕЛКАНОВА, магистрант

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ВОДООТДАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОСАДКОВ ПРИРОДНЫХ ВОД

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (научно-исследовательский университет). Россия, 454080, г. Челябинск, ул. пр. Ленина, д. 76; Тел.: 8-351-267-9298; эл. почта: marinabelkanova@mail.ru.

Ключевые слова: осадки природных вод, обезвоживание, флокулянт, вермикулит.

Изучен химический состав осадка природных вод. С целью интенсификации обезвоживания осадков очистных сооружений водопровода исследованы следующие методы: температурная обработка (промораживание, последующее оттаивание), обработка флокулянтами и совместная обработка флокулянтами и присадочным материалом (вермикулитом). Показано, что наряду с промораживанием перспективным способом повышения водоотдающей способности осадков является применение флокулянта на основе полиакриламида совместно с вермикулитом.

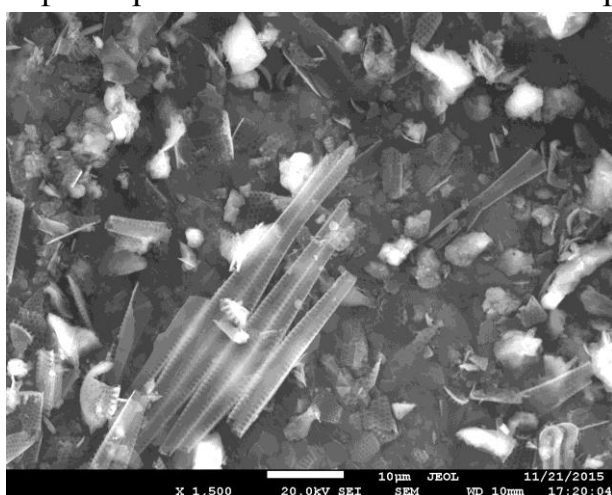
Одной из сложнейших проблем коммунальных служб крупных городов является переработка, использование, утилизация или захоронение осадков, образованных при подготовке воды для централизованных систем водоснабжения. Объемы этих осадков могут быть значительными и варьируются от 0,1 до 1%, а в некоторых случаях могут достигать 5% от объема обрабатываемой воды [1]. В зависимости от преобладающего состава и свойств осадка могут быть выбраны различные пути их обработки и утилизации, среди которых наибольший интерес представляют следующие: использование в качестве компонентов исходного сырья при производстве различных строительных материалов – цементов, бетонов, защитных покрытий [2] и применение как одного из компонентов почвогрунтов, используемых для обустройства газонов и цветников и поз-

воляющих повысить устойчивость растений к заболеваниям и неблагоприятным условиям городской среды [3].

Задачами данной работы являлись изучение состава и свойств осадка очистных сооружений водопровода г. Челябинска. Источником водоснабжения города является Шершневское водохранилище на р. Миасс, вода которого относится ко II-му классу по степени загрязненности [4]. Технологическая схема обработки предполагает использование реагентов для снижения цветности и мутности воды в течение всего года. Особенностью очистных сооружений является параллельная работа 5 блоков, на которых используются одно- и двухступенчатая схемы обработки воды и различный состав сооружений. Общий объем осадков составляет около 2 млн. м³/год.

Настоящие исследования посвящены изучению осадков двухъярусных отстойников, отобранных в осенний период. Содержание сухого вещества осадка составило 22 г/л, влажность – 97,8 %.

Химический состав осадка, образующегося при обработке природных вод, определяется качеством воды в водоисточнике и реагентами, применяемыми при водоподготовке. Согласно количественным исследованиям, проведенным с использованием сканирующего электронного микроскопа, в рассмотренных осадках преобладает углерод органического происхождения, на долю которого приходится 34 %, при значительном присутствии кремния – 2,5 %. Такие результаты свидетельствуют о процессах массового развития фитопланктона в водоисточнике с преобладанием диатомовых водорослей, клеточная стенка которых сформирована соединениями кремния. Действительно, в высушенных до постоянной массы образцах осадков при достаточном увеличении зафиксированы остатки клеточных структур диатомовых водорослей (рис. 1).



а



б

Рис. 1. Фитопланктон в натуральном осадке. Увеличение: ×1500 (а); ×4000 (б)

Реагентная схема обработки природной воды в период накопления осадка в отстойнике включала использование коагулянта сульфата алюминия и окис-

лителя перманганата калия, что обуславливает присутствие в осадках следующих элементов: алюминия – 3...6 % и марганца до 0,4 %.

Одной из основных характеристик осадка является удельное сопротивление фильтрации, по величине которого можно судить о водоотдающей способности осадка. В основе его определения лежит фильтрование осадка через пористую перегородку, по обеим сторонам которой создается перепад давления, являющийся движущей силой процесса [5]. По результатам исследования величина удельного сопротивления фильтрации осадка природных вод Шершневского водохранилища составила $6300 \cdot 10^{10}$ м/кг, что позволяет отнести осадок к труднофильтруемым и, поэтому, его обезвоживание требует предварительного кондиционирования.

Для снижения величины удельного сопротивления фильтрации необходимо изменить форму связи воды, т. е. изменить его структуру осадка. Повышение водоотдающей способности осадков может быть достигнуто различными методами. К числу наиболее часто применяемых методов относится промораживание осадка с последующим оттаиванием, введение флокулянта и обработка присадочными материалами в присутствии флокулянта.

В лабораторных условиях были проведены исследования по сравнению эффективности указанных методов. На *рис. 2* показано снижение удельного сопротивления фильтрации в зависимости от способа обработки осадка и концентрации вводимого катионного флокулянта на основе полиакриламидамарки Vesfloc и присадочного материала – вермикулита.

Вермикулит относится к минералам группы гидрослюд, плохо сжимаем, в процессе нагревания вспучивается с образованием тонкодисперсного мелкопористого материала [6] и при добавлении к осадкам способен создавать крупнопористую структуру, что увеличивает водоотдающую способность осадков. Несомненным достоинством вермикулита является его состав, близкий к элементному составу осадков природных вод: углерод – 18 %, алюминий – 3,5 %, кремний – 6 %, железо – 7 %.

Как видно из *рис. 2*, наибольшее снижение удельного сопротивления фильтрации получено для замороженного осадка – $146 \cdot 10^{10}$ м/кг. Показано, что обработка флокулянтам на основе полиакриламида в присутствии вермикулита в целом эффективнее использования флокулянта без присадочного материала. Наилучшие результаты в этом случае получены для следующих условий обработки осадка: введение 0,3 вес. % ПАА и 1,2 вес. % вермикулита снижает удельное сопротивление фильтрации до $379 \cdot 10^{10}$ м/кг (столбец 7 на *рис. 2*). При повышении дозы вермикулита до 2 вес. % получено удельное сопротивление фильтрации $405 \cdot 10^{10}$ м/кг (столбец 8 на *рис. 2*).

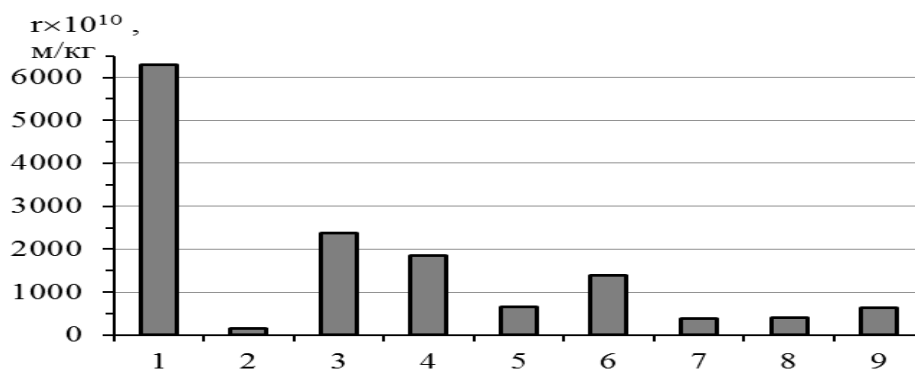


Рис. 2. Удельное сопротивление фильтрации в зависимости от способа обработки осадка. 1 – осадок без обработки; 2 – промораживание – оттаивание; 3–0,2% ПАА; 4–0,3% ПАА; 5–0,5% ПАА; 6–0,6% вермикулита и 0,3% ПАА; 7–1,2% вермикулита и 0,3% ПАА; 8–2% вермикулита и 0,3% ПАА; 9–3,5% вермикулита и 0,3% ПАА

Установлено, что дальнейшее повышение дозы вермикулита до 3,5 вес. % нецелесообразно, т. к. не приводит к повышению водоотдающей способности осадка – удельное сопротивление фильтрации составило $625 \cdot 10^{10}$ м/кг (столбец 9 на рис. 2).

Таким образом, основываясь на результатах проведенных исследований можно сделать вывод, что реагентная обработка осадка совместно с присадочным материалом является эффективной альтернативой методу «промораживание – оттаивание», который нередко бывает сложно реализовать на площадке очистных сооружений водопровода в силу большого количества образующегося осадка и необходимости отчуждения значительных земельных территорий для организации площадок замораживания.

Библиографический список

1. Любарский, В. М. Осадки природных вод и методы их обработки. – М.: Стройиздат, 1980. – 128 с.
2. Шевченко, Л. Я. Осадки водопроводных станций: извлечение и утилизация / Л. Я. Шевченко, Г. Я. Дрозд, Н. И. Зотов, В. Н. Маслак. – Л., 2004. – 195 с.
3. Козлов, М. Н. Технология изготовления плодородного почвогрунта с использованием осадка станций водоподготовки / М. Н. Козлов, А. М. Гаврилин, М. В. Кевбрина, Г. А. Колбасов, В. А. Грачев. – М.: ЭКВАТЭК-2014, 2014.
4. Комплексный доклад «О состоянии окружающей среды Челябинской области в 2013 г.»: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mineco174.ru/files/media/doklad/2013/start.htm>.
5. Туровский, И. С. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание. – М.: ДеЛипринт, 2008. – 376 с.
6. Ахтямов Р. Я. Вермикулит – сырье для производства огнеупорных теплоизоляционных материалов // Огнеупоры и техническая керамика. – 2009. – № 1-2. – С. 58-64.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 634003, г. Томск, ул. пл. Соляная, д. 2. Тел.: (8-382-2) 65-35-21; эл. почта: kaf_wiw@tsuab.ru

Ключевые слова: подземные воды, методы водоподготовки, обезжелезивание, аэрация, фильтрование, реагенты.

В статье изложен наиболее распространенный метод обезжелезивания воды и предложены альтернативные методы обезжелезивания подземных вод.

Всем известно, что рецепта «идеальной» питьевой воды при всей её важности влияния состава на здоровье людей, не существует. Поэтому очистка природной воды является актуальнейшей задачей. В нашей стране доля подземных вод в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения городского населения и сельскохозяйственного водоснабжения составляет около 46%. По данным ООН, примерно треть населения мира использует для питья воду из подземных источников [1].

До недавнего времени в России очищенную воду чаще получали обезжелезиванием подземных вод, и осуществлялось это преимущественно по схеме аэрация-фильтрование, называемое методом упрощённой аэрации. Данная технология очистки подземных вод в прежние годы получила очень широкое распространение [2]. Оборудование этой схемы используется практически на всех станциях обезжелезивания, т.е. является типовым. Этот метод чаще всего используется в безнапорном варианте. Технологическая схема этого метода представлена на *рис. 1*.

Однако обезжелезивание воды по существующей технологии происходит нестабильно. При окислении двухвалентного железа кислородом в воде образуются коллоидные формы гидроксокомплексов трёхвалентного железа, которые сложно фильтруются. В современной технологии очистки артезианской воды при затруднённом осаждении железа, воду перед фильтрацией дополнительно обрабатывают реагентами. Технология очистки воды с применением реагентов является многоступенчатой. Обработку реагентами производят с целью коррекции величины водородного показателя и окислительного потенциала обрабатываемой воды, при этом вредные примеси переходят в тонкодисперсную взвесь. Основную часть взвешенных веществ отделяют механической фильтрацией, а окончательное удаление производят с помощью сорбентов. Качество

воды контролируется на всех ступенях её обработки во избежание проскока реагентов в очищенную воду.

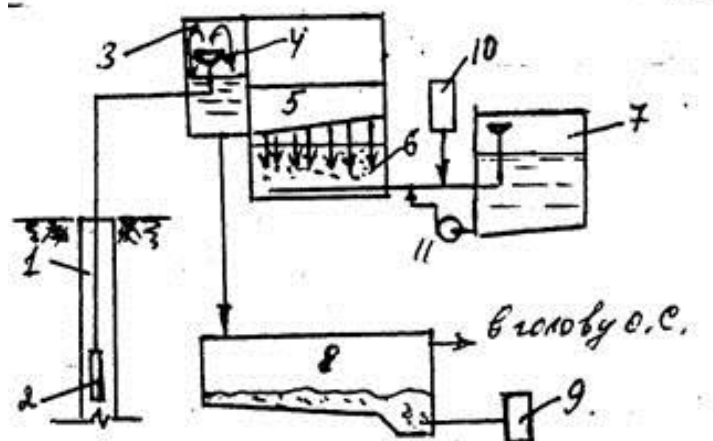


Рис. 1. Схема упрощенной аэрации и фильтрации: 1 – водозаборная скважина; 2 – артезианский насос; 3 – аэрационная камера, совмещенная с карманом фильтра; 4 – аэрационная воронка; 5 – желоб; 6 – фильтрующая загрузка; 7 – РЧВ; 8 – отстойник периодического действия; 9 – узел обезвоживания осадка; 10 – узел обеззараживания воды; 11 – промывной насос

Применение реагентов наносит ущерб экологии и требует дополнительных затрат. Хотелось бы проиллюстрировать альтернативу «старым» методам очистки. Один из таких методов является безреагентный метод контактной коагуляции [4].

Принцип этой технологии заключается в безреагентной контактной коагуляции на зернистой загрузке железа, содержащегося в виде растворённой загрязняющей примеси в природной воде. Особенностью контактной коагуляции является высокая скорость процесса, большая полнота извлечения из воды примесей, независимость процесса от щёлочности и температуры воды, меньшее влияние рН.

Контактная коагуляция происходит только при условии движения жидкости. Контактная коагуляция железа обеспечивает глубокую деферизацию воды, коагулирующее железо активно абсорбирует из воды остальные примеси.

Абсорбция активным коагулянтom загрязняющих примесей из воды и включение их в образующийся плотный осадок гидроокиси железа позволяет получать воду с высокой степенью очистки и заменить химический метод осаждения примесей на метод контактной коагуляции. Этот метод в сочетании с коррекционной обработкой воды железосодержащими контактными коагулянтами позволит осуществлять стабильную глубокую очистку поверхностных вод. Схема данного метода представлена на *рис. 2*.

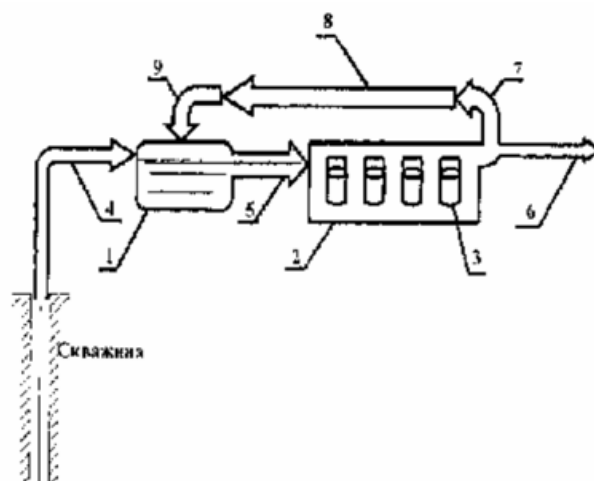


Рис. 2. Установка для обезжелезивания подземных вод: 1- ёмкость запаса воды; 2 - блок напорных фильтров; 3 - фильтры с зернистой загрузкой фильтрующего материала; 4, 5, 6 - напорные трубопроводы в прямом направлении; 7, 8, 9 - напорные трубопроводы в обратном направлении движения воды

Технология реализуется следующим образом: исходную воду подают по трубопроводу 4 и непрерывно перемещают по напорным трубопроводам 5, 6, 7, 8 и 9 последовательно, создавая равномерную циркуляцию водопотока в прямом и обратном направлениях движения воды.

Подземную воду под напором подают из скважины по напорному трубопроводу 4 и перемещают в прямом направлении движения воды последовательно в ёмкость 1 запаса воды, где вода аэрируется. Одновременно из воды в ёмкости 1 отделяется примесь мелкого песка, выносимого потоком воды из скважины. Очищаемую воду с природной примесью гидрокарбоната двухвалентного железа и свободной углекислоты из ёмкости 1 запаса воды подают и непрерывно перемещают по напорному трубопроводу 5 в блок 2 напорных фильтров 3, которые предварительно загружены промытым зернистым фильтрующим материалом. При непрерывном движении воды в фильтре 3 через зернистую загрузку на поверхности зёрен происходит автокаталитическое окисление двухвалентного железа растворённым кислородом до трёхвалентного и контактная коагуляция. Активным коагулянтom абсорбируются в плотную массу отложений растворённые и взвешенные примеси из воды. В результате равномерной циркуляции водопотока и коагуляции трёхвалентного железа при постоянной скорости фильтрации вода в блоке 2 напорных фильтров интенсивно очищается от растворённого железа, при этом коагулянт сорбирует бактерии, гуминовые вещества, ионы тяжелых металлов, коллоидные примеси из воды.

Вода приобретает «водочную» прозрачность, исчезают цветность, запах и привкус. Очищенную воду безостановочно подают под остаточным давлением

непосредственно из блока 2 напорных фильтров по трубопроводу 6 потребителю, и одновременно часть потока очищенной воды из блока 2 напорных фильтров отводят в обратном направлении по напорным трубопроводам 7, 8 и 9 при непрекращающейся её циркуляции в ёмкость 1 запаса воды, где чистая "оборотная" вода смешивается с вновь поступающей из скважины железосодержащей подземной водой, разбавляет её. Тем самым снижается концентрация вредных примесей в едином водопотоке и повторно проходит фильтрация через зернистую загрузку. Затем вода дополнительно очищается при постоянной скорости фильтрации и далее водопоток равномерно циркулирует под напором по трубопроводам в той же технологической последовательности при непрерывном перемещении воды.

В данной технологии за счёт использования оборотной воды, равномерной циркуляции водопотока по трубопроводам и постоянной скорости фильтрации повышается степень очистки подземных вод и стабильно обеспечивается высокое качество питьевой, экологически чистой воды, идущей на потребление. Кроме того, данная технология очистки подземных вод для своего использования не требует введения химических реагентов и применения специализированных устройств, в связи с чем может быть реализована на обычном, типовом технологическом оборудовании водоочистки.

Второй рассматриваемый метод очистки производится установкой ДЕФЕРРИТ™. Он был разработан группой компаний «Экохолдинг» [5].

Преимуществами данных установок является:

- надёжность и эффективность работы;
- простота обслуживания;
- возможность применения в широком диапазоне значений показателей качества исходной воды;

Принцип работы установки «Деферрит» представлен на *рис. 3*.

Исходная подземная вода из артезианских скважин подается в дегазатор-аэратор, где из нее удаляются избыточные концентрации растворенных газов (углекислота, сероводород, метан и др.) При капельно-пленочном изливе и контакте с воздухом происходит насыщение воды кислородом, что крайне важно для жизнедеятельности аэробных бактерий при биологическом методе обезжелезивания и деманганаии воды. После дегазатора-аэратора вода технологическим насосом подается в скорый фильтр, где осуществляется процесс ее обезжелезивания и деманганаии. Далее вода подвергается обеззараживанию на блоке обеззараживания либо гипохлоритом натрия, либо ультрафиолетовыми лучами. Очищенная и обеззараженная вода поступает в резервуар чистой воды, откуда подается потребителям. Установка может работать как в режиме биоло-

гической очистки, так и в режиме предварительной обработки исходной воды сильными окислителями.

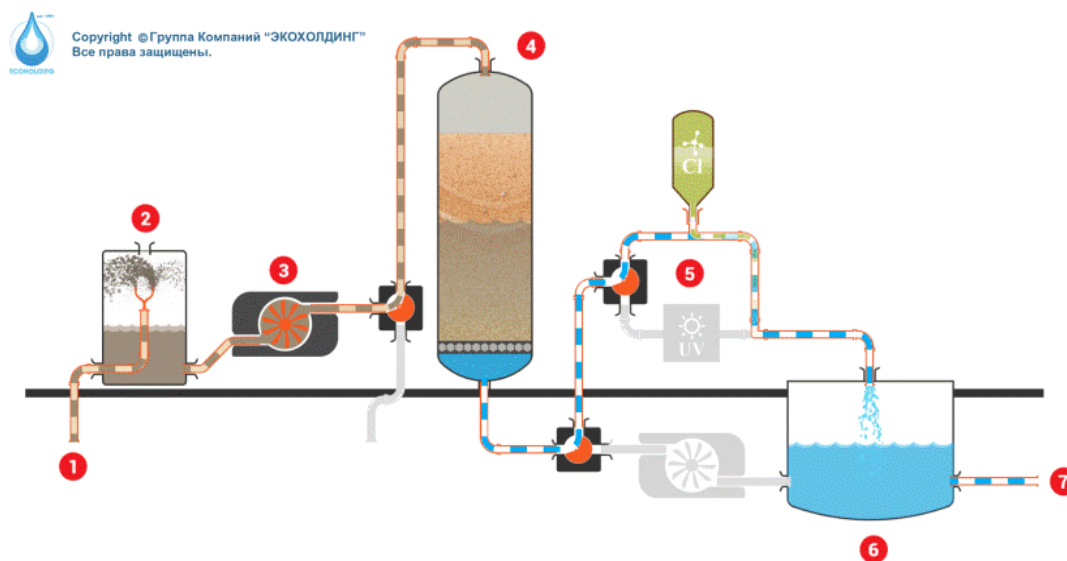


Рис. 3. Принцип работы установки «Деферрит»: 1-трубопровод для подачи исходной воды; 2-Дегазатор-аэратор; 3-технологический насос; 4-скорый фильтр; 5-блок обеззараживания; 6-РЧВ; 7-трубопровод для подачи воды потребителям

Третий метод – гидроволновой метод очистки.

Гидроволновой метод — это авторское ноу-хау, не имеющее аналогов в мировой практике, был применен в России [6].

Метод заключается в следующем: при прохождении жидкого потока через гидродинамический теплогенератор возникает эффект обтекания «плохо обтекаемого тела». В результате в жидкости образуются содержащие вакуум пустоты, внутри которых идет процесс парообразования. Причем, идет он при температуре гораздо ниже 100 °С (например, при 30 °С), за счет этого экономится значительное количество энергии. Дополнительное высокочастотное воздействие вызывает эффективную термоокислительную реакцию, которая приводит к разрушению молекул загрязняющих веществ, в том числе сложных органических соединений и тяжелых металлов.

Основные преимущества гидроволнового метода очистки подземных вод:

- вода нагревается и испаряется не через теплообменную поверхность, а за счет высокочастотного механического воздействия на жидкость;
- все тепло конденсации пара может быть использовано для нагрева и испарения исходной жидкой среды;
- в результате высокочастотных воздействий происходит разложение органических молекул на безвредные простые компоненты;

- технология на основе гидроволнового метода не требует водоподготовки;
- возможно сочетание гидроволнового метода с использованием нанотехнологий, в частности, экологически нейтральных наноматериалов на углеродной основе;
- имеется возможность осуществления звукохимических реакций, при которых соосаждение элементов и их изотопов из очищаемого потока может стать более эффективным.

Процесс отличается малым энергопотреблением. Опасные отходы при использовании метода не образуются. Создаваемое на основе данного метода оборудование отличается надежностью, долговечностью и простотой эксплуатации. Кроме того, контейнерное исполнение установок позволяет избежать значительных капитальных затрат и эксплуатировать оборудование «прямо с колес». Проанализировав альтернативные методы, хотелось бы отдать предпочтение гидроволновому методу. На наш взгляд он наиболее экологичен, экономически целесообразен и не требует дополнительных ресурсов и затрат.

Библиографический список

1. Абрамов, Н. Н. Водоснабжение: учеб. / Н. Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1982. – 480 с.
2. Фрог, Б. Н., Водоподготовка: учебно пособие / Б. Н. Фрог, А. П. Левченко. – М.: МГУ, 1996. – 680 с.
3. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84 / Минстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2015. – 72 с.
4. Инновации бизнесу: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ideasandmoney.ru/>.
5. Группа компаний «Экохолдинг» / Деферрит: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ecoholding.ru/oborudovanie/ustanovka-deferrit/>.
6. Портал o8ode.ru. Вода во всех её проявлениях: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.o8ode.ru/>.

УДК 628.1.033

К. К. ОСПАНОВА, магистрант
кафедры техносферной безопасности;
В. А. САПЕГА, д-р с-х наук, профессор
кафедры техносферной безопасности

АНАЛИЗ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ РАЗНЫХ ИСТОЧНИКОВ

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел: +7 (909) 191-10-65; эл. почта: kami_sch6@mail.ru

Ключевые слова: вода, токсикологические показатели, химические вещества, органолептические показатели.

В статье представлены результаты исследований питьевой воды из разных источников, также проведен анализ проб воды по 4 показателям.

Вода – один из важнейших компонентов системы жизнеобеспечения. Огромные количества воды необходимы для удовлетворения бытовых потребностей населения, для нужд промышленности и сельского хозяйства. Вода – одно из самых распространенных веществ на нашей планете; она имеет огромное значение в эволюции как живой, так и неживой природы [1, с. 4].

Загрязнение воды – это понижение ее качества в результате загрязнения различными, химическими или биологическими веществами. В настоящее время существуют множество средств очищения воды [2, с. 9].

Миллионы семей по всему миру используют фильтры для очистки воды Аквафор. Высокое качество водоочистки подтверждают награды компании: Товар 2012 г., Марка доверия 2010 г. Наиболее чистой и самой пригодной для питья водой считается вода с источника, которую употребляют многие семьи. Водопроводная же вода, перед употреблением проходит несколько стадий очищения, самой известной является хлорирование.

Основной задачей исследования является изучение состава питьевой воды города Кокшетау. В результате работы необходимо выяснить качество питьевой воды по следующим параметрам: физические свойства, жёсткость воды. А также сравнить полученные результаты с нормами, которые определены государственным стандартом. Для анализа были взяты 3 пробы воды:

- 1) Вода водопроводная
- 2) Вода с источника улицы Ауэзова (мкр. Бармашино)
- 3) Вода водопроводная профильтрованная через Аквафор

Определение жесткости воды, хлорид-ионов и ионов железа проводились количественно, а определения солей аммония и нитритов – качественно. Все определения проводились по государственным стандартам. Существуют главные показатели качества питьевой воды. Их можно разделить на группы:

- 1) Органолептические показатели (см. табл. 1).

Таблица 1

Анализ проб по органолептическим показателям

| Наименование пробы | Взвешенный остаток | Сухой остаток |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| Единицы измерения | мг/дм ³ | мг/дм ³ |
| Вода водопроводная | 29,0 | 400,0 |
| Вода с источника | 18,0 | 322,0 |
| Вода (аквафор) | 32,3 | 1152,0 |

В таблице 1 проводился анализ проб по органолептическим показателям, главным из которых оценивалась мутность воды.

Из данной таблицы видно, что наименьшее содержание сухого остатка обнаружено в воде с источника улицы, оно составляет 322,0 мг/дм³. Наибольшее содержания сухого остатка как видно из таблицы обнаружено в водопроводной профильтрованной через Аквафор воде, оно составляет 1152,0 мг/дм³.

По данным государственного стандарта сухого остатка в воде, не должно быть выше 1000 мг/дм³. Из этого следует, что первые две пробы воды соответствуют требованиям стандарта, а проба воды, профильтрованная через Аквафор, даже после очистки имеет наиболее высокую мутность и не соответствует требованиям стандарта [3, с. 68].

2) Токсикологические показатели (сульфаты, медь, мышьяк *табл. 2*).

Таблица 2

Анализ проб по токсикологическим показателям

| Наименование пробы | Единицы измерения | Наименование компонента | | |
|--------------------------------|--------------------|-------------------------|-------|-------|
| | | SO_4^{2-} | As | Cu |
| Вода водопроводная | мг/дм ³ | 80,3 | 0,730 | 0,002 |
| Вода с источника улицы Ауэзова | мг/дм ³ | 60,55 | н/о | н/о |
| Вода (аквафор) | мг/дм ³ | 210,53 | 0,205 | н/о |

Как известно, токсикологические показатели отрицательно влияют на наш организм. В соответствии с государственным стандартом СанПином содержание сульфатов SO_4^{2-} должно соответствовать не более 500 мг/дм³ [3, с. 68]. Итак, по данным таблицы содержание сульфатов не превышает предельно допустимой концентрации взятых из трех проб исследуемой воды. Самое наименьшее число сульфатов находится в пробе воды взятой из источника улицы Ауэзова (мкр. Бармашино).

Содержание меди и мышьяка, также не превышает предельно допустимой концентрации по требованиям стандарта, которая равна для мышьяка 0,05 мг/дм³ и для меди 1,0 мг/дм³ [3, с. 68].

Следовательно, токсикологические показатели проб не превышают предельно допустимой концентрации и главным образом не влияют отрицательно на организм человека.

3) Показатели, которые влияют на органолептические свойства воды (рН, марганец, общая щелочность, нефтепродукты, кальций, железо, нитраты, магний, окисляемость перманганатная, сульфиды) [4].

По данным *таблицы 3* видно, что наименьшее содержание солей кальция и магния в питьевой воде, взятой из источника улицы Ауэзова (мкр. Бармашино), оно составляет 31,93 мг/дм³ (Ca^{2+}), 18,70 мг/дм³ (Mg^{2+}), а наиболее высоко-

ким содержанием солей кальция и магния в воде водопроводной профильтрованной через Аквафор.

Таблица 3

Анализ проб по основным показателям

| Наименование пробы | Наименование компонента | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | CN - | Общая щелочность | $\sum [Ca^{2+} + Mg^{2+}]$ | Ca^{2+} | Mg^{2+} | pH | Cl^{-} | Fe |
| Единицы измерения | мг/дм ³ | ммоль/дм ³ | ммоль/дм ³ | мг/дм ³ | мг/дм ³ | мг/дм ³ | мг/дм ³ | мг/дм ³ |
| Вода водопроводная | н/о | 2,80 | 4,56 | 56,73 | 21,23 | 7,26 | 108,2 | 0,265 |
| Вода с источника улицы Ауэзова | н/о | 3,04 | 3,12 | 31,93 | 18,70 | 6,63 | 51,2 | н/о |
| Вода (аквафор) | н/о | 6,01 | 10,80 | 32,00 | 51,60 | 7,55 | 352,1 | н/о |

Если сравнить данные с государственным стандартом, ионов Ca^{2+} , не должно быть выше 100,00 мг/дм³, а ионов Mg^{2+} не более 50,0 мг/дм³ то можно сделать вывод, что питьевая вода в городе Кокшетау достаточно не требует дополнительного смягчения[3, с. 68, 5].

4) Химические вещества, образующиеся при обработке воды (остаточный хлор, хлороформ, серебро).

Из *таблицы 4* видно, что наибольшее содержание хлоридов наблюдается в пробе водопроводной профильтрованной через Аквафор воде, ее содержание составляет 353,5 мг/дм³. В соответствии с государственным стандартом Сан-Пином предельно допустимая концентрация хлоридов не должна превышать 350,00 мг/дм³. Содержание хлоридов в водопроводной профильтрованной через Аквафор воде превышает в 3,5 раз нормы установленным требованиям.

Таблица 4

Анализ проб на содержание химических веществ.

| Наименование пробы | Cl^{-} |
|--------------------------------|--------------------|
| Единицы измерения | мг/дм ³ |
| Вода водопроводная | 107,4 |
| Вода с источника улицы Ауэзова | 50,6 |
| Вода (аквафор) | 353,5 |

В результате анализа химического состава 3 различных проб воды, проведен сравнительный анализ соответствия с предельно допустимой концентрацией. Выявлено, что качество водопроводной профильтрованной через Ак-

вафор воды не соответствует требованиям СанПин 3.02.002.04. Не соответствие воды профильтрованной через Аквафор воды можно объяснить тем, что используемый фильтр был в использовании у потребителя больше установленного срока эксплуатации. Самой чистой водой по органолептическим свойствам и токсикологическим показателям, является вода с источника улицы Ауэзова (мкр. Бармашино).

На основании полученных экспериментальных данных сделаны выводы:

- проведен анализ трех проб питьевой воды из разных источников;
- анализ провели по основным главным показателям качества воды;
- содержание хлоридов в водопроводной профильтрованной через Аквафор воде превышает в 3,5 раз нормы установленным требованиям.

По проведенному исследованию сделан вывод, что вода с источника улицы Ауэзова является наиболее чистой питьевой водой

Библиографический список

1. Рябчиков, Б. Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. – М.: ДеЛи, 2004. – 328 с.
2. Абакумова, В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 240 с.
3. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы № 3.02.002.04 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения». – М., 2004. – 15 с.
4. Скурлатов, Ю. И., Дука, Г. Г., Мизити, А. Введение в экологическую химию: учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1994. – 400 с.
5. Шаброва, Е. В. Современные экологические проблемы с точки зрения химика // Химия в школе. – 1997. – № 1. – С. 14-20.

УДК 541.183

Л. А. ПИМНЕВА, д-р хим. наук, профессор;
М. Н. КОРОЛЕВА, студент

ИЗВЛЕЧЕНИЕ КАТИОНОВ КОБАЛЬТА КЫШТЫРЛИНСКОЙ ГЛИНОЙ В ОН-ФОРМЕ

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел.: +7 (345) 246-15-33, эл. почта: l.pimneva@mail.ru

Ключевые слова: монтмориллонит, кобальт, катионы, сорбция, глубина извлечения, изотермы сорбции, количественные характеристики процесса сорбции, природный сорбент.

В статье представлены результаты исследований сорбции катионов кобальта из нитратных растворов на монтмориллоните Кыштырлинского месторождения поселка Винзили Тюменского района.

Рациональное использование водных ресурсов является одной из актуальных задач экологии, в решении которых большая роль отводится очистке сточных вод, различных производств. При этом особое значение имеет контроль за содержанием тяжелых металлов, являющиеся одним из наиболее опасных в биологическом отношении компонентами природных вод [1].

Согласно литературным данным [1, 3, 4, 8, 11] одним из перспективных и оправданных за счет минимальных затрат на организацию и проведение процесса очистки сточных и промышленных вод считается сорбционный метод. Для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов является подбор местных материалов в качестве сорбентов [13]. В настоящей работе была исследована сорбция ионов кобальта в ОН- форме.

Процесс сорбции ионов кобальта из растворов заключается в поглощении, как ионов этого металла, так и молекул воды. Молекулы воды при этом составляют конкуренцию ионам металлов, а также происходит конкуренция двух видов межмолекулярных взаимодействий: гидратация ионов металлов и взаимодействие ионов с сорбентом [2].

Для изучения процессов сорбции использовали ОН- форму (обработан раствором NaOH) природного сорбента. В работе исследовали природный сорбент – глинистый минерал Кыштырлинского месторождения из п. Винзили Тюменского района, где основным компонентом является монтмориллонит. Глину использовали в виде тонкомолотого порошка.

Сорбционные свойства ММТ определяли статическим методом. Сорбент массой 1 г помещали в колбу вместительностью 100 мл и заливали раствором в количестве 50 мл нитрата кобальта (растворы готовили разбавлением от 0,01 ммоль/мл до 0,12 ммоль/мл.) Растворы с сорбентом перемешивали в течение 1 ч и оставляли до установления равновесия на 7 суток в термостате при температуре 25°C [7]. Затем отфильтровали растворы и определяли концентрация ионов комплексометрическим методом [15]. Значение величины рН раствора контролировали с помощью рН-метра «Анион» (Россия).

Количественно сорбция (Г) определяется избытком вещества на границе фаз по сравнению с равновесным количеством данного вещества в растворе. Сравнивая значения исходной концентрации иона в растворе с остаточной концентрацией ионов кобальта после контакта раствора с сорбентом, можно сделать вывод о сорбционной способности данного иона на исследуемом сорбенте и свойствах самого сорбента [9]. Экспериментально величину удельной сорбции ионов марганца и никеля вычисляли по уравнению:

$$\Gamma = \frac{(C_{\text{исх.}} - C_{\text{равн.}}) \cdot V_{\text{р-ра}}}{m_{\text{сорбента}}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{исх.}}$ – исходная концентрация ионов кобальта в растворе, ммоль/мл;
 $C_{\text{равн.}}$ – равновесная концентрация ионов кобальта, ммоль/мл; $V_{\text{р-ра}}$ – объем раствора, мл; $m_{\text{сорбента}}$ – масса глины, г.

По полученным экспериментальным данным была рассчитана сорбция Γ ионов кобальта из растворов нитрата кобальта на сорбенте с разной исходной концентрацией, и построены изотермы сорбции (рис. 1).

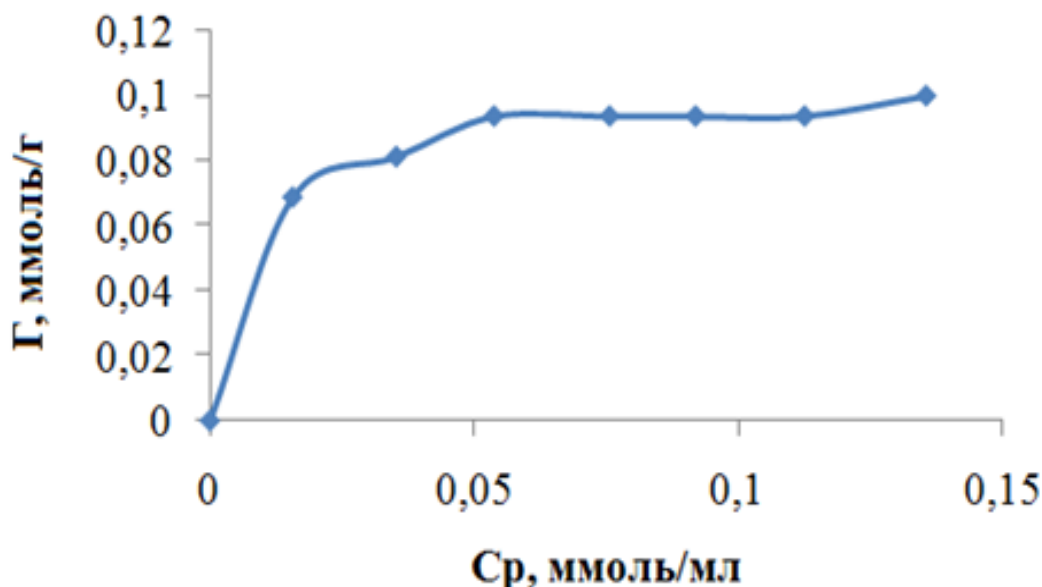
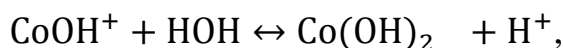
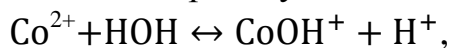


Рис. 1. Зависимость величины ионов кобальта сорбции от равновесной концентрации

При образовании исходных растворов нитратов кобальта протекание гидратообразования с выделением плохо растворимого гидроксида $\text{Co}(\text{OH})_2$, а также гидролиз катиона кобальта [8]. Оба эффекта способны оказывать влияние на результаты сорбции. В 1М растворах начальная величина водородного показателя среды при начале гидратообразования $\text{pH}_{\text{гидр.}}$ для Co^{2+} равна 6,6 [5], в случае 0,01М раствора Co^{2+} 7,6 [5], а при полном осаждении, где автор принимает концентрацию 10^{-5}M , $\text{pH}_{\text{гидр.}}$ составляет 9,2 [5].

В процессе сорбции ионы Co^{2+} гидролизуются по уравнению:



происходит изменение водородного показателя среды. Величина pH может быть рассчитана из зависимости ($K_W = 10^{-14}$)

$$\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \lg K_B - \frac{1}{2} \lg C,$$

где $\lg K_B$ и C – соответственно константа диссоциации слабого основания, образующего соль по второй ступени, равная для $\text{Co}(\text{OH})_2$ ($4,0 \cdot 10^{-5}$) [10, 12]. Результаты расчетов показали, что по мере снижения содержания ионов Co^{2+}

pH раствора существенно возрастает. Эти данные подтверждают и экспериментальные измерения pH растворов после сорбции ионов (рис. 2).

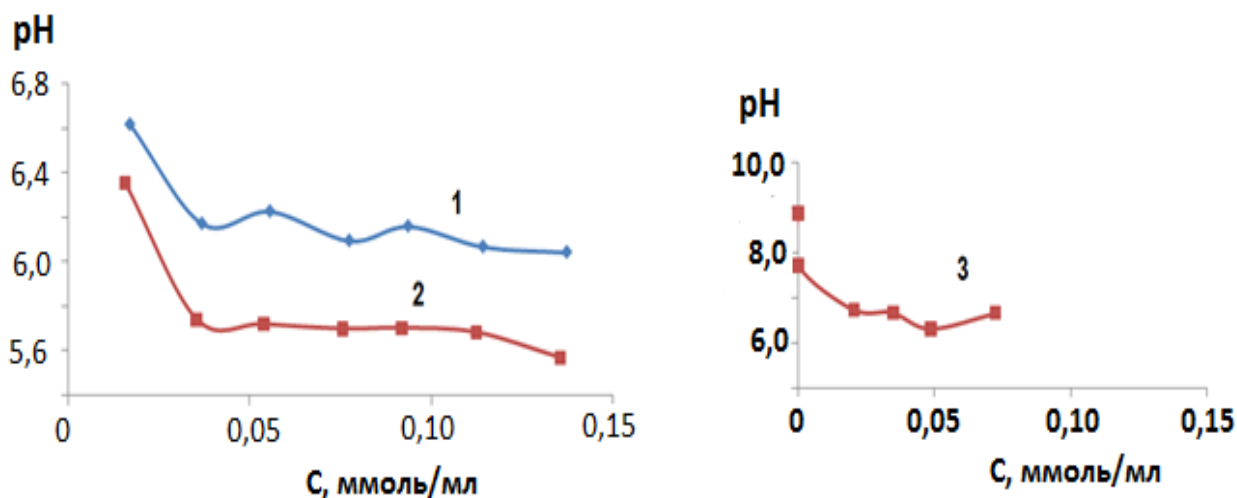


Рис. 2. Зависимость pH от исходной концентрации (1), равновесной концентрации (2), в OH-форме (3) растворов кобальта

Выявление сорбционных параметров предельной удельной сорбции Γ_{∞} и константы, указывающей на сродство сорбата к сорбенту K , проведено обработкой результатов в соответствии с линейной формой уравнения Ленгмюра [2, 6]:

$$\frac{C}{\Gamma} = \frac{C}{K \cdot \Gamma_{\infty}} + \frac{C}{\Gamma_{\infty}},$$

где Γ_{∞} - предельная емкость сорбента, ммоль/г; Γ – количество сорбированных ионов Co^{2+} , ммоль/г; K – константа сорбционного взаимодействия, характеризующая интенсивность сорбции, л/ммоль, C – равновесная концентрация, ммоль/л. (рис. 3).

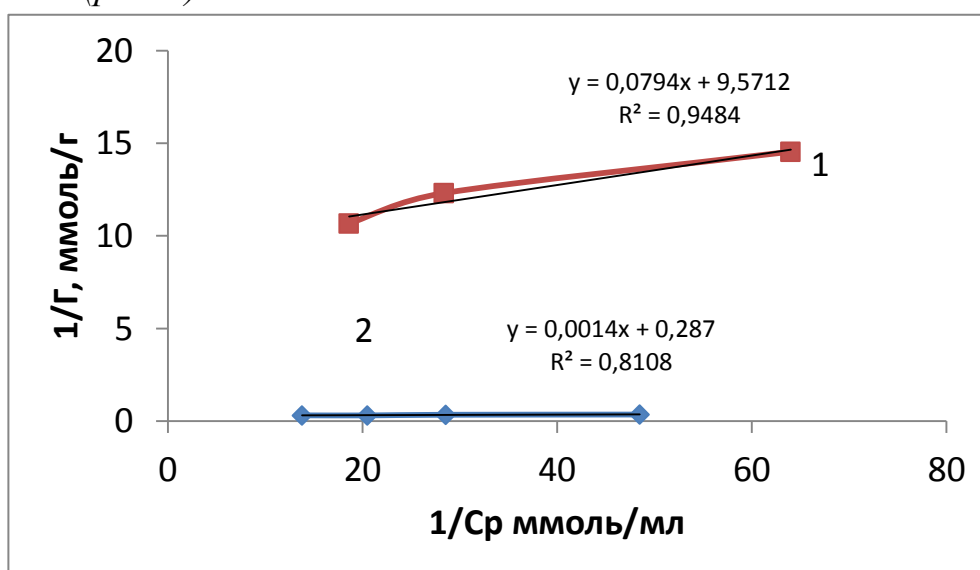


Рис. 3. Изотермы сорбции Co^{2+} Кыштырлинской глины (1), и в OH-форме (2)

Модель Ленгмюра основана на предположениях, что все активные центры однородной поверхности сорбента обладают равной энергией и энтальпией сорбции, а также между адсорбированными молекулами, образующими мономолекулярный слой, нет взаимодействия.

Уравнение изотермы адсорбции Фрейндлиха [2,6] определяли по формуле (2):

$$\lg \Gamma = \lg K + \frac{1}{n} \cdot C \quad (2)$$

где K и $1/n$ - константы.

В модели Фрейндлиха [6] допускается, что распределение числа адсорбированных центров на энергетически неоднородной поверхности сорбента носит экспоненциальный характер. Теплота адсорбции в изотерме Фрейндлиха находится в логарифмической зависимости от степени заполнения поверхности, в отличие от модели Темкина, в которой данная зависимость линейная [14].

Уравнение изотермы сорбции модели Темкина в линейной форме [14] имеет вид:

$$\Gamma = \frac{1}{\alpha} \cdot \ln K + \frac{1}{\alpha} \cdot \ln C ,$$

где K и α - константы.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что предельная емкость (Γ_{∞}) для ОН-формы по отношению к ионам кобальта выше, чем для исходного природного сорбента (рис. 4). Параметр сорбционного взаимодействия (K) характеризует энергию взаимодействия сорбата с сорбентом. Чем сильнее это взаимодействие, тем больше его величина (см. табл. 1).

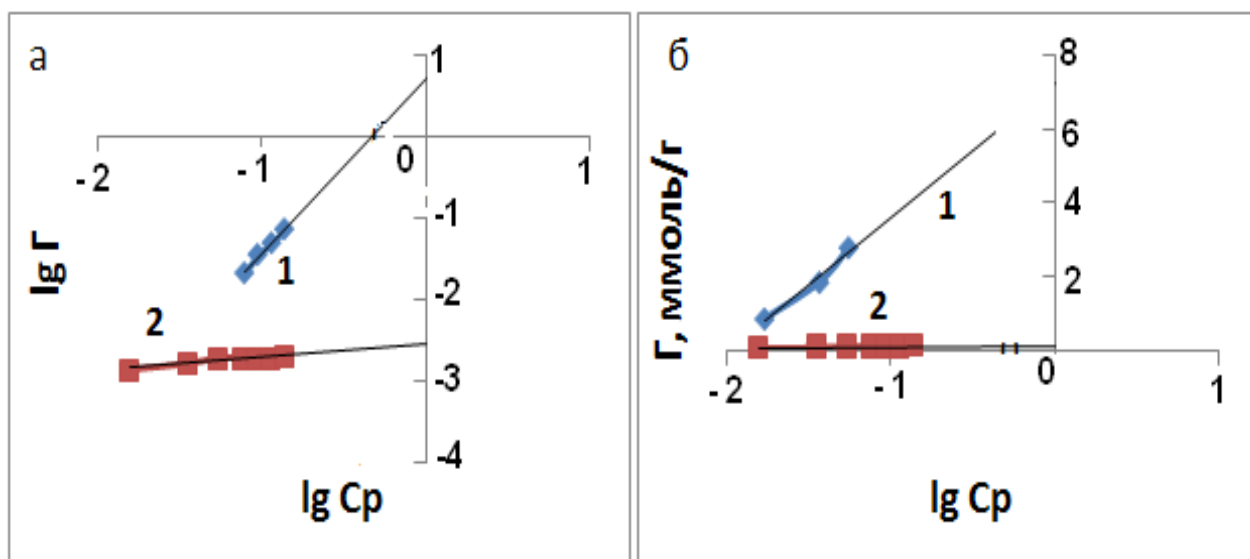


Рис. 4. Изотермы сорбции Co^{2+} а – по Фрейндлиху, б – по Темкину Кыштырлинской глины (1), и в ОН-форме (2)

Таблица 1

Параметры сорбции Co^{2+} из водных растворов в ОН-форме Кыштырлинской глины

| Форма | По Ленгмюру | | | По Фрейндлиху | | | По Темкину | | |
|---------------|--------------------------------|-------|-------|---------------|------|-------|------------|----------|-------|
| | Γ_{∞} , ммоль/г | K, | R^2 | K, | 1/n | R^2 | K, | α | R^2 |
| ММТ | 12,65 | 0,08 | 0,95 | 5,09 | 2,14 | 0,99 | 0,28 | 0,27 | 0,98 |
| ОН - форма | 1000 | 340,0 | 0,81 | 345,81 | 0,16 | 0,90 | 1,34 | 32,26 | 0,91 |

Таким образом, в результате проведенных исследований, можно сделать вывод, что химическая модификация природного материала является эффективным способом повышения сорбционной емкости, позволяющая увеличить степень очистки сточных вод от ионов марганца.

Библиографический список

1. Гимаева, А. Р. Адсорбция катионов марганца и железа природными сорбентами. / А. Р. Гимаева, Э. Р. Валинурова, Д. К. Игдавлетова, Ф. Х. Кудашева // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2011. – Т. 11. – Вып. 3. – С. 350-356.
2. Воюцкий, С. С. Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий – М.: Химия, 1975. – 512 с.
3. Калюкова, Е. Н. Адсорбционные свойства некоторых природных сорбентов по отношению к катионам хрома (III) / Е. Н. Калюкова, Н. Н. Иванская // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2011. – Т. 11. – Вып. 4. – С. 496-501.
4. Лурье, Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю. Ю. Лурье – М.: Химия, 1984. – 448 с.
5. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – М.: Изд-во Химия, 1979. – 480 с.
6. Марков, В. Ф. Исследование ионообменных свойств композиционного сорбента на основе катионита КУ-2х8 и гидроксида железа (III) по отношению к ионам меди (II) / В. Ф. Маркин, Е. В. Иканина, Л. Н. Маскаева // Сорбционные и хроматографические процессы – 2010. – Т. 10. – Вып. 6. – С. 830-839.
7. Пимнева, Л. А. Извлечение катионов марганца и никеля природным сорбентом из природных сточных вод / Л. А. Пимнева, М. Н. Королева // Вестник Тюменского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 1. – С. 77-80.
8. Пимнева, Л. А. Очистка природных и сточных вод от ионов тяжелых металлов. / Л. А. Пимнева, М. Н. Королева // Вестник Тюменского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 2. – С. 82-85.
9. Полещук, И. Н. Сорбционная активность каолинита по отношению к ионам цинка. / И. Н. Полещук, В. В. Малышкина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 9 (ч. 2) – С. 272-274.
10. Рабинович, В. А. Краткий справочник химика / В. А. Рабинович, З. Я Захавин – Л.: Химия, 1977. – 376 с.
11. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982. – 168 с.
12. Справочник химика /Под ред. Б. И. Никольского – М., Л.: 1964. – Т. 3. – 1006 с.
13. Тарасевич, Ю. И. Природные сорбенты в процессах очистки воды / Ю.И. Тарасевич. – Киев: Наукова думка, 1981. – 207 с.
14. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии / Ю. Г. Фролов – Л.: Химия, 1982. – 512 с.
15. Шварценбах, Г. Комплексометрическое титрование / Г. Шварценбах, Г. Флашка – М.: Химия, 1970. – 360 с.

С. В. САРКИСОВ, канд. техн. наук, доцент
кафедры систем жизнеобеспечения
объектов военной инфраструктуры;
П. А. ПУТИЛИН, адъюнкт кафедры
систем жизнеобеспечения
объектов военной инфраструктуры;
В. А. ОБВИНЦЕВ, соискатель
кафедры систем жизнеобеспечения
объектов военной инфраструктуры

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ НАПОРОВ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

ФГКВОУ ВПО «Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева». Россия, 199034, г. Санкт-Петербург. Тел: +7 (905) 255-39-35; эл. почта: sarkisovs@mail.ru.

Ключевые слова: система водоснабжения, насосная станция, напор, регулируемый привод, диктующая точка, электропотребление, энергосбережение, автоматизация.

В статье приведен способ повышения надежности и энергосбережения системы водоснабжения путем оптимизации напоров в распределительной сети. Он основан на выборе актуальной, из множества, диктующей точки в распределительной сети, что позволяет снижать давление до минимально возможного, тем самым, снижая аварийность на участках сети, а так же потребление электроэнергии насосной станцией.

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 05.09.2013 года № 782 «О схемах водоснабжения и водоотведения» [1] и ФЗ от 29.12.2014 г. № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» [2], надёжность систем водоснабжения является одним из ключевых целевых показателей, определяющих эффективность работы этих систем. Исследования проведенные ранее [3] показывают, что интенсивность аварий на сетях водоснабжения, а следовательно и их надежность зависит от давления развиваемого насосной станцией.

В то же время, расчетный напор применяемых в настоящее время автоматизированных насосных станций с гидропневматическими установками переменного давления на 10...20% превышает максимальные часовые значения, так же, напор часто превышает на автоматизированных насосных станциях с регулируемым приводом не имеющих управляющих диктующих точек непосредственно на сети у потребителей. По указанной причине данные насосные станции потребляют электроэнергии больше, чем автоматизированные насосные станции с регулируемым приводом, логически управляемые по данным [4], по-

лучаемым от актуальной, из множества, диктующей точки. Это обстоятельство определяет необходимость применения в системах водоснабжения повысительных насосных станций (ПНС) с регулируемым приводом и логическим управлением.

Существующий способ обнаружил следующие недостатки:

1. Низкую энергоэффективность установки, перекачивающей воду в систему труб, т.к. регулировочная характеристика (R) имеет большой диапазон колебания между характеристиками $(H_{\text{ВЫХ}}^{\text{max}} - N_{\text{НС}})$ максимально допустимого давления на входе в систему труб и $(H_{\text{ВЫХ}}^{\text{min}} - N_{\text{НС}})$ минимально допустимого давления на входе в систему труб.

2. Высокие капитальные затраты, т.к. при его помощи нельзя избежать скачков давления приводящих к разрыву труб или мест их соединения, без затрат на установку дополнительного оборудования, выравнивающего давление.

3. Ограниченную область применения, связанную с необходимостью наличия диспетчерской службы т. к. в качестве блока управления выступает пульт диспетчера.

Для исключения выше указанных недостатков, был разработан новый способ [5], задачей которого стало усовершенствование существующего способа с целью повышения энергоэффективности, снижения капитальных затрат и расширения области его применения.

Для решения задачи по рациональному управлению энергопотреблением насосной станции системы водоснабжения (рис. 1) предлагается способ, в котором при помощи системы параллельно работающих насосов, приводимых в действие от электродвигателей перекачивается вода в систему труб. Определяется характеристика $(H_{\text{ВЫХ}}^{\text{max}} - N_{\text{НС}})$ максимально допустимого давления на входе в систему труб и характеристика $(H_{\text{ВЫХ}}^{\text{min}} - N_{\text{НС}})$ минимально допустимого давления на входе в систему труб, где $H_{\text{ВЫХ}}^{\text{max}}$ - максимальный напор на входе в систему труб, $H_{\text{ВЫХ}}^{\text{min}}$ - минимальный напор на входе в систему труб, $N_{\text{НС}}$ - потребляемая мощность насосной станции.

Устанавливается точка (N_1) минимального и точка (N_2) максимального значений управляемого параметра, затем для соответствующей системы труб определяется регулировочная характеристика (R) (рис. 2), которая проходит между точкой (N_1) минимального и точкой максимального (N_2) значения управляемого параметра. Регулировочная характеристика (R), отражающая номинальное значение управляемого параметра, запоминается в блоке управления. На блок управления постоянно подаётся пропорциональная значению контролируемого параметра или соответственно измеренному датчиком значению контролируемого параметра передаваемая величина. При отклонении действи-

тельного значения, от заданного соответственно регулировочной характеристике (R) номинального значения управляемого параметра, оказывается управленческое воздействие с целью компенсации отклонения и дополнительно постоянно измеряется значение управляемого параметра фиксируемого блоком управления, в соответствии с вновь определенным решением.

