

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Природных ресурсов (ИПР)
Направление подготовки Природообустройство и водопользование
Кафедра Гидрогеологии инженерной геологии и гидрогеоэкологии (ГИГЭ)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Распространенность кремния в подземных водах Северского месторождения и методы его устранения при водоподготовке

УДК 628.112.546.28(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2В31	Калинина Анна Дмитриевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ГИГЭ	Пасечник Е.Ю.	к.г.-м.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ЭПР				

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ				

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ГИГЭ	Гусева Н.В.	к.г.-м.н., доцент		

Томск – 2017 г.

Результаты обучения

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>
В соответствии с общекультурными компетенциями	
P1	Приобретать и использовать математические, социально-экономические и инженерные знания в междисциплинарном контексте инновационной профессиональной деятельности
P2	Применять глубокие профессиональные знания для решения задач проектно-изыскательной, организационно-управленческой и научно-исследовательской деятельности в области природообустройства и водопользования
P3	Проводить изыскания по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов для обоснования принимаемых решений при проектировании объектов природообустройства и водопользования
В соответствии с профессиональными компетенциями	
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>	
P4	Уметь формулировать и решать профессиональные инженерные задачи в области природообустройства с использованием современных образовательных и информационных технологий
P5	Управлять системой технологических процессов, эксплуатировать и обслуживать объекты природообустройства и водопользования с применением фундаментальных знаний
P6	Применять инновационные методы практической деятельности, современное научное и техническое оборудование, программные средства для решения научно-исследовательских задач с учетом безопасности в глобальном, экономическом, экологическом и социальном контексте

P7	Самостоятельно приобретать с помощью новых информационных технологий знания и умения и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P8	Проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>	
<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>
P9	Определять, систематизировать и профессионально выбирать инновационные методы исследований, научное и техническое оборудование, программные средства для решения научно-исследовательских задач
P10	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования полученных результатов на основе современных методов моделирования и компьютерных технологий
<i>в области проектной деятельности</i>	
P11	Уметь применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления программы мониторинга объектов природообустройства и водопользования, мероприятий по снижению негативных последствий антропогенной деятельности в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Природных ресурсов (ИПР)
Направление подготовки Природообустройство и водопользование
Кафедра Гидрогеологии инженерной геологии и гидрогеоэкологии (ГИГЭ)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Гусева Н.В.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы
В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2В31	Калинина Анна Дмитриевна

Тема работы:

Распространенность кремния в подземных водах Северского месторождения и методы его устранения при водоподготовке	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 28.12.2016г. № 10958/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	1. Литературные данные по территории исследования; 2. Физико-географические условия района исследований; 3. Химический и микробиологический состав вод, в том числе результаты, полученные по результатам отбора проб автором; 4. Отчеты ОАО "Северский водоканал".
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Задачи исследования: 1) Изучить химический состав подземных вод Северского месторождения; 2) Выяснить количественное содержание кремния в подземных водах Северского месторождения; 3) Рассмотреть методы устранения кремния при водоподготовке; 4) Выбрать наиболее оптимальный метод удаления кремния. Для оценки качества воды, во время прохождения производственной практики, было проведено опробование из водозаборных эксплуатационных скважин № 1,2,7 Северского водозабора №2, а также взяты пробы воды после водоподготовки. Анализы выполнены в научно-образовательном центре «Вода» кафедры ГИГЭ ТПУ.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1.Схема расположения района исследования; 2.Химический состав подземных вод Северского месторождения;

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старший преподаватель кафедры ЭПР, Глызина Т.С.
Социальная ответственность	Ассистент кафедры ЭБЖ, Раденков Т.А.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	28.12.2016 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ГИГЭ	Пасечник Е.Ю.	к.г.-м.н., Доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2В31	Калинина Анна Дмитриевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 86 страниц, 10 рисунков, 18 таблиц, 45 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: подземный водозабор, Северское месторождение, распространенность кремния, подземные воды, химический состав, методы обескремнивания воды, водоподготовка.

Объектом исследования являются подземные воды Северского месторождения.

Цель работы состоит в исследовании распространенности кремния в подземных водах Северского месторождения и методов его устранения при водоподготовке.

Автором были отобраны пробы воды эксплуатационных скважин Северского подземного водозабора и проведен их анализ в аккредитованной химической лаборатории НОЦ «Вода» ИПР ТПУ. Также была проанализирована опубликованная литература по территории исследования и отчеты ОАО «Северский водоканал».