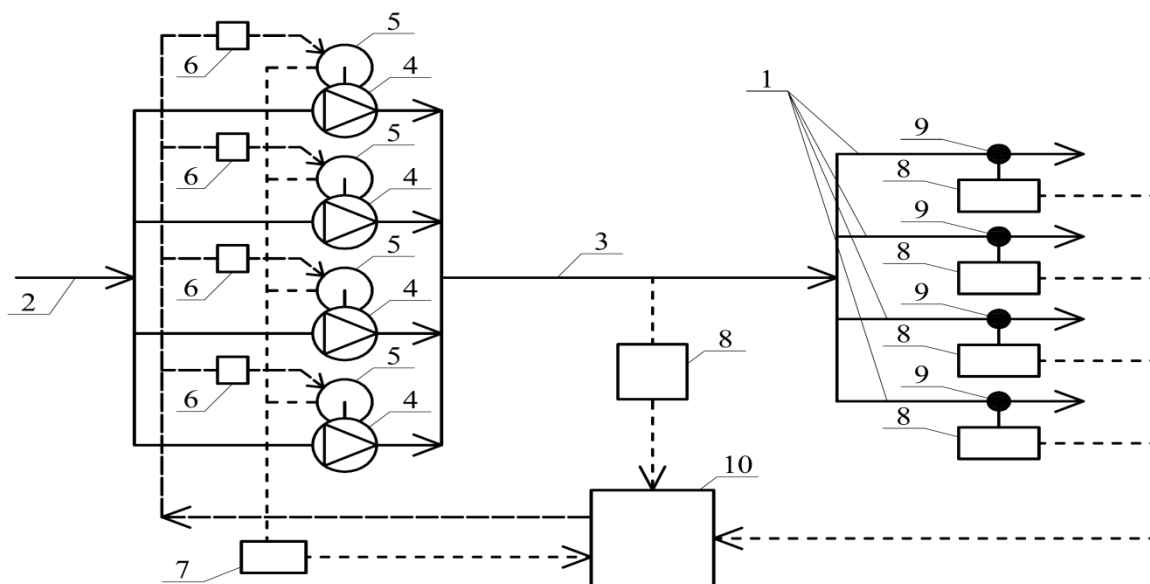


Рис. 1. Схема системы водоснабжения: 1 – распределительная водопроводная сеть; 2 – подающий трубопровод; 3 – магистральный трубопровод; 4 – насосный агрегат; 5 – электрический двигатель; 6 – статический преобразователь частоты; 7 – измеритель потребляемой мощности; 8 – прибор для измерения напора; 9 – диктующая точка; 10 – автономное регулирующее устройство

Иллюстрация практического применения данного способа приведена на примере работы системы представленной на *рис. 1*, где схематично показана насосная станция, подающая воду в распределительную водопроводную сеть 1. Он работает, следующим образом:

Вначале определяются параметры обслуживаемой системы. Для этого, на первом этапе при помощи измерительного комплекса получают характеристику ($H_{\text{ВЫХ}}^{\text{min}} - N_{\text{НС}}$) минимально допустимого давления на входе в систему труб 1, точку (N_1) минимального и точку (N_2) максимального значения энергопотребление $N_{\text{НС}}$ насосной станции.

Для обеспечения оптимальных режимов в автономное регулирующее устройство вводят регулировочные характеристики (R) (см. *рис. 2*) для каждой из диктующих точек, дополнительную регулировочную характеристику (n), а так же данные, получаемые от измерителя потребляемой мощности 7 и приборов для измерения напора 8 (см. *рис. 1*).

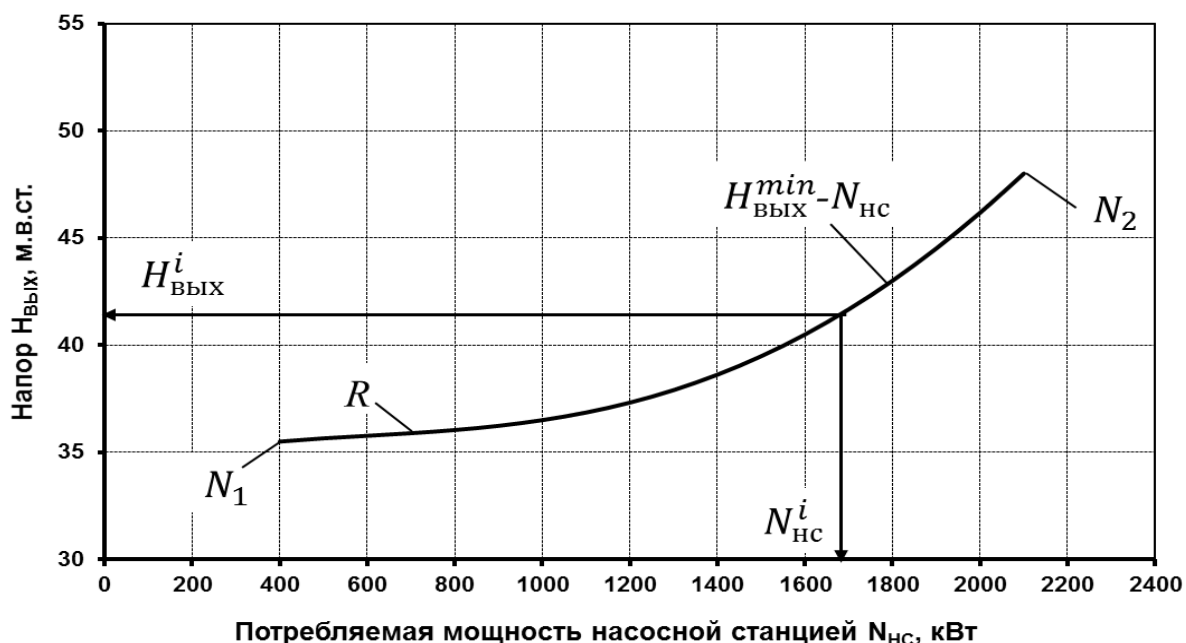


Рис. 2. Регулировочная характеристика (R): $H_{\text{ВЫХ}}$ (в метрах водяного столба – м в.ст.) воды в системе труб является функцией потребляемой мощности насосной станций $N_{\text{НС}}$ (в кВт)

После этого насосная станция с насосами 4 приводится в действие путем включения электродвигателей 5. После включения насосов 4, вода под давлением подаётся в систему труб 1. Потребляемая мощность $N_{\text{НС}}$ насосной станции зависит от развиваемого ею напора и расхода. Потребляемая мощность $N_{\text{НС}}$ измеряется измерителем потребляемой мощности 7 и в виде электрической и/или цифровой величины в качестве действительного значения передается на блок управления 10.

Каждому значению потребляемой мощности $N_{\text{НС}}$ через регулировочную характеристику (R) соответствует напор $H_{\text{ВЫХ}}$, который должна создавать насосная станция с насосами 4. Блок управления 10 постоянно выдает управленческое воздействие (число и тип одновременно работающих насосов, а так же изменение скорости вращения вала приводимых в действие электродвигателей), при помощи которого в зависимости от значения (R) и (n) при текущей потребляемой мощности $N_{\text{НС}}$, либо уменьшается (увеличивается), скорость вращения вала электродвигателя текущего насоса (в пределах дополнительной регулировочной характеристики (n)). При этом число работающих насосов остается неизменным, либо включается дополнительный насос 4 и одновременно снижаются скорости вращения валов (в пределах дополнительной регулировочной характеристики (n)), приводимых в действие электродвигателей параллельно работающих насосов и дополнительного насоса до уровня, при котором при совмест-

ной работе насосов значение напора $H_{\text{вых}}$, соответствует (не превышает) регулировочной характеристике (R), либо отключают дополнительный насос, а все оставшиеся насосы выходят на паспортную скорость вращения валов электродвигателей, и дальнейшая корректировка происходит путем изменения скорости вращения вала электродвигателя одного из оставшихся насосов.

Таким образом, предложенный способ позволяет:

- повысить энергоэффективность установки перекачивающей воду в систему труб, т.к. для каждой из диктующих точек, расположенных на сети, определяется своя регулировочная характеристика (R) соответствующая оптимальному энергопотреблению насосной станции при минимально допустимом давлении в диктующей точке ($H_{\text{вых}}^{\text{min}} - N_{\text{НС}}$), а в качестве контрольной точки сети, динамически принимается диктующая i -я точка сети, в которой $\Delta H_i = \min(H_i^{\text{факт}} - H_i^{\text{тр}})$, где $i=1 \dots n$;

- оптимизировать затраты не только на оплату электроэнергии, но и с учетом затрат на устранение аварий на сетях водоснабжения, которые зависят и от величины расчетного напора;

- применить его на удаленных насосных станциях, на которых отсутствует диспетчер т.к. в качестве блока управления применено автономное регулирующее устройство, координирующее совместную работу группы статических преобразователей частоты тока питающих электродвигатели.

Библиографический список

1. Постановление Правительства РФ от 05.09.2013 № 782 «О схемах водоснабжения и водоотведения».
2. Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении».
3. Игнатчик, В. С., Саркисов, С. В., Путилин, П. А. Результаты исследования зависимости показателей безотказности трубопроводов сетей водоснабжения от материала и давления // Журнал, изданный по материалам международной конференции Евразийского союза ученых (ЕСУ). – 2015. – № 4 (13). – С. 49-53.
4. Саркисов, С. В. Определение закономерностей изменения параметрических характеристик, а так же вероятностных и технологических показателей функционирования системы водоснабжения / С. В. Саркисов, П. А. Путилин, В. А. Валуйский: сб. статей междунаучно-практ. конф. «Инновации в современном мире». – М., 2015. – С. 25-28.
5. Способ повышения энергоэффективности насосной станции: пат. 2561782 Рос. Федерация: F04D 15/00 (2006.01) / Ю. А. Ильин, В. С. Игнатчик, Н. В. Игнатчик, С. В. Саркисов, В. С. Ивановский, С. В. Ивановский, С. Ю. Игнатчик, П. А. Путилин; заявитель и патентообладатель Ассоциация ведущих инженеров и ученых по водоснабжению и водоотведению. – № 2014125631/06; заявл. 24.06.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. №25.

**А. Э. САФИН;
О. В. ШАПОВАЛ;
В. С. СПЕРАНСКИЙ;
С. Г. НИЦКАЯ**

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЮУРГУ

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (научно-исследовательский университет). Россия, 454080, г. Челябинск, ул. пр. Ленина, д. 76; Тел.: +7-982-306-61-90; эл. почта: alexander_safin@icloud.com.

Ключевые слова: система водоснабжения и водоотведения, реконструкция, хозяйственно-питьевое водоснабжение.

Рассмотрены пути реконструкции систем водоснабжения и водоотведения спортивно-оздоровительного комплекса Южно-Уральского государственного университета; предложены зимний и летний варианты хозяйственно-питьевого водоснабжения из скважин глубиной 60 м, расположенных на территории комплекса; для повышения надёжности эксплуатации, особенно в зимний период, предложено кольцевание водопроводной сети; решен вопрос отведения сточных вод от строящихся и реконструируемых жилых корпусов с устройством накопительной ёмкости с погружным насосом, позволяющим перекачивать эти воды в ближайший колодец существующей самотечной канализации; при длительных перерывах в электроснабжении возможна откачка накопительной ёмкости ассенизационной машиной; в перспективе предполагается строительство автономных очистных сооружений канализации.

Водоснабжение большинства небольших отдельно стоящих спортивно-оздоровительных комплексов осуществляется из подземных источников водоснабжения. Такая система водоснабжения предпочтительней с точки зрения единовременных затрат и последующей эксплуатации, поскольку подземные воды характеризуются стабильным составом и более высоким санитарным состоянием, чем воды поверхностных источников и поэтому не требуют подготовки при использовании их на питьевые нужды.

В таких случаях, как правило, применяется схема с забором воды из подземных источников с помощью скважин с прямой подачей в водопроводную сеть, с включением в схему водонапорной башни.

Спортивно-оздоровительный комплекс ЮУрГУ расположен в водоохранной зоне озера Большой Сунукуль в с. Непряхино Чебаркульского района Челябинской области.

В настоящее время на территории спортивно-оздоровительного комплекса располагается детский оздоровительный лагерь «Березка»; студенческий спортивно-оздоровительный лагерь «Олимп»; база отдыха «Наука» для препо-

давателей и сотрудников университета. В детском лагере построены теплые бревенчатые корпуса, отдельная столовая, спортивные сооружения. На студенческой и преподавательской частях территории построены летние щитовые дома, к началу двухтысячных к ним добавились три корпуса круглогодичного проживания, для каждого подразделения построены капитальные столовые.

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения являются две скважины, расположенные на территории оздоровительного комплекса, забирающие воду с глубины порядка 60 м. В целях обеспечения постоянного гарантированного качества воды для питьевых целей, вода из скважины под напором поступает на фильтровальные установки для предотвращения попадания песка из скважины в водопроводную сеть. В схему также включён гидропневматический бак, обеспечивающий необходимый напор в сети и дополнительный запас воды, стабилизирующий работу насосов [1].

Комплекс рассчитан на круглогодичную работу, однако основной прием отдыхающих ведется в летний период. При таком режиме работы наблюдается 2 резко отличных режима водопользования: «летний» и «зимний». В настоящее время система водоснабжения имеет два варианта. На летний период водоснабжение представляет собой напорную тупиковую объединенную систему водоснабжения наземной прокладки (противопожарный водопровод объединен с хозяйственно-питьевым). На сети в соответствии с нормативными требованиями установлены пожарные краны. В схему водоснабжения включается промежуточная регулирующая емкость – водонапорная башня (два бака емкостью по 25 м³), которая располагается на самой высокой отметке территории комплекса и обеспечивает регулирование подачи воды в часы максимального водоразбора, а также противопожарный запас воды.

Для зимнего периода времени водоснабжение представляет собой напорную тупиковую систему подземной прокладки. Подача воды из скважин ведется напрямую к водопотребителям. Противопожарный водопровод также объединен с хозяйственно-питьевым.

В связи с постоянным ростом числа отдыхающих, появилась необходимость произвести реконструкцию спортивно-оздоровительного комплекса Южно-Уральского государственного университета.

Проектом реконструкции предлагается кольцевание водопроводной сети с разбивкой на участки с установкой запорной арматуры с целью аварийного отключения отдельных потребителей. В кольцевую сеть предлагается включение трех корпусов круглогодичного проживания, в одном из которых в подвале располагается спортивный бассейн.

На территории комплекса в 2015 году на месте старых деревянно-щитовых домиков началось строительство новых более благоустроенных зда-

ний, оборудованных санузлами. Ввод в эксплуатацию запланирован на весну 2016 года. К системе проектируемого водопроводной кольцевой сети водоснабжения проектом планируется подключение новых летних домиков.

Особенностью территории спортивно-оздоровительного комплекса ЮУрГУ является наличие участков с выраженными уклонами. При застройке территории капитальные здания были размещены на повышенных участках, жилые летние домики располагаются на более живописных пониженных участках. На территории комплекса грунты представлены в большей части скальными породами, верхний слой почвы на отдельных участках незначительный и достаточно рыхлый. На одной из центральных площадок в пониженной части рельефа сходятся улицы, на которых расположены летние домики, с четвертой стороны – короткий достаточно крутой склон возвышенности. На этой же территории размещается одна из скважин, предназначенная для водоснабжения. Во время обильных дождей, при таянии снега образующаяся дождевая и талая вода стекает по уклону и по пешеходным дорожкам улиц, скапливаясь на тротуарах и лесных участках, где в этот период отмечается подтопление. На склоне стекающие ручьи способствуют значительной эрозии.

При реконструкции существующего участка водопровода и организации кольцевой сети прокладка трубопроводов на новом участке предлагается на глубине 1,5 – 1,8 м (при нормативной глубине промерзания 2,0 м), для подключения летних домиков – 0,5 – 0,6 м от уровня земли [2]. Для предупреждения замерзания трубопроводов зимой и нагревания летом предлагается их теплоизоляция. Отключение/подключение летнего участка предполагается в колодце, который проектируется установить на кольцевой водопроводной сети.

Создание более благоприятных уклонов и уменьшения размыва верхнего слоя почвы и дальнейшей эрозии уже существующей протоки предлагается за счет устройства сооружений типа габионов, заполненных камнем местного карьера [3, 4]. Стекающая с короткого склона вода должна перехватываться искусственным прудом – накопительной емкостью. Вода из накопительной емкости может быть использованная для технического водоснабжения туалетов всех трех подразделений спортивно-оздоровительного комплекса.

Канализование реконструируемого жилья, расположенного в повышенной части рельефа, предлагается с использованием существующей самотечной сети, транспортирующей сточные воды от зданий круглогодичного проживания в общую накопительную ёмкость комплекса. Эта ёмкость периодически опорожняется ассенизационными машинами, отвозящими сточные воды на очистные сооружения Чебаркульского куста здравниц.

Для остальной части реконструируемого жилья, преимущественно сосредоточенного вдоль одной улицы и предназначенного для летнего прожива-

ния порядка 80 человек, предлагается проложить отдельную самотечную канализационную сеть из ПП труб диаметром 110 мм с начальным заглублением 0,4 м и уклоном 0,01. Для устранения многократного пересечения пешеходной дорожки с нарушением покрытия предлагается прокладка двух параллельных трубопроводов с объединением их перед проектируемой накопительной ёмкостью объёмом 25 м³. Возможен вывоз сточных вод непосредственно из этой ёмкости. Также предлагается размещение в накопительной ёмкости погружных насосом для перекачки сточных вод в автоматическом режиме в ближайший колодец существующей самотечной канализации.

Также рассматривается вариант строительства собственных очистных сооружений с полной биологической очисткой, в том числе от биогенных веществ, позволяющих выпуск очищенных сточных вод в ближайший ручей, впадающий в р. Миасс [3, 4]. Для очистки сточных вод может быть принята продукция одного из крупнейших производителей локальных очистных сооружений – компании Юнилос. Из имеющегося ряда продукции фирмы оптимальным решением для данного объекта является станция глубокой очистки «МЕГА-Т». Благодаря специальной технологии прерывистой аэрации SBR (Sequencing Batch Reactor), все фазы очистки в этой станции осуществляются в одном активационном резервуаре. Полная автоматика процесса позволит существенно снизить затраты на обслуживающий персонал и максимально оптимизировать технологический процесс, а использование современных биотехнологий, обеспечит высокое качество очистки сточных вод при полном соблюдении действующих санитарных норм.

Библиографический список

1. СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.
2. СП 131.13330.2012 Строительная климатология Актуализированная версия СНиП 23-01-99* СНиП 23-01-99* Строительная климатология.
3. ГОСТ Р 52132-2003 Изделия из сетки проволочной крученой с шестиугольными ячейками для габионных конструкций.
4. Ландшафтный дизайн и озеленение территории: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.greeninfo.ru/landscape/index.html>.
5. Комплексное решение очистки сточных вод: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.topolwater.com/ru/>
6. Pielkenrood Group BV: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.pielkenrood.net/>.

ДВИЖЕНИЕ НАНОСОВ В ТУРБУЛЕНТНОМ ПОТОКЕ

Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати. Республика Казахстан, 080000, г. Тараз, ул. Сулейменова, д. 7; Тел.: +7 771 412 81 56; эл. почта: zhanga_m_n@mail.ru.

Ключевые слова: турбулентность, поток, наносы, гидравлическая крупность, заиление.

На реках, несущих большое количество наносов, расчет заиления является одним из основных вопросов при проектировании и эксплуатации оросительных каналов. Авторам приходилось сталкиваться с целым рядом весьма сложных и недостаточно разрешенных вопросов в области борьбы с наносами. Основными из них являются: унификация шкалы гидравлических крупностей наносов и процесс их осаждения в турбулентном потоке.

В практике проектирования при определении гидравлической крупности наносов w применяются до настоящего времени шкалы и формулы: Стокса, Озеена, Хазена, Крея, Ричардса и Судри. Между тем все эти шкалы и формулы дают резко отличные друг от друга данные: различие, особенно для мелких наносов, достигает до 50%. Поэтому нет никакой уверенности в точности получаемых результатов.

Чтобы установить наиболее достоверные данные о гидравлической крупности наносов, нами проанализированы имеющиеся в этой области работы и проведены специальные лабораторные исследования.

Экспериментальные исследования по определению гидравлической крупности проводились в двух стеклянных цилиндрических трубках диаметром 9,7 и 6,2 см и длиной 135 и 145 см в лаборатории гидрологической и технической безопасности гидротехнических сооружений (ГиТБГТС) ТарГУ им. М.Х. Дулати. Опыты проводились с частицами кварца округлой формы диаметрами от 3,5 до 0,5 мм.

Падение каждой частицы наблюдалось по три раза. Время измерялось двумя секундомерами: один с точностью 0,01 сек. и другой с точностью 0,1 сек.

Опыты проводились при температурах воды, близких к 15°C. Для проверки и установления влияния температуры воды на величину скорости падения частиц было проведено несколько опытов при различных температурах.

Порядок отбора песчинок для опыта был принят следующий: после промывки и обработки песка 10%-ным раствором HCl проводился ситовой анализ; из отсортированных фракций далее отбирались из каждой группы фракций частицы кварца округлой формы удельного веса 2,65. Отбор частиц производился при помощи бинокулярного стереоскопического микроскопа. При этом отбор частиц 3,5-0,7 мм производился заблаговременно; отбор частиц меньше 0,7 мм в силу их малости производился в ходе проведения опытов [1, 6].

Для отбора каждая элементарная частица измерялась несколько раз в различных направлениях: частица, имеющая неодинаковые размеры по основным направлениям, отбрасывалась. Таким способом нами были отобраны частицы с диаметрами, приведенными в *таблице 1*; фракции меньше 1 мм были разбиты на 17 групп. Характеристика части групп этих фракций приведена на *рис. 1*.

Таблица 1

Характеристика гранулометрического состава частиц

| Фракция, мм | Средний диаметр фракций d , мм | Число наблюдений, n | Гидравлическая крупность w_0 , см/сек |
|-------------|----------------------------------|-----------------------|---|
| 3,50 | 3,50 | 30 | 25,38 |
| 3,00 | 3,00 | 97 | 23,00 |
| 2,50 | 2,50 | 77 | 21,60 |
| 2,00 | 2,00 | 67 | 19,25 |
| 1,00 | 1,00 | 144 | 12,17 |
| 0,80-0,75 | 0,775 | 314 | 10,09 |
| 0,75-0,65 | 0,70 | 40 | 8,039 |
| 0,65-0,55 | 0,60 | 83 | 7,28 |
| 0,50 | 0,50 | 87 | 6,20 |
| 0,40-0,35 | 0,375 | 83 | 4,18 |
| 0,35-0,30 | 0,325 | 80 | 3,08 |
| 0,30-0,25 | 0,275 | 63 | 2,99 |
| 0,25 | 0,25 | 58 | 2,29 |
| 0,25-0,20 | 0,225 | 25 | 1,732 |
| 0,20 | 0,20 | 31 | 1,53 |
| 0,15 | 0,15 | 34 | 1,138 |
| 0,13-0,11 | 0,123 | 19 | 0,775 |
| 0,10 | 0,10 I | 12 | 0,515 |
| 0,095-0,09 | 0,0936 | 15 I | 0,406 |
| 0,085-0,075 | 0,0804 | 12 | 0,34 |
| 0,070-0,067 | 0,0687 | 26 | 0,292 |
| 0,063-0,057 | 0,061 | 11 | 0,235 |

Перед началом опыта отобранные частицы каждой группы фракций после предварительного смачивания в спирте высыпались в фарфоровую чашечку с водой, откуда для опыта брались пинцетом и осторожно опускались в воду. Из каждой группы фракций отбиралось по 30-80 песчинок и каждая бросалась в воду трехкратно.

Вопросами динамики осаждения наносов в турбулентном потоке занимались ряд исследователей. Е. А. Замариным [2], Д. Я. Соколовым, М. А. Великановым [4] дан расчет отстойников; А. Н. Гостунским [3] дан расчет динамики осаждения наносов с учетом начальной мутности и транспортирующей способности потока. П. В. Михеевым [5] предложена теория расчета динамики осаждения наносов при однородном и разнородном их составе.

При определении транспортирующей способности потока обычно применяется метод осредненной гидравлической крупности смеси. Имеется метод определения осредненной крупности по способу Е. А. Замарина, А. Н. Гостун-

ского, который более точен, но и более сложен. П. В. Михеевым предложен метод графоаналитического решения. Этот метод, как показали проведенные нами исследования, наиболее достоверен и может быть рекомендован для практического использования.



Рис. 1. Снимки кварцевых частиц (подопытный песок) диаметр частиц:
а) $d = 0,5-0,7$ мм; б) $d = 0,75-0,95$ мм; в) $d = 1,0$ мм; г) $d = 1,0-1,2$ мм;
д) $d = 1,3-2,0$ мм; е) $d = 2,0-3,5$ мм

Основной задачей проведенных нами экспериментальных работ по изучению динамики осаждения наносов в турбулентном потоке являлось:

- а) определение характера отложений наносов в потоке (мощность отложений, состав по отдельным фракциям и др.);
- б) изучение закономерностей изменения мутности по длине;
- в) выявление зависимости изменения осредненной гидравлической крупности наносов при уменьшении общей мутности потока, т. е. вопрос характера сепарации наносов.

Опыты по осаждению наносов в потоке проводились в лаборатории ГИТ-БГТС ТарГУ, имеющих соответственно размеры лотков (м): длина 12, ширина 0,5 и длина 5, ширина 0,25. Расходы воды 60 и 15 л/сек. Опыты проводились с тремя составами наносов:

- а) желтый песок крупностью от 1,5 до 0,5 мм;
- б) белый песок крупностью 3,5 – 2,0 мм;
- в) смесь этих песков в объемном соотношении.

Для обеспечения в течение всего опыта равномерной подачи наносов заданного количества были сконструированы специальные бункеры. Подача наносов продолжалась до получения ясного профиля отложений на дне лотка (рис. 2). После прекращения подачи наносов вода из лотков спускалась постепенно с тем, чтобы отложившиеся на дне наносы не были размывы. Отложившиеся наносы вынимались по отдельным участкам длины, высушивались до степени первоначальной влажности и взвешивались; далее по средней пробе определялся фракционный состав осевших наносов на каждом створе. В среднем для каждого опыта проводилось 10-12 анализов. Всего было выполнено свыше 200 анализов. Количество проведенных опытов 21, из них в большом лотке 8, в малом 13.



Рис. 2. Отложение наносов на дне лотка

Проведенные опытные исследования позволили установить также одну важную характерную особенность в процессе взвешивания и осаждения частиц. Высокочастотной фотосъемкой опытов отчетливо устанавливается энергичный захват песчинок со дна вихрем и быстрый подъем вверх; опускание частиц происходит медленнее и более плавно. Это говорит о том, что вертикальные составляющие скорости, направленные вверх, намного превышают нисходящие составляющие и тем более, чем выше турбулентность потока.

Анализ кадров фотосъемки позволил установить, что по величине эти скорости в основном близко отвечают зависимостям:

восходящие скорости вертикальной составляющей:

$$U_{\text{погр}}^{\uparrow} = 12,5 \left(\frac{R}{v_0} \right)^{1/14} (RI)^{4/7} \text{ м/сек},$$

нисходящие скорости вертикальной составляющей:

$$U_{\text{в}}^{\downarrow} = 0,11 \left(\frac{v_0}{R} \cdot I \right)^{1/2} \text{ м/сек}.$$

Отклонение фактически определенных величин скоростей от рассчитанных по приведенным зависимостям не превышает 8-10%.

На основании проведенных исследований представляется возможным сделать следующие выводы:

1. Отмечая недостатки шкал гидравлических крупностей по Хазену, Озену, Крею, Ричардсу можно рекомендовать учитывать составленную нами единую шкалу гидравлических крупностей наносов различных фракций для разных температур.

2. При неоднородных по крупности наносов определение осредненной гидравлической крупности рекомендуется производить по методу Е. А. Замакина или графоаналитическому методу П. В. Михеева.

3. Характер осаждения наносов в турбулентном потоке с достаточной для практики достоверностью может быть определен по зависимостям, предложенным П. В. Михеевым.

Библиографический список

1. Баренблатт, Г. И. О движении взвешенных частиц в турбулентном потоке, занимающем полупространство или плоский открытый канал конечной глубины // Прикладная математика и механика. – 1955. – Т. 19, № 1. – С. 61-88.

2. Замакин, Е. А. Транспортирующая способность и допускаемые скорости течения в каналах. – М.: Госстройиздат, 1951.

3. Гостунский, А. Н. Поведение взвеси в турбулентной среде: Дисс. ... на соис. уч. степ. д-ра тех. наук. – М., 1949.

4. Колмогоров, А. Н. О новом варианте гравитационной теории движения взвешенных частиц наносов М. А. Великанова // Вестник МГУ. Сер. физ.-мат. и естеств. наук. – 1954. – № 3. – С. 41-45.

5. Михеев, П. В. Поток и наносы: Дисс. ... на соис. уч. степ. д-ра тех. наук. – М., 1952.

6. Петров, А. Г., Петров, П. Г. Перенос взвешенных частиц турбулентным потоком над размываемым дном // ПМТФ. – 1992. – № 4. – С. 61-69.

УДК 631.8

Л. Н. СКИПИН, д-р с-х. наук, профессор,
зав. кафедрой техносферной безопасности;
В. С. ПЕТУХОВА, канд. биол. наук, доцент
кафедры техносферной безопасности;
Д. И. ЕРЁМИН, д-р биол. наук, профессор
кафедры почвоведения ГАУ Северного Зауралья

ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАНТОВ НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ БУРОВОГО ШЛАМА

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел.: +7 (3452) 43-07-29; эл. почта: bgd@tgasu.ru.

Ключевые слова: буровой шлам, мелиоранты, коагулянты, гранулометрический состав, коагуляция, пыль, ил, песок, физическая глина.

Присутствие натрия в поглощающем комплексе бурового шлама усиливает дисперсность коллоидных частиц. Это состояние сопровождается рядом отрицательных физических свойств бурового шлама: высокая гидрофильность, низкая водопроницаемость, заплываемость при увлажнении и утяжеление гранулометрического состава. В данной работе на буровом шламе испытано несколько мелиорантов-коагулянтов в том числе и отходов промышленного производства.

Известно, что буровой шлам характеризуется неблагоприятными химическими и физическими свойствами. Во влажном состоянии буровой шлам набухает, становится вязким и липким, в сухом состоянии отличается слитностью и твердостью. Водопроницаемость их низка. Также буровой шлам обладает высокой щелочностью, губительно действующей на растительность. Указанные свойства бурового шлама осложняют задачу их дальнейшей утилизации и рекультивации [4, 11].

Основные отрицательные свойства бурового шлама обусловлены высоким содержанием соды и насыщением поглощающего комплекса катионами натрия. Источником натрия в буровом шламе является каустическая и кальцинированная сода, используемая в буровых растворах для облегчения процесса бурения. Чтобы улучшить физико-химические свойства бурового шлама необходимо вытеснить поглощённый Na катионами кальция магния, железа, алюминия, водорода. Для этого необходимо применять соответствующие коагулянты [8, 9].

В качестве коагулянтов предлагается использовать отходы производства: сульфат кальция 2-водный, кальций хлористый 2-водный, железо сернокислое 7 водное (железный купорос) $(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$, алюминий сернокислый $(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O})$, карналлитовый шлак $(\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$, серпентиновый шлак $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, шлак доменный гранулированный, фосфогипс – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

На двух уральских заводах Пермской области (АОЗТ «АВИСМА», г. Березняки и «Соликамский магниевый завод», г. Соликамск) ежегодно в шламохранилище складировается около 14 тыс. т. магнийсодержащих отходов. Среднегодовой химический состав магнийсодержащего шлама карналлитовых хлораторов приведён в *таблице 1*.

Таблица 1

Химический состав шлама карналлитовых хлораторов

| Хим. элемент | MgO | MgCl ₂ | KCl | NaCl | CaO | BaO | Fe ₂ O ₃ | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ |
|---------------------|-------|-------------------|------|---------|-------------|-------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|
| Содержание, масс. % | 36-52 | 24-32 | 9-11 | 1,5-2,0 | 0,042-0,054 | 0,002 | 0,27-0,30 | 0,4-0,5 | 0,09-0,11 |

Карналлит бесцветен или окрашен в грязно-бурые, красно-розовые и др. цвета за счёт включения посторонних примесей. Твердость его по минералогической шкале 2-3; плотность 1600 кг/м³. Гигроскопичен, является одним из главных минералов в калийных соляных месторождениях. Крупнейшие месторождения в России – Соликамское на Урале. По своему химическому и радионуклидному составу шлам карналитовых хлораторов не токсичен, экологически безопасен.

Серпентин – группа минералов одинакового состава, но разной симметрии, основные соединения представлены силикатами магния, иногда железа. Включает пять минеральных видов: антигорит (Mg,Fe²⁺)₃Si₂O₅(OH)₄; хризотил (клинохризотил, ортохризотил, парохризотил) Mg₃Si₂O₅(OH)₄; лизардит Mg₃Si₂O₅(OH)₄. Является отходом асбестового производства (г. Асбест, Баженовское месторождение) [1, 3].

Шлак доменный гранулированный – техногенный продукт, получаемый при быстром охлаждении шлакового расплава, образующегося при производстве чугуна. Мелкозернистый материал в виде пористых стекловидных или кристаллических гранул со средним размером 2-8 мм. Плотность шлака, в зависимости от состава, составляет 2,8-3,0 г/см³, твёрдость зёрен 5-8. Химический состав шлака, в зависимости от состава исходной руды и вида выплавляемого чугуна, находится в широких пределах: CaO 30-49%; Al₂O₃ 4,5-20%; SiO₂ 33-44%; Fe₂O₃ 0,3-0,8%; MgO 1,5-15%; MnO 0,3-3,0% [7, 6].

Фосфогипс – CaSO₄·2H₂O – сульфосодержащие побочные продукты, получаемые при производстве, соответственно, фтористоводородной и ортофосфорной кислот. Твердый побочный продукт производства ортофосфорной кислоты. Главный компонент фосфогипса – сульфат кальция, и поэтому фосфогипс проявляет кислые свойства. По основным компонентам фосфогипс содержит: CaO – 25-35%, SO₄ – 50-58%, SiO₂ – 2-18%, Al₂O₃ – 0,1-0,3%, Fe₂O₃ – 0,1-0,2%, P₂O₅ – 0,5-4,0%, F – 0,2-2%, pH – 2,6-6,0.

Химический состав фосфогипса (табл. 2) определяется качеством используемого фосфатного сырья [10].

Таблица 2

Химический состав фосфогипса (в пересчете на сухое вещество, % по массе)

| CaO | SO ₃ | P ₂ O ₅ | P ₂ O ₅ | R ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | MgO | F |
|-------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------|---------|
| 26-55 | 40-50 | 0,8-1,6 | 0,15-0,9 | 0,2-0,15 | 0,1-3,2 | 0,1-0,8 | 0,03-0,08 | 0,2-0,5 |

Методика исследований. Оценка гранулометрического состава бурового шлама проводилась по шкале Качинского [5]. Минеральная часть почв и почвообразующих пород представляет собой совокупность твердых частиц определенных размеров и формы. Гранулометрический состав бурового шлама определялся лазерным дифракционным анализатором Fritsch Analysette-22

Nanotech распределения частиц по размерам в диапазоне 0,01 – 2000 мкм с использованием пирофосфата натрия. Для анализа в сухой среде необходимо приблизительно 5-50 см³ пробы. Гранулометрический состав бурового шлама определялся на кафедре почвоведения Тюменского аграрного университета.

Результаты исследований. Эксперимент показал, что контрольный образец (без использования коагулянтов) представлен суглинком тяжелым иловато-пылеватым граничащий с параметрами глины легкой иловато-пылеватой (табл. 3, 4). Важно отметить, что при одинаковом соотношении физического песка (50,96%) и физической глины (49,04%) в составе бурового шлама значительная доля фракции приходится на содержание ила (35,22%).

Наличие ила (частицы <0,001 мм) во многом определяет отрицательные водно-физические свойства бурового шлама, в частности, набухаемость, липкость, гидрофильность, слабую водопроницаемость и сильное уплотнение при высыхании. Ил способен выступать главным поглотительным, абсорбентом многих тонкодисперсных веществ, в том числе и загрязнителей окружающей среды, различных катионов включая тяжелые металлы и радиоактивные элементы. Наши исследования свидетельствуют, что бесструктурный дезагрегированный ил превращает буровой шлам в сплошную массу, где затрудняется доступ воздуха и передвижение воды.

Таким образом, илистая фракция, представленная высокодисперсными минералами является одним из главных факторов основных процессов происходящих в буровом шламе. Использование коагулянтов в наших опытах показало, что сернокислородное железо, сернокислый алюминий, гипс и хлористый кальций обеспечивают снижение ила с 35,2 до 2,7-5,3%. Это свидетельствует о достаточно высоком мелиоративном эффекте. При этом в целом гранулометрический состав БШ перешел в градацию из тяжелого суглинка, до суглинка среднего или легкого и даже до супеси.

Применение в качестве коагулянтов отходов промышленного производства в форме шлака доменного и серпентинового отхода снижало содержание ила в буровом шламе до 25,8-32,4% (при 35,2% на контроле), что свидетельствует об их слабой коагулирующей способности. Важно отметить, что они крайне недостаточно изменяли фильтрационную способность бурового шлама. Гранулометрический состав при использовании доменного шлака и серпентинового отхода сохранился на уровне суглинка тяжелого иловато-пылеватого. Данное явление обусловлено наличием соединений алюминия и железа в отходах в малоактивной форме.

Таблица 3

Влияние коагулянтов на гранулометрический состав бурового шлама

| | | | Вариант | | | | | |
|--|-----------------------|----------------------------|---|--|--|-------------------------------|--|--|
| | | | БШ (без коагулянта) | БШ+Al ₂ (S O ₄) ₃ | БШ+ Fe ₂ (SO ₄) ₃ | БШ+S | БШ+изве сть | БШ+ CaCl ₂ ·2H ₂ O |
| Коли- че- ство ча- стиц диа- мет- ром (мм), % | Песок | 1-0,5 | 0 | 1,30 | 3,47 | 5,12 | 2,10 | 5,12 |
| | | 0,5- 0,25 | 2,40 | 31,50 | 17,86 | 10,74 | 11,70 | 10,74 |
| | | 0,25- 0,05 | 20,35 | 24,50 | 20,07 | 18,35 | 10,00 | 18,35 |
| | пыль | 0,05- 0,01 | 28,21 | 24,87 | 31,62 | 28,29 | 32,60 | 28,29 |
| | | 0,01- 0,005 | 6,25 | 12,27 | 10,65 | 18,22 | 14,90 | 18,22 |
| | | 0,005- 0,001 | 7,57 | 2,90 | 10,98 | 13,41 | 10,00 | 13,41 |
| | ил | 0,001- 0,0005 | 24,87 | 1,53 | 3,58 | 4,86 | 14,40 | 4,86 |
| | | 0,0005 - 0,0000 1 | 10,35 | 1,17 | 1,77 | 1,01 | 4,20 | 1,01 |
| | Физиче- ская глина | <0,01 | 49,04 | 17,87 | 26,98 | 37,50 | 43,51 | 37,50 |
| | Физиче- ский песок | >0,01 | 50,96 | 82,10 | 73,02 | 62,50 | 56,49 | 62,50 |
| | Содержа- ние песка | 1-0,05 | 22,75 | 57,23 | 41,40 | 34,21 | 23,88 | 34,21 |
| | Содержа- ние пыли | 0,05- 0,001 | 42,03 | 40,03 | 53,25 | 59,92 | 57,52 | 59,92 |
| | Содержа- ние ила | <0,001 | 35,22 | 2,73 | 5,35 | 5,87 | 18,60 | 5,87 |
| | | | Сугли- нок тя- желый иловато- пылева- тый (можно выделить как гли- ну лег- кую ило- вато- пылева- тую) | Супесь пылевато- песчаная | Суглинок легкий песчано- крупно- пылева- тый (возмо- жны от- клонения из-за торфа) | Су- глинок сред- ний | Грану- лометри- ческий состав варьиру- ет от легкого суглинка до глины средней. По усред- ненному образцу – сугли- нок тя- желый | Сугли- нок средний |

Таблица 4

Влияние отходов промышленности на гранулометрический состав бурового шлама

| | | | Вариант | | | | |
|---|---------------------|----------------|---|---|--|---|--|
| | | | БШ (без коагулянта) | БШ+доме н-ный шлак | БШ+серп ентино- вый от- ход | БШ+ CaSO ₄ ·2H ₂ O (фос- фогипс) | БШ+ карналлит |
| Количество частиц диаметром (мм), % | Песок | 1-0,5 | 0 | 0,70 | 6,10 | 1,11 | 2,47 |
| | | 0,5-0,25 | 2,40 | 4,44 | 17,30 | 14,58 | 15,00 |
| | | 0,25-0,05 | 20,35 | 21,14 | 30,90 | 28,88 | 17,04 |
| | пыль | 0,05-0,01 | 28,21 | 34,38 | 5,90 | 35,15 | 28,40 |
| | | 0,01-0,005 | 6,25 | 8,11 | 7,40 | 12,01 | 14,00 |
| | | 0,005-0,001 | 7,57 | 5,47 | 18,0 | 5,25 | 10,01 |
| | ил | 0,001-0,0005 | 24,87 | 17,62 | 14,4 | 2,10 | 9,14 |
| | | 0,0005-0,00001 | 10,35 | 8,14 | 6,00 | 0,93 | 3,94 |
| | Физическая глина | <0,01 | 49,04 | 39,34 | 45,69 | 20,29 | 37,09 |
| | Физический песок | >0,01 | 50,96 | 60,66 | 54,31 | 79,71 | 62,91 |
| | Содержание песка | 1-0,05 | 22,75 | 26,28 | 23,38 | 0 | 34,51 |
| | Содержание пыли | 0,05-0,001 | 42,03 | 47,96 | 44,23 | 52,40 | 52,41 |
| | Содержание ила | <0,001 | 35,22 | 25,26 | 32,39 | 3,03 | 13,08 |
| | | | Суглинок тяжелый иловато- пылеватый (можно выделить как глину легкую иловато- пылеватую) | Суглинок средний (тяжелый) песчано- пылеватый | Суглинок тяжелый иловато- пылеватый | Супесь песчано- крупно- пылеватая (можно выделить как суг- глинок легкий) | Суглинок средний песчано- пылеватый |

Внесение карналлитового шлама – отхода магниевое производство в БШ снижало содержание ила в 2,8 раза. Его действие по коагулирующей способности проявляется намного слабее, чем гипса, хотя в обоих случаях участвуют двухвалентные катионы. В данном случае буровой шлам при использовании карналлита доставленного из Челябинской области изменял гранулометрический состав до уровня суглинка среднего песчано-пылеватого. Это не исключает возможности использования его как мелиоранта-коагулянта для утилизации и рекультивации бурового шлама.

Таким образом, коренное снижение ила (в 10 и более раз) в БШ достигается при использовании коагулянтов с трех- и двухвалентными катионами (Al^{3+} , Fe^{3+} и Ca^{2+}) представленных в форме сернокислого железа, алюминия, гипса и фосфогипса. Их внесение позволяет значительно облегчить гранулометрический состав БШ и увеличить его фильтрационную способность.

Библиографический список

1. Гипс. Изготовление и применение гипсовых строительных материалов. Пер. с немецкого. – М.: Стройиздат, 1981.
2. Гордашевский, П. Ф., Догорев, А. В. Производство гипсовых вяжущих материалов из гипсосодержащих отходов. – М.: Стройиздат, 1987.
3. Горшков, В. С. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ / В. С. Горшков, В. В. Тимашев, В. Г. Савельев. – М.: Высшая школа, 1981. – 335 с.
4. Киреева, Н. А., Шамаева, А. Л., Григориади, А. С., Водопьянов, В. В., Новоселова, Е. И. Биоремедиация и детоксикация нефтешлама // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2009. – № 3. – С. 43-47.
5. Ковриго, В. П. Почвоведение с основами геологии / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. – М.: Колос, 2000. – 416 с.
6. Методические рекомендации по изготовлению строительных материалов из промотходов. Ч. 1. – М., 1994. – С. 153.
7. Мещеряков, Ю. Г. Гипсовые попутные промышленные отходы и их применение в производстве строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1987.
8. Скипин, Л. Н. Подбор коагулянтов для улучшения свойств буровых шламов / В. С. Петухова, Л. Н. Скипин, Н. Г. Митрофанов // Ползуновский вестник, Барнаул. – 2011. – № 4-2. – С. 180-182.
9. Скипин, Л. Н. Возможности улучшения физических и химических свойств бурового шлама / Л. Н. Скипин, Н. В. Храмцов, В. С. Петухова, А. Я. Митриковский, Ю. А. Козина // Нефть и газ. – 2014. – № 2 – С. 110-114.
10. Сычева, Л. И., Цепелева, Е. Ю. Использование гипсосодержащих отходов в производстве строительных материалов. Обзорная информация ВНИИЭСМ. – М., 1986. – Сер. II. – Вып. 1. – С. 15-18.
11. Шепелев, А. И., Шепелева, Л. Ф. Геохимическая трансформация состава и свойств тайги Западной Сибири под влиянием нефтесолевых загрязняющих веществ // Мир науки, культуры, образования. – 2014. – № 6. – С. 552-554.

ВОДООБЕСПЕЧЕНИЕ АФРИКИ В КОНТЕКСТЕ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный университет». Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 6; Тел.: +7 909-183-33-46; эл. почта: sokova.zn@gmail.com.

Ключевые слова: водообеспечение, Африка, водные ресурсы, устойчивое развитие.

Снижение обеспеченности водой является частью социоэкологического кризиса на Африканском континенте. Наиболее остро проблема нехватки воды стоит в различных районах Северной Африки и Сахеля. Поиск пути решения задач водоснабжения и санитарии включен в национальные и международные стратегии и рассматривается в контексте создания здоровой среды и обеспечения устойчивого развития.

Одна из главных задач, поставленных ООН в программе «Цели развития тысячелетия» (2001 г.), – к 2015 г. вдвое сократить долю населения, не имеющего постоянного доступа к безопасной питьевой воде и основным санитарно-техническим средствам. Реализация этого документа позволила существенно преломить ситуацию в данной сфере. Так, в 1990-2015 гг. доля населения планеты, пользующегося улучшенными источниками питьевой воды, возросла с 76 до 91 процента [1]. В то же время к югу от африканской Сахары, где численность населения, пользующегося улучшенными источниками питьевой воды, увеличилась за обозначенный период на 20%, целевой показатель ЦРТ не был достигнут. Более того, в странах Африканского континента, расположенных к югу от Сахары, проживает почти половина населения планеты, страдающего от дефицита питьевой воды и пользующегося неулучшенными источниками водоснабжения (незащищенные открытые колодцы, родники и открытые водоемы). При этом почти каждый второй африканец болеет оттого, что пьет грязную воду.

К 2016 г. доля населения Африки к югу от Сахары, использующего улучшенные санитарно-технические средства, составила только 30%, тогда как страны Северной Африки практически решили данную проблему [2].

Согласно статистическим данным, одна треть населения континента не имеют доступа к 50 л воды в день, которые ООН установила как минимальный уровень потребления на душу населения. Так, жители прилегающих к Сахаре стран употребляют в среднем около 10 л воды в день на человека (для сравнения: среднестатистический европеец потребляет около 350 л в день, а среднестатистический американец – 600 л) [3].

По данным ООН, причины недостатка воды могут носить природный (отсутствие воды надлежащего качества), экономический (отсутствие адекватной

инфраструктуры вследствие финансовых, технических или иных ограничений) или институциональный характер (отсутствие общественных институтов, обеспечивающих надежное, безопасное и равноправное водоснабжение) [4]. В странах Африки дефицит воды обычно связывают с несовершенством существующих водоснабжающих и ирригационных систем и водопотерями, отсутствием (или недостатком) финансирования альтернативных источников получения воды, быстрым ростом и высокой плотностью населения при низкой социальной обустроенности, с неэффективностью государственного управления, коррупцией чиновников, распределяющих официальную помощь развитию от стран-доноров и международных организаций [5].

Африканский континент обладает значительными водными ресурсами. Общий объем годового стока водных артерий Африки составляет 5390 куб. км [6]. По площади бассейна, длине, объему стока многие африканские реки относятся к крупнейшим в мире. Но распределение стока вод на территории континента крайне неравномерно и зависит от специфики климатических и географических условий, в том числе рельефа местности, характера земных пород тех или иных областей. Наряду с районами, имеющими густую гидрографическую природу и крупные озера, огромные пространства Африки почти или полностью лишены местной речной сети и других водоемов. Часть рек не достигает океана и заканчивается во внутриматериковых бессточных впадинах.

Самая длинная река Африки и Земли – Нил (6671 км). Вторая по протяженности (4320 км) и самая полноводная на континенте – река Конго. По водоносности и площади бассейна она уступает лишь Амазонке. Водосбору Конго принадлежит 50% водных ресурсов континента. Третья по длине и площади бассейна – река Нигер (4210 км и 2092 тыс. кв. км соответственно). Самая крупная африканская река, из впадающих в Индийский океан, – это Замбези (2660 км). Почти все крупнейшие озера Африки расположены в районе Восточноафриканского плоскогорья [7].

Одна из негативных тенденций Африканского континента – пересыхание крупнейших рек и озер. Многолетние наблюдения стока р. Нил показывают тенденцию снижения, начиная с 1960-х гг. Опасная ситуация, связанная со стремительным пересыханием озера Чад, расположенного в Центральной Африке, грозит перерасти в настоящую гуманитарную катастрофу, поскольку в районах, прилегающих к озеру, проживают около 30 млн. человек. Чрезмерная эксплуатация водных ресурсов озера и климатические изменения уже вызвали резкое снижение производства продукции сельского хозяйства в регионе, сокращение объемов улова рыбы, а в будущем способны привести к региональным конфликтам и вынужденной миграции миллионов людей. Площадь озера, бывшего когда-то одним из самых крупных водоемов в мире, в начале 2000-х

гг. снизилась более чем на 90 процентов [8]. Согласно прогнозам, при сохранении нынешних темпов высыхания озеро может и вовсе исчезнуть уже через 20 лет.

Африка, согласно данным геологической разведки, обладает значительными запасами подземных вод. Установлено, что запасы подземных вод вполне могли бы удовлетворить потребности 25% жителей континента. Однако разработке новых источников воды препятствуют высокие экономические и экологические затраты. Решить эту проблему отдельные страны не в состоянии, нужно объединять ресурсы – технические, экономические и часто политические. Однако ученые предупреждают, что из-за частых засух водоносные пласты практически никак не пополняются и поэтому масштабное выкачивание подземной пресной воды опустошит их весьма скоро.

Наиболее известным проектом в области использования запасов подземных вод стала Великая рукотворная река в Ливии, к сооружению которой приступили в 1984 г. До начала бомбардировок территории государства вооруженными силами НАТО (2011 г.) сеть трубопроводов, скважин, насосных станций, резервуаров-хранилищ, центров контроля и управления снабжала крупнейшие города и орошала поля.

Несмотря на наличие полноводных рек и озер, Всемирная программа оценки воды определяет ситуацию в Африке как водный стресс, т.е. нехватку воды удовлетворительного качества и количества для обеспечения нужд людей и окружающей среды. Одна из причин дефицита связана с природными особенностями континента – почвами, засухами, вырубками тропических лесов и опустыниванием. Как пишут российские исследователи И.О. Абрамова и Л.Л. Фитунни, «несмотря на то, что Африка к югу от Сахары в целом неплохо обеспечена водой, количество стран, испытывающих водный стресс, здесь выше, чем в любом другом регионе мира. Почти четверть населения указанного региона проживает в условиях водного стресса» [9].

Нигерийский гидролог Лекан Осбанде сформулировал ряд проблем, которые влияют на обострение ситуации с водоснабжением региона: изменчивость климата и стока; нехватка воды, вызванная ростом населения и повышением стандартов жизни; рост стоимости водоснабжения, особенно там, где урбанизированы водозаборы; низкий уровень водоснабжения в коммунальном и промышленном секторах; загрязнение рек и озер, достигающее в урбанизированных районах такого уровня, что водные объекты опасны для здоровья; исторически сложившаяся конфликтная ситуация между странами из-за распределения воды; недостаточность данных о водных ресурсах; низкое качество управления водными ресурсами, не обеспечивающего устойчивого и эффективного водопользования; неадекватность системы образования насущным по-

требностям развития водного хозяйства; отставание уровня научных исследований в области гидрологии и водного хозяйства от мирового уровня [10].

Наиболее остро проблема нехватки воды стоит в различных районах Северной Африки и Сахеля (прилегающей с юга зоны Сахары), где, по данным ООН, в 2011 г. забор воды превышал 100% объема возобновляемых ресурсов пресной воды.

Сложной является проблема водоснабжения и на юге континента. Согласно докладу Комитета ЮАР по исследованиям в области водных ресурсов, из-за потепления климата и опустынивания поверхностные источники воды на территории страны сокращаются, и обостряется проблема доступа к питьевой воде.

В конце прошлого века ЮАР совместно с Лесото осуществили грандиозный гидроэнергетический и водный проект. При южноафриканском финансировании в горах Лесото была создана сеть плотин, накапливающих воду. Из водохранилищ вода через бетонные водоводы попадает в систему р. Вааль и направляется в крупные города и на промышленные объекты.

Одновременно правительство ЮАР финансирует работы по поиску нетрадиционных источников воды – ведется строительство заводов по опреснению океанской воды, осуществляется обеззараживание воды из открытых источников с помощью прямого воздействия солнечных лучей.

Более 60% городских жителей Африки (в странах к югу от Сахары – 55%) обитают в районах трущоб, не имея доступа к чистой воде и средствам санитарии [11]. Наиболее высокая доля жителей трущоб наблюдается в Эфиопии и Чаде – 99,4% городского населения. Программа ООН по населенным пунктам определяет трущобы как городской район, для которого характерны отсутствие средств санитарии, питьевой воды, электричества, низкокачественные жилищные условия, перенаселенность, нездоровое и опасное местоположение, отсутствие гарантий владения и социальное отчуждение. Абсолютная численность городского населения, живущего в трущобах, продолжит расти, в частности из-за ускоряющейся урбанизации, роста численности населения, отсутствия надлежащей земельной и жилищной политики, социально-политических конфликтов.

Изменения климата и недостаток водных ресурсов негативно влияют на сельское хозяйство и обостряют продовольственную проблему. По всему миру и в Африке, в частности, ученые фиксируют, что густонаселенные города и промышленность забирают все больше воды из рек, озер, водоносных слоев, обостряя проблему орошения в сельском хозяйстве, воспроизводя напряженную ситуацию с обеспечением продуктами питания. При этом эффективность использования воды в сельском хозяйстве африканских государств намного

ниже, чем в других странах мира, что обусловлено, помимо технических факторов, низким уровнем осадков, высоким уровнем испарения влаги из-за горячего и сухого климата. Потери воды с поверхности из-за испарения составляют не менее 50%. Примерно половина земель на континенте считаются сельскохозяйственными. Их доля варьируется от 20% в Камеруне до более 80% в Южно-Африканской Республике и Руанде. Однако только в Руанде сельскохозяйственные земли преимущественно используются для выращивания постоянных посевных культур. В других, более засушливых странах, в частности в ЮАР, большая часть земель непригодна для растениеводства и поэтому используется в качестве пастбищ.

Проблема нехватки воды провоцируют крупные конфликты между африканскими государствами. Наиболее кровопролитный из них – война в Дарфуре, засушливом районе Судана, где рост населения спровоцировал борьбу между кочевниками (арабо-суданцы) и земледельцами (негроидные народности) за перераспределение водных ресурсов, пастбищных угодий и земель для сельскохозяйственных работ.

Сложные отношения складываются между Эфиопией и Египтом в отношении вод Нила. По соглашению 1959 г., Египет имеет право на забор самого большого объема вод реки, его южный сосед Судан занимает второе место. В сумме их доля составляет две трети общего водозабора. Оставшаяся треть делится между остальными государствами бассейна. Соглашение установило, что только египетские инженеры могли строить гидроузлы в Эфиопии и Судане [12]. Эфиопия, на территории которой находится один из истоков великой африканской реки, требует пересмотра соглашения о водах р. Нил, считая его неравноправным и выгодным лишь для Египта и Судана. Нарушив положения действующего соглашения, Эфиопия соорудила на Голубом Ниле пять дамб и строит крупную ГЭС.

Таким образом, одной из негативных тенденций социально-экономического развития Африки является снижение обеспеченности водой. Водные ресурсы рек, озер, подземных водоносных слоев быстро истощаются в результате роста населения, нерационального использования, изменений природно-климатических условий. Особенное беспокойство вызывает проблема водоснабжения городов и сокращение водных ресурсов на сельскохозяйственное производство, угрожающее продовольственной безопасности континента.

Библиографический список

1. Цели развития тысячелетия: доклад за 2015 год: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.un.org/ru/millenniumgoals/mdgreport2015.pdf>.
3. Африка: окружающая среда и человек: Нарастание социэкологического кризиса. – М., 2013. – С. 45.

4. Цели развития тысячелетия: доклад за 2015 год: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.un.org/ru/millenniumgoals/mdgreport2015.pdf>.
5. Сокова, З. Н. Эволюция чиновничества Нигерии в условиях деколонизации // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2015. – № 10. – Ч. 1. – С. 135.
6. Африка. Энциклопедия. Т. 2. – М.: Энциклопедия, 2010. – С. 120.
7. См: Африка. Энциклопедический справочник. – М.: Сов. энцик., 1987.
8. Ранжин, С. В. Много ли озер на Земле? // Природа. – 2005. – № 4. – С. 18-25.
9. Абрамова, И., Фитуни, Л. Цена «голубого золота» // Азия и Африка сегодня. – 2008. – № 12. – С. 9.
10. Oyebande L. Water problems in Africa – How can the science help // Hydrological Sciences. 2001. Vol. 46. № 6. P. 947: [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.researchgate.net/publication/228794033_Water_problems_in_Africa-How_can_the_sciences_help.
11. United Nations Environment Programme. UNEP 2010. Annual Report. Nairobi. 2011. P. 10 // <http://www.unep.org/annualreport/2010/pdfs/UNEP-AR-2010-FULL-REPORT.pdf>.
12. См.: Шол, Денг Алак. История международного регулирования вод Нила: политические, социально-экономические и правовые аспекты: автореф. дис. ... на соис. уч. степ. канд. ист. наук. – М., 2008. – 20 с.

УДК 628.35.665

Р. А. ТАЛИПОВ, канд. техн. наук, доцент
кафедры Водоснабжения и водоотведения;
Я. М. КЛЯВЛИНА, канд. экон. наук, доцент
кафедры экономики и управления в строительстве;
М. С. КЛЯВЛИН, д-р хим. наук, профессор
кафедры водоснабжения и водоотведения

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ОПЫТ БИОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ГАЗОВ

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет». Россия, Республика Башкортостан, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1; Тел.: + 7 937-350-74-71; эл. почта: talip2@yandex.ru.

Ключевые слова: Запахи, канализационные газы, биохимическая очистка.

В статье представлены результаты эксперимента биохимической очистки канализационных газов фильтрованием через обработанные активным илом материалы.

В настоящее время для решения проблем вызванными токсичными дурнопахнущими веществами, исходящими из систем канализации, проводятся мероприятия, включающие два основных этапа: сбор загрязненного воздуха и его последующую очистку.

Сокращение выбросов в атмосферу и сбор воздуха, содержащего токсичные газы, осуществляются путем перекрытия поверхностей сооружений, с которых выделяются токсичные дурнопахнущие вещества. Затем загрязненный воздух из-под перекрытий направляется на очистку.

Одними из распространённых методов очистки газов является биохимический. Биохимическая очистка воздуха основана «на способности микроорганизмов разрушать в аэробных условиях широкий спектр веществ и соединений до конечных продуктов CO_2 и H_2O

На первых этапах в рамках полномасштабного исследования по проблемам образования, сбора и очистки канализационных газов были проведены лабораторные исследования методов биохимической очистки проб воздуха, отобранного из пространства над свободной поверхностью сточной жидкости из поселковой системы канализации.

Оценку эффективности очистки канализационных газов вели по шести балльной шкале, оцениваемой группой специалистов:

1. запах отсутствует;
2. едва уловимый запах;
3. порог различимости запаха;
4. уверенно различимый запах;
5. сильный запах;
6. резкий запах.

Пробную очистку канализационного газа с исходным запахом 5 баллов проводили следующими способами:

- с использованием биомассы – активного ила;
- с использованием фильтрующих материалов, предварительно обработанных активным илом.

В первом случае газ пропускали через слой активного ила со скоростью 0,01 – 0,08 м/сек. Изменение запаха контролировали по времени. Было отмечено снижение запаха до 2 баллов. Причем, наиболее интенсивное снижение наблюдалось, начиная с 12 суток. Также следует отметить, что исходный активный ил обладал запахом в 1-2 балла. Далее снижение запаха происходило на протяжении всего эксперимента – в течение 1 месяца.

В следующей серии опытов – газ фильтровали через материалы предварительно обработанных активным илом. Отдельно рассматривали очистку на материале, обработанном исходным активным илом и адаптированным. Фильтрующих материалов использовали растительного происхождения (древесная щепа, солома) и минерального – щебень, а также их различные сочетания.

Фильтрующие материалы загружали в стеклянные цилиндрические колонки. Подвод газа осуществляли по параллельной схеме – снизу. Сверху фильтрующую массу периодически орошали сточной жидкостью с интенсивностью запаха 1-2 балла.

Наиболее эффективная очистка (2-3 балла на вторые сутки) была достигнута с применением соломы с обработанной адаптированным илом.

Подаваемый питательный раствор содержит в 1 л дистиллированной воды: NH_4NO_3 – 1 г;
 K_2HPO_4 - 1 г;
 KH_2PO_4 – 1 г;
 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,2 г;
 CaCl_2 – 0.02 г, а также две капли насыщенного раствора FeCl_3

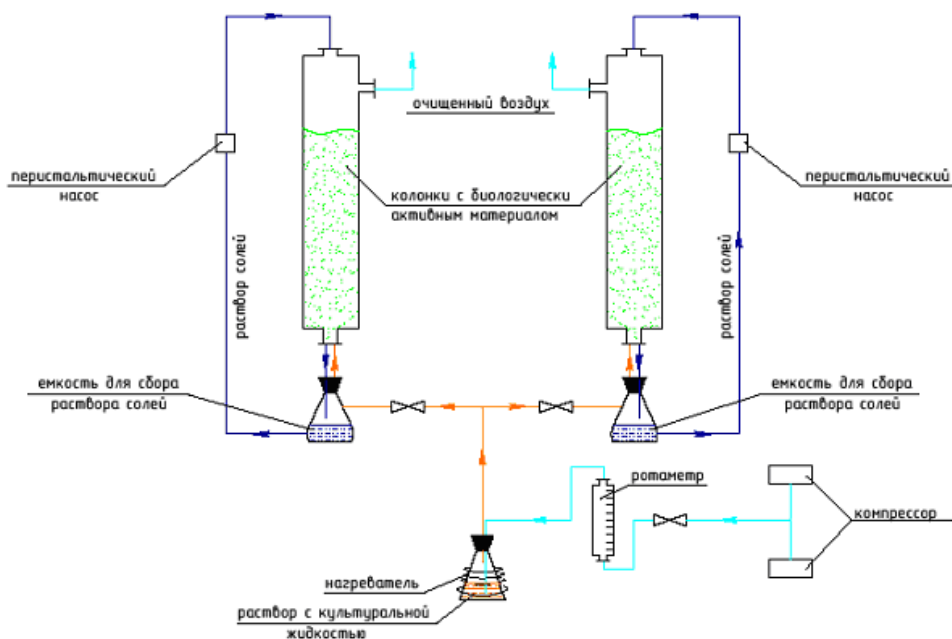


Рис. 1. Схема лабораторной установки

Процесс биосорбции проводился при двух значениях величины скорости потока – 0,05 м/с и 0,1 м/с. Результаты представлены в *таблице 1*.

Таблица 1

Результаты исследования дезодорирующего действия биологически активного материала, пропитанного активным илом

| Биологически активный материал | Скорость фильтрации, м/с | Площадь фильтрации, см ² | Сопротивление, Па | | Ресурс, месяцы | Интенсивность запаха к концу ресурса |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------|----------|----------------|--------------------------------------|
| | | | Начальное | Конечное | | |
| Уголь марки АГ-5 | 0,05 | 5,31 | 160 | 175 | 3 | 0 |
| | 0,10 | | 554 | 660 | 4 | 0 |
| Опилки – кора - уголь | 0,05 | 5,31 | 145 | 150 | 3 | 0 |
| | 0,10 | | 480 | 600 | 3 | 1 |
| Опилки - кора | 0,05 | 5,31 | 150 | 150 | 3 | 2 |

Как следует из данных таблицы 1, из трех испытанных фильтрующих материалов наилучший результат показал активированный уголь. Ресурс его при скорости фильтрации 0,05 м/с равен 3 месяцам, при скорости 0,10 м/с – четырем месяцам. При этом интенсивность запаха соответствовала отметке «0», т. е.

специфический запах отсутствовал. Гидравлическое сопротивление на протяжении всего периода возросло незначительно.

Таким образом, очистка канализационных газов может быть достаточно эффективна с помощью бактерий активного ила, иммобилизованного на активированном угле.

УДК 631.674.6

Б. Р. ТАНКИБАЕВА, магистрант;
Б. С. ОТАРБАЕВ, канд. с-х. наук, доцент

КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ КАРТОФЕЛЯ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ УЧАСТКЕ «КАРАУЛТОБЕ»

Кызылординский государственный университет имени Коркыт Ата. Республика Казахстан, г. Кызылорда, ул. Жахаева, д. 46; Тел.: +7 702-281-52-63; эл. почта: botagoz.tankibaeva@mail.ru

Ключевые слова: картофель, капельное орошение, способы полива, норма полива, экономия оросительной воды, урожайность.

В настоящее время растет нехватка воды, одним из наиболее эффективных методов борьбы с этой проблемой считается – капельное орошение. В суровых климатических условиях Кызылординской области изучали эффективность картофеля при капельном орошении.

Картофелеводство – одна из важных отраслей сельскохозяйственного производства. В Республике Казакстан картофель с успехом используется на пищевые, технические и кормовые цели. Он является универсальным продуктом питания, его по праву называют вторым хлебом. Картофель является культурой умеренного климата в связи с происхождением из горных районов. Оптимальные условия его роста и развития – легкие по механическому составу песчаные и супесчаные почвы, короткий световой день, достаточное влагообеспечение почвы и невысокие ночные и дневные температуры в пределах 16 – 25 градусов. Благодаря высокой пластичности картофель можно выращивать в самых разных почвенно-климатических условиях [1].

Картофель многолетнее травянистое клубненосное растение, но в культуре используется как однолетнее, потому что весь жизненный цикл, начиная от прорастания клубня и кончая образованием и формированием зрелых клубней, происходит за один вегетационный период.

Ежегодно сельскохозяйственные производители сталкиваются с проблемой полива своих культур. Чем больше площадь орошения, тем больше проблем и затрат на орошение. В условиях перехода к зелёной экономике внедрение эффективных и экологически безопасных водосберегающих технологий является актуальным решением проблем водообеспечения поливной водой сельскохозяйственных культур.

Объектом нашего исследования был экспериментальный участок Караултобе. Климат Кызылординской области резкоконтинентальный, жаркое сухое лето и холодная, с неустойчивым снежным покровом зима. Средняя годовая температура воздуха 9,8 °С. Климат области очень засушливый. Средняя годовая сумма осадков – 129 мм. Почва опытного участка – лугово-болотная, типичная для рисовых севооборотов области, отличается низким содержанием гумуса до 1% и довольно высоким значением плотного остатка – 0,898-1,187%. Засоление хлоридно-сульфатное [4].

Положительные агротехнические свойства капельного орошения:

- возможность регулирования глубины увлажнения;
- снижение риска поражения растений болезнями;
- отсутствие корки, а следовательно, и затрат на её разрушение;
- снижение количества сорняков;
- высокий урожай за счёт применения фертигации с оптимальными дозами и соотношением элементов питания по периодам выращивания, с одновременной экономией от 15 до 35% удобрений в пересчете на единицу продукции;
- предотвращение загрязнения грунтовых вод и повторного засоления почвы [2].

Капельное орошение картофеля характеризуется следующими преимуществами перед другими способами полива:

1. Аэрация почвы. Не происходит переувлажнения почвы, это обеспечивает интенсивное дыхание корней на протяжении всего цикла роста, не прерывающееся непосредственно после орошения. Почвенный кислород позволяет активно функционировать корневой системе.

2. Корневая система. Корневая система развивается лучше, чем при любом другом способе орошения. Основная масса корней сосредотачивается в зоне капельниц, корневая система становится более мочковатой, с обилием активных корневых волосков. Увеличивается интенсивность потребления воды и питательных веществ.

3. Питание. Растворенные удобрения вносятся непосредственно в корневую зону вместе с поливом. Происходит быстрое и интенсивное поглощение питательных веществ. Это самый эффективный способ внесения удобрений в засушливых климатических условиях. Кроме того, внесение удобрений с фертигацией возможно даже в условиях сильных осадков. Коэффициент использования удобрений при фертигации значительно выше, чем при обычном внесении.

4. Защита растений. Листья растений не увлажняются, как при дождевании, снижается вероятность распространения болезней, инсектициды и фунгициды не смываются с листьев.

5. Агротехнология. Капельный полив позволяет осуществлять обработку почвы, опрыскивание и сбор урожая в любое время, независимо от проведения орошения, так как участки почвы между рядами на протяжении всего сезона остаются сухими. Не образуется почвенная корка, сохраняется структура почвы при поливах.

6. Предотвращение эрозии почвы. Капельное орошение дает возможность применять полив на склонах или участках со сложной топографией, без сооружения специальных уступов или переноса почвы.

7. Значительная экономия. При капельном орошении в 2,5-3 раза в сравнении с дождеванием. Коэффициент потери влаги при капельном орошении на испарение и инфильтрацию, не более 5%, при традиционном орошении до 40-50%:

8. Раннее созревание. При капельном орошении температура почвы выше, чем при дождевании, поэтому можно получить более ранний урожай.

9. Энергетические и трудовые затраты: уменьшаются трудовые затраты на проведение поливов; медленная подача воды обеспечивает экономию энергии и трубопроводов; система слабо чувствительна к падению давления в трубопроводе [3].

Таким образом, капельное орошение картофеля позволяет сэкономить использование водных ресурсов (экономия воды от 50 до 90%) в сравнении с традиционным крупномасштабным орошением (рис. 1).



Рис. 1. Картофель, полученный на экспериментальном участке Караултобе

Библиографический список

1. Технология низконапорного капельного орошения. Научные исследования в мелиорации и водном хозяйстве: Сб. науч. тр. – Тараз: ТОО «КазНИИВХ», 2009.
2. Суармалы жерлердің гидрогеологиялық – мелиоративтік жағдайы. Қызылорда облысы бойынша. – Қызылорда, 2012. – 104 б.
3. Рекомендации по сохранению качество воды в низовьях р. Сырдарьи. – Кызылорда: КГУ, 1998.
4. Зубаиров, З. Орошение сточными водами в Казахстане. – Алматы, 1994. – С. 3-8.

УДК 628.33

И. Ю. ТОМУС, канд. мед. наук, доцент
кафедры техносферной безопасности

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ИОННОГО ОБМЕНА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2; Тел.: +7 (3452) 43-07-29; эл. почта: bgd@tgasu.ru.

Ключевые слова: ионообменная очистка, сточные воды, система очистки, соли металлов, синтетические смолы.

В статье исследуются перспективы использования ионообменных процессов для извлечения солей цветных металлов из сточных вод, благодаря чему можно достичь не только наибольшей полноты очистки сточных вод, но и возвращать выделенные металлы в виде относительно чистых и концентрированных растворов солей в производство.

Для равноправного участия во Всемирной торговой организации и повышения рейтинга в мировом сообществе, нашей стране необходимо решать задачу по увеличению валового национального продукта. Реализация данной задачи предполагает сбалансированное развитие всех сфер народного хозяйства, включая водохозяйственный комплекс и очистку воды. В перспективе можно ожидать повышение объемов и качества используемых вод при снижении удельных норм потребления с переходом на маловодные технологии в промышленности [1].

Так, на уровне города Тюмени загрязненные сточные воды предприятием «Тюмень Водоканал» сбрасываются в реку Тура. Перед этим надзорное ведомство совместно со специалистами управления Росприроднадзора по Тюменской области, Центра лабораторных анализов и технических измерений по Уральскому федеральному округу выполняют отбор проб сточной и природной поверхностной воды реки Тура в районе очистных сооружений канализации «Тюмень Водоканал».

По результатам контрольных анализов сточных вод выявлено превышение допустимого содержания загрязняющих веществ: по нитратам – в 2,7 раза, нитритами – в 12,7 раза, железу – в 2,3 раза, меди – в 1,1 раза, цинку – в 1,7 раза,

никелю – в 1,8 раза, свинцу – в 1,3 раза, хлоридам – в 1,4 раза, сульфатам – в 1,5 раза, фенолам – в 2,7 раза. Своими действиями предприятие жилищно-коммунального хозяйства нарушило статьи Федеральных законов «Об охране окружающей среды», «Об отходах производства и потребления», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», а также требования СанПиНов «Санитарные правила содержания территории населенных мест», «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления», «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы» и ГОСТа «Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения».

Токсичность ионов выявленных металлов по отношению к водным организмам, особенно водному планктону, являющемуся основным ресурсом питания рыбы, чрезвычайно высока, ионы некоторых металлов не менее токсичны для человека и теплокровных животных. В *таблице 1* предельно допустимые концентрации ионов цветных и тяжелых металлов в водоемах [6], из которой видно, что к очистке сточных вод от солей этих металлов предъявляются весьма жесткие требования.

Таблица 1

Предельно допустимые концентрации ионов цветных и тяжелых металлов
в водоемах

| Металл | Ион | Предельно допустимая концентрация, мг/л | |
|---------|--------------------------------|---|---|
| | | в водоемах санитарно-бытового использования | в водоемах рыбохозяйственного использования |
| Свинец | Pb ²⁺ | 0,1 | 0,1 |
| Ртуть | Hg ²⁺ | 0,005 | 0,005 |
| Медь | Cu ²⁺ | 0,1 | 0,01 |
| Цинк | Zn ²⁺ | 1,0 | 0,01 |
| Никель | Ni ²⁺ | 0,1 | 0,01 |
| Кобальт | Co ²⁺ | 1,0 | – |
| Кадмий | Cd ²⁺ | 0,01 | 0,005 |
| Хром | Cr ³⁺ | 0,5 | 0,5 |
| » | CrO ₄ ²⁻ | 0,1 | 0,1 |

Осаждение их в виде гидратов окислов путем подщелачивания воды известью или едким натром не всегда обеспечивает полноту очистки сточных вод и обладает существенными недостатками. Растворимость гидратов окислов цинка, кальция и свинца в сточных водах превышает предельно допустимые концентрации этих металлов в сточных водах и сильно колеблется в зависимости от pH. Так, гидрат окиси цинка начинает осаждаться при pH ≥ 8, а полностью выпадает; при pH ≥ 9,5. При pH > 10,5 растворимость гидрата окиси цинка заметно возрастает вследствие образования цинката. При чрезмерном повышении pH образуются в заметных количествах растворимые плюмбиты,

кадмиаты, хромиты. Поэтому осаждение гидратов окислов металлов требует строгого регулирования рН.

Наряду со значительным расходом извести или щелочи для доведения рН сточных вод до величины, оптимальной для осаждения гидратов окислов цветных металлов, существенным недостатком метода является образование больших объемов сильно обводненных осадков гидратов окислов (влажность 98-99%), медленно отстаивающихся и плохо фильтрующихся. Эти обводненные шламы, загрязненные отходами извести и различными захваченными при осаждении взвесями, приходится перекачивать в шламоуплотнители [4]. Увеличение мощности и количества предприятий в бассейне рек, а также необходимость бережного использования земли для сельскохозяйственных нужд в значительной мере ограничили размеры шламонакопителей и ту роль, которую они играли в деле защиты водоемов от загрязнения. Следует подчеркнуть, что соли цветных металлов имеют значительную ценность и потери их со сточными водами существенно влияют на стоимость продукции предприятий.

Вследствие этого необходимо широко использовать ионообменные процессы для извлечения солей цветных металлов из сточных вод. При этом можно достичь не только наибольшей полноты очистки сточных вод, но и возвращать выделенные металлы в виде относительно чистых и концентрированных растворов солей в производство. Ввиду того что процессы ионообменной подготовки технической воды не могут быть полностью использованы в технологии ионообменной очистки промышленных сточных вод, необходимо уделить особое внимание отличиям ионообменной очистки сточных вод от процессов подготовки технической воды [5].

Синтетические ионообменные смолы представляют собой высокомолекулярные соединения, углеводородные радикалы которых образуют пространственную сетку с фиксированными на ней ионообменными функциональными группами. Если эти функциональные группы имеют кислотный характер (как, например, сульфогруппы, карбоксильные или фенольные группы), то смолы обладают свойством катионообменников, т. е. обменивают ионы водорода этих групп на другие катионы. Если фиксированные функциональные группы в смолах обладают основными свойствами (первичные, вторичные аминогруппы, четвертичные основания), то они обменивают гидроксильные ионы оснований или анионы солей на другие анионы [3].

Следует отметить, что область рН, в которой осуществляется обмен ионов, зависит от константы диссоциации ионообменных групп смолы. Так, сульфокислотные катиониты, например смола КУ-2 ($pK_{\text{дис}} < 1$), способны к обмену ионов водорода на другие катионы в широком интервале рН и при рН > 2,5-3 кислотность на обмен практически не влияет. Карбоксильные катиониты

($pK_{\text{дис}} = 5-6$) обменивают свои ионы при $pH > 7$ и могут использоваться только в солевой форме. Катиониты, содержащие фенольные гидроксильные группы, способны к обмену лишь при $pH > 8$, т. е. в области значений pH , отвечающей диссоциации фенольных групп. Все это необходимо учитывать при выборе смол для очистки промышленных сточных вод. В той мере, в какой обмен ионов в смолах аналогичен реакции двойного обмена в растворах, к ионообменным равновесиям приложим закон действующих масс.

Для уравнения $z_B \bar{A}^{z_A} + z_A B^{z_B} \rightleftharpoons z_A \bar{B}^{z_B} + z_B A^{z_A}$ можно записать закон действующих масс в следующем виде:

$$K = \frac{\bar{C}_B^{z_A} C_A^{z_B}}{C_A^{z_B} \bar{C}_B^{z_A}} \cdot \frac{\bar{f}_B^{z_A} f_A^{z_B}}{f_A^{z_B} \bar{f}_B^{z_A}}$$

где K – термодинамическая константа равновесия обмена;

C_A, C_B и \bar{C}_A, \bar{C}_B – концентрации ионов A^{z_A} и B^{z_B} в растворе и в смоле;

z_A и z_B – валентности ионов A^{z_A} и B^{z_B} ;

$\bar{f}_A, \bar{f}_B, f_A, f_B$ – коэффициенты активности в смоле и в растворе.

При рассмотрении равновесия обмена в области небольших концентраций растворов в первом приближении можно допустить, что отношение коэффициентов активности всех ионов в смоле и в растворе практически постоянно и перенести эту величину в левую часть уравнения, после чего получим концентрационный коэффициент равновесия, равный

$$K' = K \frac{\bar{f}_A^{z_B} f_B^{z_A}}{f_B^{z_A} \bar{f}_A^{z_B}}$$

При расчетах ионообменных равновесий следует иметь в виду, что сумма всех видов противоионов в смоле всегда остается постоянной и равна числу функциональных групп, образующих фиксированные ионы в смоле или емкости смолы \bar{E} , т.е.

$\sum_{i=1}^n \bar{N}_i = \bar{E}$ где \bar{N}_i – концентрация i -го противоиона в смоле за 1 г матрицы, мг-экв. Чем больше величина концентрационной константы обмена, тем больше доля иона B^{z_B} перейдет в смолу при данном соотношении равновесных (остаточных) концентраций ионов A^{z_A} и B^{z_B} в растворе, иначе говоря, тем селективнее ионообменная сорбция иона B^{z_B} .

В сточных водах практически никогда не содержится только один вид катионов или их пара, в которой вторым компонентом является катион, вытесняемый из смолы (H^+ или Na^+). Как правило, в сточных водах промышленных предприятий растворена смесь нескольких солей минеральных кислот. Чаще всего в сточных водах наряду с солью цветного металла содержатся соли

натрия, кальция и магния (катионы жесткости технической воды, использовавшейся в производстве), небольшие количества солей железа за счет коррозии трубопроводов, а также серная или соляная кислоты. В таких условиях селективность поглощения катионов цветного металла играет особо важную роль, так как относительные количества его в сточной воде могут не превышать содержание остальных катионов [3].

При ионообменной очистке сточных вод от анионных ПАВ следует использовать среднеосновные и сильноосновные аниониты в Cl-форме. Емкость анионита в большой мере зависит от содержания в сточной воде минеральных солей.

Изучением условий ионообменных равновесий анионных ПАВ (сульфонола) в присутствии различных количеств солей в растворе установлено, что после того, как остаточная концентрация ПАВ в растворе достигает некоторой величины [2] (около 0,1 мг-экв/л (20-30 мг/л) емкость анионита начинает быстро возрастать с дальнейшим увеличением остаточного содержания ПАВ в растворе.

Это условие дает возможность предложить двухступенчатую схему очистки сточных вод и утилизации извлеченных из них ПАВ при высокой минерализации воды и относительно большой концентрации ПАВ (3-4 г/л).

В соответствии с этим на анионитной ступени очистки сточных вод концентрация ПАВ в сточной воде снижается до 30-100 мг/л, т. е. до такой величины, при которой емкость анионита по ПАВ остается довольно высокой. На второй ступени применяется доочистка сточных вод до отсутствия ПАВ фильтрами, загруженными активированным углем (лучшие результаты получаются при использовании активированного антрацита). Емкость активированных углей по ПАВ невелика, что не позволяет применять их для очистки сточных вод непосредственно, при которой полная очистка воды достигается при относительно большой степени использования этой емкости.

Регенерация угля производится метанолом. Затем метанол смешивается с 20% (по объему) насыщенного раствора NaCl и в виде 7%-ного водно-метанольного раствора хлористого натрия используется для регенерации анионита. Из насыщенного ПАВ регенерационного раствора отгоняется метанол, а водный раствор ПАВ возвращается в производство. Применение ионного обмена для очистки сточных вод различных производств считается весьма рентабельным и снизит концентрацию ионов цветных и тяжелых металлов в водоемах.

Библиографический список

1. Адлер, Ю. П., Маркова, Е. В., Грановский, Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 280 с.

2. Балахонов, Г. В., Хамеляйнен, Е. Н. Повышение качества очищенных сточных вод г. Ачинска // Водоснабжение и санитарная техника. – 2004. – № 10. – С. 17-20.
3. Воюцкий, С. С. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1964.
4. Серпокрылов, Н. С., Вильсон, Е. В., Земченко, Г. Н. Эколого-экономические аспекты реагентной обработки воды // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. – № 8. – С. 20-24.
5. Томус, И. Ю. Нанотехнологии в повышении безопасности окружающей среды // Актуальные проблемы строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири: сб. мат. науч. конф.: в 3-х т. – Тюмень: ТюмГАСУ, 2014. – С. 203-208.
6. СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленным предприятиям.

УДК 556

Г. А. ЩЕРБАКОВ, канд. соц. наук, доцент,
зав. кафедрой сервисного инжиниринга и
правового обеспечения в жилищно-
коммунальном и строительном комплексе

ВОДНЫЕ ПРОЕКТЫ РОССИИ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 625001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел.: +7 (3452) 46-65-47; эл. почта: shcherbakov_ga@mail.ru

Ключевые слова: водные ресурсы, водные проекты, Сибирь, Центральная Азия.

Статья посвящена исследованию проблем и проектных решений рационального водопользования с учетом интересов регионов юга Сибири и стран Центральной Азии.

Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций, приняв резолюцию 47/193 от 22 февраля 1993 года, объявила 22 марта Всемирным днем водных ресурсов. Тема 2016 года – «Вода для труда» – призвана привлечь внимание общественности на то, как недостаток чистой воды может улучшить условия жизни и труда людей по всему миру, и даже изменить целые общества и экономики. Следует отметить, что практически любое производство так или иначе зависит от поставок чистой пресной воды. В этот день проводятся массовые акции, кампании по защите водных объектов, экскурсии, конференции, семинары, форумы и выставки. Обсуждения демонстрируют, что наибольшей остротой обладают ситуации, где переплетаются региональные и национальные аспекты водопользования. К сожалению, международное взаимодействие и право в этой сфере пока развито слабо.

По прогнозам учёных, в XXI веке проблема пресной воды станет главным источником глобальных конфликтов, перерастая в важный сдерживающий фактор развития человечества. Глобальные изменения климата, рост народонаселе-

ния, увеличение потребности в энергоресурсах, удовлетворение растущих нужд населения в продовольствии, привели к неизбежному росту потребления воды на всех континентах. Тенденция мирового вододефицита остается актуальной и, даже, катастрофичной. Проблема водообеспечения, водорегулирования и водосбережения уже сегодня становится не только социальной, экологической, научной, технологической или организационно-хозяйственной, но в большей степени политической.

К сожалению, современные технологии водопользования и масштабы их применения серьёзно увеличивают загрязнение воды и сокращают водные ресурсы, пригодные для питьевого, бытового, сельскохозяйственного и технического использования. Это усугубляется интенсивным ростом населения, причём, в основном, в регионах, характеризующихся именно нехваткой пресной воды. Даже на территории стран СНГ, включая Россию, в последние десятилетия в отдельных регионах наблюдается крайне напряжённое положение с обеспеченностью водными ресурсами, ставящее под угрозу экономическое развитие и веками сложившуюся систему расселения и жизненный уклад миллионов людей. Это, помимо колоссальных материальных затрат, вызывает опасный уровень социальной и даже международной напряжённости.

Например, в Узбекистане, на фоне резкого роста населения, насчитывающего сегодня около 30 миллионов человек (по сравнению с 16 миллионами в 1980 году) на одного жителя приходится менее 0,2 га орошаемой земли. Всего в этой стране орошается одна треть из 15 млн. га, пригодных для орошения. Но за последние 25 лет прироста орошаемых земель практически нет. Потребление продуктов питания снизилось. Оно в два раза ниже нормы. Из-за отсутствия воды узбекским властям уже пришлось переселить из Кара-Калпакии 150 тыс. человек. При нормализации обстановки в Афганистане и переходе его на мирное развитие произойдёт забор на законных основаниях (по нормам международного бассейнового права) 10 куб. км воды из Амударьи на сельскохозяйственные нужды. А это почти в два раза уменьшит обеспеченность Узбекистана пресной водой, хотя и сегодня эта обеспеченность составляет лишь 75% потребности. Аналогичные тенденции наблюдаются в Казахстане и Туркменистане. Водная война идет между Крымом и Украиной. На планете таких примеров очень много.

Мир готовится к встрече надвигающегося водного кризиса. Так, например, в Китае заканчиваются работы по переброске части стока реки Янцзы в северные маловодные районы. Одновременно завершается строительство канала, длиной более 300 км из Черного Иртыша, который является главным истоком сибирской реки Иртыш. Ежегодно в Китае на гидромелиоративные работы рас-

ходуется более 60 миллиардов долларов. Имеют свои национальные водные проекты США, Индия, Турция, Египет, Иран и многие другие страны.

Это актуально ещё и потому, что для нынешнего столетия характерна тенденция продажи пресной воды на мировом рынке в объёмах, сравнимых с объёмами продажи нефти. При этом цена продаваемой воды, как показывает уже существующий небольшой опыт, неуклонно возрастает, а все затраты на обустройство инфраструктуры и торговли водой становятся более эффективными, чем в инфраструктуру торговли, например, нефтью, ибо вода является возобновляемым ресурсом, а нефть – нет. Следует отметить, что экономика водной отрасли скоро станет альтернативой экономике нефтяной и газовой отрасли в стране, регионах и муниципальных образованиях.

В то же время Россия, располагая огромными водными ресурсами, обязана ответить на вызов времени и ответственно заняться рациональным, эффективным использованием водного богатства, не допускать его деградации, обеспечить удовлетворение потребностей населения, промышленности и сельского хозяйства. В условиях мирового водного дефицита Россия должна иметь свою стратегию и стимулировать разработку и реализацию гидротехнических, мелиоративных проектов в регионах.

Властям всех уровней необходимо заниматься серьёзной практической работой, привлекая и обучая в своих региональных вузах необходимых специалистов, и всячески развивать фундаментальную и прикладные науки. Геоинформационная подготовка должна стать частью системы общего и специального образования в регионе, важным звеном формирования в слушателе образного, аналитического системно – пространственного мышления, включая все образовательные уровни. Необходимо помнить, что ГИС-технологии развиваются очень быстро и потерянное время трудно восстановить. Наглядным примером служит развитие телекоммуникационного картографирования, или составление и распространение карт и других геоизображений по компьютерным сетям.

Очевидно, что именно сегодня, необходимо провести ГИС-анализ и инвентаризацию водного хозяйства и разобраться в каком оно состоянии. Оценка водных ресурсов России и регионов необходима для успешного обеспечения промышленного и коммунального водоснабжения, нужд здравоохранения, гидроэнергетики, ирригации, защиты от наводнений и засухи, сохранения окружающей среды и безопасного проживания людей.

В нашей стране накоплен огромный опыт в мелиорации и гидротехническом строительстве. Уже к 1985 году в системе Министерстве мелиорации и водного хозяйства СССР насчитывалось 26 научно-исследовательских и 68 проектно-изыскательских институтов, 3660 строительных организаций, около 400 строительно-монтажных трестов и объединений. Строительные организа-

ции имели в своём распоряжении около 90 тыс. экскаваторов, бульдозеров и скреперов. В системе Минводхоза СССР трудилось более 1,7 млн. рабочих, инженерно-технических работников и учёных. 25-летний период после Майского пленума КПСС 1966 года и до 1990 года характеризовался в стране невиданными ранее темпами гидротехнического строительства. Специалисты водного хозяйства работали во многих регионах мира. Именно с их помощью построены мощные водохозяйственные комплексы, которые отодвинули водный голод, остановили наступления пустынь, дали толчок для социально-экономического развития многим регионам планеты. В России и многих других странах функционируют оросительные системы, стоят плотины, работают каналы и дамбы, которые построены с участием наших специалистов.

Однако последние три десятилетия проблемы воды оказались в России без должного внимания государства. По сравнению с концом 1980-х годов общий водозабор в Российской Федерации существенно сократился, а сброс загрязнённых стоков вырос в 1,5 раза. По официальным данным в настоящее время в водные объекты сбрасывается более 20 млрд. кубометров загрязнённых сточных вод, что составляет половину всех стоков [1]. Мелиорация земель и, прежде всего, орошение, без которого невозможно рассчитывать на гарантированную эффективность сельского хозяйства, предана забвению. Новые гидросистемы не строятся, старые разрушаются. Остро стоит проблема обеспечения как питьевой водой, так и пригодной для хозяйственных нужд, особенно в сельской местности.

Нельзя сказать, что государство совсем не обращает внимания на эти проблемы. Так, Распоряжением Правительства РФ от 27.08.2009 № 1235-р утверждены «Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года», а также «План мероприятий по реализации Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г.». Принята федеральная целевая программа «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 гг.», которая утверждена постановлением Правительства РФ 12.10.2013. Много делается и на территории Тюменской области [2].

Опыт реализации крупных проектов на земле показывает, что чем сложнее творение людей, тем более значимыми должны быть причины его создания. Самые сложные проекты создают для научных и военных целей, а также для извлечения прибыли. Редко создаются проекты для улучшения качества жизни людей в гармонии с окружающей средой. В основном, когда это престижно или модно. Например, Храмы, дворцы, крупные спортивные, культурные, другие сооружения и объекты. Человечество уже изрядно изменило первоначальный облик планеты. Оно потратило тысячи лет, чтобы изучить землю и приспособить ее под свои потребности и создало уже вполне приемлемые «человече-

ские» условия жизни. Например, на земле построено свыше трех тысяч каналов, которые выполняют различные функции и облегчают жизнь людей и природной среды. В последние годы Россия все больше возвращается к проектам, которые прорабатывались в СССР: нефтехимии, энергетике, лесной отрасли, мелиорации и комплексному сельскохозяйственному производству и прежде всего в Сибири и на Дальнем Востоке.

Возникает настоятельная потребность государства вернуться к отложенному в 1986 году геополитическому проекту – каналу Ханты–Мансийск – Аральское море, с научно-обоснованным отбором части стока талых весенних вод рек Иртыш и Обь. Это необходимо сделать, с учетом новых условий рыночной экономики, опираясь на экологические, научно-практические исследования и изыскания, проработанные в прежних вариантах проекта. Только один такой стратегический инфраструктурный проект может обеспечить свыше 200 тысяч новых рабочих мест, придать новый импульс социально-экономическому развитию УРФО и соседним странам Центральной Азии. Это на взгляд автора, единственная возможность улучшить условия и качество жизни всего населения названных регионов. Важно, что будут вовлечены в оборот неиспользуемые высокопродуктивные и пригодные для орошения сельскохозяйственные земли России и приграничных с ней стран.

Достаточно приемлемые научные и технические решения водообеспечения были найдены уже в последние десятилетия существования СССР. В 70–80 годах была начата проработка идеи подачи части избыточной весенней паводковой воды некоторых сибирских рек в южные области Сибири и республики Центральной Азии СССР. Организационно и технически эта идея была проработана весьма основательно. (К 1986 году было завершено ТЭО). Однако в 1986 году данный проект был закрыт решением Политбюро ЦК КПСС. Это объясняется слабостью и нерешительностью центральной власти, которая не смогла преодолеть силу псевдопатриотов и псевдоэкологов, а также недобросовестно сформированное ими общественное мнение. Конечно, другой основной причиной стала экономическая. Затраты на этот проект подсчитывались теми, кто должен был получить эти средства для его реализации, и потому затраты были сильно завышены. Следует заметить, что в рамках действовавшей в то время системы практически бесплатного, безрасчётного использования воды и других природных ресурсов этот проект в принципе не мог иметь надёжного экономического обоснования.

Инженерная и техническая сторона реализации проекта, по мнению многих специалистов, при современном уровне развития техники и технологий выполняема и не вызывает больших сомнений. Суть данного проекта сводится к использованию 5-6 % общего стока реки Обь (весь объем Оби около

400 кубических километров в год), а по проекту отбирается до 25 кубических километров в качестве ресурса, продаваемого сельскохозяйственным и промышленным производителям прежде всего юга Сибири, а затем по необходимости странам Центральной Азии. Важно, что современные технологии, накопленные человечеством, позволяют минимизировать ущерб для экологии всего Обь-Иртышского бассейна. Окупаемость данного проекта по расчетам специалистов 9-11 лет.

Первый этап канала предусматривал отбор из Иртыша в районе города Тобольска до пяти кубических километров воды ежегодно.

Вторым этапом выбрано место водозабора в канал – створ «Белогорье» на реке Оби вблизи города Ханты-Мансийска. Возможен и другой, более современный технический вариант водовода, например, бетонной трубой большого диаметра. Также целесообразно рассмотреть и объём воды, забираемой для канала с учетом всех потребителей и возможностей речного бассейна. Протяжённость трассы – 2550 км. Пропускная способность канала – 1150 кубометров воды в секунду (открытый канал, ширина – 200 м, фарватерная глубина – 15 м). По проекту канал является судоходным для прохода транспорта класса «Река-Море» водоизмещением до десяти тысяч тонн.

На Тургайский водораздел воду должны поднимать последовательно пять насосных станций на общую высоту 110 метров. Далее по трассе канала предусматривается строительство ещё трёх насосных станций (одна – перед рекой Сырдарьёй и две – перед рекой Амударьёй). Установленная мощность насосных станций – 2,7 миллиона киловатт, годовое потребление электроэнергии – 10,2 миллиарда киловатт-часов. По трассе канала предусмотрены системы гидротехнических сооружений, основные из которых (кроме водозаборного сооружения на реке Оби и уже названных насосных станций): Тобольский гидроузел на реке Иртыш; мостовые переходы через канал; дюкеры на пересечениях с временными водотоками; перегораживающие и водовыпускные сооружения на ответвлениях из канала; водохранилища по трассе канала и другие объекты.

Распределение транспортируемой по каналу воды: областям России на начальном участке трассы канала – 4,9 куб. км; Северному Казахстану – 3,4 куб. км; на подпитку рек Сырдарьи и Амударьи – 16,3 куб. км, в т. ч. Узбекистан – 10 куб. км. Всего – 24,3 куб. км (нетто) – (2,9 куб. км (12 %) – потери от испарения). Площадь орошаемых земель, которая может быть с участием этой воды дополнительно освоена: в областях России – 1,5 млн. га; в Центральной Азии – 2,0 млн. га. В России намеченный канал проходит по территории Ханты-Мансийского автономного округа, Тюменской и Курганской областей. Водопользователями становятся Тюменская, Курганская, Челябинская, Свердловская и Омская области [3].

Юридической формой реализации такого проекта может стать создание Международного Евразийского Консорциума с долевым участием сторон. Если какие-то страны не располагают возможностями для финансирования проекта, они будут расплачиваться с теми, кто формировал средства Консорциума, из будущих его доходов как за взаимный кредит.

Экономические основы функционирования Консорциума в новых условиях должны быть более ясными, открытыми и объяснимыми, чем это было в дореформенной системе. Страны-участники Консорциума будут компенсировать расходы на проект не только за счёт продажи воды конечному потребителю, но и отчисляя часть опосредованной, косвенной выгоды от введенных в сельскохозяйственный оборот земель и запускаемых новых производственных мощностей. Прибыль будут получать участники Консорциума за счёт экономического развития соответствующих территорий. Финансовая сторона проекта в новых условиях требует специальной проработки. В новых условиях, важно рассчитать годовую нагрузку на российский бюджет. С учётом развития технических средств и технологий за последние 30 лет, а также паритетного финансирования проекта другими странами участниками Консорциума, и возможного привлечения международной финансовой помощи, эта нагрузка может оказаться вполне приемлемой. Однако следует иметь в виду, что нагрузка может быть снижена, если так составить бизнес-план, что часть расходов будет компенсироваться доходами от промежуточных этапов проекта.

Руководители Узбекистана и Казахстана неоднократно высказывали особую заинтересованность государств в реализации «водного проекта». Понятно, что его успешная реализация целиком зависит от позиции Президента РФ.

Осуществление проекта использования на взаимовыгодной основе паводковых и избыточных вод сибирских рек позволит России поднять экономический потенциал ряда своих регионов, вовлечь дополнительно в оборот 1,5 млн. га высокопродуктивных земель, создать тысячи рабочих мест, загрузить сотни промышленных предприятий и научных учреждений. Также появляются новые возможности решать политические вопросы взаимоотношений со среднеазиатскими государствами, делая этот огромный регион зоной конструктивной взаимовыгодной интеграции.

Представляется наиболее целесообразным для подготовки первоначальных предложений сформировать рабочую группу из представителей Министерства природных ресурсов Российской Федерации и представителей регионов Сибири, стран Центральной Азии, а также Правительства Москвы, имеющего колоссальный опыт использования межбассейновой переброски воды, где сосредоточены практически лучшие научные силы и производства для реализации проекта. Участие Министерства природных ресурсов естественно и по ста-

тусу, и по сосредоточенной в его учреждениях информации. Важно также, что это Министерство должно быть, прежде всего, озабочено стратегическими интересами государства в целом.

В обеспечении на вверенной территории условий для гармоничного развития личности, семьи, общества и бизнеса в согласии с окружающей природой, и есть главная цель всех уровней власти. В способности служения этой цели с пользой для России и процветания своей территории, состоит сущность государственной, муниципальной, гражданской службы, института общественного самоуправления и бизнес-сообщества. По мнению автора, данный проект служит процветанию России и укрепляет ее могущество.

Библиографический список

1. Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gks.ru/>.
2. Официальный портал органов государственной власти Тюменской области: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.admtymen.ru>.
3. Щербаков, Г. А. Россия, Сибирь – наш общий дом (к концепции самодостаточного развития Тюменской области) // Водные ресурсы и ландшафтно-усадебная урбанизация территорий России в XXI веке: сб. докл. XVII междунауч. научно-практ. конф. – Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2015. – Т. 2. – С. 142-149.

УДК 556

В. Н. ЮРЧЕНКО, канд. ист. наук, доцент;
М. М. ЮРЧЕНКО, канд. ист. наук, доцент

ООН И ПРОБЛЕМА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный университет». Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 6; Тел.: +7 922-484-39-04; эл. почта: fulasi@inbox.ru

Ключевые слова: ООН, водные ресурсы, Декларация тысячелетия, Цели развития тысячелетия, «ООН – водные ресурсы», «Вода для жизни».

В статье рассматривается деятельность Организации Объединенных Наций по решению проблемы водных ресурсов. Дается обзор существующих механизмов и программ, анализируются положения ряда последних докладов.

Вода играет важную роль в жизни человека, это важнейший природный ресурс, без которого невозможна никакая деятельность человека. Как известно, вода – это одно из наиболее распространенных веществ: примерно 71% территории нашей планеты покрыто водами Мирового океана.

Как отмечает О. Н. Барабанов, общий объем воды на Земле равен примерно 1,4 млрд. км³. Однако из этого количества только чуть больше 2,5% приходится на пресную воду, которая и представляет для человека наибольшую ценность. При этом значительная часть запасов пресной воды содержится в ви-

де льда и снега в Арктике, Антарктике и в горных районах, и только четверть процента всего объема пресных вод сосредоточена в наиболее доступных для использования местах – реках, озерах, водохранилищах [1, с. 29-30].

При этом нельзя не обратить внимание на две весьма важные особенности. Во-первых, это крайне неравномерное распределения запасов пресной воды на Земле. Например, богаты запасами пресной воды такие государства как Исландия, Канада, Дания (прежде всего, за счет Гренландии). В Кувейте, ОАЭ, Палестинской автономии, напротив, водные ресурсы являются весьма дефицитными.

Во-вторых, это, с одной стороны, быстрое сокращение пригодных для жизни и деятельности водных ресурсов, с другой – увеличение потребности в воде в связи с ростом народонаселения (еще в конце 1990-х гг. эксперты предсказывали, что к 2025 году население планеты может достичь 8,3 млрд. чел. [2, р. 13]; с учетом численности населения в 2015 году эта цифра может быть даже превышена). Эти обстоятельства могут значительно обострить уже имеющиеся конфликты и вызвать к жизни новые. В этой связи решение, или хотя бы смягчение, проблемы водных ресурсов является крайне актуальной задачей.

Значительный вклад в решение проблемы доступа к пригодным для жизни и хозяйственной деятельности водным ресурсам вносит Организация Объединенных Наций (ООН) и ее специализированные учреждения. ООН уже длительное время занимается разработкой мер, направленных на удовлетворение растущего мирового спроса на водные ресурсы. В частности, в 1977 году была проведена Конференция ООН по водным ресурсам [3]. В 1981 году стартовала программа «Международное десятилетие снабжения питьевой водой и санитарии» (1981-1990), которая позволила получить доступ к питьевой воде более одному миллиарду человек в развивающихся странах. По ее окончании Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и Детский фонд ООН (ЮНИСЕФ) учредили Совместную программу мониторинга за водными ресурсами и санитарией» (СПМ), главной задачей которой стало предоставление всеобъемлющей и полной информации о состоянии водных ресурсов и санитарии в мире, а также содействие странам в улучшении мониторинга на своей территории [4].

В августе 1992 году в Дублине (Ирландия) прошла Международная конференция по водным ресурсам и окружающей среде, на которой было выработано четыре руководящих принципа по защите водных ресурсов и окружающей среды: 1) вода как исчерпаемый источник, важный для поддержания жизни, развития и окружающей среды; 2) управление и развитие водными ресурсами должно основываться на вовлечении всех участников процесса; 3) важная роль женщин в обеспечении, управлении и защите водных ресурсов; 4) вода облада-

ет экономической ценностью и должна быть признана объектом экономической отношений [5].

В 2000 году состоялся знаменитый Саммит Тысячелетия, где присутствовавшие мировые лидеры приняли Декларацию тысячелетия ООН, в которой были обозначены имеющие важное значение для международных отношений фундаментальные ценности и ключевые цели для претворения этих ценностей в конкретные действия [6].

В 2001 году на основе Декларации тысячелетия все государства-члены ООН и все ведущие международные организации приняли так называемую программу «Цели развития тысячелетия» (ЦРТ), которые предполагалось достичь к 2015 году [7]. Как видно, в первоначальном варианте программы ЦРТ проблема водных ресурсов не обозначена в качестве самостоятельного направления, а является составной частью выше отмеченных целей. Это вполне объяснимо, поскольку проблема водных ресурсов всеобъемлюща, и достижение некоторых целей развития без обеспечения пригодной для жизни и хозяйственной деятельности воды не представляется возможным. В частности, нельзя говорить об улучшении охраны материнства без доступа к чистой воде, так же как нельзя в этом случае сократить детскую смертность и обеспечить экологическую устойчивость на планете.

В этой связи задачами ЦРТ, в частности, стали к 2015 г. вдвое сократить долю населения, не имеющего постоянного доступа к чистой питьевой воде и основным санитарно-техническим средствам, а также прекращение экологически неустойчивой эксплуатации водных ресурсов.

В 2002 году на Всемирной встрече в Йоханнесбурге выше названные цели были дополнены двумя другими: 1) стремление к развитию систем комплексного управления водными ресурсами и разработка к 2005 году планов эффективного водопользования; 2) сокращение к 2015 году наполовину доли населения, не имеющего доступа к базовой санитарии [8].

В 2015 году вышел очередной доклад о деятельности международного сообщества в деле достижения Целей развития тысячелетия. В докладе, в частности, отмечается, что к 2015 году число жителей планеты, использующих улучшенные источники питьевой воды составило 91% (в 1990 году – 76%); с 1990 года 2,6 млрд. человек получили доступ к улучшенным источникам питьевой воды, из них 1,9 млрд. человек получили доступ к водопроводной питьевой воде в жилых помещениях [9, с. 7]. В целом, в докладе отмечается, что целевой показатель ЦРТ в сфере обеспечения питьевой водой был достигнут за пять лет намеченного срока, т. е. к 2010 году [9, с. 58].

В то же время в докладе отмечаются и негативные моменты. Так, около 16% сельского населения не пользуются улучшенными источниками питьевой

воды, у городского населения этот показатель всего 4%. Нехватка воды по-прежнему затрагивает 40% населения мира, и по прогнозам экспертов доля таких людей будет только увеличиваться [9, с. 8]. Причем эта нехватка не обязательно может быть только физической, т. е. отсутствие воды надлежащего качества, но и экономической (отсутствие адекватной инфраструктуры вследствие финансовых, технических или каких-либо иных ограничений), а также институциональной (отсутствие общественных институтов, обеспечивающих надежное, безопасное и равноправное водоснабжение). Нельзя не отметить и то обстоятельство, что за последние пятнадцать лет число стран, переживающих напряженную ситуацию в области водоснабжения увеличилось. Так, в 1998 году таких стран было 36, в то время как в 2011 году эта цифра увеличилась до 41. Нехватка воды, отмечается в докладе, уже затрагивает каждый континент и затрудняет устойчивое управление природными ресурсами, а также экономическое и социальное развитие. [9, с. 55].

Для повышения уровня рационального использования и развития водных ресурсов, и осведомленности мировой общественности об этом, а также в целях активизации деятельности по решению наиболее острых проблем в области водных ресурсов Генеральная Ассамблея ООН объявила 2003 год Международным годом пресной воды. По мнению Генерального секретаря ООН Кофи Аннана, Международный год пресной воды поможет в создании «стимулов для принятия необходимых мер не только правительствами, но и гражданским обществом, общинами, деловыми кругами и отдельными лицами во всех странах мира» [10].

В 2003 году Генеральная Ассамблея ООН в целях расширения действий для удовлетворения связанных с водой Целей развития тысячелетия провозгласила Международное десятилетие действий «Вода для жизни», рассчитанное на период с 2005 по 2015 гг. Начало этому периоду было положено 22 марта 2005 года, в ежегодно отмечаемый Всемирный день водных ресурсов.

В том же 2003 году в целях обеспечения координации действий учреждений и программ, занимающихся решением вопросов, связанных с водными ресурсами, Координационным советом руководителей системы ООН (КСР) через его Комитет высокого уровня по программам (the United Nations High Level Committee on Programmes) был создан межучрежденческий общесистемный механизм Организации «ООН – водные ресурсы» (UN-Water), который должен был содействовать согласованию и координации деятельности ООН, нацеленной на реализацию повестки дня, определенной в Декларации тысячелетия и основанной на ней программе «Цели развития тысячелетия» [11].

В 2015 году механизм «ООН – водные ресурсы» совместно с учреждениями системы ООН, правительствами стран-участниц, международными органи-

зациями, группами экспертов и другими заинтересованными лицами опубликовал очередной доклад об освоении водных ресурсов мира (The United Nations World Water Development Report 2015).

Ключевой мыслью доклада является признание воды в качестве ключевого фактора устойчивого развития. От успешного решения проблемы водных ресурсов во многом зависит и успешное решение таких вопросов программы ЦРТ как сокращение бедности, экономический рост и стабильное состояние окружающей среды, улучшение социального и медицинского обслуживания. В то же время неустойчивое развитие и неудачи в управлении могут негативно повлиять на равный доступ к водным ресурсам, подвергая риску социальное и экономическое благополучие стран и народов мира. С учетом роста потребностей в воде, до тех пор пока не будет восстановлен баланс между водным потреблением и ограниченными запасами пресной воды, мир будет сталкиваться с суровой и все возрастающей реальностью – глобальным водным дефицитом [12, р. 2].

По оценке авторов доклада, к 2050 году уровень глобального водного дефицита возрастет до 55%, причем в основном за счет растущих потребностей в производстве, при генерации энергии из тепловых источников и в домохозяйствах. Это обстоятельство заставляет ограничивать рост критически важных для мирового развития секторов экономики, в особенности производство продовольствия и энергии. Конкуренция за водные ресурсы между «одушевленными» и «неодушевленными» потребителями будет увеличивать риск возникновения локальных конфликтов и способствовать дальнейшему неравному доступу к связанным с водой услугам, оказывая, таким образом, значительное воздействие на местные экономики и благосостояние человека [12, р. 2].

Разумеется, степень остроты проблемы водных ресурсов неодинакова в региональном измерении. Так, для арабского Востока характерная нехватка водных ресурсов стала серьезным препятствием и угрозой на пути устойчивого развития региона в долгосрочной перспективе. Решение этой проблемы в настоящее время лежит в плоскости таких методов как экономия воды, ее повторное использование и опреснение с помощью солнечной энергии, которой регион обладает в избыточном количестве. Для стран Латинской Америки и Карибского бассейна важной задачей, по мнению авторов доклада, является создание институциональных возможностей для управления водными ресурсами и интеграция усилий на этом пути с целью ускорения социально-экономического развития и преодоления бедности. Фундаментальной задачей Африканского континента является достижение активного участия в глобальных экономических процессах, одновременно развивая свой ресурсный и человеческий потенциал, избегая ошибок других регионов. Сегодня освоены и раз-

виты, отмечают авторы, только 5% водных ресурсов Африки, а средний уровень потребления воды на душу населения составляет всего 200 м³, в то время как в Северной Америке эта цифра достигает 6000 м³, т. е. уровень водного потребления на Африканском континенте в 30 раз ниже, чем в Северной Америке [12, р. 4].

Авторы доклада подчеркивают, и мы не можем не согласиться с этим, что решение проблемы водных ресурсов возможно при соблюдении как минимум трех основополагающих принципов: коллективное управление (участие в решении проблемы максимально широкого числа акторов), минимизация рисков и максимизация преимуществ и выгод, и обеспечение равного доступа к водным источникам. Последний принцип, по убеждению авторов доклада, является наиболее важным на пути достижения безопасного водообеспеченного мира [12, р. 6].

К настоящему времени проблема водных ресурсов окончательно не решена. Более того, полагаем, что человечеству предстоит пройти еще длительный путь в этом направлении. Тем не менее, нельзя не отметить некоторый прогресс в деле водообеспечения населения планеты и важную роль в этом Организации Объединенных Наций, выступающей площадкой коллективных действий в самых разных областях. ООН – всемирная организация, но, к сожалению, не всемогущая, поскольку ее воля ограничивается волей ее стран-участниц. И это, пожалуй, самое большое препятствие на пути решения в том числе и проблемы водных ресурсов.

Библиографический список

1. Современные глобальные проблемы мировой политики: учеб. пособие / Под ред. М. М. Лебедевой. – М.: Аспект Пресс, 2009. – 256 с.
2. The World's Water. Is there enough? WMO/ UNESCO, 1997.
3. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН A/RES/32/158, 19 декабря 1977 г.: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/RESOLUTION/GEN/NR0/318/25/IMG/NR031825.pdf?OpenElement> (дата обращения: 09.03.2016).
4. Water supply and sanitation monitoring, United Nations: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/en/# (дата обращения: 09.03.2016).
5. The Dublin Statement on Water and Sustainable Development, adopted January 31, 1992 in Dublin, Ireland, International Conference on Water and the Environment: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.un-documents.net/h2o-dub.htm> (дата обращения: 09.03.2016).
6. Декларация тысячелетия Организации Объединенных Наций: Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей ООН 18 сентября 2000 г., A/RES/55/2: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N00/559/53/PDF/N0055953.pdf?OpenElement> (дата обращения: 09.03.2016).
7. Программа «Цели развития тысячелетия». Режим доступа: <http://www.un.org/ru/millenniumgoals/>, дата обращения: 09.03.2016

8. Международное десятилетие действий «Вода для жизни», 2005-2015 гг. Основные сведения: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.un.org/ru/waterforlifedecade/background.shtml> (дата обращения: 09.03.2016).

9. Цели развития тысячелетия: доклад за 2015 год. Организация Объединенных Наций. Нью-Йорк: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.un.org/ru/millenniumgoals/mdgreport2015.pdf> (дата обращения: 09.03.2016).

10. 2003 год – Международный год пресной воды. Обзор мероприятий: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.un.org/ru/events/water/events.htm> (дата обращения: 09.03.2016).

11. About the UN-Water: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.unwater.org/about/en/> (дата обращения: 09.03.2016).

12. Water for a Sustainable World. The United Nations World Water Development Report 2015, UN-Water: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf> (дата обращения: 09.03.2016).

УДК 556

В. Н. ЮРЧЕНКО, канд. ист. наук, доцент

ПРОБЛЕМА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА БЛИЖНЕМ ВОСТОКЕ

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный университет». Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 6; Тел.: +7 922-484-39-04; эл. почта: fulasi@inbox.ru.

Ключевые слова: Ближний Восток, водные ресурсы, вода, «водные войны», водные конфликты.

В статье рассматривается проблема водных ресурсов на Ближнем Востоке. Описывается сложная ситуация в сфере водопотребления в странах Арабского Востока. Затрагивается проблема трансграничных водных потоков. Дается типология водных конфликтов, приводятся примеры связанных с водными ресурсами конфликтных ситуаций. Отмечается роль нехватки водных ресурсов в сирийском конфликте.