На основании полученных материалов была изучена распространенность кремния в подземных водах Северского месторождения и методы его удаления.

Оглавление

Введение.....	4
1 Объекты и методы исследования	6
2 Физико-географические условия района исследований	11
2.1 Климат	12
2.2 Рельеф.....	13
2.3 Растительность	13
2.4 Гидрологические условия	16
2.5 Геологические условия района исследований	17
2.5.1 Меловая система (К).....	17
2.5.2 Палеогеновая система (Р).....	18
2.5.3 Четвертичная система (Q)	19
2.6 Гидрогеологические условия района исследований	21
3 Химический состав подземных вод Северского месторождения	28
3.1 Химический состав подземных вод верхнечетвертичного водоносного комплекса (VI горизонт).....	28
3.2 Химический состав подземных вод эоцен-олигоценного водоносного комплекса (V горизонт)	31
4 Результаты исследования химического состава вод некоторых эксплуатационных скважин в 2016 году.....	36
5 Распространенность кремния в подземных водах Северского месторождения	41
6 Методы устранения кремния при водоподготовке.....	44
6.1 Обескремнивание воды известью.....	47
6.2 Сорбционное обескремнивание воды	48
6.2.1 Обескремнивание воды солями железа	48
6.2.2 Обескремнивание воды солями алюминия	49
6.3 Магнезиальный метод.....	50
6.4 Обескремнивание воды анионитами.....	51
6.5 Электрохимическое декремнизирование воды	53
6.6 Фильтрационное обескремнивание воды	53
6.7 Анализ методом удаления кремния, которые могут быть внедрены на северском водозаборе № 2	54
7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	57
7.1 Виды и объемы проектируемых работ.....	57
7.2 Затраты времени на проектируемые работы	57
7.3 Затраты времени и цены на проведение анализа состава вод.	59
7.4 Расчет затрат труд по лаборатории	59
7.5 Расчет расходов материалов на проведение полевых геохимических работ	60
7.6 Расчеты стоимости основных расходов по организации исследования химического состава вод северского водозабора № 2	61
8 Социальная ответственность	68
8.1 Профессиональная социальная безопасность	69

8.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	69
8.1.1.1 Состояние микроклимата	69
8.1.1.2 Освещенность	70
8.1.1.3 Шум	71
8.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (техника безопасности)	72
8.1.2.1 Электробезопасность	72
8.1.2.2 Основные мероприятия, обеспечивающие безопасное ведение технологического процесса.....	73
8.1.2.3 Методы средства защиты работающих от производственных опасностей.....	74
8.1.2.4 Индивидуальные и коллективные средства защиты работающих	74
8.2 Экологическая безопасность.....	75
8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	76
8.3.1 Пожарная безопасность	79
8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	80
Заключение	82
Список использованных источников	83

Графические приложения

Лист 1 "Обзорная карта района исследований"

Лист 2 "Химический состав подземных вод Северского месторождения"

Введение

Проблеме питьевого водоснабжения населения страны уделяется особое внимание. При огромных запасах воды в Западно-Сибирском регионе и в частности в Томской области, запасы воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения не велики. Использование запасов подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения во многих регионах страны становится все более актуально, так как эти воды требуют меньших затрат для их водоподготовки и доведения концентрации химических элементов до норм ПДК. По обеспечению водой питьевого качества город Северск является уникальным градостроительным образованием. В России немного городов, где все потребности в питьевой воде покрываются за счет подземных вод высокого качества.

В целом ряде регионов России, в том числе и в Томской области, наблюдается превышение концентрации кремния. В последние годы все чаще обращается внимание на проблему обескремнивания питьевой воды. Согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 кремний относится ко 2 классу опасности по санитарно-токсикологическому признаку вредности и его предельное содержание (ПДК) не должно превышать 10 мг/л. Высокое содержание кремния в питьевой воде опасно для здоровья человека. Поэтому в водах, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, большое внимание стоит уделять удалению излишков кремния.

Объектом исследования являются подземные воды Северского месторождения.

Цель работы состоит в исследовании распространенности кремния в подземных водах Северского месторождения и методов его устранения при водоподготовке.

Исходя из поставленной цели, были определены задачи исследования:

- 1) изучить химический состав подземных вод Северского месторождения;

- 2) выяснить количественное содержание кремния в подземных водах Северского месторождения;
- 3) рассмотреть методы устранения кремния при водоподготовке;
- 4) выбрать наиболее оптимальный метод удаления кремния.