Сегодня регион Ближнего Востока является местом притяжения внимания политиков, экспертов, средств массовой информации. Во многом это связано с высокой степенью конфликтности, вызванной войнами и масштабными военными операциями последних 10-15 лет. При этом основной причиной повышенного внимания к Ближнему Востоку, как правило, называют борьбу за энергетические ресурсы и геополитическое пространство. Однако не меньший, а, возможно, и больший «вклад» в повышение конфликтного потенциала региона вносит, на первый взгляд, такая малозначительная проблема как острая нехватка водных ресурсов.

Не секрет, что глобальное водопотребление в мире с каждым годом растет. Так, в странах, испытывающих высокий и крайне высокий водный стресс, на начало XXI века проживало более 70% населения Земли. Это пугающие цифры, если учитывать, что, скажем, в 1950 г. крайне высокого водного стресса не испытывала ни одна страна в мире [1, с. 32].

Согласно докладу ООН об освоении водных ресурсов мира за 2015 год 75% населения, проживающего в арабских странах, живет условиях высокого вододефицита, а около половины – в условиях экстремально высокого водного дефицита при водопотреблении на уровне 500 м³ на человека в год [2]. Значительная часть стран арабского Востока обладает низким и крайне низким уровнем возобновляемых водных ресурсов. К таким странам в первую очередь необходимо отнести Кувейт, ОАЭ, Катар, Йемен, Саудовскую Аравию, Бахрейн, Ливию.

Для стран арабского Востока характерная нехватка водных ресурсов уже стала серьезным препятствием и угрозой на пути устойчивого развития региона в долгосрочной перспективе. Решение этой проблемы в настоящее время лежит в плоскости таких методов как экономия воды, ее повторное использование и опреснение с помощью солнечной энергии, которой регион обладает в избыточном количестве [2]. При этом в странах Персидского залива, в отличие от других стран региона, имеются достаточные финансовые возможности применить технологии опреснения воды или извлечения ее из глубоких грунтовых вод [1, с. 33].

Одним из наиболее острых вопросов, связанных с водными ресурсами, является проблема регулирования трансграничных водных потоков. Большая часть рек на Ближнем Востоке пересекает государственные границы, протекая по территории двух и более государств. Многие страны Ближнего Востока более чем на половину зависят в своих потребностях от т.н. «зарубежной воды», т.е. поступающей из другой страны [3, р. 303].

Растет напряжение между странами, не заключившими между собой соглашений о пользовании трансграничными водными потоками или не соблюдающих условий таких соглашений. В результате возникает политический вопрос регулирования водных споров [1, с. 34]. Отсутствие ясности в управлении трансграничными водными бассейнами будет способствовать появлению серьезных политических кризисов, которые могут перерасти в открытые военные столкновения, т. е. в так называемые «водные войны». При этом под «водными войнами» понимаются международные конфликты, в которых есть реальная угроза либо непосредственное применение оружия в борьбе за водные ресурсы, т.е. за их контроль, пользование, потребление [1, с. 37].

Тихоокеанский институт изучения проблем водных ресурсов выделяет следующие типы конфликтов, связанных с водными ресурсами и водной инфраструктурой [4]. При этом на Ближнем Востоке встречаются практически все типы таких конфликтов. К ним относятся:

– контроль над водными ресурсами, т. е. причиной конфликта может стать снабжение водой или доступ к ней;

- вода как военное средство – ситуация, в которой водные ресурсы используются как оружие во время военных действий;
- водные ресурсы как политическое средство – ситуация, в которой водные ресурсы или системы используются при преследовании политических целей;
- водный терроризм, или гидротерроризм – водные ресурсы или системы используются в качестве мишени террористов или как орудие насилия;
- водные ресурсы как военная мишень;
- водные ресурсы как препятствие развитию – ситуация, при которой водные ресурсы или системы являются основным источником разногласий на пути экономического и социального развития.

В конце 1980-х гг. в Тихоокеанском институте изучения проблем водных ресурсов с целью изучения взаимосвязи между водными ресурсами и возникновением конфликтов был запущен в некотором роде уникальный проект. Авторы составили сводную таблицу всех известных водных конфликтов с их описанием, начиная с третьего тысячелетия до нашей эры и по сегодняшний день [4]. При этом все конфликты характеризуются с точки зрения шести выше указанных типов.

Если посмотреть на количество конфликтов на Ближнем Востоке по поводу водных ресурсов за период с 2000 по 2015 гг., то сразу же бросается в глаза одна характерная особенность: резкое увеличение водных конфликтов, начиная с 2011 года. В частности, количество конфликтов по поводу воды в период с 2000 по 2010 гг. составляло, как отображено в таблице, 13 единиц, в то время как за период с 2011 по 2015 гг. эта цифра выросла почти в 2,5 раза и составила уже 32 единицы. Если исключить вероятность того, что разработчики проекта не стали особо утруждать себя внесением всех водных конфликтов за период с 2000 по 2010 гг., что представляется маловероятным, то можно сделать вывод о существенном нарастании в ближневосточном регионе конфликтного потенциала по поводу водных ресурсов и водных систем.

Приведем лишь некоторые примеры водных конфликтов на Ближнем Востоке за выше указанный период [5].

В 2001 году палестинцы разрушили водопровод, ведущий в поселение Йицхар и кибуц Кисуфим, расположенные на Западном берегу реки Иордан. В том же году после длительной засухи правительство талибов отрезало территорию Ирана от реки Гильменд, протекающей по территории Афганистана, причем для иранской провинции Белуджистан это был единственный источник ирригации. В 2003 году в ходе возглавляемого США вторжения в Ирак сторонами конфликта были разрушены водные системы, значительная часть дамб стала военными целями для коалиционной авиации. В результате ударов по Ираку

был нанесен прямой ущерб системе водоснабжения страны, при этом особенно пострадала водная инфраструктура Багдада, уничтоженная в результате ракетного удара. В 2007 году введенные Израилем санкции против Сектора Газы привели к острой нехватке питьевой воды и значительно повысили риск здоровью жителей анклава. Ограничения на ввоз на территорию Газы топлива, запасных частей и оборудования привели к угрозе выхода из строя системы канализации Газы.

В 2012 году во время гражданского противостояния в Ливии войска, верные М. Каддафи, взяли под контроль центр системы водораспределения, обеспечивающий питьевой водой значительную часть Ливии, включая Триполи, и отрезали столицу от водоснабжения. В итоге половина страны осталась без источников воды, что побудило ООН и соседние государства танкерами обеспечить доставку воды в расположенные на побережье города. В том же 2012 году в Афганистане вода была использована как средство для совершения террористического акта, когда 150 школьниц выпили воды, отравленной террористами по причине их религиозной нетерпимости к женскому образованию. В том же году во время гражданской войны в Сирии был сильно поврежден основной водопровод, снабжавший крупный город Алеппо. В результате трехмиллионный город стал испытывать сильный недостаток в питьевой воде.

Одним из последних примеров стал спор между Ираном и Афганистаном по поводу ограничений и прав на воду реки Хари Рад, который в 2015 году привел к вооруженному конфликту, когда иранские пограничники якобы открыли огонь по жителям афганской деревни, набиравших воду в реке, в результате чего было убито 10 человек. Река имеет важное значение как для Афганистана, обеспечивая его сельскохозяйственное производство в провинции Герат, так и для Ирана, снабжая питьевой водой второй по численности город Мешхед.

Говоря о многочисленных водных конфликтах на Ближнем Востоке, нельзя не упомянуть редко звучащий тезис о том, что истинной причиной войны в Сирии стала вовсе не борьба за пространство и ресурсы (что, разумеется, также имеет место быть), а именно острый дефицит водных ресурсов в данном регионе.

В частности, в ноябре 2015 года на информационно-аналитическом портале «ВремениNet» появилась публикация под названием «Водные войны. Настоящая причина войны в Сирии» [6], в которой отмечается интересная закономерность: боевые действия ведутся в зонах сосредоточения основных источников воды. Именно из-за острой нехватки пресной воды, отмечается в статье, толпы обездоленных сирийских крестьян устремились в города, а после того как власти Сирии, долгое время игнорировавшие проблему, жестко отреагировали на массовые протесты, например в городе Дейр-а, волна мигрантов из

Сирии, а заодно и из других стран региона, накрыла европейские страны, которые, как показало развитие событий, были к этому не готовы.

Как отмечается в статье, причин острой нехватки водных ресурсов в Сирии несколько, и имеют они глубокие исторические корни. В частности, в начале 1960-х гг. правительство Сирии приняло решение об увеличении посевных площадей пшеницы с целью полного покрытия внутренних потребностей и даже создания запасов на экспорт. Расширение посевных площадей продолжалось и в 1970-е гг. Ситуацию усугубило роковое решение правительства Х. Асада о начале культивации такой влаголюбивой культуры как хлопок.

Основными же источниками водных ресурсов в Сирии являлась река Евфрат и вырытые с разрешения властей колодцы, число которых с течением времени увеличивалось (в том числе и нелегальных). В итоге двадцатилетний сельскохозяйственный, в том числе хлопковый, бум привел к резкому падению уровня грунтовых вод, а также к засолению и загрязнению колодцев. Поля оказались заброшены, а фермеры с семьями стали переселяться в города, где уровень подземных вод тоже значительно снизился.

Еще одной причиной острой нехватки воды в Сирии стало строительство на и без того небогатых водными ресурсами ближневосточных реках гидротехнических сооружений. В странах региона, не обделенных реками, строились огромные дамбы для создания водохранилищ и производства электричества. В 1970-х гг. на Евфрате в Сирии была построена плотина и водохранилище имени Хафиза Асада. В 1980-х гг. Турция начала строить плотину имени Кемала Ататюрка, и уже очень скоро половина воды Евфрата, попадавшей в Сирию, стала оставаться в Турции.

Третьей причиной острого водного дефицита в Сирии стали процессы потепления и опустынивания. Кроме того, с 2008 по 2011 гг. Сирия пережила три засушливых года, которые еще больше осложнили ситуацию.

В заключении сделаем два неутешительных вывода. Во-первых, кто бы не победил в гражданской войне в Сирии, ему придется решать проблему дефицита пресной воды. При этом ее решение потребует вложения колоссальных средств, и нет гарантий, что в итоге будет восстановлен прежний уровень водопотребления. Во-вторых, Сирия вряд ли сможет сохранить территорию в доконфликтных границах по причине того, что значительная часть территории Сирии просто превратится в пустыню.

Таким образом, высокий уровень вододефицита на Ближнем Востоке формирует значительную часть его конфликтного потенциала, является скрытой причиной многих конфликтов и кризисов в регионе. Решение этой проблемы потребует значительных средств, огромных усилий и времени, которое, очевидно, работает не в пользу стран Ближнего Востока.

Библиографический список

1. Современные глобальные проблемы мировой политики: учеб. пособие / Под ред. М.М. Лебедевой. – М.: Аспект Пресс, 2009. – 256 с.
2. Water for a Sustainable World. The United Nations World Water Development Report 2015, UN-Water: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf> (дата обращения: 03.03.2016).
3. Water for People, Water for Life. The United Nations World Water Development Report 2003. UNESCO-WWAP, 2003. – Р. 303: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001297/129726e.pdf> (дата обращения: 02.03.2016).
4. Water Conflict Chronology, The Pacific Institute: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www2.worldwater.org/chronology.html> (дата обращения: 03.03.2016).
5. Water Conflict Chronology List, The Pacific Institute: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www2.worldwater.org/conflict/list/> (дата обращения: 03.03.2016).
6. Водные войны. Настоящая причина войны в Сирии // Информационно-аналитический портал «ВремениNet», 17 ноября 2015 г.: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://vremeny.net.ru/headings/?SECTION_ID=25&ELEMENT_ID=2419 (дата обращения 04.03.2016).

УДК 331.453

Л. М. ЯНБУХТИНА, магистрант;
А. И. МУЗАФАРОВА, магистрант;
Э. Г. МУХАМЕТЗЯНОВА, канд. техн. наук, доцент

СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет». Россия, 450073, г. Уфа, ул. Бикбая, д. 44; Тел.: +7 927-32-99-721; эл. почта: yan_lilek@mail.ru.

Ключевые слова: промышленная безопасность, охрана труда, производственная среда, условия труда, системы предупреждения, безопасность персонала, индивидуальные средства защиты.

Трудовая деятельность людей на промышленных предприятиях относится к таким видам работы, где отличительной чертой является постоянное столкновение с опасностью. Проблема обеспечения безопасности на промышленных предприятиях – одна из важнейших задач человеческого общества на современном этапе его развития. Решение проблемы безопасности жизнедеятельности на промышленных предприятиях невозможно без обеспечения нормальных условий деятельности людей. Авторами рассмотрены способы обеспечения безопасности на промышленных предприятиях. Статья ориентирована на широкий круг читателей, интересующихся данным вопросом.

Проблемы обеспечения безопасности на всех промышленных предприятиях всегда оставались актуальными, особенно они проявляются в период их расширения, после реконструкции, модернизации и т. д.

Создание безопасных условий деятельности остается одним из главных приоритетов для промышленных предприятий. Это обусловлено не только жесткими нормативными требованиями со стороны государственных органов,

но и осознанием компаний и ее руководством своей ответственности перед обществом, и что немаловажно, значительными финансовыми потерями в случаях наступления ситуаций, связанных с несоблюдением или необеспеченностью безопасности работников.

Система безопасности подразделяется на две составляющие: промышленную безопасность и охрану труда.

Промышленная безопасность обеспечивает защищенность жизненно важных интересов человека и общества от аварий на опасных производственных объектах и их последствий [9]. Состояние промышленной безопасности на предприятиях характеризуется достаточно высоким уровнем травматизма и аварийности, что обусловлено, в основном, большим количеством нарушений требований и норм промышленной безопасности при производстве работ [3]. Безопасность достигается проведением единой государственной политики в области обеспечения безопасности, системой мер экономического, политического, организационного характера [2].

Несмотря на то, что промышленная безопасность не является составной частью охраны труда, нельзя отделять охрану труда от промышленной безопасности. Они тесно взаимосвязаны, особенно на предприятиях с взрыво- и пожароопасной технологией. Промышленная безопасность и охрана труда основаны на анализе и оценке рисков, направленные на профилактику производственного травматизма и улучшение условий труда, неукоснительное соблюдение правил и норм промышленной и экологической безопасности [4].

Охрана труда — система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Анализ литературных данных показывает, что защита человеческого здоровья приобретает все большую актуальность по всему миру во времена промышленного прогресса. Каждый год численность опасных производственных объектов возрастает. Все подобные объекты могут негативно влиять на здоровье человека и на всю экологию нашего мира. Условия труда могут вносить негативный вклад в увеличение смертности в трудоспособном возрасте [1].

Для контроля параметров условий труда и управления уровнями факторов производственной среды, можно применить устройство, которое относится к области контроля параметров условий труда, и может быть использовано для контроля и управления уровнями факторов производственной среды. «Устройство контроля параметров условий труда». Данный способ контроля параметров условий труда позволяет управлять фактическими уровнями факторов

условий труда, таких как температура, шум, освещенность, напряженность электрического поля на рабочих местах промышленных предприятий [7].

Сущностью данного способа является расширение функциональных возможностей контроля фактического уровня параметров условий труда. Это обеспечивается тем, что в данном устройстве имеются блоки преобразователей сигнала, компараторы, логические элементы, счетчики, постоянно запоминающие устройства, сдвиговые регистры, обеспечивающие обмен цифровыми сигналами с блоком контроля по одной общей линии связи. А именно цифровая передача информационных сигналов обеспечивает исключение погрешностей, вносимых информационными линиями. Также уменьшается общее потребление электрической энергии, так как блоки датчиков и преобразователи сигнала активируются только в режиме передачи, а все остальное время находятся в режиме ожидания с минимальным потреблением энергии. Из этого можно сделать вывод, что фактические уровни условий труда улучшаются, за счет применения данного устройства контроля параметров условий труда.

Для обеспечения безопасности в условиях чрезвычайных ситуаций, на промышленных объектах должны быть различные системы предупреждения опасности. Чтобы предупредить персонал о надвигающейся опасности со стороны транспортных машин, в условиях плохой видимости и шума, существует следующее устройство. Это система предупреждения, в которой от единицы оборудования непрерывно исходит серия звуковых импульсов и в которой человек, подвергаемый воздействию серии звуковых импульсов, носит детектор, который под влиянием обнаружения серии импульсов излучает звуковые импульсы, обнаруживающиеся на единице оборудования [6]. Данное устройство относится к системе предупреждения, которая, в частности, подходит для использования в случае, когда персонал подвергается опасности со стороны транспортных машин.

Приведем пример: В руднике под землей персонал часто подвергается опасности со стороны транспортных горных машин. Большие машины используют для задач, связанных с горными разработками и, как правило, каждая машина контролируется оператором, который сидит в кабине машины или управляет машиной посредством системы дистанционного управления. Поле обзора оператора в непосредственной близости от машины может быть существенно ограничено, кроме того, вследствие таких факторов окружающей среды как плохая видимость, шум и изрезанный рельеф местности оператору может быть чрезвычайно трудно определить присутствие персонала возле машины. Таким образом, указанные машины представляют собой серьезную угрозу безопасности людей и, к сожалению, случаются серьезные травмы и несчастные случаи со смертельным исходом.

Сущностью данного устройства является создание системы, которая, по меньшей мере, частично направлена на решение проблем, касающихся вышеупомянутой ситуации. Люди получают возможность обнаружить и предупредить столкновения для обнаруженного сигнала от первого транспортного средства, находящегося в непосредственной близости от второго транспортного средства или другого оборудования, можно использовать для подачи предупреждения оператору, для остановки двигателя, прерывания горной работы или чему-либо подобному.

Несомненные плюсы данного способа предупреждения: звук не имеет такую направленность как радиочастотный сигнал, благодаря чему обеспечивается функцию безопасности, которая действует во всех направлениях. Звуковые сигналы хорошо распространяются во взрывоопасных зонах, независимо от наличия металла, типов пород и пыли в этой области, использования приемно-передающих радиостановок и т. п. Кроме того, звуковые сигналы можно использовать для обмена данными, не зависящего от функции обнаружения сближения. Отсюда следует, что технический результат возрастает за счет использования данного способа, то есть обеспечивается безопасность персонала в условиях плохой видимости, шума, изрезанного рельефа местности.

В тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией оборудования, организацией производственного процесса, а также средствами коллективной защиты, то применяются средства индивидуальной защиты.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) – средства, используемые работником для предотвращения или уменьшения воздействия вредных и опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения. Применяются в тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией оборудования, организацией производственных процессов, архитектурно-планировочными решениями и средствами коллективной защиты.

Статьей 210 Трудового кодекса РФ установление порядка обеспечения работников средствами индивидуальной защиты отнесено к одному из основных направлений государственной политики в области охраны труда. ТК РФ регулирует трудовые отношения между работником и работодателем, в том числе и в вопросах обеспечения работающих средствами индивидуальной защиты. ТК РФ предусмотрены также требования к самим средствам индивидуальной защиты. Эти средства, в том числе и иностранного производства, должны соответствовать государственным нормативам требованиям охраны труда и иметь сертификат соответствия [8].

Право на бесплатное обеспечение работников средствами индивидуальной защиты установлено ст. 221 ТК РФ, согласно которой на работах с вредны-

ми или опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются сертифицированная специальная одежда, специальная обувь и другие СИЗ в соответствии с типовыми нормами, которые устанавливаются в порядке, которые определяются Правительством РФ.

Эффективность защитного действия простейших средств крайне низка, поэтому задача разработки и производства СИЗОД для населения с более высоким уровнем защитных свойств весьма актуальна.

Самоспасатели предназначаются для населения и должны обеспечить эвакуацию из опасных зон. Персонал химически опасного объекта, аварийные команды, спасатели, пожарные должны обеспечиваться другими СИЗ. Следовательно, защитные свойства самоспасателей должны соответствовать уровням поражающего фактора на путях эвакуации, а не в очагах пожаров или вблизи других источников выделения опасных примесей.

К индивидуальным средствам защиты также относится «Устройство для защиты органов дыхания человека» [5]. Этот способ защиты может быть применен в следующих случаях: в аварийных ситуациях, в экстренных случаях при эвакуации из горящих зданий и сооружений или из зоны заражения опасными химическими веществами. Данный способ защиты является надежным и эффективным портативным средством для обеспечения дыхания человека в экстремальных ситуациях и защиты от попадания в органы дыхания человека токсических, в частности угарных, газов.

Этот способ защиты может быть рекомендован для использования пожарными службами, службами МЧС, производственным персоналом и аварийно-спасательными формированиями предприятий с потенциально опасным производством. Устройство позволяет выполнять работу и спасательные действия в течение длительного времени (до нескольких часов).

Исходя из этого можно сделать вывод, такой способ защиты характеризуется высокими эксплуатационными свойствами, не затрудняет дыхание человека, обеспечивая надежную защиту дыхательных путей от вредных и токсических веществ в чрезвычайных ситуациях. Следовательно, устройство позволяет защитить органы дыхания от воздействия любых вредных веществ независимо от их состава и концентрации и для обеспечения пользователя воздухом в условиях недостатка кислорода или непригодной для дыхания окружающей среды при эвакуации людей из помещения во время пожара, аварии с выбросом ОХВ, оказании помощи пострадавшим. Кроме того, предлагаемое портативное устройство защиты органов дыхания является более простым, безопасным, не требует специального обслуживания, позволяет использовать его длительное время при повседневном ношении, характеризуется комфортом при эксплуата-

ции. Также, несомненным плюсом данного способа защиты, является то, что при производстве устройства не требуется больших материальных затрат.

Таким образом, решение проблемы безопасности жизнедеятельности на промышленных предприятиях невозможно без обеспечения нормальных условий деятельности людей. Рассмотренные способы обеспечения безопасности на промышленных предприятиях направлены на улучшение условий труда, обеспечение безопасности персонала в условиях чрезвычайных ситуаций и защиту человеческого здоровья, в тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена.

Библиографический список

1. Абдрахимов, Ю. Р., Закиров, З. А. Расчет индивидуального и социального риска персонала в производственных зданиях: [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пос. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2006. – 16 с.
2. Абдрахимов, Ю. Р., Галлямов, М. А. Обеспечение промышленной безопасности и охрана труда - основные критерии благополучия предприятий ТЭК / Проблемы совершенствования дополнительного профессионального и социогуманитарного образования специалистов ТЭК: мат. II межотрасл. научно-практ. конф. – Уфа: УГНТУ, 2005. – С. 41-43.
3. Абдрахимов, Ю. Р., Закирова, З. А., Зарипов, Н. З. Обеспечение безопасности при зачистке топливных резервуаров // Безопасность труда в промышленности. – 2014. – № 2. – С. 12-16.
4. Мамлеев, А. Р. Разработка системы управления охраной труда и промышленной безопасностью на предприятиях нефтепроводного комплекса // Мат. 55-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Уфа: УГНТУ, 2004. – Кн. 1. – С. 467.
5. Патент на изобретение № 2463093, 05.03.2011.
6. Патент на изобретение № 2476937, 22.10.2009.
7. Патент на изобретение № 2477876, 16.04.2012.
8. Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 13.07.2015).
9. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (ред. от 13.07.2015).

**Секция «ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
СИБИРИ И АРКТИКИ»**

УДК 691

Ю. Н. АНДРЕЕВА, учащаяся

**ПРИМЕНЕНИЕ КВАРЦЕВОГО И ГЛАУКОНИТОВОГО ПЕСКОВ
В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Общеобразовательный лицей. Россия, г. Тюмень, ул. Республики, д. 47; Тел.: +7 929-264-10-56; эл. почта: tvister_2972@mail.ru.

Кварцевый песок, глауконит, адсорбция, экологичность, пористость.

В наше время промышленные технологии развиваются очень быстро, и возникает новая проблема – загрязнение окружающей среды. На данный момент наша планета находится в критическом состоянии, и люди задумались о том, как можно очистить воду, землю и воздух вокруг нас. И сейчас ведется разработка технологий, которые позволят решить данную проблему и сохранить окружающий наш мир.

Применение фильтров при очистке водных сред – одна из современных экологических технологий. В наше время – эта технология очень популярна и эффективна, она применяется во всех странах при очистке сточных вод. Также существует и множество веществ, с помощью которых возможна фильтрация и которые обладают свойствами впитывать и задерживать в себе вредные продукты. Данные вещества являются сорбентами, и чаще всего люди применяют природные сорбенты, такие как: глауконитовый песок, кварцевый песок, шунгит и др. Они обладают полезными свойствами, экологичны (что немаловажно) и широко распространены в природе.

Цель исследования – сравнить свойства глауконитового и кварцевого песков при фильтрации воды.

Задачи исследования: изучить теоретический материал по данной теме; определить основные свойства исследуемых объектов; провести сравнение исследуемых объектов.

Фракционный **кварцевый песок** – природный песок, поставляемый в естественном состоянии с улучшенным зерновым составом и с разделением на четыре сорта по крупности, химическая формула которого SiO_2 (двуокись кремния).

Минерал почти не содержит никаких примесей, лишь только около 0,5% могут составлять инородные включения, такие как, Fe_2O_3 , Al_2O_3 глинистая составляющая, а также Li_2O , K_2O , Na_2O , CaO , MgO , TiO_2 .

Для получения чистого кварцевого песка добытый в карьерах песок сначала промывают и очищают от примесей, затем обогащают, используя специальные электрохимические установки.

Для получения песка искусственным путем: кварц дробят, затем измельчают и просеивают, фильтруя полученный песок по размеру зерна. Диапазон размеров крупиц песка варьирует от 0,1 до 1 мм [1].

Различают следующие фракции кварцевого песка в зависимости от величины его песчинок:

- пылевидный – с размером частиц менее 0,1 мм;
- средней фракции – имеет диаметр от 0,1 до 0,4 мм;
- крупный песок – величина песчинок от 0,5 до 1 мм;
- кварцевая крошка – самая крупная фракция с размерами песчинок свыше 1 мм.

Фракционированный песок обладает такими природными свойствами как:

- прочность;
- мономинеральность;
- стойкость к разрушениям;
- химическая инертность-не вступает в реакцию с другими веществами;
- невосприимчивость к атмосферным, физическим и химическим воздействиям;
- высокая межзерновая пористость, что и позволяет использовать его в качестве фильтра
- хорошие сорбционные свойства;
- устойчивость к высоким температурам.

Фракционированный сухой кварцевый песок для фильтров – очень прочный материал, что гарантирует его низкую истираемость, от которой зависит частота смены загрузочного материала.

Песок предназначен для очистки питьевой воды и сточных вод в водоканальных хозяйствах, на предприятиях пищевой, сельскохозяйственной, нефтяной, газовой, химической и металлургической промышленности.

Характеристики песка для водоочистных фильтров:

- выдержанный гранулометрический состав;
- химическая стойкость и механическая прочность;
- минимальный вынос из фильтровальных сооружений.

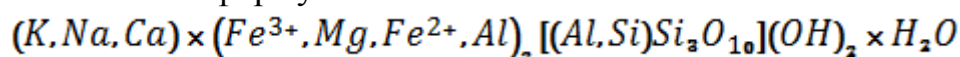
В фильтры загружают преимущественно дробленный кварцевый песок – у него небольшая насыпная плотность и хорошая пористость. Большая межзерновая пористость кварцевого песка способствует его высокой грязеемкости, позволяющей использовать минерал в качестве фильтрующего вещества.

Хорошие сорбционные свойства этого вида песка сделали его незаменимым материалом для работы очищающих водных фильтров, для фильтрационных систем, которые очищают воду в бассейнах.

Вода, очищенная с помощью кварцевого песка, становится мягкой, чистой и приятной на вкус. Такие показатели дают возможность не только фильтровать большой объем воды, но и улучшают ее качество. Вода и другие жидкости очищаются, проходя через кварцевый песок, от примесей марганца, железа, органических веществ, токсических веществ, бактерий. Получаемая после очистки вода по составу близка к природной родниковой воде: кристально чистой, мягкой и приятной на вкус – что обеспечивает высокие оценки от многих мировых экспертов.

Глауконит – это сложный калийсодержащий водный алюмосиликат железа, кремнезема и оксида калия непостоянного состава.

Химическая формула:



Существует в виде маленьких, округленных зеленоватых зерен. Распространен во всех геологических системах, – в песках, песчаниках, глинах, мергелях и известняках, окрашивая их в зеленоватые цвета. Образование глауконита происходит и в настоящее время на дне морей при участии мелких организмов. Значительное содержание окиси калия и способность легко поддаваться выветриванию делает его хорошим средством для удобрения полей.

На территории России глауконит добывается из глауконитсодержащих песков, где содержание глауконита может содержать до 60% [2].

Благодаря уникальным свойствам глауконита он оказывает благоприятное воздействия на окружающую среду, такие как:

1. Глауконит-источник макроэлементов для питания растений, а также средство улучшения структуры почвы и сохранения почвенной влаги.

2. Высокая удельная поверхность глауконита позволяет ему сорбировать ионы и равномерно распределять их в период вегетации, повышая тем самым эффективность минеральных удобрений.

3. В глауконите присутствуют микроэлементы, которые оказывают стимулирующее действие на рост и развитие растений.

4. Высокая поглощаемость и ионообменная способность глауконита повышают водоудерживающие свойства, что способствует более эффективному использованию питательных элементов, содержащихся в самой почве.

5. Глауконит-сорбент, что позволяет рекомендовать его для очистки нефтепродуктов и других веществ от вредных примесей.

Установлена высокая эффективность глауконита при очищении воды от солей тяжелых металлов, ряд органических и неорганических составов, радионуклидов. Активированный глауконит при фильтрации через него загрязненных вод практически полностью задерживает состав железа и аммиака, почти на порядок понижает содержимое в воде нефтепродуктов.

Высокие адсорбционные и катионообменные свойства глауконита могут использоваться не только в качестве адсорбента тяжелых металлов, нефтешламов, загрязняющих водные объекты и почву, а также для ликвидации загрязнений, находящихся в осадках очистных сооружений и промышленных стоков, в грунтах и водных объектах [3].

Очистка поверхности водоемов от загрязнений включает удаление пленки нефти механическими и (или) физическими способами. Наиболее перспективным и экологически целесообразным считается способ удаления пленки нефтепродукта с помощью нефтяных сорбентов

Так, во время исследования были рассмотрены два песка: кварцевый песок и глауконитовый песок. Эти пески являются природным материалом и широко распространены в природе. Но на данный момент кварцевый песок используется больше, чем глауконитовый, т. к. технологии с использованием ГП только начали развиваться. Оба песка экологичны, что очень важно при их использовании на загрязненных участках.

С помощью данных песков из воды удаляются многие вредные вещества, что влияет на здоровье человека. Ведь до 30 % заболеваний на Земле возникают из-за плохой питьевой воды. Опасными загрязнителями водоемов являются соли тяжелых металлов, которые очень ядовиты для человека, их малые количества чреваты тяжелыми физиологическими и неврологическими последствиями. Поэтому очищение воды важно не только для экологии, но и для здоровья человека.

Чтобы объективно сравнить данные пески были найдены данные, которые показывают эффективность очищения воды, что очень важно с экологической точки зрения. А также изучены химические и физические свойства, структура, строение, что очень важно при сравнении данных объектов, чтобы оценить перспективы их использования того или иного песка и в других сферах.

Библиографический список

1. Кварцевый песок: виды, добыча и производство: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://nerudr.ru/staty/chto_takoe_kvartsevyu_pesok.php.
2. Большая энциклопедия Нефти и Газа. Чистый кварцевый песок: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/id255169p1.html>.
3. Фракционированный кварцевый песок: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.balkum.ru/?id=6019>.

ВАЖНОСТЬ МАЛЫХ РЕК ДЛЯ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, д. 1. Тел.: +7 961-694-17-31; эл. почта: bikmuhamedova92@mail.ru.

Ключевые слова: малые реки, экология, рекреация, окружающая среда, Волгоградская область.

Работа посвящена рассмотрению вопроса спасения малых рек Волгоградской области и использование их в рекреационных целях для улучшения экологического состояния окружающей среды.

Россия является страной с одним из самых высоких в мире водных потенциалов: на каждого жителя приходится более 30000 м³ воды в год. Но, к сожалению, в настоящее время из-за загрязнения около 70% рек и озер России утратили качества источников питьевого водоснабжения, и поэтому приблизительно половина населения потребляет загрязненную и недоброкачественную воду.

На территории Российской Федерации протекает свыше 2,5 миллионов рек, большинство из них (порядка 95%) имеют длину 25 километров и менее, то есть являются малыми реками. Именно они составляют основу гидрографической сети, в большей степени определяют своеобразие состава воды и водных биоценозов, формируют гидрологический, биологический и биохимический режим средних и крупных рек.

Малыми реками называются реки длиной до 100 км, бассейны которых располагаются в одной гидрографической зоне, имеют площадь водосбора не более 2000 км² и гидрологический режим которых под влиянием местных факторов может быть не свойственен для рек этой зоны [1].

Малые водотоки активно используются в различных областях народного хозяйства: на них сооружают малые ГЭС, используют как источник водоснабжения, для нужд сельскохозяйственного производства, ирригации и рекреации.

В связи с возрастающей антропогенной нагрузки состояние малых рек, особенно качество воды в них, оценивается как катастрофическое. Также, значительно сократился и сток малых рек. В последние годы, велико число рек, прекративших свое существование, многие оказываются на пороге исчезнове-

ния. В свою очередь не стоит забывать о том, что именно малые водотоки, формируя средние и большие реки, определяют их экологическую чистоту.

Что касается Волгоградской области, то для ее гидрографической сети также присущи основные проблемы характерные для малых рек.

Суммарная протяженность всех рек Волгоградского региона составляет свыше 3500 км, средняя же плотность речной сети составляет 0,03 км на 1 км², что в среднем в 4 раза меньше густоты рек в целом по России [2]. Характер распределения рек по территории региона неравномерный. Подавляющая часть их присутствует в правобережье. Меньше всего рек на территории Прикаспийской низменности. У текущих по равнинам рек спокойное течение, русла – извилистые, с большим количеством островов, имеются плесы и перекаты. Скорость течения значительной части из них отмечается в пределах между 0,4 м/сек и 1 м/сек и различается в зависимости от сезона. Максимальных величин она достигает весной, когда за счет притока талых вод реки набирают полную силу, а минимальной она делается зимой и летом.

Малые реки в зоне степей являются основными источниками водоснабжения населенных пунктов, промышленности и сельскохозяйственного производства. В условиях же характерного для г. Волгограда засушливого континентального климата, характеризующегося короткой суровой зимой, стремительно наступающей весной и сухим жарким летом, экологическое состояние малых рек приобретает жизненно важное значение. Являясь начальными звеньями гидрографической сети, формирующими более крупные реки, они сильно реагируют на прямые (водозабор и сброс) антропогенные воздействия.

Еще одной немаловажной проблемой является заиления малых рек. Оно приводит к подъему уровня грунтовых вод и заболачиванию пойм, вследствие чего они становятся непригодными для какого-либо использования. Из-за этого повышается вероятность затопления в период весеннего половодья или сильного дождевого паводка населенных пунктов и пахотных земель. Сильно изменяется состав растительности, начинают преобладать полупустынные и пустынные виды, практически исчезают отдельные древесные виды кустарников. Исчезают ручейки и родники, подпитывающие малые реки, что в свою очередь опять же приводит к заиливанию рек, зарастанию их болотной растительностью, заболачиванию и засолению степных земель, уменьшению стока и ухудшению качества воды.

Малые реки играют исключительно важную роль в экономической и социальной жизни города Волгограда.

Волгоград – один из крупнейших городов России. Планировочную структуру города можно охарактеризовать как линейную или полосовидную. Неудобство береговых склонов, их изрезанность оврагами и балками, расположе-

ние на стыке сухих степей и полупустынь, большая потребность в воде привели к тому, что Волгоград вытянулся вдоль Волги на десятки километров.

В настоящее время длина городского полукольца г. Волгограда достигает порядка 90 километров при ширине от 3 до 10 километров. Общая площадь в пределах границ города составляет 85940 га.

Территорию Волгограда прорезает около 800 оврагов и балок. Они занимают более 10 % площади города. Балки и овраги, во-первых, являются естественными границами между отдельными районами города, во-вторых, в них созданы искусственные водоемы-пруды, в третьих – это, как правило, бассейны малых рек.

В пределах города Волгограда к малым рекам относятся: Мокрая Мечётка (20,8 км), Сухая Мечётка (7,5 км), Царица (19,2 км), Отрада (10 км), Елшанка (10 км). Режим всех малых рек и их притоков примерно одинаков. Весной они многоводны, летом сильно мелеют, иногда пересыхают. После прохода паводковых вод в их поймах остаются протоки, рукава, плесы, заполненные водой.

По уровню загрязнения реки города относятся преимущественно к 4 и 5 классам. А реки Сухая Мечетка, Царица (особенно в среднем и нижнем течении) относятся к числу наиболее загрязненных рек (7 класс).

К основным проблемам малых рек г. Волгограда можно отнести следующие:

1. увеличение антропогенной нагрузки на бассейны рек. В результате происходит резкое обмеление рек, заиление русел, уменьшение водности, сокращение рыбных ресурсов.

2. в сложившихся экономических условиях практически полностью прекратилось строительство водоподъемных и водорегулирующих плотин на малых реках.

3. около 110 предприятий и организаций города загрязняют поверхностные водоемы сточными водами.

4. помимо сточных вод в водоемы города сбрасываются ливневые стоки, без очистки. В результате возрастает концентрация загрязняющих веществ.

5. отрицательное влияние на качество воды оказывают рассредоточенные источники загрязнения: птицефабрики, вынос загрязняющих веществ с канализационных стоков частного сектора, водосбросы п. Максима Горького, складов удобрений и ядохимикатов, несанкционированных свалок и т. д.

В настоящее время на территории Волгоградской агломерации практически не осталось природного, не подвергшегося антропогенному и техногенному воздействию, ландшафта в бассейнах малых рек, все они в той или иной степени изменены. В результате чего возникли различные нарушения, начиная от

нарушения естественного режима малых рек и их связей с половодьем и заканчивая частичным или полным их исчезновением.

Процесс загрязнения и деградации бассейнов малых рек растет очень быстро и порождает множество проблем, в том числе и экологических. Малые реки значительно быстрее, чем средние и тем более большие реки. Они меняют качество и количество своих вод под влиянием техногенных нагрузок. Поэтому для улучшения экологического состояния водных объектов города, необходимо принятия срочных мер.

Программы, направленные на восстановление малых рек, связаны в первую очередь с вопросом обратимости процессов, происходящих в результате увеличения антропогенной нагрузки. Благодаря изменчивости своих природных свойств реки являются относительно устойчивой и гибкой системой, которая способна сопротивляться сильному антропогенному процессу. Этому способствует изменчивость руслового рельефа и формы поперечного сечения. Предел устойчивости природной системы определяется по тому состоянию, когда она еще обратима, т.е. возвращается в исходное состояние после окончания воздействия [3].

Экологическая устойчивость долины реки определяется рядом характеристик берега, поймы и склона. К береговым характеристикам можно отнести наполненность русла, отсутствие спрямленных, отстойных участков, сохранение травянистого покрова, загрязненные стоки. К характеристикам поймы относятся сохранение древесной растительности, отсутствие больших площадей, покрытых водонепроницаемой поверхностью, отсутствие построек и сооружений. И, наконец, характеристиками склона являются наличие ключей, отсутствие растущих оврагов, покрытие почвы дерном и древесным кустарником.

Можно с уверенностью утверждать, что управление состоянием речных систем на урбанизированных территориях весьма перспективно для снижения экологического напряжения в городской зоне. Задачи восстановления и сохранения малых рек необходимо решать в комплексе с мероприятиями по благоустройству территорий, прилегающих к водным объектам. Ландшафт городской среды целиком зависит от комплексного решения возникающих проблем.

Мероприятия по решению проблем малых рек индивидуальны для каждой реки, принципиальная же направленность их определяется необходимостью решения следующих задач:

1. поддержания определенного режима стока малых рек как действующих водотоков с учетом их рационального народно-хозяйственного использования, охраны водной и природной среды в современных условиях и в долгосрочной перспективе;

2. обеспечения санитарно-гигиенического и общего водоохранного обустройства территорий речных бассейнов и собственно малых рек;

3. поддержания, а в ряде случаев и восстановления эстетических особенностей малых рек.

Мировой опыт восстановления и охраны водных объектов основывается в основном на использовании территорий малых рек в рекреационных целях. К основным функциям рекреационного назначения пойменных территорий малых рек можно отнести прогулочную и рекреационную. Их сочетание со смысловым и культурно-историческим наполнением пространства делает малые реки востребованными в городской жизни. Они становятся важной частью образа города.

Что касается восстановления структуры и функционирования малых речных экосистем г. Волгограда, то этого можно достичь благодаря следующим мероприятиям:

- переходу на водосберегающие технологии и полную очистку хозяйственно-бытовых и промышленных стоков;

- ужесточению контроля за соблюдением природоохранных нормативов сброса загрязняющих веществ в водные объекты;

- установлению водоохранных зон для всех водных объектов;

- ограничению сбросов промышленных вод в реки, озера и другие водные объекты;

- очищению русел и пойм рек, и озер от скопившегося мусора;

- совершенствованию технологий производства и технологий утилизации отходов;

- осуществлению жесткого контроля за выпасом скота в поймах, предотвращение попадания в реки удобрений и ядохимикатов с полей, а также фекальных масс;

- посадке леса вдоль русел малых рек и примыкающих к речным долинам оврагов;

- проведению разъяснительных мероприятий с населением по основам рационального природо- и водопользования.

Данные мероприятия позволят восстановить малые реки, а для их перспективного сохранения необходимо их территории преобразовать в рекреационные зоны.

Библиографический список

1. Реки как часть городского развития: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://cih.ru/k4/9.html> (дата обращения: 23.02.2016).

2. Брылёв, В. А., Рябина, Н. О. Природные зоны и ландшафты // Природные условия и ресурсы Волгоградской области. – Волгоград: Перемена, 1995. – С. 223-241.

3. Беркович, К. М. Устойчивость и реакция речных русел на антропогенную нагрузку / К. М. Беркович // Тринадцатое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов: материалы и краткие сообщения. – Псков: Псковский гос. пед. ун-т им. С. М. Кирова, 1998. – С. 8-13.

УДК 599.363

С. Н. ГАШЕВ, д-р биол. наук, профессор;
О. А. ХРИТАНЬКО, научный сотрудник

ГЕЛЬМИНТОКОМПЛЕКСЫ ЗЕМЛЕРОЙКОВЫХ (SORICIDAE FISCHER, 1814) ЛЕСНОЙ ЗОНЫ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ *

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный университет». Роосия, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 6. Тел.: +7 912-928-08-00; эл. почта: gsn-61@mail.ru.

Ключевые слова: гельминты, землеройки, Тюменская область.

Исследования показали, что наибольшее сходство по составу гельминтокомплексов имеют средняя бурозубка с малой и тундряная с крошечной, а обыкновенная бурозубка стоит особняком. Среди гельминтов доминирует *Neoskrjabinolepis singularis* и *Monocercus arionis*.

Бурозубки (*Sorex*) из семейства землеройковых являются самыми распространенными и многочисленными представителями мелких млекопитающих в Западной Сибири [1], что определяет их роль как в сообществах наземных позвоночных животных и экосистемах в целом, так и использование в качестве модельных объектов при проведении экологических исследований.

Физиологическое состояние землероек.

Сбор материала проводился на юге лесной зоны Тюменской области, в подзонах южной тайги и подтайги (Тобольский, Тюменский, Нижнетавдинский, Ярковский и Юргинский районы). Использованы материалы авторов (А) [2] и данные других исследователей [3, 4] (Б) (*табл. 1*). В общей сложности было обследовано 153 зверька 7 видов этого семейства, относящихся к двум родам – *Sorex* L., 1758 и *Neomys* Kaup, 1829, в том числе обследовано 115 особей бурозубки обыкновенной - *Sorex araneus* L., 1758 (ОБ), 21 – малой - *Sorex minutus* L., 1766 (МБ), 9 - средней - *Sorex caecutiens* Laxmann, 1788 (СБ), 3 - тундряной - *Sorex tundrensis* Merriam, 1900 (ТБ), 2 - крошечной - *Sorex minutissimus* Zimm., 1780 (КрБ), 2 - равнозубой - *Sorex isodon* Turov, 1924 (РзБ) и 1 – куторы обыкновенной - *Neomys fodiens* Pennant, 1771 (К). У обследованных видов землероек было обнаружено 16 видов гельминтов, относящихся к 3 классам: цестоды – 10 видов, трематоды – 3, нематоды – 3. В таблице 1 приводится список обнару-

* Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ № 01201460003 (№ 2-14 ТюмГУ).

женных гельминтов, аббревиатурами указаны виды хозяев, в % – экстенсивность инвазии, на *рисунке 1* приведены основные виды.

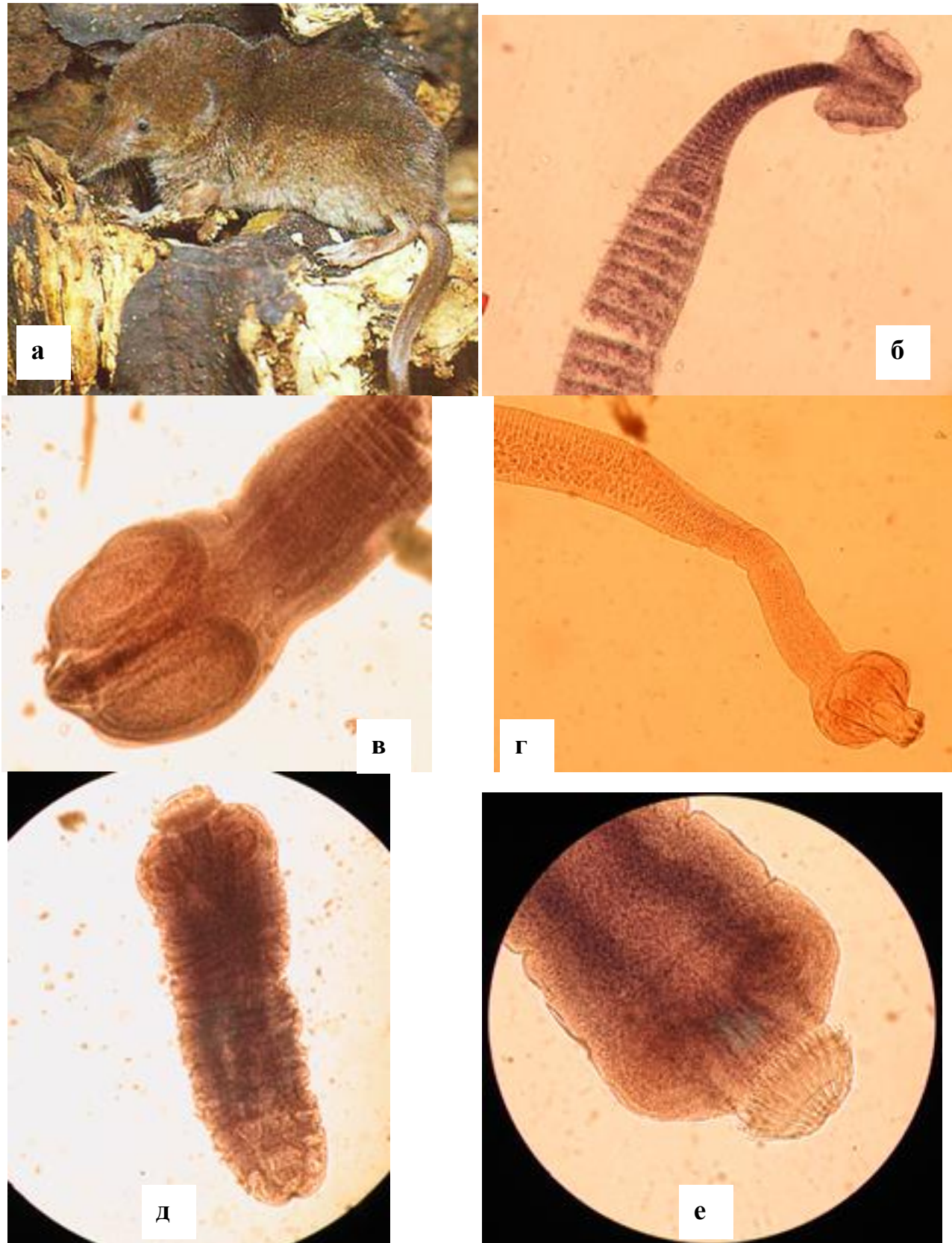


Рис. 1. *Sorex araneus* (а) и основные виды гельминтов: *Ditestolepis diaphana* (б), *Monocercus arionis* (в), *Neoskrjabinolepis singularis* (г), *Dilepis undula* (д, е)

Таблица 1

Гельминтофауна и экстенсивность инвазии у землероек по данным авторов (А) и литературным данным (Б)

| <i>Вид паразита</i> | Экстенсивность инвазии | |
|---|------------------------|--------------------------|
| | А | Б |
| Цестоды | | |
| <i>Neoskrjabinolepis singularis</i> Cholodkowsky, 1912 | ОБ, ТБ – 9.09% | ОБ, СБ, МБ, ТБ – 27-50 % |
| <i>Ditestolepis diaphana</i> Cholodkowsky, 1906 | ОБ – 6.06 % | ОБ, МБ, КрБ, ТБ – 9-33 % |
| <i>Staphylocystis furcata</i> Stieda, 1862 | ОБ – 3.03 % | ОБ, СБ, МБ – 13-18 % |
| <i>Staphylocystis sibirica</i> | ОБ, ТБ – 9.09 % | |
| <i>Monocercus arionis</i> Siebold, 1850 | ОБ, СБ – 9.09 % | ОБ, СБ, МБ – 17-69 % |
| <i>Lineolepis scutigera</i> Dujardin, 1845 | ОБ – 6.06 % | ОБ – 2 % |
| <i>Skrjabinacanthus diplocoronatus</i> | | ОБ – 2-9 % |
| <i>Mathevolepis skrjabini</i> Sadovskaja, 1965 | ОБ – 3.03 % | ОБ – 8-33 % |
| <i>Hepatocestus hepaticus</i> Baer, 1932 | | ТБ – 2 % |
| <i>Dilepis undula</i> Schrank, 1788 | | ОБ – 4 % |
| Трематоды | | |
| <i>Alaria alata</i> Schrank, 1788 | | ОБ – 6-17 % |
| <i>Rubinstrema opisthovitellinus</i> Soltys, 1954 | ОБ, СБ – 6.06% | СБ – 7 % |
| <i>Neoglyphe locellus</i> Kossack, 1910 | | ОБ – 3 % |
| Нематоды | | |
| <i>Hepaticola soricicola</i> Yokogawa et Nischigori, 1924 | | МБ – 2 % |
| <i>Longistriata</i> sp. | | ОБ – 3 % |
| <i>Skrjabinoclava soricis</i> Tiner, 1951 | | ОБ – 3 % |

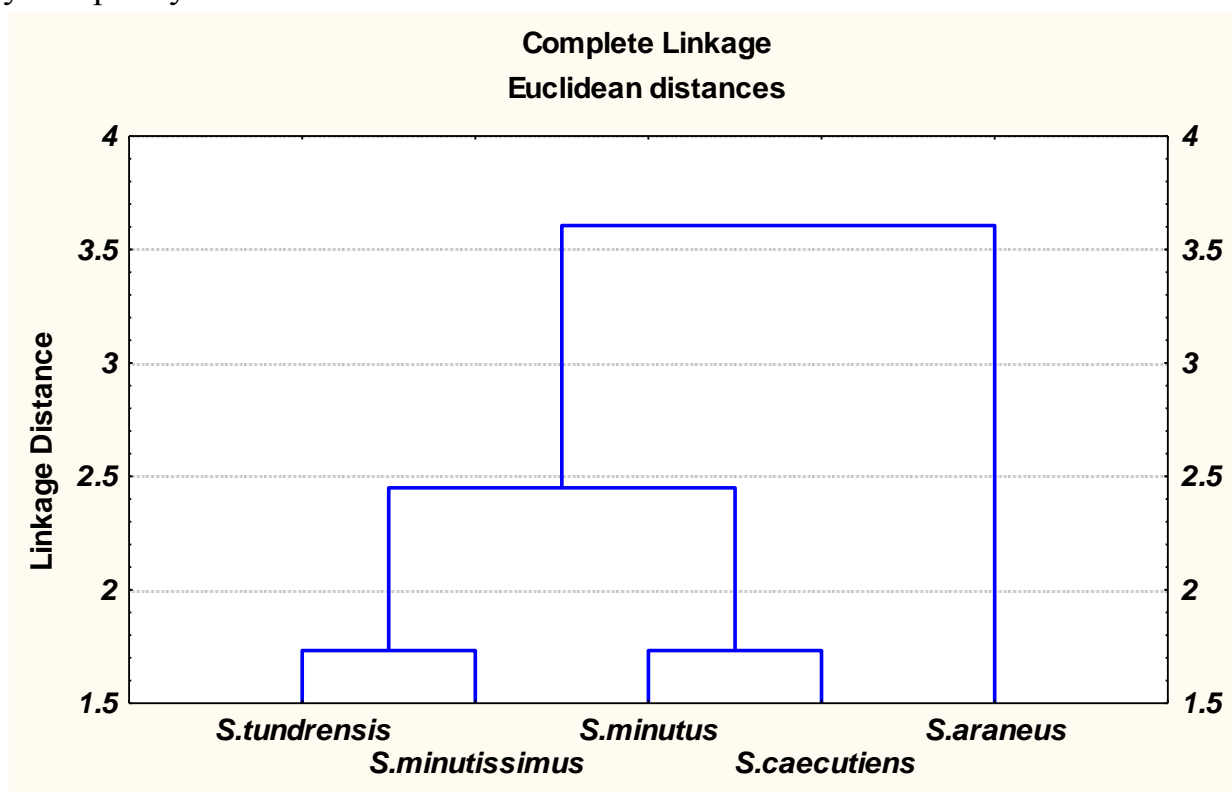
Наибольшее количество видов гельминтов обнаружено у обыкновенной бурозубки – 14, у малой бурозубки – 5 видов, у средней и тундряной – по 4 вида и у крошечной бурозубки – только один вид гельминта, что, на наш взгляд, явно коррелирует с количеством обследованных зверьков каждого вида. Доминирующими видами в гельминтокомплексах бурозубок по результатам исследований явились *Neoskrjabinolepis singularis* – самый распространенный гельминт, обнаруженный у обыкновенной, средней, малой и тундряной бурозубок в большом количестве, а также *Monocercus arionis*, который инвазирует более ограниченный круг хозяев, но не уступает предыдущему виду по показателям инвазии. *Ditestolepis diaphana* – субдоминант, встречен у обыкновенной, малой, крошечной и тундряной бурозубок. *Dilepis undula* – неспецифичный паразит землероек, обнаружен у обыкновенной бурозубки.

В целом бурозубки инвазированы гельминтами на 63%, в одной особи встречается от 2 до 50 экземпляров червей при среднем индексе обилия 10.16

паразита на особь.

Анализ гамма-разнообразия гельминтокомплексов бурозубок показал, что индекс видового богатства паразитов составил 14.76, индексы видового разнообразия Шеннона и Симпсона – 2.20 и 0.86 соответственно, а индекс доминирования Симпсона – 0.14. Сравнение этих показателей с гамма-разнообразием гельминтокомплексов грызунов [5] свидетельствует, что индексы видового богатства и видового разнообразия Симпсона последних значительно ниже (1.51 и 0.93 соответственно) при более высоком индексе доминирования (0.49). Более богатая и разнообразная паразитофауна бурозубок по сравнению с грызунами связана с характером их питания – наряду с растительными кормами это в значительных количествах насекомые и их личинки, черви, моллюски.

Результаты кластерного анализа по составу гельминтофауны отдельных видов показали, что наибольшее сходство имеют средняя бурозубка с малой и тундряная – с крошечной, Евклидово расстояние между ними составляет не более 1.7. Эти виды образуют кластеры одного иерархического уровня, Евклидово расстояние между которыми – от 2.0 до 2.45 (рис. 2). Обособленно от всех представлена обыкновенная бурозубка (Евклидово расстояние 3.2-3.6), что, вероятно, связано с высокой численностью этого вида, его встречаемостью практически во всех обследованных биотопах и более широким спектром питания. Сравнение этих же комплексов гельминтов по Жаккару в принципе дало сходную картину.