1 Объекты и методы исследования

Гидрогеологические условия района, описание водовмещающих пород и химического состава вод наиболее обширно описаны в гидрогеологии СССР том XVI Западно-Сибирская равнина (1970г.) [38]. Месторождения подземных вод, расположенные на территории Обь-Томского междуречья, и их геоэкологические условия также изучались В.К. Поповым, В.А. Коробкиным, Г.М. Роговым, О.Д. Лукашевичем, Ю.Ю. Галямовым, Б.И. Юргиним, В.В. Золотаревой и др. Они описаны в монографиях "Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья" [4], "Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья" [1] в фондовых материалах и отчетах.

Подробно методы обескремнивания воды описаны в учебнике Николадзе Г.И. "Технология очистки природных вод" [7], а также в справочнике наилучших эффективных технологий Даниловича Д.А. [8]. Методы удаления кремния из подземных вод рассмотрены также в статье "Кремний: стандарты концентрации в питьевой воде и практика. Проблема нормирования кремния в питьевой воде на примере тунгусского месторождения подземных вод в г. Хабаровске" Кулаков В. (Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения РАН, г. Хабаровск). Также проблему обескремнивания рассматривали А.Н. Беляев Д.С. Лысов, И.В. Флегентов (Вятский государственный университет).

Распространенность кремния на Земле, формы его нахождения также рассматривали такие ученые, как Isshiki K., Nakayama E. в работе "Form of dissolved silicon in seawater" [44], K. Robards, I.D. McKelvie, R.L. Benson, P.J. Worsfold, N.J. Blundell, H. в работе "Determination of carbon, phosphorus, nitrogen and silicon species in waters" [45].

В административно-территориальном отношении участки исследуемых водозаборов относятся к ЗАТО Северск, расположенного в юго-восточной части Томской области, севернее областного центра – г. Томск. Доступ на

территорию водозаборов, как и на территорию города, закрыт и предполагает оформление и наличие специальных пропусков.

В географическом отношении площадь Северского месторождения приурочена к краевой части Западно-Сибирской низменности, к югу от впадения р. Томь в р. Обь. Район, расположен в юго-восточной окраинной части Западно-Сибирской низменной равнины на правобережье р. Томь, в её нижнем течении (рисунок 1).

Северское месторождение эксплуатируется двумя действующими площадными водозаборами 1 и 2 более 50 лет, в ближайшие годы планируется промышленное освоение участка проектируемого водозабора 3.

2 Физико-географические условия района исследований

На территории района исследований расположен г. Северск, наиболее крупные поселки в пределах описываемой территории: Самусь, Чернильщиково, Кузовлево.

В районе хорошо развита транспортная сеть: с юго-востока на северо-восток автомобильная трасса с асфальтовым покрытием соединяет г. Томск и г. Северск, г. Томск и п. Самусь, до действующих водозаборных участков 1 и 2 проложены асфальтированные или грунтовые дороги.

2.1 Климат

Климат района континентальный, с перепадами температур в суточном цикле до 20-25°C и более, с тёплым летом и холодной зимой, довольно резкими изменениями элементов погоды в сравнительно короткие периоды времени, зависящими от сложной циркуляции воздушных масс над Западно-Сибирской низменной равниной. Среднегодовая температура воздуха составляет -0,6°C, при абсолютном минимуме -56°C. Максимальная высота снежного покрова 70 мм. Максимальная скорость ветра 34 м/сек, направление ветра южное и юго-западное. По количеству атмосферных осадков (500-600 мм/год) и недостаточности теплообеспеченности, изучаемая территория относится к зоне избыточного увлажнения.

2.2 Рельеф

Исследуемый район приурочен к возвышенной аккумулятивной равнине, с характерными денудационно-эрозионными формами рельефа (водораздел рек Большая Киргизка и Самуська) и вложенными эрозионно-аккумулятивными долинами современных рек разного порядка. Изучаемые водозаборные участки 1, 2, 3 расположены в пределах 2-ой надпойменной террасы р. Томь, распространенной повсеместно по правому берегу, на севере и в центре территории. Ширина ее здесь составляет 10-12 км. Поверхность 2-ой террасы с абсолютными отметками от 85 до 100 м имеет общий слабый уклон (3-5°) в сторону р. Томь. Вторая терраса врезается в пойму р. Томь крутым (до 80°) обрывом.

В пределах площади ее распространения отмечаются многочисленные чашеобразные понижения, часто заболоченные, на дне которых иногда образуются небольшие озерца. Площадь таких участков составляет 1-2 км², в отдельных сохраняется постоянный слой воды до 1,6 м. Мелкие по площади болота в сухое время года пересыхают [40].

2.3 Растительность

Незастроенные территории покрыты смешанным лесом с преобладанием сосны. Реже встречаются береза и осина, опушки сосновых лесов часто заняты кустарником.

Почвенный покров представлен подзолистыми и дерново-подзолистыми песчано-супесчаными разностями, которые имеют серый цвет, при довольно большом содержании гумусового вещества. Леса на территории отнесены к лесорастительной зоне подтаежно - лесостепного округа, к категории равнинных лесов. В современном растительном покрове междуречья рек Камышки и Самуськи представлены как коренные, зональные и азональные, так и производные типы растительности.

Производная растительность в настоящее время наиболее распространена и занимает обширные площади на второй и третьей надпойменных террасах. То же и на склонах водораздельной равнины. Производная растительность представлена березовыми и осиновыми лесами и их смешанными вариантами. Главной лесообразующей породой в этом районе является осина. Береза имеет более ограниченное распространение.

Остатки коренной южно-таежной растительности смещены в долины рек Камышка и Самуська и небольшими фрагментами сохранились в логах на расчлененных склонах водораздельной равнины. Доминирующую роль в древостое этих лесов играют ель и пихта, которым часто сопутствуют кедр и сосна. В долинных местоположениях темнохвойные леса часто представлены заболоченными вариантами, и подпологовая растительность сформирована болотным разнотравьем.

2.4 Гидрологические условия

Гидрографическая сеть представлена р. Томь, её притоками и временными водотоками. Правобережные притоки – р. Бол. Киргизка, Самуська, Ромашка и Камышка. В гидрологическом режиме имеются выраженный весенний паводок, в нижнем течении сопровождающийся подпорным режимом со стороны р. Томь и менее выраженные, но заметные подъемы воды в периоды выпадения ливневых дождей. Минимальные уровни воды имеют место в предвесенний период зимней межени. Ледостав на реках наблюдается в конце октября начале ноября, ледоход – в середине апреля.

Река Томь в пределах описываемой территории подмывает правый берег. Он крутой и обрывистый, высота обрывов над урезом реки 40-50 м. Глубина реки составляет 2,5-4 м, до 6-10 м в районе п. Самусь.

Ко 2-ой надпойменной террасе приурочена искусственная гидрографическая сеть района. На севере 1-го участка она представлена водохранилищем ВХ-1 и частью его сбросного канала, размещенными в долине бывшей р. Ромашка.

2.5 Геологические условия района исследований

Геологические условия района работ определяются его приуроченностью к краевой части Западно-Сибирской платформы, в зоне сочленения с Колывань-Томской складчатой зоной, северным продолжением Саяно-Алтайской геосинклинальной области.

В соответствии с принятой схемой геотектонического районирования район Северского месторождения приурочен к окраинной части Западно-Сибирской плиты в области сочленения ее с Томским выступом на границе с Колывань-Томской складчатой зоны Алтае-Саянской складчатой области.

Геологическое строение до глубины залегания водоупора (120-150 м), подстилающего эксплуатируемый водоносный комплекс, определяется наличием в разрезе толщи полигенетических песчано-глинистых отложений, формирование которой с перерывами продолжалось, начиная с позднего палеоцена и заканчивая поздним неоплейстоценом. Образования платформенного чехла характеризуются спокойным залеганием отложений со стратиграфическими несогласиями, приходящимися на положительные фазы тектонических движений.

По данным бурения разведочно-эксплуатационных и наблюдательных скважин на территории месторождения, в строении разреза платформенного чехла на изучаемую глубину участвуют верхнемеловые и палеогеновые отложения, перекрытые четвертичными осадками [40].

2.5.1 Меловая система (К)

Верхний отдел (K_2) представлен симоновской свитой (K_2smn) (водоупорный горизонт D), повсеместно вскрытой на территории месторождения, за исключением юго-восточной части района. Перекрывается свита отложениями сымской свиты, на незначительной территории глинами люлинворской свиты.

Литологически горизонт D представлен глинами серыми разных оттенков, реже пестроцветными, плитчатыми или жирными, комковатыми, песчанистыми (таблица 1).