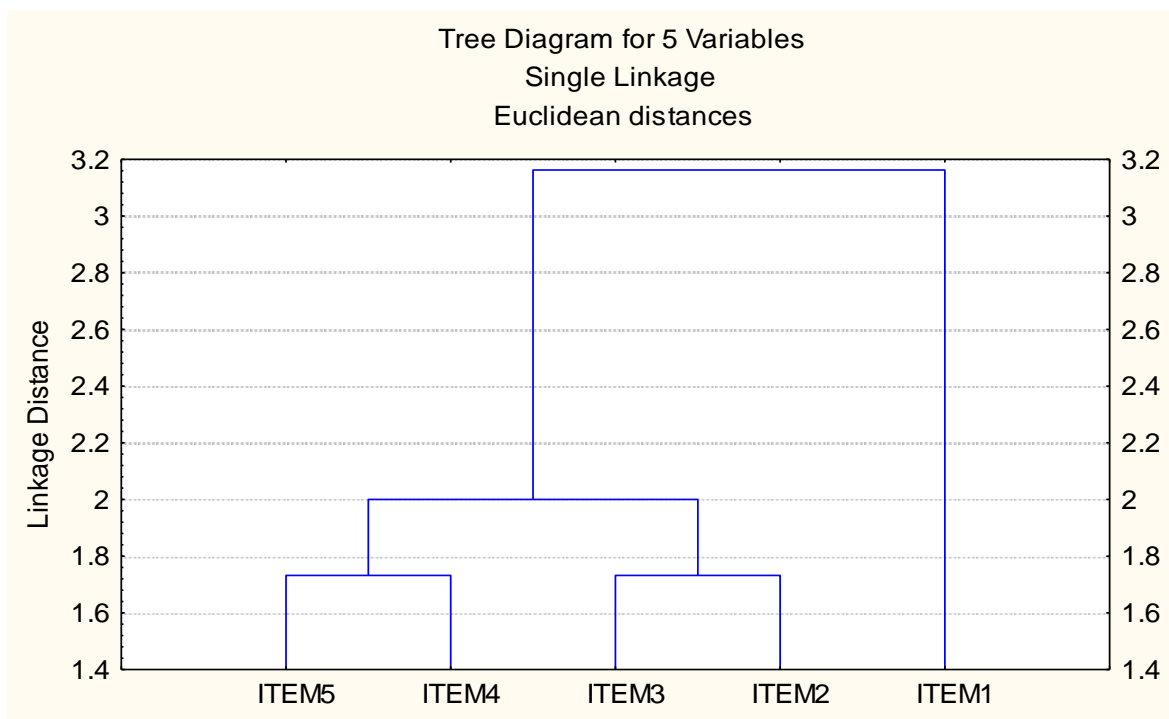


Рис. 2. Гельминтокомплексы бурозубок лесной зоны юга Тюменской области при разных способах компоновки при кластеризации по Евклидову расстоянию

Таким образом, доминирующими видами в гельминтокомплексах бурозубок юга лесной зоны Тюменской области оказались *Neoskrjabinolepis singularis*, обнаруженный у обыкновенной, средней, малой и тундряной бурозубок, а также *Monocercus arionis*, который инвазирует более ограниченный круг хозяев, но не уступает предыдущему виду по показателям инвазии. Наибольшее сходство по гельминтокомплексам имеют средняя бурозубка с малой и тундряная с крошечной, обыкновенная бурозубка стоит особняком.

Библиографический список

1. Гашев, С. Н. Млекопитающие Тюменской области. Справочник-определитель. Тюмень: ТюмГУ, 2008. – 336 с.
2. Гашев, С. Н., Хританько, О. А. Насекомоядные в Тюменской области // Мат. IV (XIX) Всеросс. совещ. по почвенной зоологии. – Тюмень: ТюмГУ, 2005. – С. 79-81.
3. Жигилева, О. Н., Сергеева, Е. В. Гельминты землероек юга Тюменской области // Словцовские чтения-2003: тез. докл. и сообщ. научно-практ. конф. – Тюмень: ТюмГУ, 2003. – С. 194-195.
4. Жигилева, О. Н., Сазонова, Н. А., Сергеева, Е. В. Гельминтофауна бурозубок (*SOREX* L.) юга Тюменской области // Биологические науки Казахстана. – 2003. – № 3. – С. 84-89.
5. Хританько, О. А., Жигилева, О. Н. Эколого-фаунистическая характеристика сообществ грызунов и их гельминто-гостальных сообществ юга Тюменской области // Вестник Тюменского государственного университета. – 2003. – № 2. – С. 22-29.

А. В. ЕЛИФАНОВ, канд. биол. наук, доцент;
О. Л. КОВЯЗИНА, канд. биол. наук, доцент;
О. В. ФРОЛОВА, канд. биол. наук, доцент;
О. Н. ЛЕПУНОВА, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СЕВЕРА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ МУЖЧИН ИЗ СОСТАВА ПРИШЛОГО НАСЕЛЕНИЯ

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный университет». Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 6; Тел.: +7 904-499-92-44; эл. почта: andeLwas@mail.ru.

Ключевые слова: адаптация, кардиореспираторная система, северный стаж.

Проведено обследование мужчин трудоспособного возраста из состава пришлого населения г. Губкинский в зависимости от северного стажа, характера работы и возраста. Выявлен ряд характерных сдвигов функциональных показателей организма мужчин: с увеличением северного стажа происходило повышение уровня артериального давления, снижение величин систолического и минутного объемов крови; увеличение встречаемости напряжения механизмов адаптации и неудовлетворительной адаптации; снижение времени задержки дыхания на вдохе.

Введение. Условия Крайнего Севера, воздействуя на организм человека, предъявляют повышенные требования к адаптивным возможностям, вызывая напряжение всех систем организма. В первую очередь слабость адаптационных возможностей затрагивает работу сердца и сосудов, в основе которых у северян лежит напряжение механизмов регуляции, ведущее к снижению резервов кровообращения и формированию онтогенетических изменений в виде преждевременного физиологического старения, более выраженного у представителей мужского пола. Причем, одним из факторов риска, значительно влияющим на уровень здоровья пришлого населения, является срок проживания на Севере. Кроме того, нагрузка на сердечно-сосудистую систему северян в последние годы возросла и в связи с ухудшающейся экологической ситуацией, обусловленной антропогенными и техногенными загрязнениями окружающей среды. Отрицательного воздействия на адаптационные резервы организма следует ожидать и от снижения жизненного уровня населения [1, 2, 3].

Цель исследования: оценка влияния экологических факторов Севера на функциональное состояние кардиореспираторной системы мужчин, представителей пришлого населения г. Губкинский.

Материал и методы исследования. Было обследовано 480 мужчин трудоспособного возраста из состава пришлого населения г. Губкинский. Все паци-

енты были разделены на группы в зависимости от северного стажа, характера работы и возраста.

Изучались показатели сердечно-сосудистой системы: частота сердечных сокращений (ЧСС), уровень артериального давления (систолического и диастолического). Проводилась проба Штанге. Рассчитывались: систолический (СО) и минутный (МОК) объемы крови, индекс функциональных изменений (ИФИ).

Одной из задач нашей работы было изучение соответствия функциональных параметров жизнедеятельности биологическим потребностям организма мужчин, представителей пришлого населения Севера. С этой целью нами вычислялись должные величины ЧСС, АД, МОК [4, 5].

Результаты исследования. Изменение частоты сердечных сокращений является важнейшим физиологическим механизмом, осуществляющим адаптацию аппарата кровообращения к выполнению работы и условиям внешней среды. В наших исследованиях однозначной динамики изменения данного параметра не зарегистрировано. Фактический показатель был достоверно ниже должных величин у ИТР 22-35 и 36 – 50 лет с минимальным северным стажем и рабочих 22-35 лет со стажем от 8 до 15 лет. Индивидуальные колебания ЧСС часто выходили за границу усредненных величин, как в сторону увеличения, так и урежения пульса.

Необходимо отметить, что до настоящего времени нет единого мнения о характере изменений ЧСС у мигрантов Крайнего Севера. Большинство авторов считает, что у прибывших в Заполярье имеется тенденция к брадикардии. При этом урежение пульса тем больше, чем длительнее полярный стаж обследованных. Вопросы, касающиеся уровня АД у жителей северных территорий, часто противоречивы. Однако многие авторы утверждают, что пребывание пришлого человека в условиях Крайнего Севера сопровождается статистически достоверным повышением величин систолического и диастолического артериального давления и среднего динамического давления. Чем больше полярный стаж обследованных, тем выше уровень АД.

У всех обследованных нами мужчин выявлены большие значения систолического и диастолического артериального давления по сравнению с должными величинами. Высокий уровень систолического давления был зарегистрирован у мужчин – рабочих обеих возрастных групп и ИТР 36 – 50 лет, проживших на Севере от 8 до 15 лет. Причем, у мужчин-рабочих 36 – 50 лет этой стажевой группы выявлены большие величины и диастолического артериального давления.

Исключительно важными переменными величинами сердечно-сосудистой системы являются систолический (СО) и минутный объемы крови (МОК). Минутный объем крови чутко реагирует на изменения в организме, чем

бы они не вызывались, и служит важнейшим параметром приспособительных реакций. В наших исследованиях меньшие значения изучаемых параметров СО и МОК выявлены у рабочих и ИТР, проживших на Севере более 15 лет. По мнению ряда авторов [6], непосредственной причиной уменьшения систолического объема может быть относительно недостаточная мощность сокращения миокарда и «недогрузка» желудочков кровью. В свою очередь, величина МОК зависит, прежде всего, от потребности организма в кислороде и питательных веществах и, в конечном итоге, от уровня метаболизма в тканях.

О. Г. Газенко [6] отмечает, что при длительном проживании в экологических условиях Севера, т. е. при хроническом воздействии на организм человека комплекса неблагоприятных факторов Заполярья, наступает дальнейшая перестройка уровня функционирования системы кровообращения, которая характеризуется выраженным снижением СО и МОК и дальнейшим компенсаторным повышением уровня АД, ПСС. По-видимому, это происходит вследствие перестройки и истощения регуляторных механизмов и функциональных систем. В то же время резко возрастает заболеваемость инфарктом миокарда и смертность от него.

Известно, что система кровообращения, как чувствительный индикатор общего состояния целостного организма, отражает результат адаптивного поведения через изменения специфических для нее показателей. В качестве критерия адаптационных возможностей организма рассчитывали индекс функциональных изменений, значения которого свидетельствовали о том, что с увеличением срока проживания на Севере увеличивалась встречаемость напряжения механизмов адаптации и неудовлетворительной адаптации. Срыв адаптации встречался в единичных случаях.

Р. М. Баевский, А. П. Берсенева [7] подчеркивают, что одни и те же неблагоприятные условия окружающей среды, воздействуя на людей с различными адаптационными возможностями организма, вызывают определенные изменения в состоянии здоровья, что проявляется, прежде всего, в ухудшении функционального состояния организма, а затем в заболеваемости.

По мнению Л. И. Иржак [8], исследования энергетического обмена служат источником ценной информации об особенностях реакции организма на воздействия, способствуя дальнейшей разработке представлений о его состоянии и адаптивных резервах. Данные такого рода представляют особый интерес, если в экспериментах используются такие функциональные нагрузки, как проба Штанге (произвольная остановка внешнего дыхания на вдохе), позволяющие определять резервные возможности кардиореспираторной системы.

Время, в течение которого человек может задерживать дыхание, преодолевая желание вдохнуть, индивидуально. Оно зависит от возбудимости ЦНС, состояния

аппарата внешнего дыхания, сердечно-сосудистой системы и системы крови. Как известно, главным стимулятором дыхания является CO₂.

В наших исследованиях большее число лиц с минимальным временем задержки дыхания на вдохе отмечалось у рабочих. Количество их возрастало по мере увеличения северного стажа, что может свидетельствовать о снижении резервных возможностей кардиореспираторной системы.

Таким образом, исследования, проведенные нами, выявили ряд характерных сдвигов функциональных показателей организма мужчин, вызванных, по видимому, влиянием комплекса условий Севера. С увеличением северного стажа у обследованных мужчин происходило повышение уровня артериального давления, снижение величин систолического и минутного объемов крови; увеличение встречаемости напряжения механизмов адаптации и неудовлетворительной адаптации; снижение времени задержки дыхания на вдохе. В большей степени изменение этих параметров характерно для мужчин – рабочих. Следовательно, произошла адаптационная перестройка деятельности кардиореспираторной системы в соответствии с изменяющимися условиями жизни.

В свою очередь, доврачебный скрининг, основанный на оценке показателей кардиореспираторной системы, обеспечивает системный подход к оценке функционального состояния данной системы, как индикатора адаптационных возможностей всего организма, и своевременно позволяет выявить переход от донозологических состояний (от напряжения адаптационных механизмов) к преморбидным (неудовлетворительная адаптация).

Библиографический список

1. Саламатина, Л. В. Функциональные особенности кардиореспираторной системы пришлого населения на Крайнем Севере / Л. В. Саламатина, Ю. А. Федорова, Е. Л. Уманская, А. А. Буганов // Врач. – 2003. – № 6. – С. 23-27.
2. Варламова, Н. Г. Изменение параметров электрокардиограммы у мужчин Европейского Севера как маркер влияния климата и возраста / Н. Г. Варламова, В. Г. Евдокимов // Физиология человека. – 2002. – № 6. – С. 109-114.
3. Экология человека. Социальная физиология: учеб. пособие / В. С. Соловьев [и др.]. – Тюмень: ТюмГУ, 2007. – 116 с.
4. Орлов, В. Н. Артериальное давление: норма и патология / В. Н. Орлов, В. А. Ольхин. – М.: Знание, 1981. – 64 с.
5. Шейх-Заде, Ю. Р. Определение должной частоте сердечных сокращений у человека в покое / Ю. Р. Шейх-Заде, Ю. А. Зусен, К. Ю. Шейх-Заде // Физиология человека. – 2001. – № 6. – С. 114-119.
6. Экологическая физиология человека. Адаптация человека к различным климато-географическим условиям // Руководство по физиологии / Под ред. О. Г. Газенко. – Л.: Наука, 1980. – Ч. II. – 549 с.
7. Баевский, Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 235 с.
8. Иржак, Л. И. Потребление кислорода и энергетические затраты, связанные с применением проб Генчи и Штанге / Л. И. Иржак // Российский физиологический журнал. – 2002 – № 7. – С. 935-938.

Е. В. ЗАХАРОВА, канд. биол. наук, доцент
кафедры техносферной безопасности;
Е. В. ГАЕВАЯ, канд. биол. наук, доцент
кафедры техносферной безопасности;
И. К. СУДАКОВА, канд. биол. наук,
нач. испытат. лаборатории
ЗАО «Региональный Аналитический центр»;
Т. В. КОТОВА, канд. биол. наук,
зам. нач. испытат. лаборатории
ЗАО «Региональный Аналитический центр»

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ РАЙОНОВ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел: +7 (3452) 43-07-29; эл. почта: bgd@tgasu.ru.

Ключевые слова: питьевая вода, скважины, колодцы, предельно допустимые концентрации.

В статье представлен анализ воды питьевых источников колодцев и скважин в районах Тюменской области по результатам лабораторных исследований в соответствии с нормативными значениями.

Качество питьевой воды является важнейшим фактором здоровья человека. Практически все ее источники подвергаются антропогенному и техногенному воздействию разной интенсивности. В последнее время в Тюменской области появляться проблема нехватки качественной питьевой воды. Реки на территории Тюменской области имеют высокий уровень загрязнения. Забор воды из открытых водоемов осуществляют около 19% водопроводов хозяйственно-питьевого назначения, а 81% приходится на подземные источники [5].

Особую тревогу вызывает загрязнение ионами тяжелых металлов водоемов и водотоков. В водных объектах города Тюмени наблюдается устойчивое загрязнение по всем видам тяжелых металлов, включая свинец, кадмий, медь, цинк, ртуть, никель и титан [3].

Качество воды определяется (по СанПин 2.1.4.1175-02, ГН 2.1.5.1316-03, ГН 2.1.5.1315-03) микробиологическими и органолептическими свойствами, а также нормами концентрации химических веществ, присутствующих в ней.

Отбор проб, исследуемых образцов проб воды с колодцев и скважин проводился в районах Тюменской области представленных на *рисунке 1*, общее количество проб составило 11 образцов [1, 2]. Исследование отобранных образцов проб воды проводились в Испытательной лаборатории, ЗАО «Региональный Аналитический Центр» в г. Тюмени.



Рис. 1. Схема отбора проб воды

Результаты определения показателей мутности в пробах воды с колодцев и скважин наглядно представлены на *рисунках 2 и 3*.



Рис. 2. Показатели мутности в питьевых источниках (колодец) Тюменской области

При определении показателя мутности, учитывая ПДК= 1,5-2 мг/дм³ в *колодцах*, наибольшие значения были отмечены в п. Боровский, где данное значение составило 94 мг/дм³. В других пробах данный показатель имел наименьшие значения и варьировал от 1,21 до 7,7 мг/дм³.

При определении показателя мутности в *скважине* наибольшие значения были отмечены на 30 км Велижанского тракта, где данное значение превышает норматив в 26 раз и составляет 52 мг/дм³. В других пробах данный показатель имел наименьшие значения и варьировал от 0,06 до 10,85 мг/дм³.

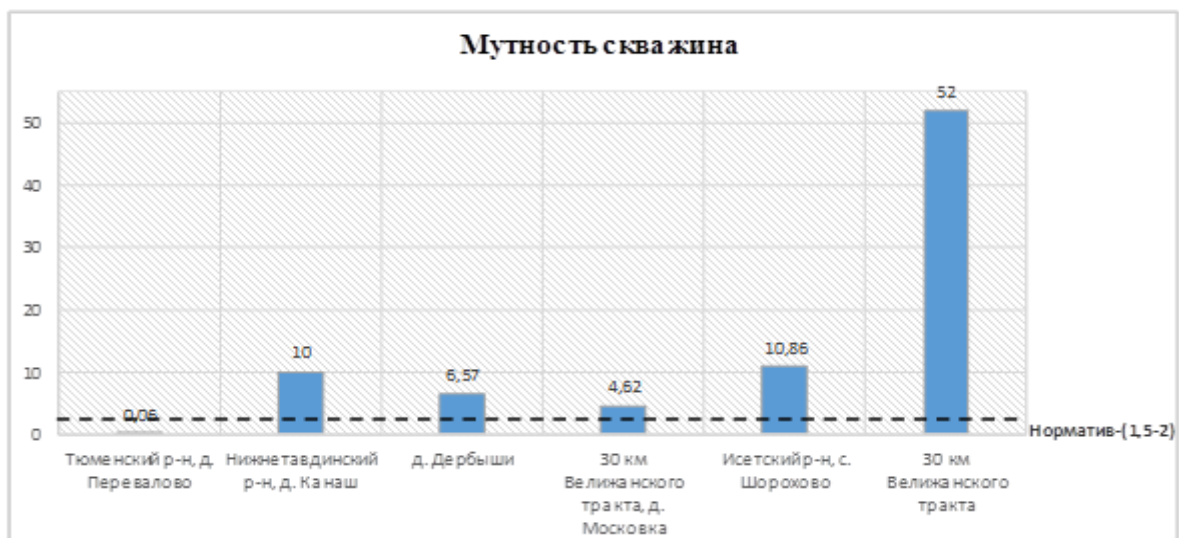


Рис. 3. Показатели мутности в питьевых источниках (скважина) Тюменской области

Анализируя данные показатели видно, что вода из скважин и колодцев в Тюменской области является мутной, и лишь в некоторых местах соответствует нормативам. Причиной мутной воды может служить иловые отложения и взвешенная глина, а также биологическое загрязнение, так как источник может располагаться не очень глубоко, менее 14-15 метров от поверхности.

При определении показателя цветности, учитывая ПДК=30 градусов в скважине, превышения ПДК наблюдались в д. Канаш Нижнетавдинского района, где данное значение составило 67 градусов, в д. Московка, и на 30 км Велижанского тракта, где этот показатель имел наименьшие значения и составил 58 и 52 градуса соответственно. Минимальные показатели были отмечены в Тюменском и Исетском районах и составили от 12 до 32 градусов (рис. 4).



Рис. 4. Показатели цветности в питьевых источниках (скважина) Тюменской области

При определении показателя цветности в *колодцах*, превышения были отмечены в д. Онохино и в п. Боровский, где данное значение составило 156 и 124 градуса. В других пробах данный показатель имел наименьшие значения и варьировал от 10,2 до 19 градусов (*рис. 5*).

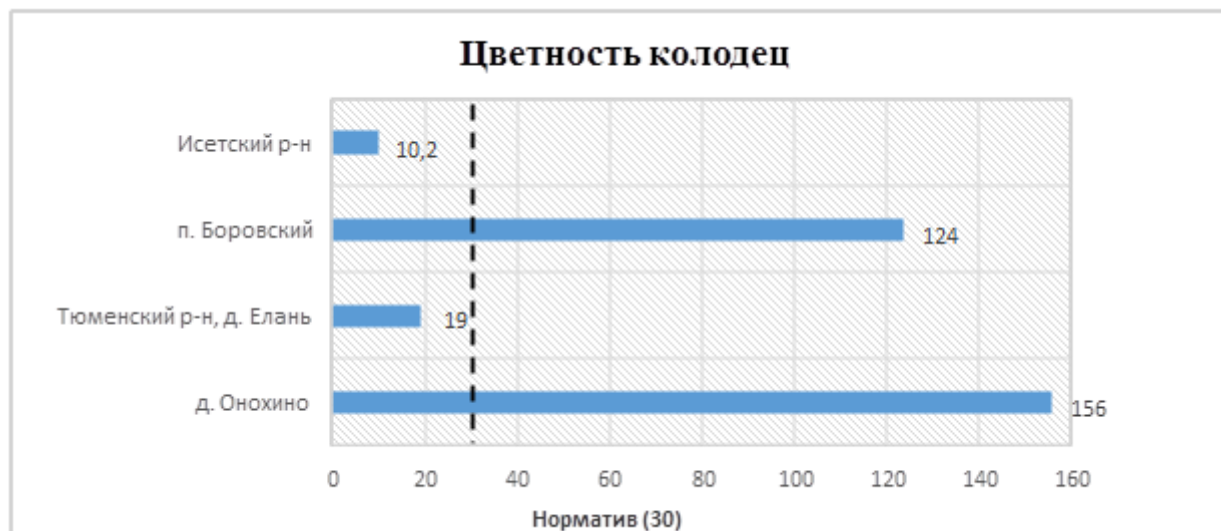


Рис. 5. Показатели цветности в питьевых источниках (колодец) Тюменской области

По результатам проведенных исследований Загорской А. А. и Пимневой Л. А. при изучении интенсификации процессов коагуляции маломутных и высокоцветных вод с применением активированного угля в качестве замутнителя, позволило интенсифицировать процессы осветления и снизить концентрации антропогенных загрязнений, обуславливающих окисляемость, без дополнительного использования окисляющих реагентов [4].

При оценке подземных и поверхностных вод по запаху учитывая ПДК = 2-3 балла в пробах воды из скважины: наибольшие значения были отмечены в д. Канаш Нижнетавдинского района, где данное значение составило 4 балла. В других пробах данный показатель имел наименьшие значения и находился в пределах от 1 до 2 баллов.

Проведя анализ воды из колодца: в поселке Боровский, наблюдалось заметно не большое превышение по запаху с показателям в 3 балла. В других пробах данный показатель имел наименьшие значения и варьировал от 0 до 2 баллов.

При определении водородного показателя рН в *скважине*, все показатели находятся в пределах нормы, и их значения составляют от 6,83 до 7,41 ед. рН. При анализе воды *из колодца*, все показатели соответствуют нормативу: 6-9 ед.рН, и варьируют от 6,32 до 7,9 ед. рН, пробы воды относятся к слабощелочным или нейтральным.

При определении показателя общей жесткости в колодцах и скважинах, учитывая ПДК= 10 °Ж, показатель во всех пробах находился в пределах нормы и варьировал от 2,73-7,2 в скважине, и от 5,1 до 8,5 в колодце.

В пробах воды взятой из скважины в д. Перевалово Тюменского района и колодце в Исетском районе вода является жесткой. Жесткая вода просто неприятна на вкус и в ней излишне много кальция.

Постоянное употребление внутрь воды с повышенной жесткостью приводит к снижению моторики желудка, к накоплению солей в организме, и, в конечном итоге, к заболеванию суставов (артриты, полиартриты) и образованию камней в почках и желчных путях.

При оценки подземных и поверхностных вод по окисляемости перманганатной представленной на *рисунках 6 и 7*, учитывая ПДК = 7 мгО₂/дм³ было выявлено, что показатель перманганатной окисляемости *воды из скважины* во всех исследуемых районах имеет не высокие концентрации и соответствуют нормативам.



Рис. 6. Показатели окисляемости перманганатной в питьевых источниках (скважина) Тюменской области

Анализируя показатель окисляемости перманганатной *в колодце*, превышение ПДК были отмечены в п. Боровский и в д. Онохино, где данное значение составило 18,8 мгО₂/дм³ и 14,8 мгО₂/дм³ соответственно причиной этому может служить загрязнение воды органическими примесями. В других пробах данный показатель имел наименьшие значения и варьировал от 1,53 до 1,63 мгО₂/дм³.

При определении показателя железа и марганца в *колодце*, учитывая ПДК по Mn= 0,1 мг/дм³ и по Fe=0,3 мг/дм³, наибольшие значения по показателю железа были отмечены в п. Боровский, где данное значение составило 26 мг/дм³. В других пробах данный показатель имел наименьшие значения и варьировал от

0,083 до 0,28 мг/дм³. По показателю марганца наибольшее значение было отмечено также в п. Боровский где показатель составляет 6,5мг/дм³, у остальных показателей отмечены наименьшие значения от 0,016 до 0,81мг/дм³.



Рис. 7. Показатели окисляемости перманганатной в питьевых источниках (колодец) Тюменской области

При определении показателя железа и марганца *в скважине*, результаты исследования показали превышения ПДК по содержанию марганца во всех исследуемых районах, максимальное превышение составило в 3,9 раз. По содержанию железа наибольшее значение было отмечено в д. Канаш Нижнетавдинский р-он, где данное значение составило 2,16 мг/дм³.

По результатам Пимневой Л. А. снижение концентрации ионов марганца и никеля природным сорбентом – монтмориллонитом (глинистый минерал Кыштырлимского месторождения п. Винзили Тюменского района) может быть использован для очистки воды загрязненной токсичными веществами и тяжелыми металлами [7].

Нижнетавдинский район по содержанию железа и марганца, является самым загрязненным, как и п. Боровский Тюменского района. Избыток марганца вызывает окраску и вяжущий привкус, заболевание костной системы. Длительное употребление человеком воды с повышенным содержанием железа может привести к заболеванию печени, увеличивает риск инфарктов, негативно влияет на репродуктивную функцию организма. Такая вода неприятна на вкус, причиняет неудобства в быту.

Превышение норматива содержания железа и марганца в воде имеет природное происхождение и связано с геологическими породами, способными приносить соединения железа и марганца в подземные воды.

При оценке подземных и поверхностных вод по содержанию магния и кальция учитывая ПДК_{Mg} = 50 мг/дм³, ПДК_{Ca} = 30-140 мг/дм³ было выявлено,

что в пробах *воды из скважины с. Шорохово Исетского района*, концентрации содержания *кальция и магния* соответствуют нормативам, и составляют 73 и 21,3 мг/дм³ соответственно. В пробах воды из колодца на исследуемых участках, также не было отмечено превышений концентраций, где данные значения составили 78 и 82 мг/дм³ и все образцы соответствуют нормативным значениям.

Вода из *скважины* в большинстве районов отбора проб очень мутная и жесткая, содержит большое количество железа – 0,39 мг/дм³ и марганца – 2,16 мг/дм³ в д. Канаш Нижнетавдинского района, имеется цвет и запах, но по таким показателям как: водородный показатель рН, сухой остаток, окисляемость перманганатная и вкус (привкус) превышений по нормативам не выявлено.

У *колодезной* воды выявлены наибольшие показатели железа – 26 мг/дм³ и марганца 6,5 мг/дм³ в п. Боровский. Вода также является очень мутной, имеется цветность. Также выявлено превышение по окисляемости перманганатной. Такие показатели как: запах, водородный показатель (рН), вкус (привкус) и сухой остаток, находятся в пределах нормы.

Причиной повышенного содержания марганца и железа может служить – марганце содержащие минералы, один и тот же источник поступления железа и марганца в воду из артезианских скважин.

Такие высокие значения показателей не удивительны, влияние хозяйственной деятельности человека на качество воды ещё в большей степени появилось вследствие таких факторов, как сброс в водоёмы недостаточно очищенных производственных и бытовых сточных вод, поверхностных стоков с территорий городов, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, полей, обработанных пестицидами, и т.д.

В результате загрязнения водоемов от перечисленных источников возникает проблема их восстановления. Для решения данной проблемы авторами Максимовой С.В. и Пешевой А.В. была предложена технология GEOTUBE которая позволяет эффективно проводить технологию процессов восстановления водоемов юга Тюменской области [6].

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000.
2. ГОСТ 17.1.3.07-82 Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. Государственный контроль качества воды: Сб. ГОСТов. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
3. Гузеева, С. А. Экологическое состояние поверхностных вод и донных отложений озер г. Тюмени // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 8. – С. 134-139.
4. Загорская, А. А., Пимнева, Л. А. Интенсификация процессов коагуляции маломутных и высокоцветных вод // Водные ресурсы и ландшафтно-усадебная урбанизация территорий России в XXI веке: сб. докл. XVII междуна. научно-практ. конф.: в 2-х т. – Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2015. – Т. 1. – С. 74-78.

5. Калинин, В. М. Водные ресурсы Тюменской области (состояние, проблемы, перспективы) // Налоги. Инвестиции. Капитал. – 2003. – № 5-6. – С. 7-9.

6. Максимова, С. В., Пешева, А. В., Гайнуллина, Р. И., Гордон, А. Д., Шабарова, М. Е. Восстановление водоемов юга Тюменской области с использованием технологии GEOTUBE® // Сбор. Мат. XV научно-практ. конф. молодых ученых, аспирантов, соискателей и магистрантов ТюмГАСУ: в 2-х т. – Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2015. – С. 70-76.

7. Пимнева, Л. А., Королева, Л. А. Извлечение катионов марганца и никеля природным сорбентом из природных и сточных вод // Водные ресурсы и ландшафтно-усадебная урбанизация территорий России в XXI веке: сб. докл. XVII междунауч. научно-практ. конф.: в 2-х т. – Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2015. – Т. 1. – С. 120-123.

УДК 581.526

М. Н. КАЗАНЦЕВА, ведущий научный
сотрудник ИПОС СО РАН;

И. Г. СВАНИДЗЕ, научный сотрудник
ТюмГУ

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ АРТЕЗИАНСКИХ ВОД НА ЭКОСИСТЕМЫ ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Институт проблем освоения Севера СО РАН. Россия, 625003, г. Тюмень, ул. Малыгина, д. 86; Тел.: +7 912-394-49-21; эл. почта: MNKazantseva@yandex.ru.

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный университет». Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 6; Тел.: +7 909-190-53-45; эл. почта: svaigor@mail.ru.

Ключевые слова: Тюменская область; пойменные экосистемы; минерализованные артезианские воды; засоление почв; луговые фитоценозы.

В статье приводятся результаты исследования пойменных луговых экосистем долины реки Аремзянки (южная тайга), испытывающих воздействие фонтанирующих артезианских минерализованных вод хлоридно-натриевого состава.

Проблема техногенного засоления земель минерализованными водами актуальна для Тюменского региона [1]. На севере области засоленные земли в основном приурочены к территориям нефтепромыслов, где в результате аварий происходят разливы соленых вод сеноманского горизонта, использующиеся в технологических процессах. Засолению способствует и нефтяное загрязнение земель ввиду сильной обводненности сырой нефти минерализованными водами [2]. В южных районах Тюменской области засоление земель связано с бесхозными геологоразведочными скважинами, фонтанирующими пластовыми водами из открытых устьев. Скважины были пробурены в 50-60-ые годы XX века при поиске нефти и расположены большей частью в долинах рек. Всего в регионе фонтанирует 40 таких скважин; наиболее старые и экологически опасные из них находятся в долинах Тобола и Иртыша в пределах подзоны южной тайги [3]. Засоление приводит к трансформации почв и растительного покрова пой-

менных экосистем, изменению химического состава грунтовых и поверхностных вод [4, 5].

В настоящей работе приводятся данные, полученные в 2012-2013 гг. при обследовании пойменных экосистем в районе одной из скважин (Черкашинская № 36-РГ), которая была выбрана в качестве модельной. Скважина расположена на I надпойменной террасе реки Аремзянки (правый приток Иртыша первого порядка); она фонтанирует уже на протяжении 25 лет пластовыми водами хлоридно-натриевого состава. Ореол засоления охватывает более 1,2 га; в его зону попадают луговые фитоценозы различных геоморфологических уровней речной долины: I-ой надпойменной террасы, высокой и низкой поймы. С поверхностным стоком соленая вода попадает в воды реки Аремзянки.

В результате поступления в водоток солоноватой воды изменяется ионный состав и минерализация речных вод [5]. В период летней межени на исследованном участке реки (100-2000 м от скважины, ниже по течению) концентрации анионов Cl^- и катионов Na^+ были повышены по сравнению с фоновыми значениями. Если среднее фоновое значение содержаний Cl^- составляло 0,3 ммоль(-)/л, Na^+ – 0,9 ммоль(+)/л, то в 100 м ниже по течению оно увеличилось до 3,6 ммоль(-)/л и 4,4 ммоль(+)/л соответственно. По мере удаления от источника загрязнения разбавление раствора речной воды приводит к уменьшению содержаний Cl^- и Na^+ , но даже на удалении 1-2 км они существенно выше фоновых значений. Однако, несмотря на высокие содержания Cl^- , изменения естественного гидрокарбонатного класса на хлоридный на исследованном участке реки не наблюдалось.

Для оценки влияния минерализованных вод на почвы и растительный покров на разных геоморфологических уровнях долины (1 – первая надпойменная терраса, 2 – высокая и 3 – низкая пойма) были выбраны опытные участки с разной степенью нарушенности экосистем, а также контрольные (К) – на фоновой территории. На основании аналитических данных был выявлен химизм засоленных почв на опытных участках и степень засоления по сумме токсичных солей [6] (табл.1).

Таблица 1

Характеристика засоления почв на контрольных и опытных участках

| Показатели | Геоморфологические уровни долины | | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|-------|--------|-----------------|--------|--------|----------------|------|--------|
| | 1-Первая терраса | | | 2-Высокая пойма | | | 3-Низкая пойма | | |
| №№ участков | 1(К) | 1(1) | 1(2) | 2(К) | 2(1) | 2(2) | 3(К) | 3(1) | 3(2) |
| Сумма токсичных солей, % | 0,02 | 0,05 | 0,82 | 0,01 | 0,15 | 0,68 | 0,03 | 0,10 | 0,59 |
| Степень засоления | фон | слаб. | сильн. | фон | средн. | сильн. | фон | слаб | сильн. |

За период фонтанирования скважины на прилегающей к ней территории произошли значительные изменения солевого состава почв. Если на фоновой территории содержания солей минимальны, то вблизи скважины отмечается значительное увеличение доли анионов Cl⁻ и катионов Na⁺ в водной вытяжке и, как следствие, хлоридно-натриевый химизм почв и высокий показатель суммы токсичных солей. Степень засоления почв зависит от близости к фонтану скважины. В связи с развитием солончакового процесса исходные почвы приобрели различную степень засоления, а наиболее близкие к скважине трансформировались в тип солончаков [7].

При изучении растительного покрова на каждом из опытных участков закладывалась серия из 10-ти учетных площадок размером 1x1 м., на которых проводились описание фитоценозов в соответствии с методами, принятыми в геоботанических исследованиях [8]. Анализ полученных данных показал, что на состояние растительности лугов оказывают влияние, как степень засоления почв, так и положение участков в долинном рельефе (табл.2).

На всех нарушенных участках отмечено снижение общего обилия растительного покрова, выраженного через показатель проективного покрытия. Существует четкая обратная зависимость этого показателя от степени засоления почв ($r = -0,77 \pm 0,24$). Различия с контролем достоверны на высоком уровне значимости, за исключением участка слабозагрязненной низкой поймы, где они статистически не подтверждаются.

Засоление приводит к уменьшению общего флористического богатства фитоценозов на уровне таксонов различного ранга [9]. Однако, наиболее значительные изменения демонстрирует показатель видового богатства (общего числа видов); на слабозасоленных участках он снижается в среднем в 1,5 раза, на сильнозасоленных – в 2,4 раза.

Таблица 2

Характеристика растительного покрова опытных участков

| Уровень поймы | №№ участков | Проективное покрытие, % | Число видов | Сходство с фоном, % | Индексы видового разнообразия | | |
|----------------|-------------|-------------------------|-------------|---------------------|-------------------------------|------|------|
| | | | | | H | C | e |
| Первая терраса | 1(K) | 96,7 | 31 | - | 2,21 | 0,16 | 0,64 |
| | 1(1) | 39,2* | 28 | 54,2 | 1,48 | 0,31 | 0,45 |
| | 1(2) | 30,0* | 13 | 27,3 | 0,92 | 0,58 | 0,36 |
| Высокая пойма | 2(K) | 98,3 | 25 | - | 1,97 | 0,18 | 0,61 |
| | 2(1) | 76,7* | 16 | 34,1 | 1,46 | 0,29 | 0,53 |
| | 2(2) | 50,0* | 10 | 22,8 | 1,19 | 0,39 | 0,52 |
| Низкая пойма | 3(K) | 96,7 | 12 | - | 1,37 | 0,32 | 0,55 |
| | 3(1) | 95,0 | 8 | 42,1 | 1,2 | 0,38 | 0,58 |
| | 3(2) | 15,0* | 5 | 37,5 | 0,82 | 0,58 | 0,51 |

Примечание: * - различия с фоном достоверны при $P < 0,001$. Индексы: H – разнообразия (Шеннона), C – доминирования (Симпсона), e – выравненности (Пиелу).

Наряду с общим количеством видов на нарушенных участках меняется также и их состав. Флористическое сходство засоленных фитоценозов всех геоморфологических уровней существенно снижается по сравнению с контролем уже при слабой степени засоления. Самое низкое сходство с фоном (по Серенсону-Чекановскому) отмечено при сильной степени засоления на участке высокой поймы. Наиболее высокое значение этого показателя характерно для слабозагрязненного сообщества I надпойменной террасы.

Для всех обследованных участков были рассчитаны интегральные индексы биологического разнообразия, учитывающие количественные характеристики (обилие) отдельных видов в составе сообщества. Отмечено наличие общих закономерностей изменения показателей разнообразия в фитоценозах разного геоморфологического уровня (табл.2). Во всех случаях индекса разнообразия (Шеннона) снижается с увеличением степени засоления. В обратном порядке изменяется индекс доминирования (Симпсона), как результат усиления роли отдельных (солеустойчивых) видов растений в составе луговых сообществ. По этой же причине уменьшается общая выравненность (индекс Пиелу) количества особей среди видов.

На всех обследованных участках присутствуют виды, различающиеся между собой по диапазону переносимого засоления почвы. На рисунках показано распределение растений опытных и контрольных участков по группам экологической валентности: по общему количеству видов (*рис. 1*) и по их обилию (*рис. 2*). Выделение групп проводилось по методике, предложенной Л. А. Жуковой и др. [10] с учетом природных условий Западной Сибири. Эвривалентные виды способны расти в широком диапазоне засоления, стеновалентные - в узком, мезовалентные занимают промежуточную позицию.

На обследованных участках стеноваленты представлены только в контроле, небольшим количеством видов; их участие в общем обилии луговых фитоценозов ничтожно. Основу фоновой растительности лугов составляют мезовалентные виды растений; на нарушенных участках их доля в составе сообществ снижается пропорционально степени засоления. Роль эвривалентных видов, напротив, возрастает, особенно значительно в общем обилии растительного покрова. При сильном засолении появляются галофитные виды растений, в том числе несвойственные для природных условий района исследований. Фактически происходит формирование новых растительных сообществ с выраженным доминированием нескольких, наиболее устойчивых к соли видов.

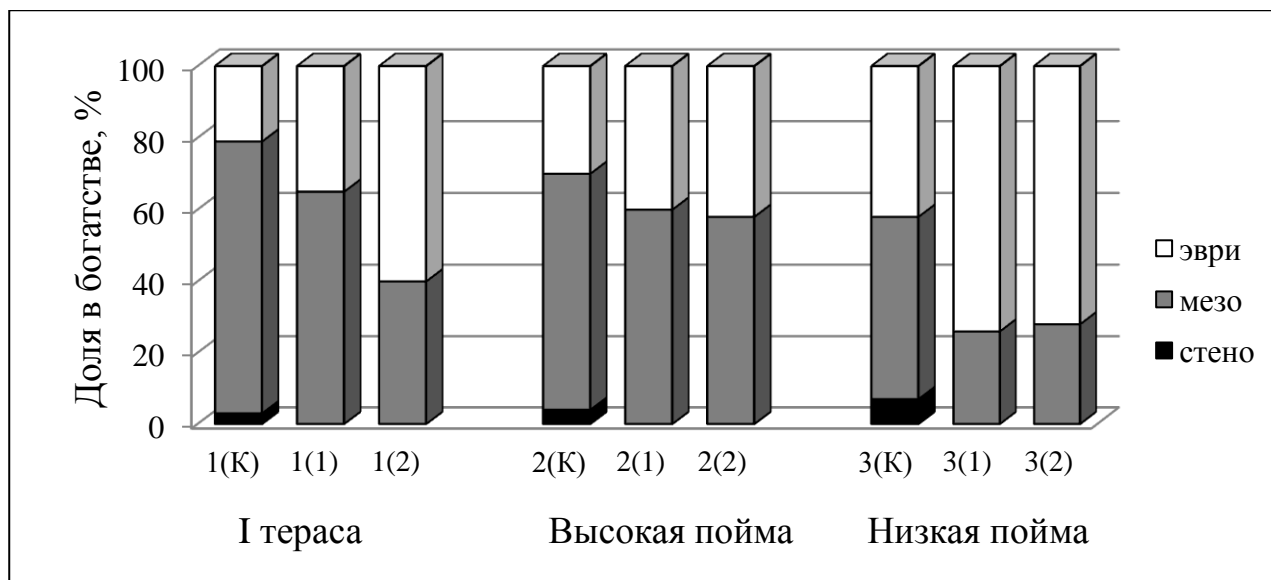


Рис. 1. Доля эври-, мезо- и стеновалентных видов растений в общем видовом богатстве на контрольных и нарушенных участках (%)

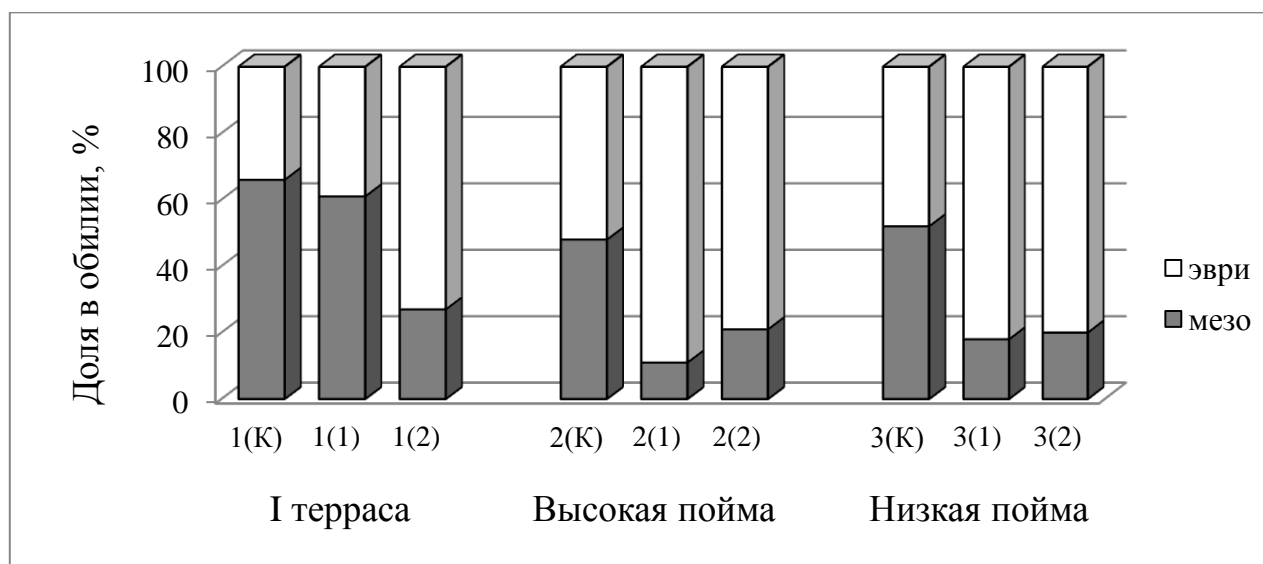


Рис. 2. Доля мезо- и стеновалентных видов растений в общей обилии на контрольных и нарушенных участках (%)

Таким образом, фонтанирующие геологоразведочные скважины в долинах рек юга Тюменской области, оказывают выраженное локальное воздействие на пойменные экосистемы, приводя к засолению местных водотоков, почв и развивающихся на них луговых фитоценозов. Засоление лугов вызывает снижение основных интегральных показателей растительного покрова: общего проективного покрытия, видового богатства и разнообразия, приводит к изменению флористического состава сообществ. Характер и глубина наблюдаемых изменений зависят от степени засоления и геоморфологического уровня поймы.

Библиографический список

1. Казанцева, М. Н. Техногенное засоление земель Тюменской области и его последствия для растительного покрова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8-4. – С. 150.
2. Соромотин, А. В., Гашев, С. Н., Казанцева, М. Н. Солевое загрязнение таежных биогеоценозов при нефтедобыче в Среднем Приобье // Проблемы географии и экологии Западной Сибири. – Тюмень: ТюмГУ, 1996. – С. 121-131.
3. Коновалов, И. А. Экологические последствия воздействия пластовых вод из устья геологоразведочных скважин: дис... на соис. уч. степ. канд. биол. наук. – Омск, 2012. – 19 с.
4. Козловская, Н. В. Трансформация почвы и травяного покрова под влиянием пластовых минерализованных вод при нефтедобыче в условиях Удмуртии: автореф. дис.... канд. биол. наук. – Пермь, 2001. – 15 с.
5. Сванидзе, И. Г. Воздействие минерализованных пластовых вод на ландшафты речных долин южной тайги Западной Сибири (на примере Тюменской области): дис.... на соис. уч. степ. канд. биол. наук. – Барнаул, 2015. – 21 с.
6. Базилевич, Н. И., Панкова, Е. И. Опыт классификации почв по содержанию токсичных солей и ионов // Бюл. почв. ин-та им. В. В. Докучаева. – 1972. – Вып. 5. – С. 36-40.
7. Якимов, А. С., Сванидзе, И. Г., Казанцева, М. Н., Соромотин, А. В. Изменение свойств почв речных долин южной тайги Западной Сибири под воздействием минерализованных артезианских вод // Почвоведение. – 2014. – № 3. – С. 364-374.
8. Понятовская, В. М. Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах // Полевая геоботаника. – М.-Л.: Наука, 1964. – Т. 3. – С. 209-289.
9. Казанцева, М. Н., Сванидзе, И. Г. Структура и биоразнообразие луговых фитоценозов долины реки Аремзянки при антропогенном засолении почв // Экологический мониторинг и биоразнообразие. – 2014. – № 1 (9). – С. 6-12.
10. Жукова, Л. А., Дорогова, Ю. А., Турмухаметова, Н. В., Гаврилова, М. Н., Полянская, Т. А. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений / Под общ. ред. проф. Л. А. Жуковой. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2010. – 368 с.

УДК 546.79

М. А. КИСЕЛЕВА, аспирант
кафедры техносферной безопасности

СОДЕРЖАНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ И ПОЧВАХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2.; эл. почта: kiseleva_ma@tgasu.ru

Ключевые слова: радионуклиды, радиация, эффективная удельная активность радона, объемная активность

В статье приведены результаты исследования почв города Тюмени и Тюменской области на участках строительства и на существующей жилой застройке на содержание радионуклидов. Проанализировано содержание радиоактивного газа в строительных материалах.

Важной экологической проблемой городской среды является радиационная безопасность населения, под которой понимается комплекс мероприятий при работе с применением радиоактивных веществ и других источников иони-

зирующих излучений, обеспечивающий снижение суммарной дозы от всех видов ионизирующего излучения до предельно допустимой дозы [6].

Концентрация радона в воздухе зависит в первую очередь от геологической обстановки (так, граниты, в которых много урана, являются активными источниками радона, в то же время над поверхностью морей радона мало), а также от погоды (во время дождя микротрещины, по которым радон поступает из почвы, заполняются водой; снежный покров также препятствует доступу радона в воздух).

Основным же источником этого радиоактивного инертного газа является земная кора. Поскольку радон – газ, с достаточно большим периодом полураспада, он диффундирует из пород и может проникать в расположенные рядом постройки. Проникая через трещины и щели в фундаменте, полу и стенах, радон задерживается в помещениях. Другой источник радона в помещении – это сами строительные материалы (бетон, кирпич и т.д.), содержащие естественные радионуклиды, которые являются источником радона. Наибольшие концентрации радона наблюдаются в ваннных комнатах [3].

Задача исследования влияния радона на здоровье человека может решаться при комплексном анализе радионуклидов в исходном сырье, строительных материалах и конструкциях, ограниченности применения радоно-выделяющих и радоно-содержащих стройматериалов, их компонентов и управлением радиационным качеством [5].

Особый интерес представляет экологическая обстановка в помещениях многоэтажных зданий современного массового строительства с естественной вентиляцией. Здесь и дешевые строительные материалы, и мебель на основе клеевых древесностружечных материалов с обивкой из синтетических тканей, и пластиковые покрытия полов, и газовые плиты и т. д.

В связи с этим нами была поставлена цель: провести анализ строительных материалов, применяемых на юге Тюменской области на содержание радиоактивных элементов и определить содержание радиоактивного газа в почвах города Тюмени.

Осуществление поставленной цели выполняется путем решения следующих задач:

- определение удельной эффективной радиоактивности строительных материалов по природным радионуклидам;
- определение объемной активности содержания радона и дочерних продуктов его распада в почвах юга Тюменской области;
- определение содержания радиоактивных элементов на участках строительства и существующей застройки.

Предварительная оценка горных пород и минералов была произведена на программном комплексе «ПРОГРЕСС-2000». Результаты исследования приведены в *таблице 1*.

Определение удельной эффективной активности горных пород и материалов показало, что из всех изучаемых образцов только магматическая горная порода, такая как сильно выветренный гранит (дресва), в качестве используемого строительного материала может быть отнесена ко второму классу (дорожное строительство в пределах населенных пунктов и зон перспективной застройки, строительство производственных сооружений). Все другие материалы и горные породы по показателю $A_{эфф}$ следует отнести к первому классу (до 370 Бк/кг), т. е. они могут быть востребованы на всех видах строительства.

Таблица 1

Результаты исследования горных пород и минералов Уральского федерального округа

| Наименование материала | Ra-226 (Допустимы уровень 370 Бк/кг) | $A_{эфф}$ |
|------------------------------------|--------------------------------------|-----------|
| Осадочные горные породы | | |
| Песок Тюмень | 6,86 | 47 |
| Щебень | 19,14 | 83 |
| Аргиллит | 14,5 | 26,82 |
| Серпентинит | - | 22,1 |
| Осадочные горные породы | | |
| Конгломерат | 43 | 256,24 |
| Минералы | | |
| Гипс | 20,9 | 25 |
| Ортоклаз | 3,4 | 57,05 |
| Кальцит | 3,8 | 24,08 |
| Микроклин | 8,1 | 192,2 |
| Метаморфические горные породы | | |
| Мраморная мука | 2,87 | 15 |
| Гнейс | 10,2 | 19,56 |
| Магматические горные породы | | |
| Сильно выветренный гранит (дресва) | 44 | 371,16 |
| Из разряда руды | | |
| Боксит | 65 | 211,34 |
| Уголь | 7,4 | 50 |

В радиозекологии основным параметром, характеризующим радиационную обстановку, принято считать радиогеохимическую характеристику объекта. Радиоактивность почвы складывается из активных природных и искусственных радионуклидов [2]. Из естественных радионуклидов наиболее прочно связываются в почвах уран и торий, а из искусственных – плутоний, железо и цезий [4].

Для оценки природного радиационного состояния почвы нами был использован показатель удельной активности естественных радионуклидов ($A_{эфф}$)

[6]. Основным критерием для принятия решения о возможности применения строительных материалов, а также отходов промышленного производства используемых в строительстве, служит показатель удельной активности естественных радионуклидов ($A_{эфф}$), он определяется по формуле:

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1.31 \cdot A_{Th} + 0.085 \cdot A_K,$$

Где A_{Ra} и A_{Th} – удельная активность радия-226 и тория-232, находящиеся в равновесии с остальными членами уранового и ториевого естественных рядов; A_K – удельная активность калия-40 (Бк/кг) [1].

Содержание радиоактивных элементов в отборах проб на участках строительства и существующей жилой застройки было определено на программном комплексе «ПРОГРЕСС-2000» в радиационной лаборатории ФГБОУ ВПО «Тюменского государственного архитектурно-строительного университета».

Результаты исследований представлены в *таблицах 1, 2 и 3*.

Таблица 1

Объемная активность содержания радона и дочерних продуктов его распада в почвах и грунтах юга Тюменской области, Бк/кг

| Наименование почвы | 232Th | 226Ra | 40K | Aэфф. |
|-----------------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| глина (проба 1) | 0.6 | 2.5 | 0.0 | 3.3 |
| песок (проба 1) | 0.5 | 4.4 | 84.9 ± 51.3 | 12.4 |
| глина (проба 2) | 6.2 ± 4.6 | 2.5 | 101.2 ± 48.1 | 19.2 |
| торф (проба 1) | 3.1 | 2.7 | 72.9 ± 38.5 | 13.0 |
| песок (проба 2) | 4.5 ± 3.2 | 1.9 | 135.3 ± 44.0 | 19.3 |
| песок (проба 3) | 8.3 ± 6.8 | 12.1 ± 6.4 | 89.4 ± 61.5 | 30.6 |
| торф (проба 3) | 7.1 | 0.0 | 152.2 ± 82.9 | 22.2 |
| глина (проба 3) | 13.5 ± 9.4 | 10.2 ± 8.0 | 342.0 ± 121.0 | 57.0 |
| Полигон ТБО (проба 1) | 16.7 ± 6.3 | 5.7 ± 4.7 | 289.8 ± 83.8 | 52.2 |
| Полигон ТБО (проба 2) | 10.0 ± 3.4 | 8.2 ± 3.1 | 226.7 ± 55.9 | 40.6 |
| Полигон ТБО (проба 3) | 717.0 ± 236.0 | 492.0 ± 204.0 | 11570.0 ± 3173.0 | 2414.7 |
| Полигон ТБО (проба 4) | 11.2 ± 3.7 | 8.4 ± 3.3 | 149.2 ± 46.9 | 35.8 |
| Полигон ТБО (проба 5) | 11.2 ± 4.1 | 5.6 ± 3.4 | 215.5 ± 58.6 | 38.6 |

Таблица 2

Содержание естественных (ЕРН) и техногенных радионуклидов в почвах жилых застроек.

| Территориальные округа | | Активность, Бк/кг | | | | | Aэфф. |
|------------------------|------------------|-------------------|-------|-------|--------------------------|---------|-------|
| | | ЕРН | | | Техногенные радионуклиды | | |
| | | 40K | 232Th | 226Ra | 137Cs | 90Sr | |
| Центральный | Водопроводная 25 | 512.0 | 29.6 | 19.2 | 5.6 | 130.0 | 101.6 |
| | Мельничная 83 | 1471.4 | 21.3 | 16.6 | 459.0 | 21394.0 | 169.6 |
| | Газовиков 71 | 616.0 | 17.8 | 19.7 | 4.1 | 71.6 | 95.4 |
| | Северная 3/1 | 541.0 | 35.6 | 32.5 | 2.2 | 141.0 | 125.1 |

Продолжение таблицы 2

| | | | | | | | |
|------------|------------------|-------|------|------|------|-------|-------|
| | Пролетарская 102 | 472.5 | 29.5 | 7.5 | 5.3 | 120.8 | 86.3 |
| | Луначарского 9 | 208.3 | 12.7 | 5.3 | 5.5 | 57.6 | 39.6 |
| Ленин-ский | Харьковская 95 | 678.0 | 33.9 | 46.2 | 6.7 | 121.7 | 148.2 |
| | Домостроителей 5 | 324.5 | 11.3 | 17.7 | 3.0 | 89.8 | 60.1 |
| | Мельникайте 89 | 473.0 | 26.5 | 27.3 | 11.0 | 45.3 | 102.2 |
| | Малышева 18/1 | 878.0 | 46.6 | 30.3 | 3.1 | 41.0 | 165.9 |
| Восточ-ный | Широтная 128 | 595.0 | 49.1 | 31.4 | 7.1 | 115.0 | 146.3 |
| | Народная 4 | 349.4 | 15.0 | 15.9 | 3.4 | 72.3 | 65.3 |
| | Боровская 3 | 350.5 | 10.0 | 9.8 | 2.9 | 32.1 | 52.8 |

Таблица 3

Содержание естественных (ЕРН) и техногенных радионуклидов в почвах на участках строительства

| Территориальные округа | | Активность, Бк/кг | | | | | Аэфф. |
|------------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|--------------------------|-------|---------|
| | | ЕРН | | | Техногенные загрязнители | | |
| | | 40K | 232Th | 226Ra | ¹³⁷ Cs | 90Sr | |
| Централь-ный | Профсоюзная 27 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 86.8 | 0.0 |
| | Елецкая 13 | 665.0 | 38.2 | 20.6 | 8.1 | 112.8 | 127.2 |
| | Цилковского 18 а | 739.6 | 43.7 | 22.1 | 33.1 | 137.0 | 142.2 |
| Калинин-ский | Полевая 107 | 751.0 | 39.8 | 41.9 | 6.4 | 139.2 | 157,875 |
| | Зеркальная 18 | 976.0 | 92.6 | 55.7 | 27.3 | 125.6 | 259,966 |
| | Ямская 92 | 566.0 | 24.2 | 13.2 | 10.3 | 114.5 | 93,0274 |
| Ленинский | Харьковская 69 | 539.0 | 30.4 | 18.7 | 7.9 | 0.0 | 104,316 |
| | Новаторов 12 а | 528.0 | 31.7 | 16.1 | 6.9 | 135.4 | 102,46 |
| | Севастопольская 2 | 556.0 | 45.3 | 44.7 | 7.6 | 85.0 | 151,303 |
| | Одесская 5 | 756.0 | 44.4 | 27.4 | 9.4 | 0.0 | 149,824 |
| Восточный | Суходольская 25 | 533.0 | 26.9 | 27.3 | 9.6 | 107.9 | 107,956 |
| | Широтная 168 1 | 643.3 | 35.0 | 31.0 | 10.4 | 149.9 | 131,531 |
| | Монтажников 47 | 546.0 | 26.1 | 27.9 | 8.1 | 92.3 | 108,501 |

Точечная оценка рядов районов города Тюмени по содержанию изотопов тория-232, калия-40 и радия-226 показала, что данная территория не вызывает опасений в плане выбора места проживания и для строительных объектов. Максимальная удельная эффективная активность естественных радионуклидов почвы по указанным районам составила 260,0 Бк/кг.