Глубина залегания кровли изменяется от 75 до 208 м, мощность варьирует от 10 до 80 м (табл. 1). Увеличение глубин залегания и мощности горизонта происходит в северном направлении, достигая максимальных значений в районе 3-го участка.

Сымская свита (K_2sm) повсеместно распространена в пределах исследуемой территории и залегает на симоновских образованиях без видимого несогласия. Перекрываются отложения сымской свиты, в основном, отложениями люлинворской свиты. В юго-восточной части площади месторождения, где образования люлинворской свиты отсутствуют, сымская свита перекрывается породами юрковской или атлымской свит (2-ой участок).

Представлена свита песками голубовато-, зеленовато-серыми, от тонко- до среднезернистых с прослоями глин и песчаников. Согласно схеме условного расчленения разреза сымская свита соответствует горизонту IV. Глубина залегания горизонта IV меняется от 63 до 188, мощность составляет 10-70 м[40].

2.5.2 Палеогеновая система (Р)

Отложения палеогеновой системы залегают с перерывом на осадках верхнего мела. Песчано-глинистая толща палеогена представлена палеоценовыми, эоценовыми и олигоценовыми осадками, выделяемых в условные горизонты E, IVa, F, V, G.

Люлинворская свита ($P_{1-2}ll$) распространена на всей площади месторождения, за исключением ее юго-восточной части и сложена морскими осадками: опоками и опокovidными глинами серого или темно-серого цвета, со сменой вверх по разрезу на светло-серый с зеленоватым или зеленовато-желтым оттенком. Глины и опоки весьма плотные с раковистым

изломом. Глубина залегания этих отложений в пределах участков достигает 52-160 м, мощность – от 10 до 20 м.

2.5.3 Четвертичная система (Q)

Четвертичные образования на исследуемой площади представлены разновозрастными озерно-аллювиальными, аллювиальными и субаэральными отложениями, со стратиграфическим несогласием залегающими на частично размытых отложениях олигоцена.

Отложения 2-ой надпойменной террасы (a^2Q_{III}) р. Томи, р. Бол. Киргизка прослеживаются в речных долинах в виде полос различной протяженности и ширины. Они представлены сверху вниз супесями, песками с гравием и галькой в основании. Участками (в районе 1-го водозабора, между проектным 3-им и площадками 18 и 18а) данные отложения имеют трехслойное строение: верхняя пачка сложена супесью, песками, нижняя – песками с прослоями глин и суглинков, в подошве гравийно-галечниковыми отложениями. Мощность осадков составляет 14-50 м. Абсолютные отметки поверхности террасы колеблются в пределах 85-100 м.

2.6 Гидрогеологические условия района исследований

По гидрогеологическому районированию, территория относится к юго-восточной окраине Средне-Обского АБ, выделяемого в составе Западно-Сибирского АБ регионального стока. По сложности гидрогеологических, водохозяйственных и геоэкологических условий Северское месторождение пресных подземных вод отнесено ко 2-ой группе Классификации эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов.

Геолого-гидрогеологический разрез до глубины вскрытия эксплуатационными скважинами водозаборов представлен отложениями симоновской, сымской, люлинворской, юрковской, атлымской, новомихайловской свитами, перекрытыми аллювиальными отложениями первой и второй надпойменных террас и поймы р. Томь.

3 Химический состав подземных вод Северского месторождения

Характеристика химического состава и качества подземных вод приводится по результатам опробования, ежегодно проводимого сотрудниками СГС в рамках ведения мониторинга на территории действующих водозаборов.

3.1 Химический состав подземных вод верхнечетвертичного водоносного комплекса (VI горизонт)

В целом химический состав подземных вод VI горизонта, как и, впрочем, V (эксплуатационного) горизонта, формируется под влиянием региональных условий. Повсеместно в пределах месторождения отмечаются повышенные относительно норм питьевого водоснабжения концентрации железа (15-28ПДК), марганца (2-35ПДК), кремния (1,5ПДК)

На протяжении длительного времени наблюдалась тенденция увеличения содержания хлоридов в подземных водах VI горизонта в пределах ЗСО водозабора 1. На данный момент концентрация хлоридов изменяется от 9,3 мг/л до 22,9 мг/л. В пробах воды, отобранных из наблюдательной скважины 028 10, расположенной на территории водозабора 1 наблюдается снижение концентрации хлора по сравнению с 2011 г в 8,5 раз.