Библиографический список

1. Руководство по методам контроля за радиоактивностью окружающей среды / Под ред. И. А. Соболева, Е. Н. Беляева. – М.: Медицина, 2002. – 432 с.
2. Захарова, Е. В. Возможности накопления радионуклидов в объектах природной среды Ямала / Захарова Е. В., Ваймер А. А., Скипин Л. Н. //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2006. – № 5. – С. 127-133.
3. Сапожников, Ю. А., Алиев, Р. А., Калмыков, С. Н. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 – 286 с.

4. Скипин, Л. Н. Анализ содержания техногенных радионуклидов в почве исследуемых районов юга Тюменской области / Скипин Л. Н., Захарова Е. В., Бурлаенко В. З. // Актуальные проблемы архитектуры, строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири: сб. мат. междунаучно-практ. конф.: в 2-х т. – Тюмень: РИО ТюмГАСУ. 2015. – С. 274-280.

5. Скипин, Л. Н. Накопление радионуклидов в объектах природной среды Ханты-мансийского автономного округа / Скипин Л. Н., Захарова Е. В., Ваймер А. А., Судакова И. К. // Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования. – 2006. – № 5. – С. 47-55.

6. Старков, В. Д. Радиационная экология. – Тюмень: ИПП «Тюмень», 2001 – 304 с.

7. Уткин, В. И. Радоновая проблема в экологии / Уткин В. И. // Наука о Земле. 2000: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/961.html>.

УДК 574.24

Н. Л. МАМАЕВА, старший научный сотрудник;
С. А. ПЕТРОВ, д-р мед. наук, профессор

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В МЕСТАХ ПРОЖИВАНИЯ КОРЕННОГО НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Тюменский научный центр СО РАН. Россия, г. Тюмень, ул. Малыгина, д. 86; Тел.: +7 904-975-93 -09; эл. почта: mamaeva.natali2011@mail.ru.

Ключевые слова: малочисленные народы Севера, антропогенный фактор, климат, предельно-допустимая концентрация.

В работе рассмотрены существующие в настоящее время экологические проблемы в местах проживания коренного малочисленного населения Севера (МНС), в частности загрязнение атмосферы. Выполнен расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферный воздух и проведена оценка сопоставления расчетного значения максимальной приземной концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе с предельно-допустимой концентрацией. Проведен поиск корреляционных взаимосвязей между антропогенными факторами окружающей среды и климатическими условиями геоэкологических областей.

Север Тюменской области считается самой богатой газодобывающей провинцией мира, поэтому, когда речь заходит о природных богатствах России, то Сибирский регион оказывается вне конкуренции. За редким исключением, на долю Сибири в запасах того или иного полезного ископаемого приходится свыше 70 % [6]. На территории региона расположена крупнейшая в России и одна из крупнейших в мире – нефтегазодобывающая область, к сокровищам которой наблюдается большой познавательный и практический интерес [4, 5]. Также не надо забывать, что именно на этих территориях испокон веков живут МНС сохранившие современную аборигенную форму жизнедеятельности в экстремальных климатических условиях. Современное промышленное производство было до сих пор направлено, прежде всего, на широкомасштабное освоение залежей полезных ископаемых, оно не учитывало должным образом ни особенностей

проживания коренных народов, ни их традиционные потребности, ни уникальность приполярных экологических систем, ни веками накопленного опыта природопользования. Поэтому сформировавшись в процессе многотысячелетней адаптации к экстремальным условиям Севера и пройдя через «сито» жесткого стабилизирующего отбора, МНС оказались уязвимы перед сложившейся экологической ситуацией, что, несомненно, отразилось на их здоровье [9, 10].

Учитывая все это, изучение влияния экологических проблем в местах проживания МНС, а также исследование состояния их здоровья является в настоящее время актуальным. Актуальность проблемы усиливается тем, что комплексным исследованиям влияния антропогенных факторов, климатических условий окружающей среды и геофизиологических характеристик Севера Тюменской области на физическое благополучие МНС уделяется недостаточное внимание и подобные исследования разрозненны.

Исследованы антропогенные факторы, климатогеографические и геофизиологические условия окружающей среды п. Самбург и г. Тарко-Сале Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО). Согласно геофизиологическому районированию п. Самбург принадлежит к Северной зоне Харасавей-Новоуренгойской подзоне Устьпуровско-Тазовской области, а г. Тарко-Сале относится к Центральной зоне Игарко-Нумтинской подзоне Пуровской области [1]. Изучалось загрязнение атмосферного воздуха: выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по твердым веществам, газообразным и жидким веществам, в т.ч. диоксиду серы, оксиду углерода, оксидам азота и углеводородам. Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферный воздух проводился с помощью программного комплекса унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) «ЭКО центр», осуществляемого на основе оценки сопоставления с предельно-допустимой концентрацией максимально-разовой (ПДК м.р.) максимальных значений приземной концентраций загрязняющих веществ (C_m , мг/м³).

Установлено (табл. 1), что в Устьпуровско-Тазовской геофизиологической области достоверно больше максимальная приземная концентрация в атмосферном воздухе диоксида азота ($p < 0,01$), оксида азота ($p < 0,05$), диоксида серы ($p < 0,001$) и достоверно меньше максимальная приземная концентрация твердых веществ (сажа) ($p < 0,001$) и оксида углерода ($p < 0,001$) чем в Пуровской геофизиологической области. При совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ, обладающих однонаправленностью действия, исследована группа суммаций (азота диоксид, серы диоксид) максимальная приземная концентрация по которой достоверно больше в Устьпуровско-Тазовской геофизиологической области ($0,540 \pm 0,08$ по сравнению с $0,216 \pm 0,01$ при $p < 0,001$). Достоверности различий по углеводородам: метану, смеси предельных

углеводородов $C_1 - C_5$, $C_6 - C_{10}$, пентиленам, бензолу, диметилбензолу, метилбензолу, этилбензолу обнаружено не было.

Что касается экологических критериев оценки качества атмосферного воздуха в рассматриваемых районах, то превышение в атмосфере составило 1,5 ПДК м. р. по твердым веществам (сажа) и 1,2 ПДК м. р. по оксиду углерода в Пуровской геоэкологической области, а также диоксиду азота как в Пуровской (1,2 ПДК м. р.), так и в Устьпуровско-Тазовской (3 ПДК м. р.) геоэкологических областях. Эффектом неполной суммации обладают: азота диоксид, серы диоксид, превышение по которым в Устьпуровско-Тазовской геоэкологической области составило 2,7 ПДК м.р., в Пуровской – 1,08 ПДК м.р.

Таблица 1

Расчетное значение максимальной приземной концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе (C_m , мг/м³) и экологические критерии оценки качества атмосферного воздуха в исследуемых геоэкологических областях

| Код | Наименование вещества | Кл. опасности [2, 3, 8] | Используемый критерий расчета | Значение критерия, мг/м ³ [2, 3, 8] | C_m , мг/м ³ | |
|---|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|--|---------------------------|----------------|
| | | | | | Устьпуровско-Тазовская | Пуровская |
| 0301 | Азота диоксид | 3 | ПДК м.р. | 0,2 | 0,600±0,1 | 0,240±0,01** |
| 0304 | Азота оксид | 3 | ПДК м.р. | 0,40 | 0,052±0,01 | 0,031±0,001* |
| 0328 | Углерод | 3 | ПДК м.р. | 0,15 | 0,049±0,007 | 0,225±0,04*** |
| 0330 | Сера диоксид | 3 | ПДК м.р. | 0,50 | 0,025±0,003 | 0,009±0,0004** |
| 0337 | Углерод оксид | 4 | ПДК м.р. | 5,00 | 1,216±0,21 | 6,00±0,69*** |
| 0410 | Метан | - | ОБУВ | 50 | 0,899±0,21 | 1,379±0,14 |
| Группы веществ, обладающих эффектом комбинированного вредного действия: | | | | | | |
| 6204 | Азота диоксид, серы диоксид | - | Кк.д. = 1,6 | | 0,540±0,08 | 0,216±0,01*** |

Примечание: Кк.д. - коэффициент комбинированного действия; ОБУВ – ориентировочный безопасный уровень воздействия; * - достоверность различий (* - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$).

При более наглядном сравнении C_m с ПДК м.р. построены ситуационные карты-схемы Устьпуровско-Тазовской и Пуровской геоэкологических областей, с нанесенными изолиниями расчётных концентраций, выраженных в долях ПДК (рис. 1).

При превышении ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе нами было проведено исследование влияния условий среды обитания на здоровье тундровых ненцев, так как именно они служат модельной популяцией изучения влияния экологических факторов [9, 10]. Выявлено превышение предельно-допустимой концентрации (ПДК) в 1,2 раза по твердым частицам (сажа), которые обладают резорбтивным действием, приводящим к развитию об-

щетоксических, гонадотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и от длительности его вдыхания, что вызывает нарушение в морфофункциональном состоянии иммунной системы.

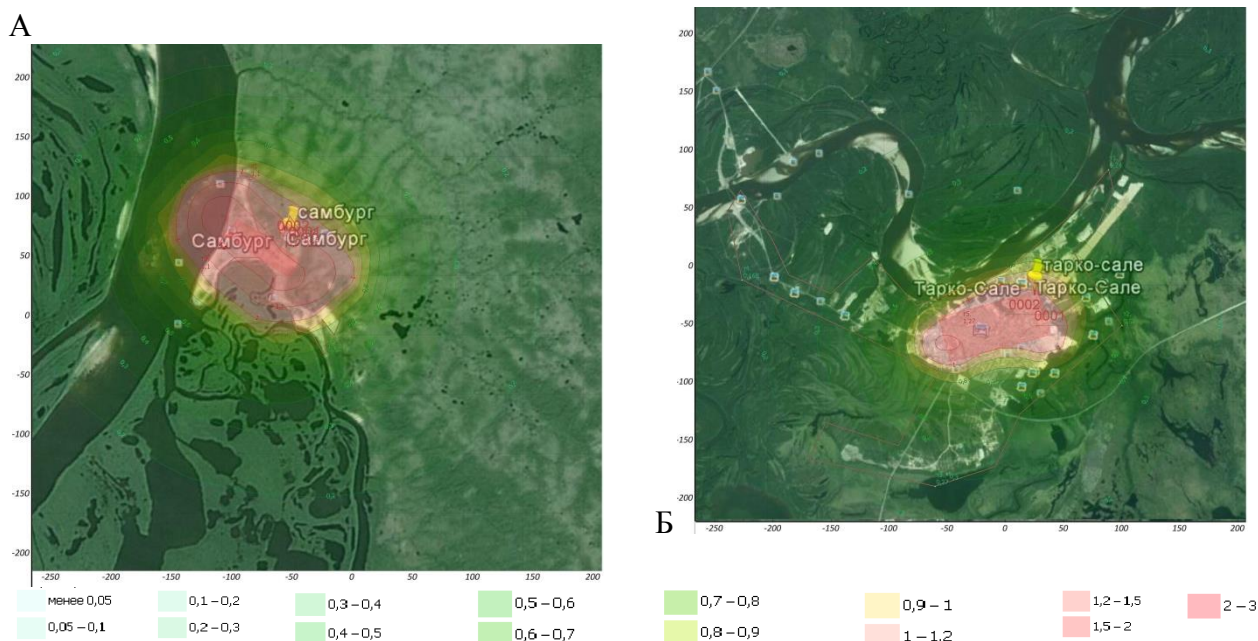


Рис. 1. Карта-схема Устьпуровско-Тазовской (А) и Пуровской (Б) геокриологических областей, с изолиниями расчётных концентраций по всем рассматриваемым загрязняющим веществам и группам суммаций, выраженных в долях ПДК (Масштаб 1:2500)

Следующий источник загрязнения атмосферы – это оксид углерода (класс опасности 4, имеющий резорбтивное действие), по которому превышение составило 1,2 ПДК. Данный факт может способствовать образованию парникового эффекта, что, по прогнозам ученых, приведет к повышению рисков для физического благополучия человека. Еще один загрязнитель атмосферного воздуха – оксиды азота. Известно, что оксиды азота в атмосфере могут трансформироваться на составляющие (NO_2 и NO). При этом нами установлено превышение ПДК по диоксиду азота в 3 раза.

Проведен поиск корреляционных взаимосвязей между антропогенными факторами окружающей среды, в частности загрязнения воздушного бассейна и климатическими условиями территории. Нами обнаружено, что выброс загрязняющих веществ в атмосферу ($r=0,58$ при $p<0,05$) сопровождается увеличением числа дней с туманами в теплый период года. Это связано с тем, что продукты конденсации водяного пара над поверхностью суши аккумулируют различные загрязняющие вещества, которые приводят к образованию туманов. Также выявлены достоверные корреляционные взаимосвязи между количеством диоксида серы в атмосферном воздухе и годовой абсолютной влажностью воздуха

($r=0,620$; $p<0,01$), который подкисляют почву и воду, что негативно сказывается на физическом благополучии МНС, проживающих на данных территориях.

Что касается количества и вида осадков, то обнаружены корреляционные взаимосвязи, носящие обратнопропорциональный характер между выбросом в атмосферу оксидов азота и количеством осадков за холодный, теплый периоды, так и за год в целом ($r=-0,530$ при $p<0,05$; $r=-0,670$ при $p<0,01$; $r=-0,53$ при $p<0,05$ соответственно), а также наибольшей высотой снежного покрова и массой выброса диоксида серы в атмосферу ($r=-0,550$ при $p<0,05$). Это свидетельствует о том, что антропогенное загрязнение воздушной среды северных территорий является одним из факторов, способствующим к снижению осадков в анализируемых геокриологических районах, что подтверждается рядом других авторов при оценке современных изменений осадков (тренд к снижению осадков на 3 – 5 % и снижение снегоотложений за последние 20 – 25 лет) [7].

Таким образом, своеобразие антропогенных проблем, которое сопровождается освоением природных ресурсов, обусловлено экстремальными природно-климатическими условиями окружающей среды Севера Тюменской области. Поэтому кроме исследования атмосферного воздуха и расчета максимальной приземной концентрации вредных веществ нами проведен корреляционный анализ между антропогенными факторами окружающей среды и климатическими условиями территории, в процессе, которого доказано существенное влияние техногенных нагрузок на хрупкую и ранимую природу северных территорий, в частности на изменение климата, что не могло сказаться на физическом благополучии коренного населения, проживающего в данных областях.

Библиографический список

1. Геокриология СССР. Западная Сибирь / Под ред. Э. Д. Ершова. – М.: Недра, 1989. – 454с.
2. ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ. – М.: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Министерства здравоохранения РФ, 2003. – 86 с.
3. ГН 2.1.6.2309-07 Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. – 134 с.
4. Мамаева, Н. Л., Квашнина, С. И. Проблемы экологии в нефтегазовой отрасли на Тюменском Севере // Известия вузов. Нефть и газ. – 2011. – № 5. – С. 123-125.
5. Мамаева, Н. Л., Петров, С. А. Экологические проблемы Арктической зоны Российской Федерации // Известия вузов. Нефть и газ. – 2015. – № 5. – С. 148-152.
6. Мельников, В. П. Новейшие явления, концепции, инструментарий как фундамент для старта к новым горизонтам криологии // Криосфера Земли. – 2012, Т. XVI. – № 4. – С. 3-9.
7. Павлов, А. В., Малкова, Г. В. Современные изменения климата на севере России: альбом мелкомасштабных карт. – Новосибирск: Академ. изд. «Гео», 2005. – 54 с.

8. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух / Научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха (НИИ Атмосфера), Научно-исследовательский институт экологии человека и окружающей среды им. А.И. Сысина, Российский государственный медицинский университет, Фирма «Интеграл». – 9-ое изд. доп. и перераб. – СПб.: ОАО НИИ Атмосфера, 2012. – 421 с.

9. Петров, С. А., Мамаева, Н. Л. Иммуные характеристики тундровых ненцев в зависимости от климатогеографических условий проживания // Вестник Тюменского государственного университета. – 2014. – № 6. – С. 187-193.

10. Mamaeva, N. L., Petrov, S. A. The influence of geo-ecological characteristics on the body condition of the indigenous Yamal population // Tyumen state university herald. – 2013. – № 6. – P. 122-127.

УДК 504.03

С. Г. МАРЬИНСКИХ, канд. биол. наук,
заместитель директора – начальник ОППДиИЭИ
Филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по УФО» по Тюменской области

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ НА СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Филиал ФГБУ «ЦЛАТИ по УФО» по Тюменской области. Россия, 652023, г. Тюмень, ул. Одесская, д. 27. Тел.: +7 (3452) 41-56-11; эл. почта: maryinskih.sg@clati72.ru

Ключевые слова: водные объекты, нефтегазовый комплекс, Демьянка, рейды.

В статье рассмотрены экологические проблемы, возникающие на водных объектах в связи с развитием нефтегазового комплекса.

Вода – это жизнь, а значит, состояние водных объектов определяет качество нашей жизни.

Рассмотрим состояние водных объектов юга Тюменской области на примере реки Демьянка, поскольку она протекает через группу Уватских месторождений и впадает в Иртыш.

Название реки связано с именем главы хантыйского рода, жившего здесь в шестнадцатом веке, князя Нимньюяна, и первоначально звучало, как Нимнянка. Впоследствии оно было усвоено русскими в более привычной форме: Демьян – Демьянка.

Река Демьянка берёт начало в Большом Васюганском болоте на северо-востоке Омской области в месте слияния Южной и Восточной Демьянок. Далее течет по территории Уватского района Тюменской области и впадает в Иртыш справа на 318 км от его устья. Длина реки 1159 км, площадь бассейна 38,4 тыс. км² при средней его высоте 90 м.

Река имеет Западно-Сибирский тип водного режима. Питание преимущественно снеговое. Половодье 2,5–3 месяца (май-июль), с быстрым подъёмом и затяжным спадом уровней. Подъём уровней воды составляет 5–8 метров, в мно-

годованные годы до 9–10 метров. Межень начинается с конца июля, является устойчивой, с дождевыми паводками. Замерзает река в конце октября – начале ноября, вскрывается в мае. Весенний ледоход проходит на подъёме половодья, местами возникают заторы.

Бассейн заселён слабо; освоение очаговое. На реке расположены небольшие деревни (Сор, Урматка, Нефедова, Избы-Ненское, Черемной, Лумкой, Урненское и др.). Верховья долины и большие отрезки в среднем и нижнем течении сохраняют первозданный облик. Освоению препятствуют территориальная изолированность Демьянки, окружённой сплошными массивами болот. Современный этап развития экономики долины связан с освоением нефтяных месторождений в среднем течении реки – Усть-Тегусского (с 2009 г. началась пробная эксплуатация) и Западно-Эпасского (открыто в 2008 г.). Освоение ведётся такими нефтедобывающими компаниями как ООО «РН-Уватнефтегаз», ОАО «Сибнефтепровод», ООО «Газпромнефть-Хантос». По долине и пойме прокладываются дороги и зимники, в пойме и на склонах долины сооружаются отсыпки скважин, разведочных баз, вахтовых посёлков. На 80 км от устья через Демьянку переброшен мост железной дороги Тюмень – Сургут, здесь же расположена железнодорожная станция Демьянка, посёлок и компрессорная станция КС-7. В устье реки расположено с. Демьянское (население 2,9 тыс. жителей). Судоходство нерегулярное, в половодье мелкотоннажными судами завозятся грузы к посёлкам Усть-Тегусского месторождения.

По состоянию на 20 января 2016 года ООО «РН-Уватнефтегаз» начал промышленную добычу нефти на Западно-Эпасском месторождении.

Его извлекаемые запасы нефти составляют более 17 млн. тонн. В настоящее время скважинный фонд насчитывает 7 единиц. Проведение на двух скважинах операции по гидроразрыву пласта позволило повысить их общий дебит нефти до 470 м³/сут.

Начало промышленной добычи на Западно-Эпасском является важным этапом масштабной программы по вводу новых месторождений Уватского проекта. В 2015 году были введены в эксплуатацию три новых месторождения – Протозановское, Южно-Гавриковское и им. Малыка.

Восточный центр освоения занимает наибольшую долю в объеме добычи Уватского проекта – в 2015 году добыча на месторождениях ВЦО составила 9,8 млн тонн нефти.

Восполнение добычи предприятия приростом запасов в 2015 году составило 150%.

Ежегодная добыча нефти на месторождениях Уватского проекта выросла с 1,2 млн. тонн в 2004 году до 11 млн тонн в 2015 году.

Зимнее месторождение (недропользователь ООО «Газпромнефть-Хантос») открыто в 1992 году. В разработке с 2006 года.

Территориально месторождение расположено на границе Кондинского (ХМАО-Югра) и Уватского (Тюменская область) районов и разделено на два лицензионных участка.

Несмотря на значительный объем извлекаемых запасов нефти Зимнего месторождения, по состоянию на начало 2015 года текущие извлекаемые запасы по категории С1 составляют 23 млн. тонн углеводородов, большая часть из них – 65% относится к категории трудноизвлекаемых, разработка которых осложнена многими геологическими факторами. Трансформация сетки вводимых скважин с регулированием забойного давления, одновременный пересмотр системы поддержания пластового давления и процесса интенсификации добычи обеспечили ключевой прирост уровня добычи нефти в 2015 году.

Значительный прирост техногенной нагрузки на юге Тюменской области, обусловленный обустройством и обслуживанием нефтегазовых месторождений, очевидно, оказывает влияние на состояние окружающей среды, в том числе на водные объекты.

Значение реки Демьянка переоценить сложно. Река богата рыбой. В Демьянке можно встретить такие виды рыб как стерлядь, нельма, язь, лещ, судак, щука, окунь, в пойменных озёрах – карась.

Вода отличается прозрачностью и чистотой; в последнее время в связи с началом эксплуатации нефтяных месторождений в зонах разведки, добычи, в местах подводных переходов нефте- и газопроводов, у населённых пунктов в пробах отмечается повышенное содержание различных загрязняющих веществ (нефтепродуктов, ионов меди, железа, аммония).

На реке Демьянка ежегодно лабораторией Тюменского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Тюменский ЦГМС) – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Обь-Иртышское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ «Обь – Иртышское УГМС») фиксируется экстремально высокое содержание нефтепродуктов и других загрязняющих веществ. Поскольку в 2013 году максимальные значения концентраций были зафиксированы в апреле Региональной общественной экологической организацией «Ветераны-экологи Тюменской области» в рамках общественного экологического контроля было принято решение провести отбор проб воды в апреле 2014 года.

Рейд был проведен по реке Демьянка от гидропоста наблюдения Тюменского ЦГМС и до впадения в реку Кальча с осмотром и отбором проб в местах водопользования и устья рек Кальча и Марьяк по следующим точкам:

– р. Кальча, 100 м выше ППМН;

- р. Кальча ,100 м ниже ППМН;
- р. Демьянка, 100м выше ППМН;
- р. Демьянка, 100м ниже ППМН;
- р. Демьянка, 100м выше впадения р. Марьяк;
- Устье р. Марьяк;
- р. Демьянка, 100м ниже впадения р. Марьяк;
- р. Демьянка, 100м выше ППМГ;
- р. Демьянка, 100м ниже ППМГ – в районе гидропоста.

Объем забора воды на лабораторные исследования определен из расчета определений химического качества воды по 18 показателям.

В ходе экологического рейда реки Демьянка с притоками рек Кальча и Марьяк в границах Тюменской области установлено:

1. Река Демьянка в нижнем ее течении (от устья р Кальча до гидропоста) характеризуется низким солесодержанием - содержание хлоридов не превышает 2 мг/дм³ при ПДК 300 мг/дм³, сульфатов 1,5 мг/дм³ при ПДК 100 мг/дм³. В целом концентрация сухого остатка колеблется от 202,5 до 279,5 мг/дм³. Содержание металлов, за исключением железа общего и меди, в пределах нормы. Водородный показатель воды в норме. Содержание нефтепродуктов на всех участках рек ниже ПДК и колеблется в Демьянка от 0,01 до 0,025 мг/дм³, в р. Кальча – от 0,04 до 0,05 мг/дм³, р. Марьяк- 0,017 мг/дм³.

2. В пробах воды реки Демьянка отмечено высокое содержание железа общего, ион - аммония и меди:

2.1. Во всех отобранных пробах – 9 точках, содержание железа и ион- аммония в воде превышает ПДК для рыбохозяйственных водных объектов,

- содержание железа общего в реке Демьянка в среднем 30 ПДК, в реках Кальча и Марьяк - около 3 ПДК.

- содержание ион – аммония в реках Демьянка, Кальча и Марьяк в пределах 3-4 ПДК.

2.2. Превышение почти в 3 раза концентрации меди в одной точке – ниже ППМГ.

3. Отмечается влияние подводных переходов продуктопроводов на состояние воды реки Демьянка и ее приток – река Кальча:

3.1. ППМН 59°25'36,5" с.ш. , 70°00'21,9" в.д. на р. Кальча оказывает отрицательное влияние на качество воды - прослеживается увеличение взвешенных веществ и нефтепродуктов в 100м ниже участка нахождения подводного перехода магистрального нефтепровода;

3.2. ППМН 59°32'12,7" с.ш., 70°08'36,5" в.д. на реке Демьянка оказывает влияние, незначительно увеличивается концентрации по железу и иону – аммо-

ния в точке ниже участка нахождения подводного перехода магистрального нефтепровода;

3.3. ППМГ 59°29'24,1" с.ш., 70°00'54,8" в.д. на реке Демьянке оказывает отрицательное влияние, прослеживается увеличение содержания взвешенных веществ и железа общего. Резко увеличивается содержание меди в точке ниже нахождения подводного перехода магистрального газопровода.

4. Качественная характеристика реки Демьянка в районе гидропоста (01,км ниже газопровода) по данным филиала ФБУ «ЦЛАТИ по УФО» по Тюменской области 2 апреля 2014 году сопоставима с данными лаборатории Тюменского ГМЦ 2 апреля 2013. Подтвердилось повышенное содержание меди, железа общего, содержание взвешенных веществ – на том же уровне. Повышенное содержание нефтепродуктов реки Демьянка не выявлено.

Содержание нефтепродуктов на всех участках рек ниже ПДК и колеблется в реке Демьянка от 0,01 до 0,025 мг/дм³, в реке Кальча – от 0,04 до 0,05 мг/дм³, реке Марьяк - 0,017 мг/дм³.

При этом на протяжении 2014-2015 годов Тюменским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды были выявлены случаи высокого и экстремально высокого уровня загрязнения поверхностных вод реки Демьянка. Максимальное превышение значений ПДК в 2014 году составило 194 раза, 2015 году – 199,6 раза в пункте расположенном в 3,85 км к югу от села Демьянское. В остальные периоды рассматриваемых лет превышений выявлено не было. Повторный рейд по реке был проведен в декабре 2015 года Департаментом недропользования по Тюменской области. Превышений значений ПДК по нефтепродуктам на всех участках рек выявлено не было.

Заключение. Поскольку на территории Тюменской области Демьянка протекает вне населенных пунктов, а акватория реки используется без изъятия воды для прокладки и эксплуатации подводных переходов нефтепроводов, газопроводов; для производства работ по замене продуктопроводов; строительства причалов и мостов изменения в качестве воды не связано со сбросами в данный водный объект. Рейды, проведенные общественной организацией и Департаментом, носили разовый характер, а значит, выявить причины значительных колебаний концентрации нефтепродуктов не могли.

Анализ значений концентраций нефтепродуктов в поверхностных водах выявляет превышения в период активного снеготаяния и половодья. Для выявления причин рейд должен иметь системный характер, проводиться в течение года, на разных участках. При этом мобилизация группы пробоотбора должна быть сокращена до минимума, т.к. река имеет течение и при позднем реагировании источники негативного влияния становится невозможно.

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ПОЙМЕННЫХ ДРЕНИРУЕМЫХ ТОРФЯНИКАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 634003, г. Томск, ул. пл. Соляная, д. 2; Тел.: +7 (3822)65-35-21; эл. почта: belsib1946@mail.ru.

Ключевые слова. Пойменные торфяники, многолетние травы, испарение, водопотребление, атмосферные осадки, биоклиматический коэффициент водопотребления.

В статье представлены результаты многолетних наблюдений за суммарным испарением многолетних трав на пойменных торфяниках, осушаемых закрытым гончарным дренажем. Предложены биоклиматические коэффициенты водопотребления многолетних трав.

Исследования проводились на польдерной мелиоративной системе «Верхний луг» Зырянского района Томской области площадью 472 га, расположенной в пойме р. Кия (левый приток р. Чулым). Вся площадь осушена закрытым гончарным дренажем.

Торфяники занимают часть центральной и притеррасную пойму, подстилаются глинами и суглинками. В пределах опытного участка мощность торфяной залежи составляет 1,0-1,5 м. Торф осоковый и древесно-осоковый, степень разложения органического вещества 40-50 %, зольность 11,8-42,6 %, рН = 5,1-6,0. Объёмная масса метрового слоя торфяников изменяется в пределах 0,18-0,47 г/см³, плотность – 1,59-2,68 г/см³, общая порозность – 72,6-89,0 %. На участке произрастают сеяные многолетние травы, представленные овсяницей луговой, тимофеевкой луговой, клевером красным, кострцом безостым.

Наблюдения проводились на варианте дренажа 25 × 1,10 м. Площадка для определения испарения оборудовалась четырьмя испарителями ГГИ 500-50, почвенным дождемером ГР-28 и техническими весами РП-100. Цилиндры с почвенными монолитами взвешивались 1 раз в 5 дней, одновременно замерялось количество просочившейся в водосборные сосуды воды. Учёт выпавших атмосферных осадков производился ежедневно. Зарядка испарителей почвенными монолитами осуществлялась 2 раза в месяц. На площадке проводились наблюдения за уровнем грунтовых вод и влажностью почвы.

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований и результаты наблюдений за уровнем грунтовых вод и влажностью торфяников приведены в *табл. 1*.

Таблица 1

Тепловлагообеспеченность вегетационных периодов (V-IX месяцы)

| Годы исследований | Атмосферные осадки, мм/% обеспеченности | Средняя температура воздуха, °С /% обеспеченности | Средняя глубина грунтовых вод, см | Средняя влажность 0-50 см слоя торфяников, % ПВ |
|-------------------|---|---|-----------------------------------|---|
| Первый | <u>194,2</u> 92,8 | <u>11,0</u> 94,8 | 94 | 75,0 |
| Второй | <u>312,7</u> 26,2 | <u>13,1</u> 53,5 | 102 | 76,0 |
| Третий | <u>259,4</u> 50,2 | <u>14,1</u> 13,5 | 71 | 81,7 |
| Четвёртый | <u>180,6</u> 99,0 | <u>13,6</u> 26,4 | 88 | 76,7 |

Вегетационный период первого года исследований по соотношению атмосферных осадков и температуры воздуха характеризуется как холодный и среднесухой, второго года – средний по температурным условиям и очень влажный, третьего года – тёплый, средний по влажности, четвертого года – тёплый и засушливый. Уровни грунтовых вод в первый и второй годы исследований находились на оптимальной глубине, в третий и четвертый годы – на благоприятной для развития многолетних трав глубине, влажность 0-50 см слоя торфяников была оптимальной во все годы исследований.

Суммарное водопотребление многолетних трав в течение периода исследований изменяется в широких пределах (табл. 2), что объясняется различием в гидротермических условиях и состоянии трав.

Таблица 2

Водопотребление многолетних трав, мм

| Месяц | Декада | Годы исследований | | | | |
|-----------------|--------|-------------------|--------|--------|-----------|------------------|
| | | первый | второй | третий | четвёртый | среднее значение |
| Июнь | I | 18,2 | 35,4 | 39,4 | 37,3 | 32,6 |
| | II | 9,4 | 25,6 | 47,5 | 54,2 | 34,2 |
| | III | 9,5 | 37,8 | 49,6 | 31,5 | 32,1 |
| | I-III | 37,1 | 98,8 | 136,5 | 123,0 | 98,9 |
| Июль | I | 36,7 | 56,8 | 26,9 | 28,0 | 37,1 |
| | II | 5,5 | 43,2 | 26,2 | 14,7 | 22,4 |
| | III | 8,3 | 29,6 | 16,8 | 32,9 | 21,9 |
| | I-III | 50,5 | 129,6 | 69,9 | 75,6 | 81,4 |
| Август | I | 34,2 | 26,8 | 21,6 | 27,2 | 27,5 |
| | II | 13,2 | 7,8 | 21,0 | 18,4 | 15,1 |
| | III | 14,9 | 12,7 | 12,0 | 19,5 | 14,8 |
| | I-III | 62,3 | 47,3 | 54,6 | 65,1 | 57,4 |
| Сентябрь | I | 7,9 | 8,5 | 14,9 | 14,2 | 11,4 |
| | II | 11,3 | 14,9 | 27,4 | 4,8 | 14,6 |
| | III | 10,7 | 5,7 | 9,9 | 8,0 | 8,6 |
| | I-III | 29,9 | 29,1 | 52,2 | 27,0 | 34,6 |
| Июнь – сентябрь | | 179,8 | 304,8 | 313,2 | 290,7 | 272,3 |

Водопотребление за декаду составляет 5,5-56,8 мм, в среднем 8,6-37,1 мм, за месяц – 27,0-136,5 мм, в среднем 34,6-98,9 мм. Максимальное водопотребление (20,6-43,6%, в среднем 36,3% от суммарного) наблюдается в июне, минимальное (9,3-16,7%, в среднем 12,7% от суммарного) – в сентябре. Суммарное водопотребление за VI-IX месяцы изменяется в пределах 179,8-313,2 мм. Минимальное водопотребление многолетних трав в первый год исследований объясняется слабым развитием травостоя в год посева, чему в немалой степени способствовали метеорологические условия: самая низкая температура воздуха (обеспеченность 94,8%) и незначительное количество атмосферных осадков (обеспеченность 92,8%). Среднее за период наблюдений водопотребление составило 272,3 мм.

Соотношение между испарением многолетних трав и количеством выпавших атмосферных осадков приведено в *табл. 3*.

Таблица 3

Разность между водопотреблением многолетних трав и атмосферными осадками, мм

| Месяц | Декада | Годы исследований | | | |
|-----------------|--------|-------------------|--------|--------|-----------|
| | | первый | второй | третий | четвёртый |
| Июнь | I | 14,6 | 25,1 | 23,9 | 28,9 |
| | II | 0,6 | 16,4 | 42,5 | 48,8 |
| | III | 5,3 | 2,6 | 12,6 | 18,4 |
| | I-III | 20,5 | 44,1 | 79,0 | 96,1 |
| Июль | I | 35,3 | 43,3 | 26,5 | 10,8 |
| | II | -2,2 | 40,6 | 26,2 | -42,3 |
| | III | 8,3 | 6,6 | -7,2 | 6,5 |
| | I-III | 41,4 | 90,5 | 45,5 | -25,0 |
| Август | I | 26,5 | -4,7 | 6,8 | 24,8 |
| | II | -29,6 | -37,1 | -25,0 | 8,9 |
| | III | -48,2 | -7,9 | -27,7 | 19,5 |
| | I-III | -51,3 | -49,7 | -45,9 | 53,2 |
| Сентябрь | I | -13,5 | -19,3 | 2,2 | 9,7 |
| | II | 9,7 | 14,6 | 27,1 | 2,1 |
| | III | -5,7 | -13,6 | -0,3 | 0,8 |
| | I-III | -9,5 | -18,3 | 29,0 | 12,6 |
| Июнь – сентябрь | | 1,1 | 66,6 | 107,6 | 136,9 |

Водопотребление превышает атмосферные осадки на протяжении 33 декад из 48, в течение которых проводились наблюдения. Преобладание осадков над водопотреблением отмечалось значительно реже – на протяжении 15 декад из 48. Испарение за месяц было меньше осадков в августе и сентябре в первый и второй годы наблюдений, в августе в третий год наблюдений и в июле в четвёртый год наблюдений при обеспеченности месячного количества осадков 6,5-33,8%. В целом за июнь-сентябрь водопотребление превышает осадки на 1,1-136,9 мм. Приведенные данные свидетельствуют о важной роли почвенных

влагозапасов при восполнении дефицитов атмосферной влаги для вегетации растений.

Среднесуточное водопотребление многолетних трав в июне составляет 0,9-5,4 мм (рис. 1). Максимальное суточное водопотребление (до 5,7 мм/сут) наблюдается в первой декаде июля. В дальнейшем интенсивность испарения уменьшается, достигая в сентябре минимальных значений 0,5-0,8 мм/сут.

На практике в качестве основных метеорологических характеристик, используемых при расчёте испарения, чаще всего применяются дефицит упругости водяного пара и температура воздуха. Широкое распространение получил биоклиматический метод определения испарения, разработанный А.М. Алпатьевым [1, 2], и доведенный до практического применения С.М. Алпатьевым [3], в основе которого лежит зависимость

$$E = K_d \Sigma d, \quad (1)$$

где E – испарение за определённый промежуток времени, мм; Σd – сумма среднесуточных дефицитов упругости водяного пара за рассматриваемый период, мб; K_d – биоклиматический коэффициент водопотребления, мм/мб.

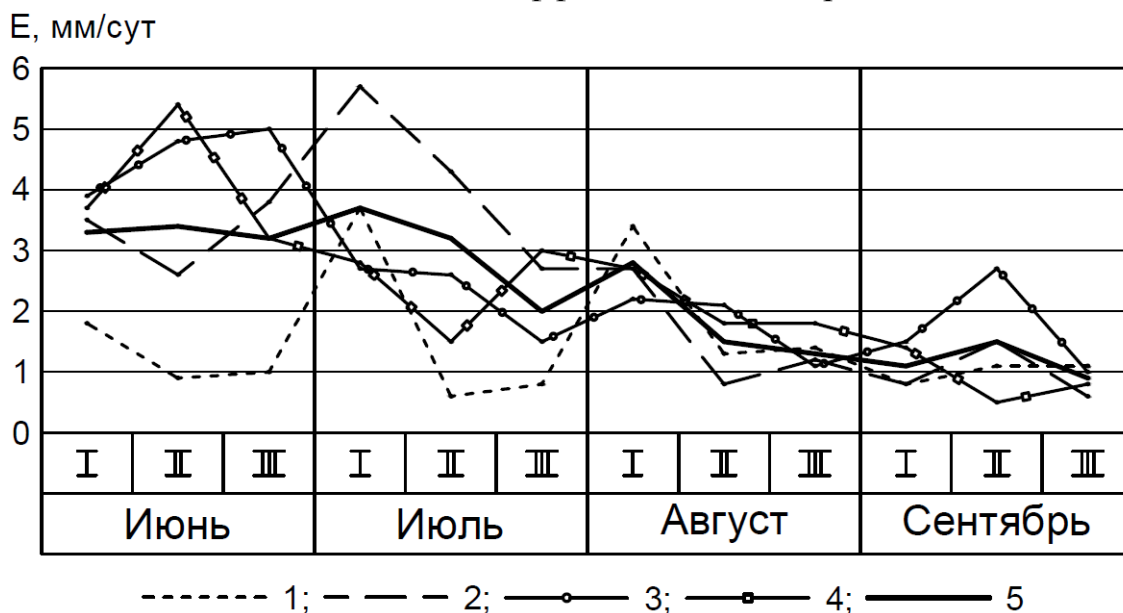


Рис. 1. Среднесуточное водопотребление многолетних трав: 1 – первый год; 2 – второй год; 3 – третий год; 4 – четвёртый год; 5 – в среднем за период наблюдений

Исследованиями [4, 5, 6] установлена тесная связь между испарением и температурой воздуха, что даёт основание для расчёта испарения по формуле

$$E = K_t \Sigma t, \quad (2)$$

где Σt – сумма среднесуточных температур воздуха за рассматриваемый период, °С; K_t – биоклиматический коэффициент водопотребления, мм/град.

Нашими исследованиями установлено, что между декадными значениями E и Σd , E и Σt имеется зависимость, существенная на 1 %-ном уровне значимо-

сти, причём зависимость между водопотреблением и суммой температур воздуха более тесная, чем между водопотреблением и суммой дефицитов упругости водяного пара, $r_{Ed} = 0,47$, $t = 3,63 > t_{01} = 2,69$, $r_{Et} = 0,55$, $t = 4,49 > t_{01} = 2,69$.

Полученные экспериментально значения суммарного испарения были использованы для вычисления биоклиматических коэффициентов водопотребления сеяных многолетних трав на пойменных дренируемых торфяниках, значения которых приведены в *табл. 4*.

Из данных *табл. 4* видно, что коэффициенты K_t варьируют гораздо меньше, чем K_d , декадные значения K_d изменяются в пределах 0,23-0,48 мм/мб, декадные значения K_t – в пределах 0,12-0,20 мм/град. В целом за VI-IX месяцы биоклиматические коэффициенты водопотребления составляют следующие значения: $K_d = 0,41$ мм/мб, $K_t = 0,16$ мм/град.

Таблица 4

Биоклиматические коэффициенты водопотребления сеяных многолетних трав (K_d , K_t) на пойменных дренируемых торфяниках

| Месяц | Декада | K_d , мм/мб | K_t , мм/град |
|-----------------|--------|---------------|-----------------|
| Июнь | I | 0,40 | 0,19 |
| | II | 0,43 | 0,20 |
| | III | 0,45 | 0,20 |
| Июль | I | 0,47 | 0,18 |
| | II | 0,48 | 0,14 |
| | III | 0,48 | 0,12 |
| Август | I | 0,47 | 0,12 |
| | II | 0,45 | 0,12 |
| | III | 0,42 | 0,12 |
| Сентябрь | I | 0,38 | 0,12 |
| | II | 0,32 | 0,13 |
| | III | 0,23 | 0,15 |
| Июнь – сентябрь | | 0,41 | 0,16 |

Полученные материалы по суммарному испарению многолетних трав могут быть использованы при обосновании режимов осушения и дополнительного увлажнения осушаемых торфяных почв.

Библиографический список

1. Алпатьев, А. М. Влагооборот культурных растений / А. М. Алпатьев. – Л.: Гидрометеоиздат, 1954. – 248 с.
2. Алпатьев, А. М. Влагообороты в природе и их преобразования / А. М. Алпатьев. – Л.: Гидрометеоиздат, 1969. – 323 с.
3. Алпатьев, С. М. Поливной режим сельскохозяйственных культур в южной части Украины / С. М. Алпатьев. – Киев, 1965. – 88 с.
4. Михальцевич, А. И. Режим орошения культурных пастбищ на торфяно-глеевых почвах Полесья / А. И. Михальцевич, К. С. Пантелей, Н. Я. Гриневич // Мелиорация переувлажнённых земель. – Минск: Ураджай, 1976. – С. 98-110.
5. Стариков, Х. Н. Увлажнение осушаемых торфяников / Х. Н. Стариков. – М.: Колос, 1977. – 295 с.

6. Юшкаускас, Ю. Суммарное водопотребление многолетних трав при дождевании / Ю. Юшкаускас // Вопросы регулирования водного режима избыточно увлажнённых земель. – Елгава, 1974. – С. 34-42.

УДК 628.218

И. Э. МАХМУДОВ, д-р техн. наук;
Д. Э. МАХМУДОВА, канд. техн. наук;
Н. МУРАДОВ, научный сотрудник

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЧИРЧИКСКОГО И АХАНГАРАНСКОГО РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТОКА РЕК НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАНА

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации. Узбекистан, 100187, г. Ташкент, м. Карасу-4, д. 11; эл. почта: dildoram76@mail.ru.

Ключевые слова: Чирчик-Ахангаранский речной бассейн, гидрографическая сеть, питание р. Чирчик, режим жидкого стока р. Чирчик.

В статье приведена общая характеристика бассейна рек Чирчик и Ахангаран. Приведено гидрографическое описание р. Чирчик. Рассмотрено питание р. Чирчик и внутригодовое изменение стока.

Общая характеристика бассейна. Рассматриваемый бассейн составляется из трех самостоятельных бассейнов, но в низовьях границы между ними стираются, а ирригационная сеть переплетается, благодаря чему сток рек смешивается, и с водохозяйственной точки зрения принято рассматривать эти три бассейна как единый. Границами бассейна рек Чирчик, Ахангаран и Келес являются: на юге и востоке Кураминский и Чаткальский хребты, на севере - Таласский Алатау и его западные отроги; с запада бассейн открыт и его границей служит долина Сырдарьи. Вследствие открытости бассейна с запада удельная водоносность водосборной его части очень высокая, в особенности, если принять во внимание его высоту. Так, средний модуль стока водосборной площади рассматриваемого бассейна, занимающего 19 700 км², равен 15,23 л/с км², а средний модуль водосбора р. Чирчик (выше с. Ходжикент), отличающегося наибольшей высотой, равен 20,7 л/с км².

Рельеф горной области бассейна складывается хребтом Таласского Алатау и его юго-западными отрогами, конфигурация, высотные отметки и ориентация которых в основном определяют гидрографическую сеть и режим рек бассейна. Высота Таласского Алатау большей частью превышает 3500 м, а отдельные вершины превосходят 4000 м, оставаясь ниже 4500 м (г. Манас, 4888 м). Южный склон хребта чрезвычайно развит и дает ряд громадных отрогов, протяги-

вающихся в юго-западном направлении, как например, Угамский, Пскемский, Джетысанда и особенно, Чаткальский хребты. Высота гребней перечисленных отрогов Таласского Алатау, за исключением Угамского хребта, также на значительном протяжении превышает 3500 м, а вершины нередко выдаются за 4000 м. Угамский хребет большей частью ниже 3500 м и только в немногих местах превышает отметку 3500 м.

Высота следующего, юго-западного отрога Таласского Алатау, хребта Каржантау, являющегося водоразделом рек Угам (правый приток р. Чирчик) и Келес, еще меньше: не поднимается выше 3000 м; на значительном же протяжении отметка его ниже 2000 м. Хребет Казыкурт, служащий как бы продолжением Таласского Алатау на западе и отделяющий бассейн р. Келес от бассейнов р. Арысь и собственно Сырдарьи, отличается крайне незначительной высотой. Даже на востоке в верховьях бассейна р. Келес его высота не достигает отметок 3000 м; по направлению к юго-западу высоты резко уменьшаются. Так, уже западнее меридиана $69^{\circ}30'$ его высота не превышает 900 м, а близ Сырдарьи отметки хребта снижаются до 300 м.

Хребты, слагающие водосборы рек Чирчик, Ахангаран, Келес имеют сравнительно незначительную высоту, нигде не поднимаясь выше 4580 м (на долю высот более 4000 м в водосборе р. Чирчик приходится всего 0,4% его площади, а в водосборе р. Ангрэн – 0,2%; в водосборе р. Келес наивысшая точка имеет отметку 2834 м). Это обстоятельство не благоприятствует широкому развитию здесь вечных снегов и обледенения, так как высота снеговой линии в бассейне колеблется в пределах 3300-4000 м. Наибольших размеров оледенение достигает в бассейне р. Майдантал на хребтах Майдантальском и Таласском Алатау. Площадь оледенения хребтов Чаткальского, Джетысанда и Пскемского меньше, а хребты Угамский, Каржантау, Казыкурт и Кураминский вовсе не имеют ледников. Размеры ледников крайне малы (максимальная площадь ледников не превышает 5,6 км², многие из них имеют площади менее 0,5 км²), а концы их не спускаются ниже 3000 м.

В водосборах рек Пскем и Чаткал зарегистрировано 200 ледников общей площадью 208,1 км². 118 ледников располагаются в водосборе р. Пскем и 82 - в водосборе р. Чаткал. Площадь оледенения соответственно равна 153,9 и 44,2 км².

Несмотря на незначительность оледенения водосбора р. Чирчик, в нем широко развиты снежники, преимущественно сезонные. Снежники – обычное явление и в водосборе р. Ангрэн, где оледенение отсутствует. Снежники играют весьма существенную роль в питании рек бассейна Сырдарьи и, в частности, рек рассматриваемого бассейна.

Крупнейшей рекой рассматриваемого бассейна является р. Чирчик, образующаяся слиянием рек Чаткал (левая) и Пскем (правая). На всем своем протя-

жении она принимает только два сравнительно крупных притока: справа р. Угам и слева р. Аксаката. Остальные притоки р. Чирчик носят характер саев. Часть из них доносит свою воду до р. Чирчик лишь в период прохождения снеговых половодий, дождевых паводков и селей, большая же часть притоков своих вод до р. Чирчик не доносит. Наиболее крупные из них с правой стороны Акташ, Шурабсай, Таваксай и Азатбаш и с левой Галибасай, Паркентсай и Башкзылсай. Не принимая в пределах равнинной области, по существу, ни одного притока, р. Чирчик здесь интенсивно разбирается на орошение сетью каналов, из которых наиболее крупными являются Зах, Бозсу (правый) и Северный Ташкентский канал (в верхней части называемый Карасу левобережный), отличающиеся большой пропускной способностью и имеющие вид настоящих рек. Воды р. Чирчик разбираются на орошение и используются для нужд гидроэнергетики (деривационный канал Чирчикских ГЭС сбрасывает часть своих вод по Бозсуйскому тракту непосредственно в р. Сырдарью). Выклинивание грунтовых вод на поверхность нижних террас приводило к заболачиванию их. Наибольшее развитие заболачивание достигало по левобережью. В настоящее время заболоченные участки осушены путем устройства коллекторов.

Река Ахангаран, протекающая по южной части рассматриваемого бассейна, по своей величине и водоносности значительно уступает р. Чирчик. Истоками ее являются небольшие речки, стекающие со склонов Чаткальского и Кураминского хребтов. Ахангаран принимает большое количество притоков, из которых крупнейшими являются Арасан, Ташсай, Иердаш, Дукантсай, Карабаусай, Акчасай, Шавассай, Ниазбашсай и Гушсай. Все притоки р. Агрэн ниже с. Турк (последние шесть перечисленных выше), за исключением Дукантсая и Карабаусая, разбираются на орошение и теряют воду на своих конусах выноса. В течение продолжительного периода времени они пересыхают и до р. Ахангаран не доходят. Расходы Дукантсая и Карабаусая во второй половине лета исчисляются литрами. Всем перечисленным притокам свойственна интенсивная селевая деятельность. Ниже с. Турк, где долина р. Ахангаран расширяется, река дает начало серии арыков. Особенно интенсивен разбор воды на орошение в Шархинском гидроузле, ниже которого русло реки большую часть года бывает сухим. Еще ниже, однако, появляются выклинивающиеся грунтовые воды и ток воды по руслу возобновляется. Далее река пополняется чирчикской водой через канал Карасу (левый) и затем впадает в Сырдарью.

Наименее значительная по водоносности р. Келес протекает в северо-западной части бассейна. Основное питание река получает с северо-западного склона хребта Каржантау. Притоки р. Келес имеет только на протяжении первых 55 км от истока (слияние рек Джузумдук и Джегирген), ниже они отсутствуют, если не считать сухих оврагов. Келес, разбираясь на орошение еще в

пределах горной области, уже несколько выше с. Капланбек в некоторые месяцы почти пересыхает. Поэтому для орошения нижележащих земель в Келес перебрасывается чирчикская вода. Питаемый ею Келес в виде маловодной реки достигает Сырдарьи.

Гидрографическое описание реки. По характеру долины и русла р. Чирчик делится на два существенно отличных участка:

1) от слияния рек Чаткал и Пскем до головного узла Чирчикских ГЭС протяженностью 29 км,

2) от головного узла Чирчикских ГЭС до устья протяженностью 145 км.

На первом участке современная долина реки представляет собой каньон, врезанный в дно древней долины. На протяжении первых трех километров современная долина реки врезана в дно широкой межгорной депрессии на глубину до 30-40 м. Ниже, между селами Джарлытобе и Ходжикент, долина сильно сужается, образуя узкий горный проход, называемый «Чарвакская щель», с наименьшей шириной по дну 80 м. За с. Ходжикент древняя долина расширяется до 1 км, а к концу участка – до 7 км. Современная долина, врезаясь в дно древней, имеет ящикообразную форму, а в отдельных местах – V-образную. Ширина долины отличается относительным постоянством, изменяясь в пределах 80-150 м, в среднем около 100 м. Склоны долины представляют собой в большинстве случаев крутые и часто отвесные уступы террас. Поймы реки почти не имеет, за исключением короткого участка у слияния рек Пскем и Чаткал и небольших расширений долины, где река обычно дробится на рукава. Преобладающая ширина поймы 60-80 м, наибольшая 200 м (устье р. Угам). Русло реки умеренно извилистое. Самая нижняя часть участка является верхним бьефом головного узла Чирчикских ГЭС шириной 130-150 м. Плотина подпирает горизонты воды до 7 м; подпор распространяется на 0,5 км выше с. Газалкент.

Современная долина реки в верхней части второго участка имеет ящикообразную форму. Склонами ее являются преимущественно крутые и часто отвесные уступы террас. С продвижением вниз по реке уступы террас понижаются, и долина не имеет ясно видимых границ. Пойма реки на протяжении рассматриваемого участка получает широкое развитие; преобладающая ширина ее 0,5 - 0,7 км, наибольшая до 1 км (например, у с. Троицкого). Чирчик разветвляется на поверхности поймы на многочисленные рукава (до 6-10), постоянно меняющих свое местоположение. Поверхность поймы сильно пересечена старицами, рукавами, промоинами. В период половодья пойма заливается почти полностью, но не сплошь, а только в более пониженных местах, в результате чего образуется большое количество островов. На протяжении верхней половины участка берега реки большей частью крутые и обрывистые, но невысокие, значительно реже встречаются пологие берега (по преимуществу левые); на

протяжении нижней половины участка почти одинаково часто встречаются берега пологие, крутые и обрывистые, высота их невелика. Берега, как правило, неустойчивы, сильно размываются, особенно в половодье. Встречаются заболоченные участки берегов. У с. Ниязбаш в 55 км от устья река разделялась на два крупных рукава, вновь сливавшихся у с. Шунгар. Левый рукав носил название Калган-Чирчик и в малую воду превращался в ряд стариц. Теперь этот рукав отмер. В районе сел Шунгар и Чингиз влево от реки отходил второй крупный рукав, называвшийся также Калган-Чирчик. В настоящее время он почти потерял связь с рекой, собирает и сбрасывает в Сырдарью, главным образом, оросительные и грунтовые воды, дренирует прилегающую к нему низменную заболоченную местность. Рукав впадает в Сырдарью в 11 км выше устья р. Чирчик (рис. 1).



Рис. 1. Гидрографическая сеть Чирчикского речного бассейна

Питание. Режим жидкого стока. Сток р. Чирчик при выходе из гор состоит: на 55 % из стока р. Чаткал, на 36% из стока р. Пскем и на 9% из стока его правого притока р. Угам. Вследствие этого условия питания и внутригодовое распределение стока р. Чирчик должны отражать условия питания и распределение стока перечисленных рек, в особенности р. Чаткал. Средняя взвешенная высота водосбора р. Чирчик (створ бывш. Чимбайлыкской станции, $F=10\ 834\ \text{км}^2$) составляет 2548 м, т. е. на 57 м ниже средней высоты водосбора р. Чаткал и на 115 м ниже водосбора р. Пскем. Высоты более 3500 м в водосборе р. Чирчик занимают 9,3% его общей площади [1-2].

По выходе из гор средний расход р. Чирчик равен $224\ \text{м}^3/\text{с}$. Таким образом, средний модуль стока его водосбора равен $20,7\ \text{л/с км}^2$. Средние годовые

расходы воды находятся в пределах 132–348 м³/с; их коэффициент вариации равен 0,21. Среднее многолетнее распределение стока на протяжении года р. Чирчик характеризуется следующим: максимум стока наблюдается в июне, минимум – в феврале, причем период низких расходов охватывает обычно декабрь-февраль. В марте начинается существенное увеличение расходов воды, вызванное, главным образом, таянием снегов нижнего яруса (рис. 2).

В среднем сток за июль-сентябрь составляет 61% стока за март-июнь. В отдельные годы он может возрасти до 89% или опуститься до 41%.

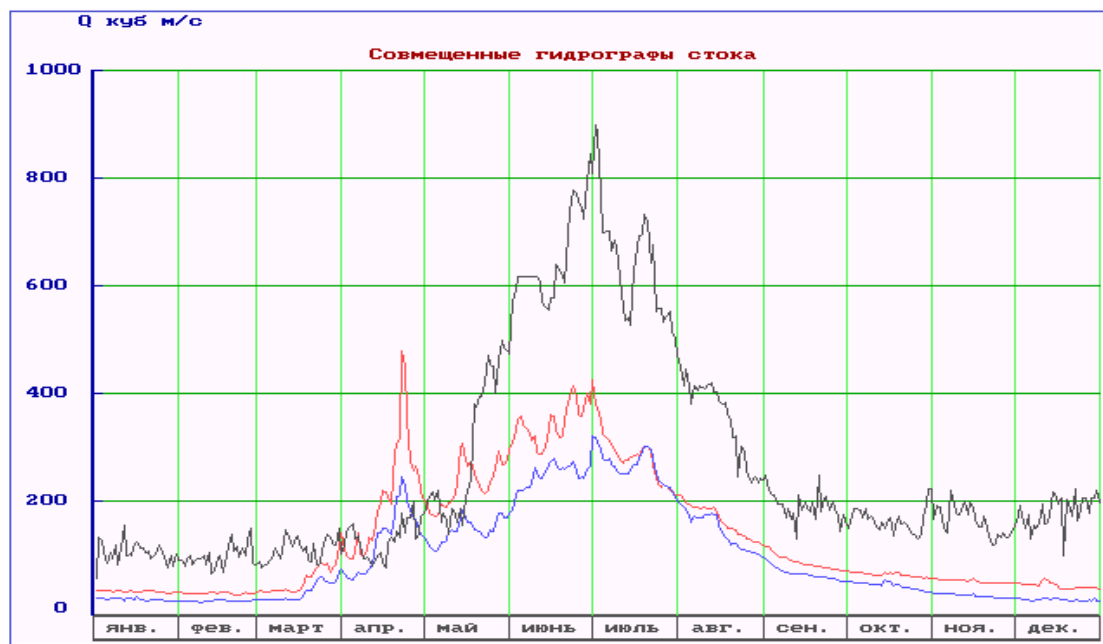


Рис. 2. Гидрограф р. Чирчик у г. Ходжикент (2012 г.)

Вскоре после выхода из гор режим р. Чирчик начинает претерпевать изменения под воздействием разбора воды на орошение и изъятий ее для нужд гидроэнергетики. В то же время в русло поступает значительное количество сбросных и грунтовых вод. В последние годы в период межени вся вода реки забирается в деривационный канал Чирчикских ГЭС, часть ее по Бозсуйскому водному энергетическому тракту проходит через каскад ГЭС и сбрасывается непосредственно в Сырдарью по руслу канала Нижний Бозсу. Таким образом, ниже головного узла Чирчикских ГЭС в межень в русле р. Чирчик собираются только грунтовые и сбросные воды, поступающие ниже узла. Приток грунтовых и сбросных вод в р. Чирчик имеет место на всем его протяжении.

На первом участке в состав дополнительных вод вошли сбросы небольших саев, исключены были только сбросы Аксакаты и Акташа.

Весьма значительное выклинивание грунтовых вод наблюдается на левом берегу р. Чирчик, в частности, грунтовые воды поступают в русло канала Карасу и в коллекторы. На правом берегу выклинивания значительно меньше.

В общем, дополнительные водные ресурсы в равнинной части бассейна р. Чирчик составляют 48 м³/с или 21% притока воды из гор по руслу р. Чирчик.

Сброс чирчикской воды в Сырдарью осуществляется по руслу р. Чирчик (станция Чиназская), по каналу Нижний Бозсу и в 1925-1935 гг., когда действовал рукав Калган-Чирчик, по этому рукаву.

Расходы воды у устья р. Чирчик по сравнению с расходами при выходе из гор наиболее резко снижаются в мае-ноябре, т.е. в период наибольшего разбора воды для нужд орошения и гидроэнергетики. В эти месяцы сток у устья составляет от 21 до 62% стока при выходе из гор. Наименьшим изменениям подвержен сток в феврале-марте (81,8-93,5%), когда изъятия воды в наибольшей степени компенсируются поступлением воды в русло.

Что касается сброса чирчикской воды в Сырдарью, то за годы наблюдений он составил 164 м³/с, а с учетом воды, поступающей в р. Келес, -167 м³/с, или почти 75% стока воды, поступающей с гор (у с. Ходжикент). Таким образом, использование воды в бассейне р. Чирчик весьма незначительно.

Выводы: Проведенными предварительными исследованиями установлено наличие достаточного большого объема, не используемого на территории Республики Узбекистан речного стока, транзитом пропускаемого в настоящее время в реку Сырдарью в сторону Казахстана. В связи с этим возникает необходимость в будущем следует произвести сравнительные технико-экономические расчеты для различных сценариев мобилизации водных ресурсов Чирчик-Ахангаранского речного бассейна для экономико-экологических нужд Узбекистана.

Библиографический список

1. Махмудов, И. Э. Повышение эффективности управления и использования водных ресурсов в среднем течении бассейна р. Сырдарья (Чирчик-Ахангаран-Келесский ирригационный район) // Республика илмий техник анжуман. Ташкент, 2015.
2. Схема комплексного использования водных ресурсов рек Амударья и Сырдарья. Средазгипроводхлопок. 1984, 1987 гг.

УДК 639.312

И. С. МУХАЧЕВ, д-р биол. наук, профессор

МАЛЫЕ ВОДОЁМЫ КАК БАЗИС ЭФФЕКТИВНОГО АГРАРНО-РЫБОВОДНОГО СЕЛЬСКОГО ФЕРМЕРСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ

ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья». Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Республики, д. 7; Тел.: +7 922-486-99-89; эл. почта: Fishmis@mail.ru.

Ключевые слова: гидротехническое обустройство озера, интенсификация рыбоводства, интеграция рыбоводства с разведением гусей и других сельскохозяйственных животных.

На озере Китмень Нижнетавдинского района Тюменской области площадью 174 га обосновано создание интегрированного фермерского рыбоводно-птицеводческого хозяйства, способного выращивать 150-180 т ценной товарной рыбы и 7-8 тыс. гусей. Фермерское хозяйство интенсивного типа может быть прототипом для других муниципальных районов Тюменской и соседних областей.

Отечественная наука качественно и предметно развивает тезис: «Повышение устойчивости сельских территорий России» на основе разных направлений хозяйственной деятельности. На предыдущей XVII Международной научно-практической конференции, состоявшейся в ГАУС год назад на эту тему заслушан доклад В.А.Ефимова [1], всесторонне обосновавшего целесообразность и необходимость функционирования Государственной программы устойчивого развития сельских территорий, и в качестве одного из первых примеров использовать природные ресурсы муниципальных районных территорий Тюменской области.

Данная тема актуальна и обсуждается в других регионах России. Причём, авторы обоснований [2], [3], [4] рекомендуют использовать различные местные водоёмы в качестве ведущего (основного) плацдарма для создания эффективных аграрно-рыбоводных ферм, хозяйств, т. е. небольших поселений типа хутора, которые впоследствии могут трансформироваться в компактные и удобные сельские поселения. Аналогичные процессы свойственны и многим другим странам, использующих местные водоёмы и технологии аквакультуры для улучшения социально-экономического положения сельского населения [5].

В этой связи нами на основе инициативы специалистов Нижнетавдинского муниципального района Тюменской области в 2015 г. выполнено «Рыбоводно-биологическое обоснование к созданию рыбхоза «Китмень». В нашей разработке базовым стержнем рыбхоза, интегрированного с другими видами сельскохозяйственного производства, является озеро Китмень площадью 174 га. Этот водоём расположен в 8 км севернее от районного центра, а вблизи него проходит автодорога областного значения. Характеристика озера Китмень Нижнетавдинского представляет следующее (табл. 1).

Таблица 1

Морфологические показатели озера Китмень

| Площадь, га | Показатели глубины, м | | Водный режим |
|-------------|-----------------------|---------|---|
| | максимальная | средняя | |
| 174 га | 11,0 | 56,6 | Сток с водосбора. Гидрологическая связь через старицу в весенний паводок с р. Тавда |

Химический состав воды озера Китмень, согласно выполненного анализа в сертифицированной лаборатории Госрыбцентра, гидрокарбонатно-кальциевый, сумма общих ионов составляет 80,5 мг/дм³, показатель рН 7,39,

что полностью соответствует отраслевому стандарту для рыбоводной деятельности. По форме озеро Китмень напоминает подкову, обращенную в западном направлении окончаниями водоёма к промежуточной старице (отделяющей озеро от р. Тавда). Оз. Китмень соединено со старицей лишь одной узкой протокой, шириной 15 м, которую при организации процесса выращивания товарной рыбы в озере, необходимо оборудовать плотинной-рыбозаградителем стационарного типа.

В пределах окаймлённого подковообразным озером на земельном участке, превышающем 300 га, расположено 15 лентовидных озерин, заполняемых вешним паводком и пригодных для преобразования в нагульно-выростные рыбоводные пруды. Современная естественная кормовая база озера оценивается как среднекормная. Местная ихтиофауна представлена плотвой, окунем, щукой, золотым и серебряным карасями. Расчет прогнозируемой продукции рыб разных спектров питания при организации их выращивания в оз. Китмень по пастбищной технологии представлен в *табл. 2*.

Технология пастбищного товарного рыбоводства на оз. Китмень объективно сопряжена с необходимостью гидротехнического обустройства водоёма.

Для реального воплощения современного научно-технического прогресса в практику рыбоводства на оз. Китмень Нижнетавдинского района нами обосновано выращивание товарной рыбы в соответствии пастбищной (озерной), прудовой (интенсивной) и индустриальной – садково-бассейновой технологий. С этой целью необходимо осуществить первоочередные такие мероприятия:

1. Администрации Нижнетавдинского района юридически закрепить водоем – озеро Китмень и прибрежную окрестную территорию в состав хозяйства для ведения комплексного фермерского интегрированного сельскохозяйственного производства на водоёме и околводном пространстве. Данное хозяйство может выращивать 150-180 т ценной товарной рыбы и 7-8 тыс. товарных гусей (18-20 т мяса), а также выращивать на пастбищной основе значительное поголовье овец либо лошадей.

2. Осуществить электрификацию хозяйства (территории) посредством проведения ЛЭП (с установкой подстанции) к проектируемым производственным подразделениям (рыбоводные участки и цехи, и др. технологические сооружения).

3. Выполнить гидротехническое обустройство озера Китмень плотинной-рыбозаградителем и осуществить зарегулирование стока трех групп многочисленных озерков в единые водорегулируемые пруды, заливающихся в весенний паводок. Гидротехнические работы позволят весьма быстро и эффективно модернизировать озера в пруды интенсивного типа для выращивания рыбопосадочного материала и товарной ценной рыбы, что реально при проведении

технико-мелиоративных гидротехнических работ и применения специальной малогабаритной техники.

4. Построить рыбоводный бассейновый цех (модуль) на берегу озера для содержания производителей ценных объектов выращивания, инкубации их икры и подращивания личинок, оборудовав его водоподачей из озера и артезианского источника.

5. Сформировать садковое рыботороварное хозяйство на понтонных линиях с общей площадью садков 0,7-0,8 га.

Таблица 2

Расчет суммарной годовой продукции рыб разных спектров питания при организации их выращивания в оз. Китмень (174 га) по пастбищной технологии.

| Показатель | Величина для расчета | Возможный выход товарной рыбы, т/ в год (в расчете на 174 га озера) |
|--|----------------------|---|
| Биомасса фитопланктона за вегетационный период (расчетная), г/м ³ | 2,0 | |
| Реальная продукция фитопланктона, г/м ³ | 60 | |
| Использование продукции фитопланктона белым толстолобиком, % | 50 | |
| Кормовой коэффициент – КК фитопланктона | 50 | |
| Суммарный прирост ихтиомассы белого толстолобика за счёт фитопланктона, кг/га | 28-35 | Белый толстолобик: 4,5-6,0 тонн |
| Биомасса зоопланктона, (по данным исследований), г/м ³ | 1,0-1,8 | |
| Реальная продукция зоопланктона, г/м ³ | 14,0 | |
| Использование продукции зоопланктона рыбами, % | 60 | |
| Кормовой коэффициент – КК зоопланктона | 8 | |
| Суммарный прирост ихтиомассы сиговых зоопланктофагов, кг/га | 37-40 | Пелядь и др. сиговые: 6,0-7,0тонн |
| Биомасса зообентоса (годовая), г/м ² (по данным исследований) | 10,0-11,5 | |
| Реальная продукция зообентоса. г/м ² | 11,0 | |
| Использование продукции зообентоса рыбами-бентофагами, % | 50 | |
| Кормовой коэффициент – КК зообентоса | 6 | |
| Суммарный прирост ихтиомассы рыб-бентофагов, кг/га | 29-30 | Карп: 4,0-5,0тонн |
| Реальная продукция молоди местных рыб (окунь, плотва) в качестве корма для судака и щуки, г/м ² озера | 5-6 | Судак, щука: 1,0-1,3 тонн |
| Кормовой коэффициент – КК мелкой рыбы как корма для быстрорастущих хищников | 4 | |
| Реальная продукция фитофага – белого амура за вегетационный период (расчетная), г/м ² | 3-4 | Белый амур: 2,0-3,0 тонн |
| Ежегодный улов выращиваемой рыбы, Итого: | тонны | 17,5-22,3 |

Реализация рыбоводно-технологического обоснования в практику интегрированного сельскохозяйственного предприятия на базе озера Китмень, будет способствовать производству значительного количества пищевого продукта и реально обеспечивать новыми рабочими местами местное население.

В 2015 г. ООО «Дальний свет», приступившее к созданию интегрированного рыбхоза «Китмень» соорудило на берегу рыбоводный цех с мини-УЗВ, первую понтонную линию с 10 рыбоводными садками, в которых апробированы технологии выращивания радужной форели, муксуна, судака.

В технико-экономическом обосновании рыбхоза на оз. Китмень содержится предложение о создании управляемого комплекса по производству жизнестойкой молоди ценных рыбоводных объектов и выращиванию товарной рыбы, востребованной на рынке Тюменской области. В этой связи обоснована система биотехники рыбоводных работ, базирующаяся на апробированных зональных нормативах рыбоводного процесса.

Объемы планируемого рыбоводного продукта на основе современных индустриальных технологий весьма значительные, для осуществления которых требуется построить соответствующую инфраструктуру:

- блок (цех) УЗВ для содержания производителей ценных рыб;
- блок (цех) УЗВ для инкубации икры и подращивания личинок и мальков ценных быстрорастущих рыб;
- садковые линии на понтонах для выращивания товарной рыбы и содержания маточных стад;
- прудовые выростные и нагульные акватории интенсивного типа;
- комплекс помещений для подращивания промышленного количества гусят (май-июнь) и содержания растущей птицы на берегу прудового водоёма;
- холодильник для временного хранения товарной рыбы.

По аналогичной схеме нами по заданию Департамента АПК Тюменской области выполнено эколого-рыбхозхозяйственное обследование большой группы пойменных водоёмов реки Ишим.

В научно-технологической разработке «Исследование и подбор стариц реки Ишим в пределах Викуловского, Абатского, Ишимского и Казанского районов для выращивания товарной рыбы по интенсивной технологии.

Разработка рекомендаций для предприятий» констатируется следующее: в пойме реки Ишим выявлено более 270 стариц. Из них в Казанском районе более 60, Ишимском – 70, Абатском – 80, в Викуловском – 50. В настоящее время озера-старицы не используются для выращивания рыбы, а лишь некоторые из них используются местным населением для вылова рыбы. Однако в каждом муниципальном районе имеются по 10-15 озер-стариц, которые после незначительных технико-мелиоративных работ могут быть приспособлены для уста-

новки садковых понтонных линий и индустриального выращивания ценных объектов товарного рыбоводства. Эти водоёмы также пригодны для зарыбления жизнестойкой молодью карпа, растительноядных и других рыб на однолетний и двухлетний нагул, что существенно повышает их рыбохозяйственную значимость.

Для эффективного и экономичного отлова выращенной рыбы созданы соответствующие технологии [6], [7], использование которых целесообразно на большинстве Тюменских водоёмов. В муниципальных районах Тюменской области, аналогично и в других регионах России, имеется множество разнообразных естественных ландшафтов, пригодных для внедрения интегрированного рыбоводно-аграрного производства [8], [9].

Развитие товарного рыбоводства методами озерного, прудового и индустриального выращивания в интеграции с другими направлениями аграрного производства способствует прогрессу социально-экономического развития сельских территорий России.

Библиографический список

1. Ефимов, В. А., Величко, М. В. Тюменская область и региональный пилотный проект ландшафтно-усадебной урбанизации, развития трудового потенциала // Водные ресурсы и ландшафтно-усадебная урбанизация территорий России в XXI веке: сб. докл. XVII междунар. научно-практ. конф.: в 2-х т. – Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2015. – Т. 1. – С. 198-203.
2. Борисов, Д. В. Развитие фермерской аквакультуры как фактор повышения устойчивости сельских территорий // Развитие регионального АПК в XXI веке: тенденции и перспективы: мат. междунар. научно-практ. конф. / Рос. Акад. С.-н наук. Сиб. Региональное отделение ГНУ СибНИИЭСХ. – Барнаул, 2010. – С. 137-142.
3. Борисов, Д. В. Повышение устойчивости сельских территорий на основе фермерской аквакультуры (на материалах Алтайского края): автореф. дис. ... на соиск. уч. степ. канд. экон. наук. – Новосибирск, 2011. – 24 с.
4. Львов, Ю. Б. Кластерное рыбоводство как способ повышения интенсивности производства рыбной продукции // Вестник АГТУ. – 2015. – № 4. – С.109-118.
5. Sorgeloos P. Aquaculture: the Blue Biotechnology of the Future // World Aquaculture. – September. – 2013. – P. 16-31.
6. Слинкин, Н. П. Новые методы интенсификации озерного рыбоводства и рыболовства. – Тюмень: ТюмГСХА, 2009. – 151 с.
7. Техника для рыбоводства: справочник / Под общ. ред. А. И. Литвиненко. – Тюмень: ФГПУ Госрыбцентр, 2010. – 248 с.
8. Серветник, Г. Е. Пути освоения сельскохозяйственных водоёмов. – М.: ВНИИР, 2004. – 130 с.
9. Мухачев, И. С. Озерное товарное рыбоводство. – СПб.: «Лань», 2013. – 400 с.

А. Б. НАСРУЛИН, канд. геогр. наук,
зав. лабораторией Гидрометрии и метрологии;
Э. И. ЧЕМБАРISOB, д-р геогр. наук,
главный научный сотрудник;
Т. Ю. ЛЕСНИК, канд. геогр. наук

ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИ АНАЛИЗЕ ИЗМЕНЕНИЙ АГРОЛАНДШАФТОВ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, 100000, Узбекистан, г. Ташкент, ул. Кары Ниязова, д. 39; Тел.: +7 (99871) 265-18-53; эл. почта: nasrulin@mail.ru.

Ключевые слова: бассейн Аральского моря, агроландшафты, качество водных ресурсов, космический мониторинг.

На примере научно-исследовательских работ по анализу агроландшафтов Южного Приаралья рассмотрено значение использования космического мониторинга, позволяющего более детально учесть географические изменения.

В НИИИВП при ТИИМ с 2012 г. начались научно-исследовательские работы по фундаментальной теме: «Генезис, формирование и режим поверхностных вод Узбекистана и их влияние на загрязнение и засоление агроландшафтов». Реализация проекта осуществляется коллективом специалистов, имеющих значительный опыт в выполнении крупных научно-исследовательских проектов по различным республиканским и международным программам, охватывающим все направления планируемых исследований, в том числе в области гидроэкологии, мелиоративной гидрологии и гидрохимии, картографии, математической статистики и т.д.

В сложившихся геополитических условиях на рубеже XX и XXI веков система водопотребления Узбекистана имеет устоявшуюся структуру, теперь, когда появились проблемы, связанные с нехваткой водных ресурсов для нужд населения, сельского хозяйства и промышленности требуются новые решения рационального использования воды, особенно для эффективности использования оросительной воды в фермерских хозяйствах. Особое значение имеет возможность изыскать дополнительные водные ресурсы для обеспечения функционирования агроландшафтов. Кроме того, в последние годы гидрохимическое состояние речных вод Южного Приаралья значительно ухудшилось, что может негативно повлиять воспроизводство плодородия земли, водных ресурсов, гарантированной защиты от загрязнения мест поселений, труда и отдыха людей.

Это происходит из-за того, что на протяжении всего бассейна реки, Амударья является приемниками различных загрязненных стоков, в том числе и минерализованных коллекторно-дренажных вод, стекающих с орошаемых территорий. Основываясь на официальных данных Минсельводхоза, было рассчитано, что только в орошаемой зоне юго-западных ирригационных районов Республики Узбекистан в год формируется до 7,0-7,5 км³ коллекторно-дренажных вод [3]. Естественно, что при дефиците оросительной воды (особенно в мало-водные годы) перед специалистами остро стоит вопрос анализа изменений агроландшафтов и повторного использования коллекторно-дренажных вод в народном хозяйстве. Здесь помогут проведенные научные исследования авторов выявлению закономерностей миграции легкорастворимых солей и загрязняющих веществ в поверхностных водах Южного Приаралья [4, 5, 6].

Целью научных исследований было проведение анализа динамики стока и качества поверхностных вод Южного Приаралья, с помощью космических снимков можно было наглядно увидеть изменение географических ландшафтов, также было уделено особое внимание к выявлению всех аспектов использования и изменения агроландшафтов (рис. 1).

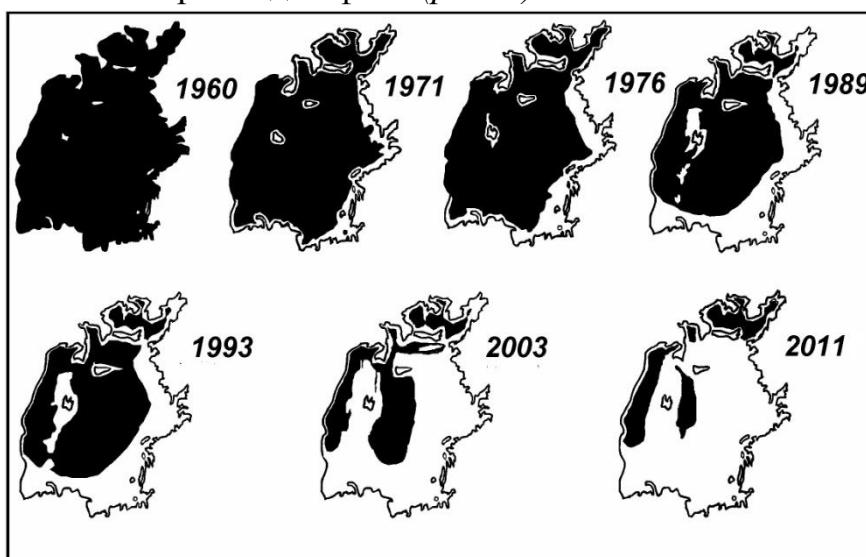


Рис. 1. Изменение уровня Аральского моря (по космическим снимкам Google)

В 20-м веке началось изменение уровня Аральского моря, которое негативно повлияло на агроландшафты и водопользование дельты реки Амударьи. На рис. 1 выявляется постепенное уменьшение площади Аральского моря, появляется новая пустыня – Аралкумы. Поэтому использование методов космического мониторинга [1, 2] позволяет оперативно реагировать и прогнозировать изменения формирования режима поверхностных вод Узбекистана и их влияние на загрязнение и засоление агроландшафтов [7].

Ухудшение качества орошаемых почв агроландшафтов Южного Приаралья в значительной степени связано со снижением уровня Аральского моря.

Эоловый перенос солей с обсохшего дна моря и аккумуляция их на почвенном покрове орошаемых ландшафтов вызывает рост степени засоления (рис. 2).



Рис. 2. Уровень Аральского моря 1973 г. уровень Аральского моря 2014 году (космоснимки Google)

Пример анализа гидрохимических данных по методике гидроэкологического мониторинга по речным створам для оценки качества грунтовых вод и засоления территории дельты реки Амударьи, приведен на рис. 3.

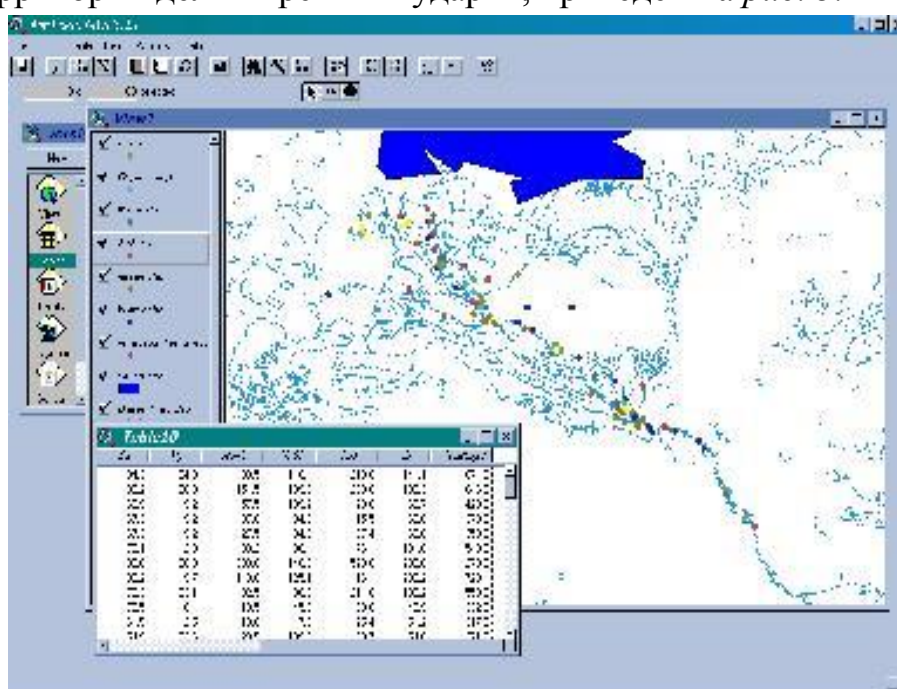


Рис. 3. Пример использования ГИС (система ArcView GIS) для гидроэкологического мониторинга дельты реки Амударьи. Данные в виде таблиц с гидрохимическими данными привязаны к карте в табличной форме в формате DBF4 (dBASE IV)

Полученные данные по гидрохимическому составу вод, использовались при анализе изменения агроландшафтов, с учетом изменения площадей по космическим снимкам.

В ходе исследований для анализа агроландшафтов были решены следующие задачи:

- выявление основных закономерностей гидрохимической ситуации и их влияние на агроландшафты;
- установлены источники ухудшения качества воды;
- выполнен сопряженный анализ современного гидроэкологического состояния;
- разработаны методы картографирования гидрохимической ситуации в условиях дестабилизации природной среды;
- разработана система рекомендаций и практических мероприятий, направленных на улучшение гидроэкологической ситуации Южного Приаралья.

Библиографический список

1. Насрулин, А. Б. Иванов, Н. В. Опыт картографического изучения типов сельского расселения по материалам космической съемки (на примере Ферганской региона) // Выпуск 9-10. ЦНИИГАиК СССР, сборник Госцентра «Природа», 1987. – С. 40-41.
2. Насрулин, А. Б. Гулямова, Л. Х. Использование материалов космофотосъемки для изучения и картографирования динамики развития населенных пунктов Узбекистана. / Картография и научно-технический прогресс: тезисы докладов. – Л., 1988. – С. 154-155.
3. Nasrulin A. B. Lieth. H. Elaboration of Systems Hydroecological Monitoring of Aral Sea Basin. / M. Matthies, H. Malchow & J. Kriz (eds.) Integrative Systems Approaches to Natural and Social Dynamics. Springer-Verlag Berlin, appr. August 2001. – P. 249-261.
4. Чембарисов, Э. И., Насрулин, А. Б., Лесник, Т. Ю. Методика гидроэкологического мониторинга оценки качества поверхностных вод // Проблемы освоения пустынь. – Ашхабад. – 2005. – № 1. – С. 32-36.
5. Насрулин, А. Б. Опыт использования ГИС-технологий для оптимизации водопользования // Современные проблемы развития рыночной экономики: мат. регион. научно-практ. конф., 17 ноября 2011 г, г. Георгиевск / Рост. Гос. Эконом ун-т (РИНХ). – Ростов н /Д, 2011. – С. 273-277.
6. Насрулин, А. Б. Опыт использования географических информационных систем при исследовании водных ресурсов бассейна Аральского моря // Россия и Германия. – 2013. – № 1 (5). – С. 4-7.
7. Чембарисов, Э. И., Лесник, Т. Ю., Насрулин, А. Б., Чембарисов, Т. Э. Использование метода пластики рельефа при решении водных проблем // Водные ресурсы и ландшафтно-усадебная урбанизация территории России в XXI веке: сб. докл. XVII междуна. научно-практ. конф.: в 2-х т. – Тюмень: ТюмГАСУ, 2015. – Т. 1. – С. 153-158.

УДК 504.4.062.2

А. Ф. РЕХТИН, доцент

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ ЗА РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДЫ

ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 634003, г. Томск, ул. пл. Соляная, д. 2; Тел.: + 7 (3822) 65-35-21; эл. почта: kaf_wiw@tsuab.ru.

Ключевые слова: вода, услуги, водообеспечение, стимулирование, ресурсы, отчисления, реализация, экономия, прибыль, нормативно-балансовый метод.

В инфраструктуре водоснабжения наиболее эффективным объектом капиталовложения по возврату инвестиций является стимулирование за рациональное использование воды внутри водопроводного хозяйства. Новый подход к оплате услуг может обеспечить работу водопроводных хозяйств в условиях полного хозрасчета, стимулирование экономии воды и других ресурсов и необходимые отчисления в государственный бюджет.

Водообеспечение населения является важнейшей социальной задачей, это признано как на федеральном уровне, так и на уровне субъектов Российской Федерации. Свидетельством тому являются вышедшие законы «О питьевой воде» и программа «Об обеспечении населения России питьевой водой».

Принятие этих законодательных актов позволило активизировать инвестиционный процесс в сфере питьевого водоснабжения, обеспечить экономическое стимулирование деятельности водопроводных предприятий и таким образом создать основу для дальнейшего устойчивого развития водохозяйственных систем.

Однако, законодательные акты не решают всех проблем. Из года в год наблюдается рост тарифов на энергоресурсы при снижении качества услуг, что имеет множество причин и предпосылок, усиливающихся в условиях длительного реформирования жилищно-коммунальной сферы, а также мирового экономического кризиса. Поэтому единственная возможность снизить затраты на энергоресурсы осуществить полноценный переход на политику энергоресурсосбережения. Перспектива по экономии за счет внедрения водосберегающих технологий даёт политический, социальный и экономический выигрыш.

Анализ водопроводных хозяйств показывает, что резервы экономии энергоресурсов значительны и для систем водоснабжения заключаются, прежде всего, в экономии воды путем снижения утечек и нерациональных расходов [1, 2, 3].

Экономия воды и электроэнергии во многом зависит от уровня эксплуатации и организации контроля за расходом воды [1, 2, 3, 4]. Однако подъём уровня эксплуатации на более высокий уровень связан с разработкой и внедрением плано-экономических стимулов воды.

Действующая в настоящее время система реализации воды от достигнутого уровня требует ежегодного увеличения подачи воды, не считаясь с фактической потребностью, не стимулирует борьбу с утечками и нерациональными расходами, т.к. они оплачиваются потребителями [4, 5, 6]. Чем менее рачительно относится к использованию воды потребитель, тем лучше показатели работы водоканалов. Такой подход, не смотря на призывы законодательных актов к

экономии воды, до сих пор не позволяет изменить создавшуюся ранее ситуацию, а удельное водопотребление до сих пор в 1,5-2 раза превышает аналогичные показатели в странах Западной Европы [5, 6].

Это связано с тем, что административные рычаги воздействия на водопроводные хозяйства ставятся в противоречие с результатами экономической деятельности. Уход от такой системы стал возможным при переходе водоканалов на нормативно-балансовый метод водообеспечения и использования принципов хозяйственного расчёта, при которых предприятие должно участвовать в формировании государственного бюджета, т. е. должно вносить плату за используемые производственные фонды и ресурсы (природные, трудовые, земли, воду). Эти платежи – важный стимул рационального использования производственных ресурсов.

Новый подход к водообеспечению определил совсем другие задачи и цели для водохозяйственных предприятий – готовность обеспечить потребителя водой при заранее заявленных интенсивности водопотребления и качества воды. При реализации такого подхода водообеспечивающие предприятия вынуждены стимулировать экономию всех видов ресурсов внутри водопроводного хозяйства (снижение утечек, сверхнормативных напоров, уменьшение расходов воды на собственные нужды, электроэнергии, реагентов, материалов) [1, 2].

Практика такого подхода к водообеспечению позволяет оценить труд коллектива водоканалов, а экономию направлять не только в фонд материального стимулирования, но и не менее 40% в фонд развития предприятия [4]. При этом фонд экономического стимулирования увеличится против достигнутого уровня в 1,5 раза, повысится заинтересованность в техническом перевооружении, уменьшится трудоемкость производственных процессов.

При этом основными составляющими фонда экономического стимулирования предприятия должны стать [1, 2, 6]:

1. Экономическое стимулирование за рациональное использование воды.
2. Условия премирования.
3. Размер премии и распределение её между участниками мероприятий по сокращению потерь воды.

При реализации факторов стимулирования следует учитывать: Выполнение плановых заданий по обеспечению потребителей водой позволяет отчислять в фонд материального поощрения до 20% от фонда заработной платы.

Снижение уровня эксплуатационных потерь воды на собственные нужды, обеспечивают сумму экономического стимулирования в размере 50%.

Снижение уровня удельного водопотребления дает право оставлять всю сумму реализации от сэкономленного объёма воды с правом самостоятельного распределения прибыли между участниками мероприятия.

Экономия эксплуатационных издержек от уровня планируемой себестоимости полностью остается у предприятия.

Взаимная ответственность за соблюдением режима водопотребления (напоры, ночное водопотребление и т.д.) дает возможность устанавливать размер экономии с учетом объема потребления воды и льготных договорных цен, например, при потреблении 50% планируемого объема воды в часы малого её разбора льготный тариф на воду устанавливается на уровне 30% к действующему тарифу, при 25% объеме – на уровне 50%, а менее 25% объема – на уровне 80%. Кроме того предприятие может оказывать услуги населению, другим водопользователям по договорным ценам. В этом случае разница между договорной ценой и тарифом за воду остается в распоряжении водоканалов.

Таким образом, нормативно-балансовый метод планирования водообеспечения является основной экономической стимуляцией рационального использования воды с распределением премии между всеми участниками мероприятий: инженерно-технические работники до 20% суммы (не более 30%); рабочие в зависимости от коэффициента участия (КТУ) от 0,1 до 1,5% (не должны превышать 75% тарифной ставки). Повышения КТУ составляет: 0,1% – за профессионализм; 0,1% – за совмещение профессий; 0,2% – за инициативу; 0,2% – за пятый разряд. Кроме того, применение нормативно-балансового метода позволит обеспечить сбалансированность технических, экономических и материальных планов, а также повысить эффективность использования водных ресурсов.

Библиографический список

1. Авдеев, В. В. Задействовать экономический механизм энергосбережения / В. В. Авдеев // Жилищное и коммунальное хозяйство. – 1998. – № 5. – С. 15-18.
2. Гительман, Л. Д. Экономический механизм региональной энергетической политики / Л. Д. Гительман. – Екатеринбург: Изд-во УрОРАН, 1997. – 256 с.
3. Куханович, А. И. Энергосберегающие мероприятия в жилищно-коммунальном хозяйстве / А. И. Куханович, В. С. Григорьев, М. Г. Дашевский // Водоснабжение и Санитарная техника – 1986. – № 6.
4. Обельченко, И. О. Рациональное использование воды в жилищно-коммунальном хозяйстве. Обзорная информация / И. О. Обельченко. – М.: Изд-во ЦБНТИ Минжилкомхоза РСФСР, 1988. – 52 с.
5. Рехтин, А. Ф. Основы ресурсосбережения: учеб. пособие / А. Ф. Рехтин, А. А. Зенкин; под общ. ред. В. В. Дзюбо. – М.: Изд-во ТГАСУ, 2006. – 71 с.
6. Рехтин, А. Ф. Эффективность энерго-и-ресурсосберегающих технологий в ЖКХ г. Томска / А. Ф. Рехтин // Известия региональной энергетической комиссии Томской области. – 2005. – № 10. – С. 56-59.

НЕОБХОДИМОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ АГРАРНОГО КООПЕРАТИВНОГО КЛАСТЕРА В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья». Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Республики, д. 7; Тел.: +7 950-498-94-59; эл. почта: smarygina.yekaterina@yandex.ru

Ключевые слова: аграрный кооперативный кластер, разработка кластера, принципы создания кластера, сельскохозяйственная кооперация, кластерный подход.

На основе анализа современных экономических условий и существующих в Тюменской области кооперативных структур, обоснованы необходимость и перспективы создания и развития аграрного кооперативного кластера, показана его эффективность. Приведены принципы и этапы создания кластера.

Современное политическое и экономическое положение, в котором находится Россия, требует повышения эффективности производства, в том числе и АПК, перевода его на инновационный путь развития и импортозамещения. Решение данных задач должно быть основано на взаимном сотрудничестве между хозяйствующими субъектами и потребителями продукции.

Учитывая отечественный и мировой опыт развития как экономики в целом, так и сельского хозяйства в частности, можно сделать вывод о необходимости применения кластерного подхода к развитию кооперации в Тюменской области.

На сегодняшний день кооперация Тюменской области представляет собой следующие структуры, которые до сих пор не объединены и действуют разрозненно: Тюменский областной союз потребительских обществ (Тюменьоблпотребсоюз), Тюменский областной союз северных потребительских обществ (Тюменьоблсеверпотребсоюз), а также сельскохозяйственная: производственная и потребительская, включая, кредитную, сельскохозяйственная кооперация. Также в регионе работает сельскохозяйственный потребительский кредитный кооператив второго уровня – СКПК «Тюмень». В регионе функционируют ревизионные кооперативные союзы, учебные заведения, готовящие кооперативные кадры, консультационные организации, оказывающие кооперативам свои услуги и т. д. [3, с. 237].

Необходимость создания аграрного кооперативного кластера продиктована как современными экономическими условиями, в которых находится страна: вступление России в ВТО, санкционная политика, обесценивание национальной валюты, так и общим геополитическим положением, так как данные

условия влияют также и на сельскохозяйственную кооперацию, которая является важной составной частью агропромышленного комплекса страны, который, также, как и другие отрасли пострадал от последних политических и экономических событий, но может в свою очередь стать одним из локомотивов развития экономики страны и выхода из финансово-экономического кризиса.

Перспективы создания кластера кроются в его эффективности. Основными критериями эффективности аграрного кооперативного кластера должны являться рост экономической эффективности деятельности сельскохозяйственных кооперативов; рост рентабельности и производительности труда; обеспечение реализации интересов участников организаций, трудовых коллективов кооперативов; а также полное удовлетворение потребностей жителей сельской местности в продукции, работах, услугах и повышение качества жизни.

Кластерный подход к повышению эффективности сельскохозяйственного производства и кооперации позволяет стимулировать инновационные процессы в экономике. При создании успешных кластеров возникает синергетический эффект от взаимодействия их участников. В кластерах формируется сложная комбинация конкуренции и кооперации. При объединении в аграрный кооперативный кластер субъекты, входящие в него, смогут как на региональном, так и на всероссийском рынке действовать как единая сеть, что позволит им противостоять глобальной конкуренции корпораций, которая особенно усилилась при вступлении России в ВТО за счет снижения барьеров импорта сельскохозяйственной продукции. Однако, в свете последних событий (экономические санкции против России, и ответные меры нашей страны) аграрный кооперативный кластер может стать мощным стимулом для подъема сельскохозяйственного производства региона, так как он нацелен объединить и защитить интересы мелкотоварного сектора (КФХ, ЛПХ), который и является основной составляющей сельскохозяйственной кооперации и способен составить достойную конкуренцию крупным производителям и обеспечить своей продукцией население. Так, в Тюменской области, на долю КФХ и ЛПХ приходится 56% производимой сельскохозяйственной продукции, в том числе около 39% производства мяса 52% производства молока [2].

Подход к развитию регионального АПК, основанный на кластерах, находит все большее признание в России. Осознание необходимости инновационного развития АПК, стремление максимизировать использование экономического потенциала территорий активизируют усилия местных властей по формированию разного вида региональных аграрных кластеров.

Так, в соответствии с концепцией развития агропромышленного кластера Ставропольского края решаются задачи устойчивого увеличения производства аграрной продукции, ее доли на внутреннем и международных аграрных рын-

ках. Ставропольский агропромышленный кластер — масштабная интегрированная структура, охватывающая значительную часть региональной экономической системы, вклад его в валовой региональный продукт составляет 13,6%. В кластер включены 165 хозяйствующих субъектов: 42 предприятия по производству вина и коньяка, 40 — по розливу минеральной воды, 20 — по производству пива и безалкогольных напитков, 18 хлебозаводов, 16 молочных, 13 мясоперерабатывающих, 7 консервных заводов, 4 спиртзавода, 4 маслоэкстракционных завода, 1 сахарный завод. Научно-инновационное сопровождение кластера осуществляется в рамках Ставропольского государственного аграрного университета.

Некоммерческим партнерством «Центр инноваций» в Омской области реализуется федеральный проект «ПАРК: промышленно-аграрные региональные кластеры». Цель проекта — системное создание кластерных производств в регионах. Пилотная площадка — Омская область, где создан инновационный кластер из четырех комплексов: агропромышленный, нефтехимический, кремниевый, лесопромышленный. В качестве основных участники кластера рассматривают задачи создания комплекса глубокой переработки зерновых культур и биомассы, формирования интегрированной продовольственной и энергетической системы — совместное «выращивание» продовольствия и топлива на основе возобновляемых источниках сырья.

Агропромышленную компоненту кластерной структуры представляют сельскохозяйственное предприятие ООО «АПК «Титан», располагающее 100 тыс. га земли, и ООО «Титан-Агро», производственная площадка которого включает комбикормовый завод и свиноводческий комплекс. Омский промышленно-аграрный региональный кластер — это пример преимуществ кластерных технологий, которые позволяют решать не только экономические (8-кратное увеличение добавленной стоимости сырья и продукции), инновационные (5-кратное увеличение глубины переработки сырья), но и социальные задачи. В рамках кластера реализуются культурно-образовательные и спортивные программы, осуществляется поддержка науки и молодых ученых, принята к исполнению жилищная программа, созданы новые рабочие места, решаются проблемы экологии, новый импульс получили малый и средний бизнес, улучшается инфраструктура [1, с. 81].

Таким образом, в настоящее время в основном создаются и функционируют региональные агропромышленные кластеры. Однако нет кооперативных кластеров, как новой структуры, способной объединить в себе все ветви сельскохозяйственной кооперации и кооперацию системы Центросоюза.

В современных условиях создание аграрного кооперативного кластера должно основываться на следующих принципах:

– создание условий для технического перевооружения сельскохозяйственной кооперации и привлечение инвестиций на основе реально действующих коммерческих механизмов;

– активное применение инноваций как в технологиях, так и при управлении, что обязательно обеспечит устойчивое развитие субъектов кластера и их конкурентоспособность на региональном и всероссийском уровнях.

Кроме того, местные органы власти должны поддерживать кластер или своим государственным регулированием, или своим прямым участием в кластере. Именно такую политику проводят правительства стран с высокоразвитой экономикой.

Разработку кластера необходимо осуществлять поэтапно:

Первый этап – проработка проектов формирования кластера.

Здесь необходимо выделить ядро (сельскохозяйственные кооперативы и их объединения) – и периферию (Сфера торговли – магазины, кооперативный рынок; поставщики оборудования, сырья, материалов, информационно-консультационных услуг для ведения производства; учебные, научно-исследовательские и финансовые организации: банки, страховые, ветеринарные и иные компании; потребители и рыночная инфраструктура); надстройку – государственные и муниципальные органы управления. Приоритет на данном этапе должен отдаваться организационному механизму, а также правовым аспектам создания кластера.

Второй этап – разработка перспектив функционирования кластера, где необходимо определить систему взаимоотношений между субъектами кластера, которые могут формироваться по вертикали или горизонтали, с участием различных кооперативов, по проблемам производства, распределения, обмена и потребления произведенных материальных благ и др. Приоритет на этом этапе должен отдаваться как экономическому механизму, так и организационным, административным и правовым аспектам функционирования кластера и его субъектов [4, с. 54].

Необходимость и перспективы создания регионального кооперативного кластера состоят в нововведениях и росте производительности труда в сельскохозяйственном производстве по сравнению с изолированными друг от друга сельхозпроизводителями и кооперативами, действующими в рамках жесткой конкуренции (когда потребительский кооператив закупает продукцию в «своем» районе дешевле, чем в соседнем, пытаясь тем самым захватить большую долю рынка в соседнем районе, ущемляя интересы жителей «своего» района). Входящие в кластер кооперативы получают выгоду от концентрации первичных сельхозпроизводителей (включая личные, подсобные, крестьянские и фермерские хозяйства), а также знающих нужды покупателей и имеющих с ними

установившиеся взаимоотношения предприятий переработки и торговли. Участие в кластере предоставляет также преимущества мелким товаропроизводителям в доступе к новым технологиям, методам работы и возможностям сбыта произведенной продукции.

Библиографический список

1. Анохина, М. Агрокластеры и экономический рост отечественного АПК // АПК: экономика, управление. – 2014. – № 5. – С. 77-84.
2. Данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://tumstat.gks.ru/>.
3. Пахомчик, С. А., Смарыгина, Е. Ю. Методические подходы к формированию регионального агропромышленного кооперативного кластера // Интеграция науки и бизнеса а агропромышленном комплексе: мат. междун. научно-практ. конф., посвящённая 70-летию Курганской ГСХА, 24-25 апреля 2014 г. Т. 1. – Курган, 2014. – С. 236-240.
4. Щетинина, И. В., Капелюк, З. А. Перспективы развития агропромышленных кластеров в России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2015. – № 3. – С. 51-55.

УДК 628.1

И. К. СУДАКОВА, канд. биол. наук,
нач. испытат. лаборатории;
Т. В. КОТОВА, канд. биол. наук,
зам. нач. испыт. лаборатории

ОТБОР ПРОБ ВОДЫ – ВАЖНОЕ УСЛОВИЕ ПОЛУЧЕНИЯ ДОСТОВЕРНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА

ЗАО «Региональный Аналитический Центр». Россия, 625014, г. Тюмень, ул. 11 км. Ялуторовского тракта, д. 9 а; Тел.: +7 (3452) 49-03-17; эл. почта: agroecolog@yandex.ru.

Ключевые слова: Анализ воды, пробоотбор, вода питьевая, природные воды, сточные воды.

В статье представлены основные требования, которые необходимо соблюдать при отборе проб воды различных источников.

Отбор пробы воды является важной частью ее анализа и необходимым условием получения правильных результатов. Ошибки, возникающие из-за неправильного отбора проб, в дальнейшем исправить невозможно. Поэтому, прежде чем отбирать пробу воды, необходимо внимательно ознакомьтесь с правилами отбора. Отбор проб воды может проводиться приглашенным специалистом из лаборатории или заказчиком самостоятельно.

Особую трудность вызывает отбор представительной пробы, состав которой соответствует составу анализируемого объекта. Реально отобранные для анализа пробы по составу в большей или меньшей степени отличаются от анализируемого объекта, что и является основной причиной погрешностей анализа. Условия, которые следует соблюдать при отборе проб, настолько раз-

нообразны, что нельзя дать подробных рекомендаций для всех случаев в соответствии со всеми требованиями. В конкретных условиях следует руководствоваться целями исследования и нормативными документами, регламентирующими отбор проб воды для анализов из различных водоисточников [3].

Основные принципы, которые необходимо соблюдать при отборе проб:

- проба воды должна отражать условия и место ее отбора;
- проба воды должна быть представительной;
- отбор, хранение, транспортировка должны проводиться так, чтобы не произошло изменений в содержании определяемых компонентов или в свойствах воды;
- объем пробы должен быть достаточным и соответствовать применяемой методике анализа.

Место для отбора пробы выбирают в соответствии с целями анализа и с учетом обстоятельств, которые могли бы оказать влияние на состав взятой пробы. При отборе проб поверхностных и подземных вод необходимо внимательно обследовать все источники поступления воды в водоем, выявить возможные источники загрязнения водоема. Место для отбора проб сточных вод выбирают только после подробного ознакомления с технологией производства, расположением цехов, системой канализации, назначением и работой отдельных элементов станции очистки и т. д.

Прежде чем проводить отбор проб воды необходимо провести ряд организационных мероприятий:

- изучить нормативную базу по отбору проб;
- выбрать способ отбора и подготовить оборудование;
- подготовить посуду для отбора, хранения и транспортировки проб с учетом определяемых показателей;
- определить процедуру подготовки проб к хранению;
- подготовиться к документированию процесса отбора;
- обеспечить соблюдение правил техники безопасности при отборе.

На сегодняшний день в нашей стране применяется ряд документов регламентирующий отбор проб воды:

- ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб»;
- ГОСТ 31942-2012 «Вода. Отбор проб для микробиологического анализа»;
- ГОСТ Р 56237-2014 «Вода питьевая. Отбор проб на станциях водоподготовки и в трубопроводных распределительных системах»;
- ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков»;
- ГОСТ 17.1.5.04-81 «Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устрой-

ства для отбора, первичной обработки и хранения проб вод. Общие технические условия»;

- ГОСТ 17.1.4.01-80 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах»;

- ГОСТ 23268.0-91 «Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Правила приемки и методы отбора проб». Процедуры и правила отбора проб сточных вод описаны в документах;

- ПНД Ф 12.15.1-08 «Методические указания по отбору проб для анализа сточных вод»;

- НВН 33-5.3.01-85 «Инструкция по отбору проб для анализа сточных вод».

В соответствии с нормативными документами и в зависимости от цели анализа проводят разовый или серийный отбор проб. При разовом отборе пробу берут один раз в определенном месте и рассматривают результаты одного анализа. Этот способ применяется в редких случаях, когда результатов единичного анализа достаточно для суждения о качестве исследуемой воды (например, при постоянстве состава воды, как это наблюдается для глубинных грунтовых вод). В большинстве случаев состав воды изменяется в зависимости от места и времени отбора пробы, в этих случаях проводят серийный отбор проб.

При анализе серии взятых проб определяется изменение содержания отдельных компонентов с учетом места, времени отбора или обоих этих факторов. Полученные результаты обрабатываются статистически. Типичным примером серийного отбора проб является зональный отбор. Пробы отбирают с различной глубины по выбранному створу водохранилища, озера, пруда и т.д. Другой распространенный тип серийного отбора проб – отбор через определенные промежутки времени, позволяющий следить за изменением качества воды во времени или же в зависимости от ее расхода. При этом можно получить сведения о сезонных или дневных изменениях качества воды [4].

Различают два основных вида проб: простую и смешанную. Простую пробу получают путем однократного отбора всего требуемого количества воды. Анализ простой пробы дает сведения о составе воды в данный момент в данном месте. Смешанную пробу получают, сливая простые пробы, взятые в одном и том же месте через определенные промежутки времени или отобранные одновременно в различных местах обследуемого объекта. Эта проба характеризует средний состав воды исследуемого объекта или средний состав за определенный период времени (за час, смену, день и т.д.), или, наконец, средний состав с учетом как места, так и времени.

Смешанную пробу нельзя отбирать за период больше одних суток. При необходимости более длительного хранения пробу консервируют. Смешанную

пробу нельзя использовать для определения тех компонентов и характеристик воды, которые легко изменяются со временем (растворенные газы, рН и т.д.). Эти определения проводят в каждой составляющей пробы отдельно.

Количество пробы, которое необходимо отобрать, зависит от методик и числа определяемых компонентов.

В качестве емкостей для отбора и хранения проб обычно используют тару из химически стойкого стекла и полимеров. Закрывают их полимерными пробками. Емкости должны быть тщательно вымыты, обезжирены и высушены.

Материалы, из которых изготовлены емкости для отбора, могут быть не только источниками загрязнений, но и причиной уменьшения концентрации определяемых компонент в анализируемой пробе воды.

Таким образом, при отборе и хранении проб воды из различных водных источников полезно выполнять следующие правила:

- выбирать емкости их химически стойких материалов,
- использовать тару рекомендованную в методике определяемого компонента.

Для получения достоверных результатов анализ воды следует выполнять, по возможности, скорее. В воде протекают процессы окисления-восстановления, сорбции, седиментации, биохимические процессы, вызванные жизнедеятельностью микроорганизмов и др. В результате некоторые компоненты могут окисляться или восстанавливаться: нитраты – до нитритов или ионов аммония, сульфаты – до сульфитов; кислород может расходоваться на окисление органических веществ и т.п. Соответственно могут изменяться и органолептические свойства воды – запах, привкус, цвет, мутность. Биохимические процессы можно замедлить, охладив воду до температуры 4-5°C (в холодильнике).

Однако, не всегда можно выполнить анализ сразу же после отбора пробы. В зависимости от предполагаемой продолжительности хранения отобранных проб может возникнуть необходимость в их консервации. Универсального консервирующего средства не существует, поэтому пробы для анализа отбирают в несколько емкостей. В каждой из них воду консервируют, добавляя соответствующие реагенты в зависимости от определяемых компонентов. Следует иметь в виду, что консервация не обеспечивает постоянства состава воды неограниченно долго. Она лишь сохраняет на определенное время соответствующий компонент в воде, что позволяет доставить пробы к месту анализа.

После отбора пробы делается запись в акте отбора проб, в котором указывают вид и происхождение воды, точное место, день и час отбора, способ консервирования и т.д.

Анализируя вышесказанное, можно сделать вывод, что при отборе проб следует руководствоваться типом воды и целью исследования ее состава. Необходимо соблюдать правила и рекомендации изложенные в нормативных документах (ГОСТ, ИСО, МВИ и др.), для получения репрезентативных проб из различного вида водоисточников.

Источником антропогенного загрязнения водных объектов также является воздействие промышленных и нефтеперерабатывающих предприятий в результате выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и в дальнейшем их оседание на почву и снежный покров.

Авторами Гаевой Е.В. и Захаровой Е.В. в своих работах были рассмотрены проблемы загрязнения поверхностных вод и донных отложений в районах воздействия нефтегазового комплекса.

Учитывая тот факт, что на загрязнение водных объектов влияет загрязнение снежного покрова в результате промышленных выбросов, Бойковой О.Ш. было изучено экологическое состояние снежного покрова на территории прилегающей к Тюменской ТЭЦ-2.

При отборе проб воды фактор антропогенного влияния должен также учитываться специалистами испытательных лабораторий.

Библиографический список

1. Гаевая, Е. В, Захарова, Е. В. Экологическое состояние поверхностных вод и донных отложений в районах воздействия нефтегазового комплекса / Е. В. Гаевая, Е. В. Захарова // Земля, вода, климат Сибири и Арктики в XXI веке: проблемы и решения: сб. докл. XVII междун. науч.-практ. конф. –Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2014. – 337 с.
2. Бойкова, О. Ш. Экологическое состояние снежного покрова на территории, прилегающей к Тюменской ТЭЦ-2 / О. Ш. Бойкова // Сб. мат. XV научно-практ. конф. молодых ученых, аспирантов, соискателей и магистрантов ТюмГАСУ: в 2-х т. – Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2015. – С. 232-235.
3. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. – М.: Гос. ком. СССР по стандартам, 1985.
4. ГОСТ 23268.0-91 Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Правила приемки и методы отбора проб. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1991.

И. К. СУДАКОВА, канд. биол. наук,
нач. испытат. лаборатории;
Т. В. КОТОВА, канд. биол. наук,
зам. нач. испытат. лаборатории;
Ю. А. АРЖАЕВ, руководитель группы отбора проб;
К. А. ГУБАНОВА, магистрант
кафедры техносферной безопасности

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП ОТБОРА ПРОБ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ – ВАЖНЕЙШИЙ ШАГ К КАЧЕСТВУ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЗАО «Региональный Аналитический Центр». Россия, 625014, г. Тюмень, ул. 11 км. Ялуторовского тракта, д. 9 а; Тел.: +7 (3452) 49-03-17; эл. почта: agroecolog@yandex.ru.
ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2. Тел.: +7 (3452) 43-07-29; эл. почта: bgd@tgasu.ru.

Ключевые слова: промышленные выбросы в атмосферу, пробоотбор, параметры газопылевых потоков, нормативные документы, регламентирующие отбор проб.

В статье представлены проблемы, возникающие при отборе проб промышленных выбросов в атмосферу, операции и проблемы, предшествующие правильному отбору проб и нормативные документы, регламентирующие отбор проб.

Важнейшим направлением атмосфероохранной деятельности является контроль источников загрязнения атмосферного воздуха в целях получения объективной информации о выбросах вредных веществ в атмосферу промышленными предприятиями и оценки соответствия фактических значений выбросов установленным нормативам.

Контроль за промышленными выбросами на предприятиях, проводится регулярно и должен соответствовать фоновым концентрациям, так как загрязнение атмосферы промышленными выбросами продолжает оставаться одной из самых актуальных экологических проблем [1].

Правовые основы охраны атмосферного воздуха устанавливает Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» [2].

Выброс вредных загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух стационарным источником допускается на основании разрешения, выданного территориальным органом федерального органа исполнительной власти в области охраны окружающей среды, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющими государственное управление в области охраны окружающей среды, в порядке, определенном Правительством Российской Федерации.

Разрешением на выброс вредных ЗВ в атмосферный воздух устанавлива-

ются предельно допустимые выбросы и другие условия, которые обеспечивают охрану атмосферного воздуха.

При отсутствии разрешений на выбросы вредных ЗВ в атмосферный воздух и вредные физические воздействия на атмосферный воздух, а также при нарушении условий, предусмотренных данными разрешениями, выбросы вредных ЗВ в атмосферный воздух и вредные физические воздействия на него могут быть ограничены, приостановлены или прекращены в порядке, установленном законодательством Российской Федерации (в ред. Федерального закона от 09.05.2005 N 45-ФЗ).

Испытательная лаборатория ЗАО «Региональный Аналитический Центр» (далее ИЛ ЗАО «РАЦ») является независимой аккредитованной лабораторией, которая может осуществлять измерение основных параметров (температура, давление, скорость потока в газоходе) и отбор проб промышленных выбросов от организованных источников в атмосферу. После проведения испытаний отобранных проб выдается протокол результатов испытаний.

По результатам выполненной работы мы можем предоставить заказчику расчет величины выброса загрязняющих веществ и расчет эффективности газоочистной установки. Данные сведения заказчик, в зависимости от цели, может использовать как для проверки собственных нормативов на выбросы ЗВ, либо для разработки проекта предельно допустимых выбросов ЗВ.

Отбор проб промышленных выбросов является очень важным этапом комплексного исследования источника ЗВ и при неправильном его выполнении несёт основную погрешность в результат измерений.

Для того, чтобы данная работа была выполнена на очень высоком уровне необходимо выполнить ряд требований в соответствии с существующими нормативными документами, регламентирующими измерения параметров газопылевых потоков и отбора проб.

На наш взгляд качество данной работы также зависит от подготовительных операций, в которых напрямую принимает участие заказчик.

Анализ несоответствий или проблем которые встречаются при выполнении данной работы можно разделить на 2 группы:

1. Информационное обеспечение заказчиком процедуры измерения параметров газопылевых потоков и отбора проб.
2. Организация подготовки источника промышленных выбросов для измерения параметров газопылевых потоков и отбора проб.

Первая группа проблем позволяет нам обратить внимание на следующее:

1. Для обработки запроса в кратчайшие сроки, должна быть правильно оформлена заявка на исследования и предоставлен план-график производ-

ственного контроля нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ), в соответствии с формой заявки, принятой в ИЛ ЗАО «РАЦ»;

2. Необходимо указать единицу измерения норматива выброса - мг/м³ (В случае если указаны иные единицы измерения, для расчета, следует указать диаметр трубы (м) и скорость газового потока (м/с));

3. Предоставить полную информацию:

3.1 о местонахождении промышленного предприятия (необходимо знать об удаленности места отбора проб от испытательной лаборатории, так как важно учитывать соблюдения сроков транспортировки и хранения образцов);

3.2 о типе источника выбросов (труба, циклон, скруббер и т.д.);

3.3 о типе топлива за счет которого работает источник (газ, уголь и т. д.);

3.4 о месторасположении источника выбросов на территории предприятия;

3.5 о периодичности работы источника (инструментальные замеры проводятся только во время его работы).

4. Информирование о возможности самостоятельной доставки специалиста испытательной лаборатории к месту отбора и обратно (у испытательной лаборатории есть возможность выезда на отбор проб, но также транспортные расходы Заказчик может взять на себя.)

5. Необходимо указать предположительное время отбора проб (стоит учесть температурный режим отбора проб / режим работы оборудования отбора).

Вторая группа проблем, связанная с организацией подготовки источника промышленных выбросов включает в себя не выполнение своих обязательств по подготовке источника выбросов к замерам, это может быть как отсутствие технологических отверстий, так и подъемной техники для проведения замеров на высоте.

От заказчика требуется подготовить исследуемый источник к проведению замеров.

Подготовка заключается в организации отверстий в стенках газохода позволяющие перпендикулярно вводить в воздухопровод пылезаборные и пневмометрические трубки и безопасной площадки (если это необходимо) для работы на высоте где может разместиться специалист с необходимым оборудованием. Если нет возможности создать площадку вызывается подъемник за счет заказчика. Заказчик берет на себя ответственность за технику безопасности при работе специалиста на его территории. Специалист вправе отказаться от выполнения измерений при отсутствии технологического отверстия на газоходе, либо при угрозе безопасности при работе на источнике, а соответственно это потраченные впустую время и деньги.

Выбор места измерений регламентируется ПНД Ф 12.1.1 – 99, ПНД Ф 12.1.2 – 99 и заключается в определении измерительного сечения газохода, позволяющего получить полную информацию о параметрах газопылевого потока. Измерительное сечение должно располагаться на прямом участке газоходов, отдаленном от вентиляторов, дросселей, задвижек, сужений или расширений. Предпочтение отдается вертикальным участкам, но допускается осуществлять замеры на горизонтальных и наклонных газоходах. Минимальная длина прямого участка газохода должна составлять не менее 4 – х эквивалентных диаметров. Эквивалентный диаметр круглого сечения равен его внутреннему диаметру, а для прямоугольного сечения его вычисляют по формуле:

$$D=2AB/A+B$$

А и В – внутренние размеры прямоугольного сечения газохода [3; 4].

При отсутствии прямых участков необходимой длины, допускается оборудовать точки измерений в месте, делящем выбранный участок газохода в отношении 3:1 в направлении движения газа (рис. 1).

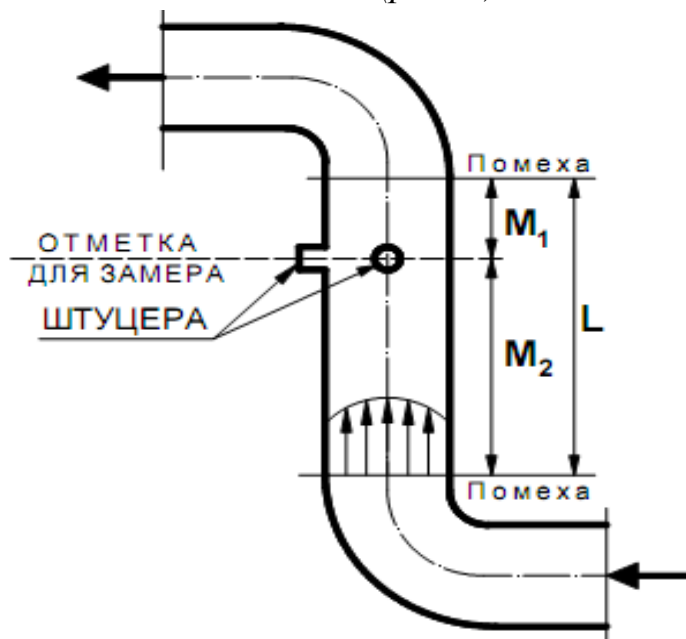
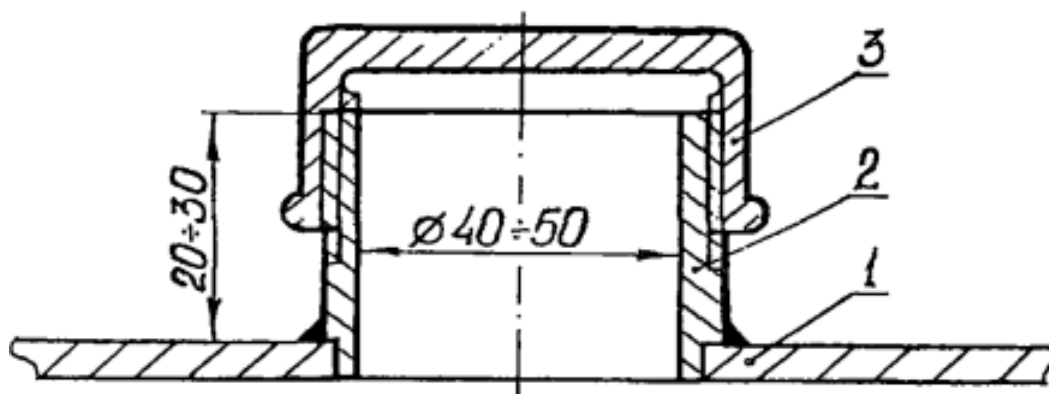


Рис. 1. М1 – 1 диаметр газохода; М2 – 3 диаметра газохода; стрелками обозначено направление движения газового потока

На трубе газохода, в выбранном для измерения месте, прорезается отверстие диаметром 50 мм. К нему приваривают штуцер длиной 20 – 30 мм и диаметром 40 мм. Штуцер закрывается заворачивающейся крышкой (рис. 2).

Для круглых газоходов диаметром более 500 мм устанавливается 2 штуцера (если диаметр менее 500 мм, достаточно 1 штуцера), расположенные взаимно перпендикулярно в одном сечении газохода. В газоходах прямоугольного сечения на одной из сторон приваривается такое количество штуцеров, чтобы

пневмометрической и пылезаборной трубками можно было попасть в любую точку измерительного сечения.



1 - газозод; 2 - штуцер; 3 - крышка.

Рис. 2. Схема технологического отверстия для отбора проб

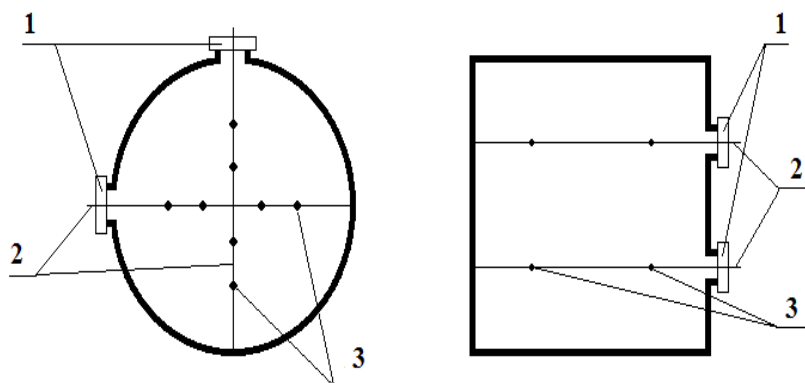


Рис. 3. Штуцера круглого и прямоугольного сечения: 1 – штуцера с крышками; 2 – линии измерений; 3 – точки измерений

Для проведения замеров по оценке эффективности газоочистных установок (ГОУ) требования к технологическим отверстиям те же что и для остальных источников, но места отбора следует оборудовать таким образом, чтобы обеспечить одновременную работу персонала перед ГОУ и после.

Технологические отверстия должны быть выполнены таким образом, чтобы как можно меньше были нарушены поверхностные слои газозода (теплоизоляция, антикоррозионное покрытие) и не было утечки газа или подсоса воздуха. Не допускается заход штуцера (патрубка) внутрь газозода.

Для качественного проведения замеров также необходимо оборудовать площадку для отбора проб. На площадке необходимо предусмотреть место для

хранения и размещения измерительной аппаратуры; размер площадки должен обеспечивать возможность удобной и безопасной работы обслуживающего персонала численностью не менее двух человек. На площадке должно быть оборудовано место для размещения оборудования, а также достаточно места для перемещения длинных газонапорных трубок и зондов при отборе проб внутри газохода.

На рабочей площадке должны быть смонтированы розетки (220 В) для подключения электроасpirатора и других приборов. При использовании эжектора должна быть подведена линия сжатого воздуха с давлением 0,6 МПа. Ответственность за правильную организацию мест отбора проб для экоаналитического контроля промышленных выбросов в атмосферу возлагается на руководителя предприятия.

Руководство предприятия несет ответственность за соблюдение необходимых мер по технике безопасности при проведении измерений.

Правильно оборудованные места отбора проб это не только комфорт и безопасность специалистов лаборатории при проведении измерений промышленных выбросов, но и получение представительных и достоверных результатов.

Таким образом, для выполнения испытательной лабораторией работ на очень высоком уровне от заказчика требуется:

- своевременно предоставить всю требуемую достоверную информацию о предприятии и источниках промышленных выбросов на его предприятии и организовать подготовку источника промышленных выбросов;
- соблюдать условия договора на выполнение лабораторно-аналитических услуг, подписанный с двух сторон.

При превышении норматива ПДВ предприятие обязано в установленном порядке принять меры по уменьшению выбросов вредных веществ в атмосферу вплоть до остановки работы источника загрязнения.

Библиографический список

1. Макарова, А. В. Анализ воздействия предприятия ОАО «Мостострой-11» на атмосферу / А. В. Макарова, Е. В. Захарова, Е. В. Гаевая // Актуальные проблемы архитектуры, строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири: сб. мат. междунаучно-практ. конф.: в 2-х т. – Т. 1. – Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2015. – С. 247-252.
2. Федеральный закон от 4 мая 1999 г. № 96 «Об охране атмосферного воздуха».
3. ПНД Ф 12.1.1-99 Методические рекомендации по отбору проб при определении концентраций вредных веществ (газов и паров) в выбросах промышленных предприятий. – М., 1999.
4. ПНД Ф 12.1.1-99 Методические рекомендации по отбору проб при определении концентраций взвешенных частиц (пыли) в выбросах промышленных предприятий. – М., 1999.

А. Т. ХУСАИНОВ, д-р биол. наук, профессор,
академик АСХН РК,
С. З. ЕЛЮБАЕВ, д-р с-х наук, профессор,
академик АСХН и Академии естествознания РК;
У. М. САГАЛБЕКОВ, д-р с-х наук, профессор,
академик АСХН РК;
Г. Т. КЫЗДАРБЕКОВА, магистрант

СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ДОННИКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ЗАСОЛЕНИЯ СРЕДЫ

Академия Кокше; Кокшетауский университет им. А. Мырзахметова; Кокшетауский государственный университет им. Ш.Уалиханова. Республика Казахстан, 020000, г. Кокшетау, ул. Капцевича, д. 247. оф. 309; Тел.: +7 7162-32-62-20; эл. почта: abil_tokan@mail.ru ; gulmira_80_01@mail.ru.

Ключевые слова: донник, сорта, солеустойчивость, степень засоления, тип засоления, энергия проростания, лабораторная всхожесть.

В статье приводятся результаты лабораторных исследований солеустойчивости сортов донника по проросткам при хлоридном, сульфатном, хлоридно-сульфатном, содовом и смешанном типах засоления. Установлено, что степень токсичности по химизмам засоления возрастает от хлоридного, сульфатного, хлоридно-сульфатного, содового до смешанного типов засоления. Наибольшей солеустойчивостью отличились сорта донника Сретинский, Кокшетауский и Сибирский 2.

В Республике Казахстан засоленные почвы занимают 111,5 млн. га или 41% от всей территории. Площадь солонцов и солонцовых комплексов составляет 71,1 млн. га, в том числе в степной зоне – 45,4 млн. га (В. М. Боровский, 1982) [1]. Продуктивность природных кормовых угодий на солонцах очень низкая и не превышает 2-3 ц/га сена низкого качества.

В то же время данные науки и практики подтверждают, что при их улучшении урожайность можно повысить в 3-5 раз и более.

Коренное улучшение предусматривает проведение комплекса мелиоративных мероприятий. Сюда входят специальная мелиоративная обработка почвы, влагонакопительные мероприятия (чистый пар, снегозадержание и т.д.) и посев соле- и солонцеустойчивых культур.

По сведениям многих авторов (А. С. Мигутский, 1966 [2]; А. Т. Хусаинов, 2012 [3]; А. Т. Хусаинов, Л. Н. Скипин, С. А. Гузеева, 2012 [4] и др.) донник является общепринятым фитомелиорантом.

В. И. Кирюшин, (1996) отмечает, что солеустойчивость донника высокая, причем разновидности и сорта донника по солеустойчивости варьируют в широких пределах [5].

Следует отметить, что солеустойчивость определяется не только сортом и видом культуры, но и типом засоления.

В Казахстане по химизму засоления встречаются почвы хлоридного, сульфатного, сульфатно-хлоридного, содово-хлоридного, содово-сульфатного и смешанного типов засоления.

Цель наших исследований – изучить солеустойчивость наиболее распространенных в Северном Казахстане сортов донника по проросткам при различных типах засоления среды.

Условия и методика проведения исследования. На кафедре «Растениеводства и почвоведения» Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова провели ряд лабораторных опытов по изучению солеустойчивости сортов донника при различных типах засоления по методике Удовенко Г. В., Синельникова В. Н. «Способ определения солеустойчивости растений» [6].

Опыт. Влияние степени и химизма засоления на лабораторную всхожесть семян сортов донника

Схема опыта: 1) контроль - дистиллированная вода, 2) осмотическое давление 3 атмосфер, 3) осмотическое давление 5 атмосфер, 4) осмотическое давление 9 атмосфер, 5) осмотическое давление 13 атмосфер.

Повторность опыта 4-х кратная. В качестве засоленной среды использовали соли хлористого натрия, сульфата натрия и карбоната натрия. Экологическую оценку определяли при следующих типах засоления: хлоридном, сульфатном, хлоридно-сульфатном, содовом, смешанном.

Изучались 5 сортов донника: 1) Альшеевский, 2) Сретенский, 3) Омский скороспелый, 4) Сибирский 2, 5) Кокшетауский.

В качестве показателя солеустойчивости использовали энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян. Энергию прорастания семян определяли через 3 дня, всхожесть проростков - через 6 дней.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты лабораторных исследований показали, что при хлоридном типе засоления энергия и всхожесть семян донника резко снижается. Причем сорта неадекватно реагируют на засоленность. При концентрации солевого раствора 3 атмосфер энергия прорастания сорта Альшеевский (контроль) составила 48,9, а Кокшетауский 70,0 % и Сретенский 85,9 % (табл. 1), то есть была выше на 21,1 и 37,0 % по сравнению с контролем. Отклонение от контроля составляет соответственно 41,3 и 75,7 %.

Аналогичный результат получен в солевом растворе с концентрацией 5 атмосфер. Здесь энергия прорастания сорта Кокшетауский составила 28,0 %, и Сретенский 31,6 %, что выше контроля на 10,5 и 14,1% (на 60,0 и 80,6%).

С доведением концентрации до 9 атмосфер энергия прорастания снизилась до 2,7-4,5%. Изучаемые сорта на данном фоне по энергии прорастания су-

щественно не отличались. Отклонение от контроля составило 1,1 -(-1,2) при НСР_{0,95} 4,2%. На фоне 13 атмосфер семена вообще не проросли.

Таблица 1

Галофитность сортов донника при различных типах засоления

| Сорт | Степень засоления, атм. | Всхожесть семян по типам засоления, % | | | Среднее |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-------|----------|---------|
| | | Cl | SO4 | Cl – SO4 | |
| Альшеевский | 0 | 100 | 100 | 100 | 100,0 |
| | 3 | 66,4 | 69,6 | 61,7 | 65,9 |
| | 5 | 25,2 | 68,3 | 7,3 | 33,6 |
| | 9 | 9,4 | 49,7 | 2,4 | 20,5 |
| | 13 | 1,9 | 9,4 | 0 | 3,8 |
| | среднее | 40,58 | 59,4 | 34,28 | 44,8 |
| Сретенский | 0 | 100 | 100 | 100 | 100,0 |
| | 3 | 84,9 | 82,4 | 65,6 | 77,6 |
| | 5 | 37,9 | 80,5 | 18,9 | 45,8 |
| | 9 | 4,4 | 46,4 | 5,4 | 18,7 |
| | 13 | 2,5 | 17,7 | 0 | 6,7 |
| | среднее | 45,94 | 65,4 | 37,98 | 49,8 |
| Омский скоро-спелый | 0 | 100 | 100 | 100 | 100,0 |
| | 3 | 70,9 | 73,8 | 47,7 | 64,1 |
| | 5 | 22,3 | 69,2 | 10,1 | 33,9 |
| | 9 | 6,8 | 48,7 | 3,7 | 19,7 |
| | 13 | 2 | 11,5 | 0 | 4,5 |
| | среднее | 40,4 | 60,64 | 32,3 | 44,4 |
| Сибирский 2 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100,0 |
| | 3 | 71,6 | 84,4 | 46,9 | 67,6 |
| | 5 | 25,2 | 85,7 | 6,9 | 39,3 |
| | 9 | 5,3 | 46,3 | 2,8 | 18,1 |
| | 13 | 1,3 | 7,5 | 0 | 2,9 |
| | среднее | 40,68 | 64,78 | 31,32 | 45,6 |
| Кокшетауский | 0 | 100 | 100 | 100 | 100,0 |
| | 3 | 87,8 | 91,5 | 64,6 | 81,3 |
| | 5 | 36,8 | 88,4 | 11 | 45,4 |
| | 9 | 5,8 | 71,4 | 8,5 | 28,6 |
| | 13 | 2,6 | 11 | 0 | 4,5 |
| | среднее | 46,6 | 72,46 | 36,82 | 51,96 |
| Эмпирической корр. отн. | | 0,07 | 0,15 | 0,07 | 0,09 |

Лабораторная всхожесть семян при концентрации солевого раствора 3 атмосфер, в зависимости от сорта составила 66,4 – 87,8%. Наиболее высокую всхожесть обеспечили сорта Кокшетауский 87,8% и Сретенский сорт 84,9%. Величина схожести по сравнению с контролем была выше на 21,4 и 18,5% (на 32,2 и 27,9%). На контроле всхожесть 66,4%.

При осмотическом давлении 5 атмосфер всхожесть семян сорта Альшеевский составила 25,2% (контроль). Существенное превышение всхожести обес-

печили сорта Кокшетауский – 36,8% и Сретенский сорт – 37,9%. Это выше контроля на 11,6 и 12,7% (46,0 и 50,4%).

В солевом растворе 9 атмосфер лабораторная всхожесть семян, в зависимости от сорта, составила 5,3-9,4%. Отклонение от контроля не превышало (-2,6 %) - (- 1,4%) при НСР_{0,95} 4,2%. Исключение составил сорт Сретенский, где всхожесть семян была ниже контроля на 5 % (- 53,2 %).

На фоне осмотического давления среды 13 атмосфер всхожесть семян составила всего 1,3-2,6 %. По сортам существенная разница не отмечена.

Полученные результаты свидетельствуют, что при уровне засоления (5 атмосфер) наибольшую всхожесть обеспечили сорта Сретенский и Кокшетауский. На фоне сильного уровня засоления исследуемые сорта по всхожести семян существенно не отличались. Эти сорта вообще не выдержали сильную засоленность (13 атмосфер). То есть имеется настоятельная необходимость проведения селекционных работ по выведению высоко солеустойчивых сортов донника.

Лабораторные исследования, что при сульфатном типе засоления энергия и всхожесть семян донника значительно выше, чем при хлоридном. При концентрации солевого раствора с осмотическим давлением 3 атмосфер энергия прорастания семян сорта Альшеевский (контроль) составила 65,5%, а Кокшетауский 90,6%, Сретенский 80,6% и Сибирский 2 80,0%. То есть, была выше, соответственно, на 24,1 %; 14,1 % и 13,5 % по сравнению с контролем. В солевом растворе с концентрацией 5 атмосфер энергия прорастания семян сорта Альшеевский составила 75,5% и Сибирский - 2 62,6% (выше контроля на 19,1 и 6,2 %), а в солевом растворе 9 атмосфер она составила, соответственно, 26,4 и 31,0 % (на контроле 25,4 %). На варианте максимальной концентрации солевого раствора (13 атмосфер) исследуемые сорта по всхожести существенно не отличались и составили 2,6-5,3 % (на контроле 3,2 % при НСР_{0,95} 1,8%).

При концентрации солевого раствора 3 атмосфер наиболее высокую лабораторную всхожесть обеспечили сорта Кокшетауский - 91,5%, Сибирский 2- 85,7% и Сретенский - 82,4%. По сравнению с контролем всхожесть была выше соответственно на 21,9%, 16,1% 12,8% (на 31,5, 21,3 и 18,4 %).

На варианте с осмотическим давлением 5 атмосфер максимальную всхожесть семян обеспечили сорта Кокшетауский (88,4%), Сибирский 2 (84,4%) и Сретенский (80,5%).

В солевом растворе с осмотическим давлением 9 атмосфер наиболее высокую лабораторную всхожесть показал сорт Кокшетауский – 71,4%, что превысил контрольный вариант на 21,7%. На варианте с осмотическим давлением солевого раствора 13 атмосфер наиболее высокую лабораторную всхожесть обеспечил сорт Сретенский – 17,7%, что выше контроля на 8,3 % (НСР_{0,95}

3,4%). Другие сорта по всхожести существенно не отличались от контроля. Исключение составил сорт Сибирский 2, где схожесть семян была ниже контроля на 1,9%.

Корреляционная зависимость лабораторной всхожести семян донника в зависимости от осмотического давления солевого раствора при сульфатном типе засоления для сорта Альшеевский - $-0,96 + - 0,16$, Сретенский - $-0,99 + - 0,08$, Омский скороспелый - $-0,98 + - 0,11$, Сибирский 2 - $-0,98 + - 0,1$, Кокшетауский - $-0,93 + - 0,21$.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что даже при среднем и сильном степенях засоления изучаемые сорта могут успешно возделываться, на почвах сульфатного типа засоления.

На фоне хлоридно-сульфатного типа засоления при концентрации солевого раствора 3 атмосфер наиболее высокую лабораторную всхожесть показали сорта Сретенский 65,5%, Кокшетауский 64,4% и Альшеевский 61,7%.

Изучаемые сорта на засоленном фоне по всхожести существенно не отличались, это Омский скороспелый 47,7% и Сибирский 2 – 46,9%.

При осмотическом давлении 5 атмосфер всхожесть сортов резко снизилась. Всхожесть сорта Альшеевский составила 7,3% – это контроль.

Существенное превышение всхожести обеспечил сорт Сретенский 18,9% – это превыше контроля на 2,5 раза. Среднюю всхожесть показали сорта Кокшетауский 11% и Омский скороспелый 10,1%. Всхожесть Сибирского 2 составило 6,9%. При концентрации солевого раствора 9 атмосфер наиболее высокую солеустойчивость показали сорт Кокшетауский 8,9%. Среднюю всхожесть показал сорт Сретенский 5,4%. Остальные изучаемые сорта существенно не отличались, это Омский скороспелый 3,7%, Сибирский 2 – 2,8% и Альшеевский 2,4%. При осмотическом давлении 13 атмосфер семена вообще не проросли НСР 0 95-2,6%.

Значит, следует отметить, что на фоне хлоридно-сульфатного типа засоления при концентрации солевого раствора 3 атмосфер наиболее высокую всхожесть даст сорт Сретенский 65,6%. При осмотическом давлении 5 атмосфер лучшую всхожесть обеспечит также сорт Сретенский 18,9%. А в солевом растворе 9 атмосфер высокую солеустойчивость покажет сорт Кокшетауский 8,9%. Отсюда следует, что при смешанном типе засоления, а именно при хлоридно-сульфатном, высокой солеустойчивостью обладают сорта донника Сретенский и Кокшетауский.

На фоне хлоридно-сульфатного типа засоления при концентрации солевого раствора 3 атмосфер наиболее высокую всхожесть показал сорт Сретенский – 65,6%. При осмотическом давлении 5 атмосфер лучшую всхожесть обеспечил сорт Сретенский 18,9 %. А в солевом растворе 9 атмосфер высокую

солеустойчивость дал сорт Кокшетауский – 8,9%, то есть, при хлоридно-сульфатном типе засоления высокой солеустойчивостью обладали сорта донника Сретенский и Кокшетауский.

По степени токсичности типы засоления отличались друг от друга и располагаются в следующем порядке: смешанный типом засоления – содовый – хлоридно-сульфатный – сульфатный – хлоридный типы засоления.

При содовом и смешанном типах засоления практически всходов не получили. Изучаемые сорта по различным типам и степеням засоления наибольшей солеустойчивостью выделились сорта донника Кокшетауский и Сретенский. В среднем лабораторная всхожесть их составила, соответственно, 51,96 и 49,8%. На фоне содового и смешанного типов засоления всходов не получили.

Библиографический список

1. Боровский, В. М. Формирование засоленных почв и галогеохимические провинции Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1982. – 256 с.
2. Мигуцкий, А. С. Пути освоения и повышения плодородия солонцовых почв Западной Сибири / А. С. Мигуцкий. – М.: Целиноград, Колос, 1966. – 152 с.
3. Хусаино, А. Т. Гидроморфные солонцы Западной Сибири в процессе мелиорации: моногр. – Тюмень, Кокшетау, 2012. – 320 с.
4. Хусаинов, А. Т. Возможности рекультивации и освоения солонцов Западной Сибири: моногр. / А. Т. Хусаинов, Л. Н. Скипин, С. А. Гужеева – Тюмень, Кокшетау, 2012. – 239 с.
5. Кирюшин, В. И. Экологические основы земледелия. – М.: Колос, 1996. – 367 с.
6. Удовенко, Г. В., Синельникова, В. Н. Способ определения солеустойчивости растений. Авт. св. СССР № 378189, 1973, БИ № 19.

УДК 556

Э. И. ЧЕМБАРИСОВ, д-р геогр. наук,
главный научный сотрудник;
Т. Ю. ЛЕСНИК, канд. геогр. наук,
Ю. С. ВАХИДОВ, канд. биол. наук

СОВРЕМЕННЫЕ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕК БАСЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации. Республика Узбекистан, 100187, г. Ташкент, м. Карасу – 4, д. 11; Тел.: +7 99871 265 32 41; эл. почта: echembar@mail.ru.

Ключевые слова: бассейн Аральского моря, бассейны рек Амударья и Сырдарья, минерализации и химического состав, содержание легкорастворимых солей.

В данной статье приведены результаты анализа многолетнего изменения количества солей, поступающих вместе с оросительной водой на поливные земли рек бассейна Аральского моря и состава этих солей, с выделением доли токсичных солей влияющих на мелиоративное состояние исследуемых агроландшафтов. Одним из аспектов проведенных исследований является изучение многолетнего изменения минерализации и химического состава речных вод региона.

В лаборатории гидрометрии и метрологии НИИИВП при ТИИМ Республики Узбекистан проводятся научные исследования по оценке гидроэкологического состояния рек бассейна Аральского моря на основе обобщения имеющихся фондовых материалов и полевых исследований в различных областях региона (рис. 1).

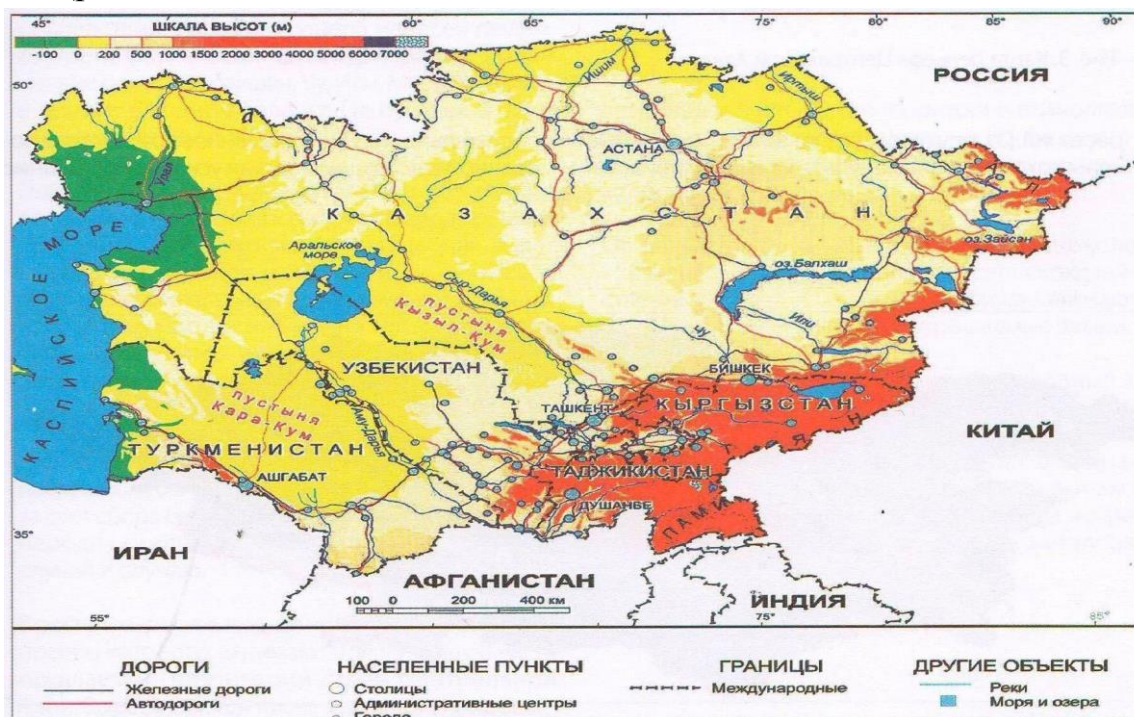


Рис. 1. Физико-географическая карта Центральной Азии, включающая бассейн Аральского моря

Материалы и методы исследования: основой произведенных исследований является бассейновый ландшафтно-галогеохимический метод, согласно которому все характеристики водного, твердого и химического стоков необходимо рассматривать по отдельным речным бассейнам. В случае, если объектом исследования является крупный трансграничный речной бассейн подобно бассейну р.Амударьи или Сырдарьи, то гидрологические и гидрохимические характеристики следуют рассматривать начиная с зоны формирования стока, затем в зоне транзита, и наконец, в зоне его рассеивания.

В состав намеченных исследований входило выполнение следующих задач:

- генезис и формирование качества речных вод в различных бассейнах при глобальном изменении климата (вклад жидких и твердых осадков, таяние снега и ледников, выклинивание подземных вод и др.), анализ динамики источников питания рек и их типов;

- влияние антропогенного фактора на гидрологический режим рек в различные по водности годы и на время прохождения половодья и паводков;

- современное состояние агроландшафтов и их историческое изменение (состав выращиваемых сельскохозяйственных культур, степень засоления и загрязнения и др.);

- анализ поступления величин солевого стока речными водами на агроландшафты и их выноса через коллекторно-дренажные воды. Взаимосвязь загрязнения существующих агроландшафтов с характеристиками выделенных биогеохимических провинций;

- выявление закономерностей и трендов в изменении режима рек, засоления агроландшафтов и прогноз их состояния.

О динамике солевого стока рек Средней Азии (значительная часть которого в настоящее время поступает на орошаемые земли) судили по начальным гидрологическим створам, расположенным выше орошаемых массивов. Величина солевого стока определялась общепринятым способом, как произведение водного стока на среднегодовую величину минерализации. Было выявлено, что для расчетных задач, можно обойтись «взвешиванием» данных по минерализации за два периода: а) половодья (с точки зрения ирригаторов – вегетационный период) и б) межени (невегетационный период).

Основные результаты: во время исследований было изучено влияние качества воды на мелиоративное состояние исследуемых агроландшафтов, служащих основой для рационального использования водных ресурсов Узбекистана.

Данная проблема является весьма обширной и требует изучения различных ее аспектов. Одним из аспектов является изучение многолетнего изменения минерализации и химического состава речных вод региона [1-5].

Рассмотрим теперь, какие соли присутствуют в настоящее время в речных водах Узбекистана и дадим оценку их токсичности.

Бассейн Амударьи. Содержание токсичных солей в воде Амударьи повышено уже в верховье реки (у створа Термез): здесь углекислый кальций преобладает над другими солями. Даже в половодье в последние годы в воде преобладают сульфат натрия и хлорид натрия. В межень содержание последней соли увеличивается до 4,12 мг/экв (рис. 2).

Был проведен анализ динамики изменения этих ингредиентов в этой реке. Оказалось, что в данной реке у створа Керки минерализация воды с 1931-1940 гг. к 2001-2011 гг. увеличилась с 0,5 до 1,66 г/л, а химический состав воды изменился с сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевого (СХГ-НК) на гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатно-натриево-магниево-кальциевого (ГХСН-НМК).

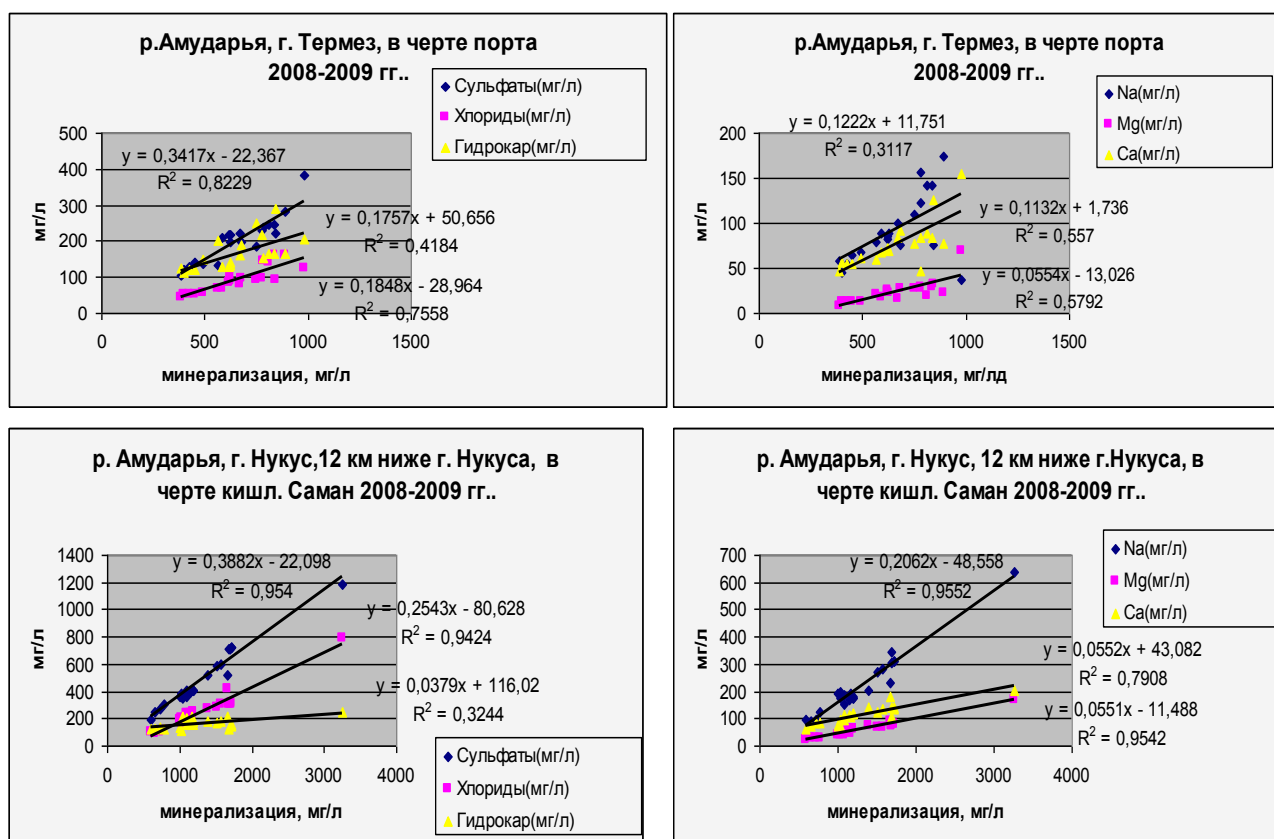


Рис. 2. Математические зависимости содержания главных ионов от величины минерализации речной воды: р. Амударья – г. Термез, р. Амударья – кишл. Саман

К нижнему течению реки в воде сохраняются те же соли, только иногда в ней образуется и хлорид магния. В связи с ростом минерализации содержание всех солей в воде увеличивается, особенно это относится к хлориду натрия, токсичность которого, по оценке мелиораторов, равна 7 баллам.

К створу Саман содержание токсичных солей в речной воде вновь несколько увеличивается. Преобладающее место занимает хлорид натрия: в межень до 15,63 мг-экв. Повышено также содержание сульфата магния: до 8,22 мг-экв. Содержание нетоксичных солей в сумме достигает всего 8,00 мг-экв. В нижнем течении р. Амударья в последние годы значительно увеличилась минерализация речной воды, так, у Саман она в отдельные месяцы сейчас повышается до 2,17 г/л.

Хорошая по качеству вода в верхнем течении р. Сурхандарья, особенно во время половодья, когда в ней преобладает двууглекислый кальций. В межень содержание токсичных солей несколько увеличивается, но качество воды в целом не меняется.

Бассейн Сырдарьи. В воде р. Нарын в половодье преобладает углекислый кальций, из токсичных солей присутствуют сульфат магния и хлориды

натрия и магния. В межень содержание токсичных солей увеличивается, причем кроме сульфата магния, в воде появляется и сульфат натрия.

В воде р.Карадарья и в половодье и в межень содержатся одни и те же соли, только в зимние месяцы повышено содержание сульфата натрия.

Состав солей не меняется внутри года и в самой Сырдарье после слияния Нарына и Карадарьи, только в межень содержание каждой соли значительно выше.

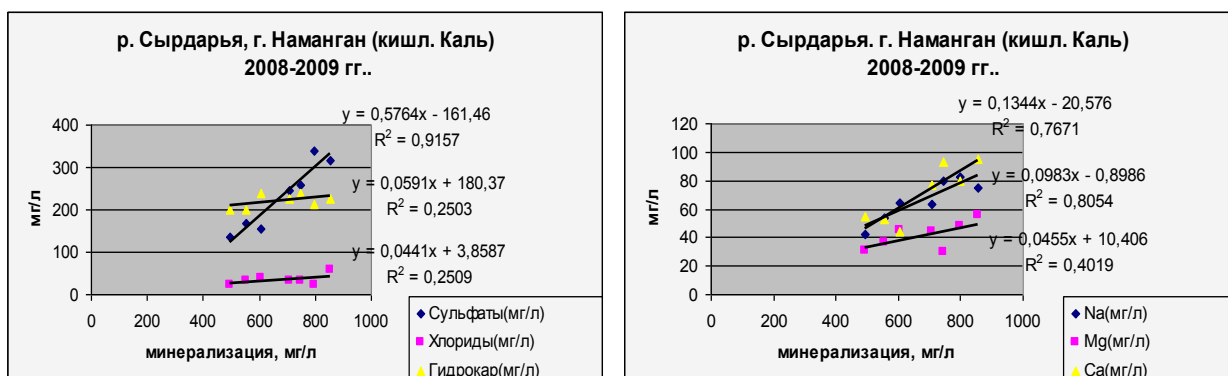
Не меняется состав солей в Сырдарье и при выходе ее из Ферганской долины, только их содержание по сравнению с верхним течением еще больше возрастает. Преобладающее место среди солей занимают сульфаты магния и кальция.

Очень хорошая по качеству вода р. Ахангаран: среди солей здесь преобладает углекислый кальций, который не токсичен. Содержание токсичных солей не очень велико: 0,04-0,34 мг-экв.

В устье реки содержание солей значительно меняется: в воде начинает преобладать сульфат магния и появляется в значительном количестве хлористый натрий.

Похожая картина наблюдается и в р. Чирчик. Если в верховье роки вода является вполне пригодной для орошения, а содержание токсичных солей колеблется от 0,08 до 0,39 мг-экв, то к устью реки содержание токсичных солей значительно увеличивается, особенно в межень. Так, например, содержание сульфата магния доходит до 3,85 мг-экв, сульфата натрия – до 2,21 и хлорида натрия – до 1,35 мг-экв.

Был проведен анализ динамики изменения этих ингредиентов в другой крупной трансграничной Сырдарье. В данной реке у створа г.Бекабад (к.Кызылкишлак) минерализация воды с 1925-1950гг. к 2001-2011гг. увеличилась с 0,42 до 1,27 г/л, а химический состав воды изменился с сульфатно-гидрокарбонатного – магниево-кальциевого (СГ-МК) на сульфатный – магниево-натриево-кальциевый (С-МНК) (рис. 3).



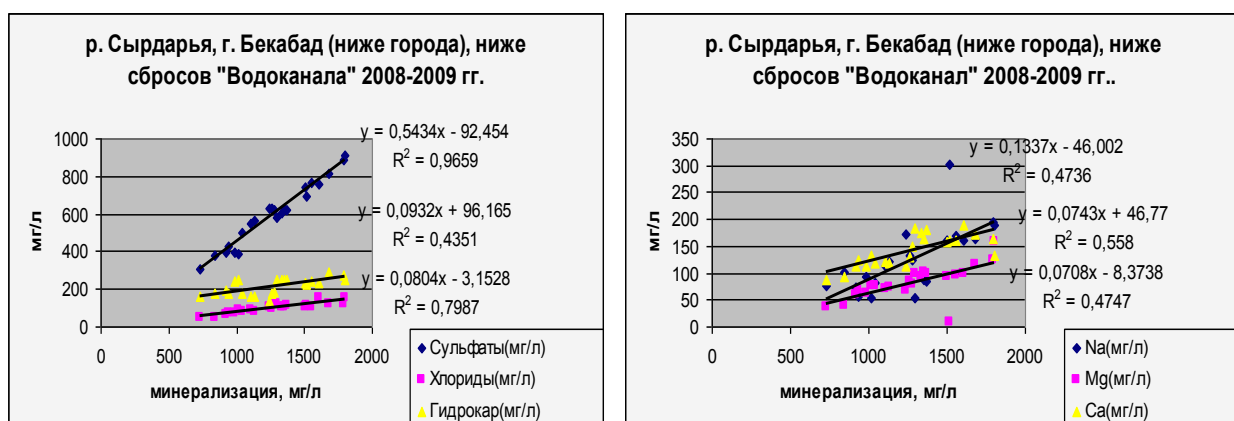


Рис. 3. Математические зависимости содержания главных ионов от величины минерализации речной воды: р. Сырдарья – г. Наманган (кишл. Каль), р. Сырдарья – г. Бекабад – ниже города

Выводы:

– в речных водах Средней Азии постоянно содержатся различные химические элементы (соли естественного происхождения, тяжелые металлы, остатки ядохимикатов и удобрений и т.д.), которые при орошении вызывают различные изменения в физико-химических свойствах орошаемых почв. Одну из опасностей для орошаемой зоны Средней Азии представляет процесс засоления поливных земель. По проведенным расчетам, на орошаемые поля сейчас ежегодно поступает 55,0-60,0 млн.т. различных солей естественного происхождения, при этом 40,0-46,0 млн.т солей выносятся из зоны формирования речного стока (горная область), а 17,0-19,0 млн.т из почв и пород нижних частей речных бассейнов в результате повторного использования некоторого объема речного стока на. поливы. Ввиду такого значительного поступления солей доля площади в различной степени засоленных почв от общей орошаемой площади в некоторых ирригационных районах (СурханШерабадский, Тахиаташский, Кызылординский) увеличилась до 60-90%, что значительно ухудшило их мелиоративное состояние;

– анализ состояния некоторых элементов водно-солевого баланса орошаемых массивов показал, что наиболее тяжелое мелиоративное состояние орошаемых земель наблюдается сейчас в нижних частях бассейнов Амударьи и Сырдарьи, которые после прекращения поступления речного стока в Аральское море, являются зоной аккумуляции солевого и твердого стоков этих рек;

– во всех реках в составе солей преобладают следующие: двууглекислый кальций, сульфаты кальция, магния, натрия и хлорид натрия, иногда в воде обнаруживается присутствие двууглекислого магния и хлорида магния. Первые две соли являются не токсичными, а остальные – токсичные. Токсичность речных вод увеличивается при смене фаз гидрологического режима рек с половодья на межень, а также по длине рек. В связи с повышением минерализации

речных вод и ухудшением их состава в средних и особенно нижних участках рек ирригационное качество воды стало удовлетворительным;

– основным источником продовольственного обеспечения Узбекистана является орошаемое земледелие, зависимое от мелиоративного состояния агроландшафтов. В среднем в Узбекистане для производства сельскохозяйственной продукции на душу населения расходуется до 1800 м³ воды в год, что является значительной величиной в условиях интенсивного водопользования (водозабор из поверхностных источников на орошение достигает 93% , из всех источников 84%).

Библиографический список

1. Лесник, Т. Ю., Чембарисов, Э. И. Коллекторно-дренажные воды бассейна Сырдарьи // Проблемы освоения пустынь: междунаучно-практический журнал. – Ашхабад. – 2001. – № 3. – С. 54-56.
2. Чембарисов, Э. И. Бахритдинов, Б. А. Гидрохимия речных и дренажных вод Средней Азии. – Ташкент: Укитувчи, 1989. – 232 с.
3. Чембарисов, Э. И., Хожамуратова, Р. Т. Коллекторно-дренажные воды Республики Каракалпакстан // Нукус: «Билим», 2008. – С. 56.
4. Чембарисов, Э. И., Насрулин, А. Б., Лесник, Т. Ю., Чембарисов, Т. Э. Минерализация и химический состав речных вод бассейна Амударьи // Проблемы освоения пустынь: междунаучно-практический журнал. – Ашхабад. – 2013. – № 3-4. – С. 54-58.
5. Чембарисов, Э. И., Лесник, Т. Ю., Насрулин, А. Б., Рахимова, М. Н. Современный гидрологический и гидрохимический режим р. Сырдарьи // Проблемы улучшения обеспеченности, качества водных ресурсов и мелиорации орошаемых земель Республики Узбекистан: мат. республ. научно-практический конф. – Ташкент: НИИИВП при ТИИМ, 2013. – С. 206-213.

УДК 332.14+330.111.4 (571.1)

К. С. ЧУМЛЯКОВ, канд. техн. наук,
зав. сектором департамента анализа ТЭК

ВЗАИМОСВЯЗЬ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ ПРИ ОСВОЕНИИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ВОСТОКА РОССИИ И ШЕЛЬФА АРКТИКИ

НАО «Сибирский научно-аналитический центр». Россия, 625016, г. Тюмень, ул. Пермякова, д. 46; Тел.: +7 922-263-36-66; эл. почта: k8sc@yandex.ru.

Ключевые слова: энергетические ресурсы, транспортная инфраструктура, опорная транспортная сеть, шельф Арктики.

Особенности развития транспортной инфраструктуры определяются экономико-географическими особенностями пространства, на котором она размещается и, следовательно, она должна быть увязана с развитием производительных сил. Речь идет, прежде всего, о стратегической модернизации инфраструктуры восточной части России и Арктики, которая будет обеспечивать надежность поставок природных ресурсов российским потребителям и на экспорт в перспективе.

Минеральные ресурсы в России представляют собой важнейший фактор формирования бюджета и благополучия населения страны, а использование современных механизмов государственного регулирования и инновационных технологий в их воспроизводстве и освоении обеспечивает конкурентоспособность национальной экономики. Основная часть энергетических ресурсов России сосредоточена в восточной части страны – Сибири, Дальнем Востоке, шельфе арктических и дальневосточных морей.

Все большее значение приобретает важность арктического направления для будущего страны – в центральной ее части ведется активная практическая деятельность по освоению территории. В центре внимания нефтегазовые проекты, массово реализуемые сегодня в Ямало-Ненецком автономном округе, такие как освоение Бованенковской группы месторождений, строительство заводов по производству СПГ (сжиженного природного газа), объектов портовой инфраструктуры, арктического терминала отгрузки нефти у Мыса Каменного, освоение месторождений Карского моря и прочие. Однако масштабное промышленное освоение региона будет невозможно без соответствующего комплексного развития транспортного сообщения [7].

Анализ развития мировой экономики показывает, что в ближайшие десятилетия рост глобальных потребностей в энергетических ресурсах будет происходить, в первую очередь, за счет увеличения их потребления странами Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР), а также восточными макрорегионами России. Так, после удовлетворения внутренних потребностей страны из Западной и Восточной Сибири и шельфа Арктики можно будет экспортировать значительные объемы нефти и газа в страны АТР [7]. Фактором, структурно сдерживающим развитие нефтегазового комплекса в регионе, является отсутствие современной развитой транспортной инфраструктуры, эффективной системы поставок углеводородного сырья из районов добычи к основным потребителям [6]. Поэтому на современном этапе планирования модернизации и развития национальной транспортной инфраструктуры важно обеспечить взаимосвязь ее развития и развития производительных сил, создав тем самым оптимальные условия доступности для всех пользователей.

Основу транспортной инфраструктуры составляют пути сообщения различных видов транспорта [5]. К ней относятся наземные, водные и воздушные пути сообщения, морские и речные порты, транспортные терминалы и сооружения, атомный и ледокольный флот. Основными предпосылками увязки развития транспортной инфраструктуры с развитием производительных сил является экономическое и социальное развитие макрорегионов, предоставление региональной экономике удобных путей для выхода на внутренние и мировые

рынки, освоение природных ресурсов, предназначенных для внутреннего потребления и экспорта, реализация энергетической стратегии России.

В современных геоэкономических и геополитических условиях повышение конкурентоспособности становится одной из главных стратегических целей экономического развития страны и ее макрорегионов [4]. Общий уровень развития, стратегическая конкурентоспособность макрорегиона и его инвестиционная привлекательность будут определяться характером и направлениями развития региональной транспортной инфраструктуры (см. рис. 1).



Рис. 1. Планирование модернизации транспортной инфраструктуры с учетом развития производительных сил

Согласно предполагаемой схеме планирования модернизации и развития транспортной инфраструктуры с учетом развития производительных сил для регионов с развитым машиностроительным потенциалом прогнозируются ускоренные темпы развития высокотехнологичных производств, сферы обслуживания и другие направления, характерные для постиндустриальной экономики. К таким регионам относятся Центральный и Северо-Западный макрорегионы. Соответственно направления модернизации и развития региональной транспортной инфраструктуры будут склоняться в сторону повышения качества, повсеместной доступности обслуживания, мобильности. На первом этапе развития приоритет будет за транспортно-логистическими системами с преобладающим участием автомобильного транспорта, а затем и железнодорожного. Требования к региональной транспортной системе будут концентрироваться на

повышении пропускной способности существующих автомобильных дорог, сооружении автодорожных обходов крупнейших городов, строительство в дополнении к радиальным магистралям соединительных и хордовых дорог по направлениям основных транспортных потоков, разгрузке транспортных узлов, а также ликвидации перепробега автомобильного транспорта.

Для регионов преимущественно сырьевой направленности, таких как Северный, Западно-Сибирский и Дальневосточный макрорегионы России, с низкой плотностью населения и возможными крупными концентрированными потоками энергетических, рудных, лесных и других грузов, перевозимых на дальние расстояния (более 5 тыс. км), будет актуально решение задачи завершения создания опорной транспортной сети и обеспечения круглогодичного выхода на нее большинства населенных пунктов путем строительства подъездных дорог [1]. Развитие сети железных дорог и магистрального трубопроводного транспорта обеспечит сырьевой экспорт продукции отраслей топливно-энергетического комплекса.

Следует отметить, что развитие внутреннего водного транспорта и местной авиации в таких районах без принятия специальных мер по их поддержке представляется бесперспективным.

В районах с развитым агропромышленным комплексом, таким как Поволжье, Северный Кавказ, южные районы Урала, Сибири и Дальнего Востока, предъявляются повышенные требования к формированию автодорожной сети в целях решения задачи по устройству автодорожных подъездов с твердым покрытием ко всем населенным пунктам. Это необходимо для транспортного обеспечения (включая экспортные поставки) товарного сельского хозяйства и промышленности, основанной на переработке сельскохозяйственного сырья.

Инструментом увязки развития производительных сил и транспортной инфраструктуры генеральная схема развития транспортного комплекса и опорной транспортной сети, учитывающая социально-экономические ориентиры стратегий, программ, отраслевых документов стратегического планирования, региональных транспортных планов и программ развития отдельных видов транспорта, а также основные международные детерминанты. При разработке схемы должна учитываться транспортная деятельность, осуществляемая вне рынка транспортных услуг, экологические и социальные аспекты, а также удовлетворение транспортных потребностей за счет использования различных транспортных средств [2; 3].

Таким образом, ключевую роль в создании единой транспортной системы России играет развитие транспортной инфраструктуры ее макрорегионов. Поскольку ее структуру и начертание во многом определяют экономико-географические особенности этих территорий, на которых она размещается, с

целью обеспечения эффективной системы поставок углеводородного сырья к основным потребителям транспортная инфраструктура обязательно должна быть увязана с развитием производительных сил.

Библиографический список

1. Великанова, А. Б., Чумляков, К. С., Лямзин, А. М. Организация движения транспорта в специфических дорожных условиях // Транспортные и транспортно-технологические системы: мат. междунаучно-техн. конф. – Тюмень, 2010. – С. 50-52.

2. Игнатюк, Ю. Л. Способы сохранения традиционной культуры и векторы стратегии социально-экономического развития коренных народов севера в условиях глобализации // Земля, вода, климат Сибири и Арктики в XXI веке: проблемы и решения: сб. докл. междунаучно-практ. конф. – Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2014. – С. 287-291.

3. Прудченко, А. А., Беяева, Д. В. Опыт формирования социального партнерства в сфере охраны окружающей среды Тюменской области // Бизнес и окружающая среда: баланс интересов: мат. всеросс. научно-практ. конф. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – С. 212-215.

4. Тоньшева, Л. Л. Стратегическая конкурентоспособность региона: определение пространственных приоритетов развития экономики // Государство и бизнес. Современные проблемы экономики: мат. VII междунаучно-практ. конф. – СПб., 2015. – С. 11-12.

5. Чумляков, К. С. Специфика формирования структуры транспортного комплекса на региональном уровне // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2010. – № 4. – С. 46-51.

6. Чумляков, К. С. Транспортный комплекс как фактор устойчивого экономического развития региона // Актуальные вопросы экономических наук. – 2010. – № 13. – С. 377-380.

7. Chumlyakov, K. Development of the territory of the Central Arctic Russia: prospects for the establishment of new transport and logistics corridors // Arctic dialogue in the global world. The Proceedings of Joint Science and Education Conference. 2015. – P. 135-139.

Научное издание

ВОДОСБЕРЕЖЕНИЕ, МЕЛИОРАЦИЯ
И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ
АГРОКУЛЬТУРНЫХ КЛАСТЕРОВ РОССИИ В XXI ВЕКЕ

Сборник докладов
XVIII Международной научно-практической конференции

Том 1

Изд. лицензия № 02884 от 26.09.2000. Подписано в печать 18.03.16.
Формат 60x90/16. Печать цифровая. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 18,75.
Тираж 150 экз. Заказ № 911.

РИО ТюмГАСУ, 625001, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2