3.2 Химический состав подземных вод эоцен-олигоценового водоносного комплекса (V горизонт)

Среди анионов в составе воды преобладает гидрокарбонат-ион, содержание которого изменяется от 217 до 473 мг/л, что составляет в среднем 97%-экв. Присутствие остальных анионов в воде незначительное. Катионный состав подземных вод представлен преимущественно ионами кальция, концентрация которого изменяется от 50,1 до 242 мг/л (в среднем 77%-экв) (табл.2) [2].

По данным режимных наблюдений отмечается присутствие нефтепродуктов в подземных водах V горизонта, но в концентрациях, не превышающих ПДК.

4 Результаты исследования химического состава вод некоторых эксплуатационных скважин в 2016 году

Для оценки качества воды во время прохождения производственной практики было проведено опробование из водозаборных скважин № 1,2,7 Северского водозабора №2, а также взяты пробы воды после водоподготовки. Анализы выполнены в научно-образовательном центре «Вода» кафедры ГИГЭ ТПУ.

Проектная глубина скважин составляет 120 м и они относятся к эоцен-олигоценному водоносному комплексу (V горизонт).

Таблица 3 – Технические данные по скважинам № 1, 2, 7 Северского водозабора № 2

Номер скважины	Скважина № 1	Скважина № 2	Скважина № 7
Дата пуска в эксплуатацию	Август 1966г.	Август 1966г.	Сентябрь 1966г.
Глубина скважины(м)	120	120	120
Проектный дебитм ³ /час	75	60	112
Статистический уровень(м)	27,2	26,6	28,7
Динамический уровень(м)	41,2	33,8	36,6
Количество водоносных горизонтов	2	2	2

Таблица 4 – Результаты химического анализа вод некоторых скважин Северского водозабора № 2 в 2016 г., а также вод на станции водоподготовки

	Скважина №1	Скважина № 2	Скважина № 7	До водоподготовки	После водоподготовки	ПДК
рН, ед. рН	7,18	7,9	7,2	7,13	7,31	6,5-9
Минерализация, мг/л	290,4	283,6	374,4	326,8	332,5	
Жесткость общ., мг-экв/л	3,00	3,70	3,70	3,70	3,90	7
Окисляемость перм., мгО ₂ /дм ³	2,08	2,24	2,22			1
Калий (K ⁺), мг/л	0,57	0,68	0,69	0,8	0,78	
Натрий (Na ⁺), мг/л	6,57	7,42	7,38	6,29	7,56	200
Кальций (Ca ²⁺), мг/л	40	53	60	57	59	

Магний (Mg^{2+}), мг/л	12,2	12,6	8,3	10,7	10,98	
-----------------------------------	------	------	-----	------	-------	--

Продолжение таблицы 3

Гидрокарбонаты (HCO_3^-), мг/л	216,6	195,2	285,5	244	244	
Хлорид-ион (Cl^-), мг/л	0,94	0,94	0,87	0,98	2,56	350
Сульфат-ион (SO_4^{2-}), мг/л	13,54	13,79	11,61	7	7,62	500
Аммоний-ион (NH_4^+), мг/л	0,52	0,47	0,58			2,5
Нитриты (NO_2^-), мг/л	0,017	0,022	0,029			3,3
Нитраты (NO_3^-), мг/л	<0,1	0,14	0,13	0,14	0,22	45
Полифосфаты (PO_4^{3-}), мг/л	0,05	0,044	0,053			3,5
Железо общ. ($\text{Fe}_{\text{общ}}$), мг/л	4,77	2,9	2,33	0,29	0,13	0,3(1)
Марганец (Mn), мг/л	0,48	0,37	0,25	0,31	0,14	0,1
Кремний (Si), мг/л	9,73	9,43	9,1	9,68	9,09	10
Углекислота (CO_2), мг/л	34,3	12,3	10,6	35,2	23,8	
Фторид-ион (F^-), мг/л	0,15	0,13	0,13			0,7-1,5

Воды слабощелочные (от 7,18 до 7,9 ед.рН), гидрокарбонатные кальциевые, пресные (от 283,6 мг/л до 374,4 мг/л). Общая жесткость в исследуемых пробах скважин изменяется от 3 до 3,7 мг-экв/л. Это говорит о том, что воды жесткие. По результатам химического анализа видим, что превышение ПДК в водах обнаружено только по содержанию железа (рисунок 3) и марганца (рисунок 4). Содержание кремния находится в концентрациях близких к ПДК.

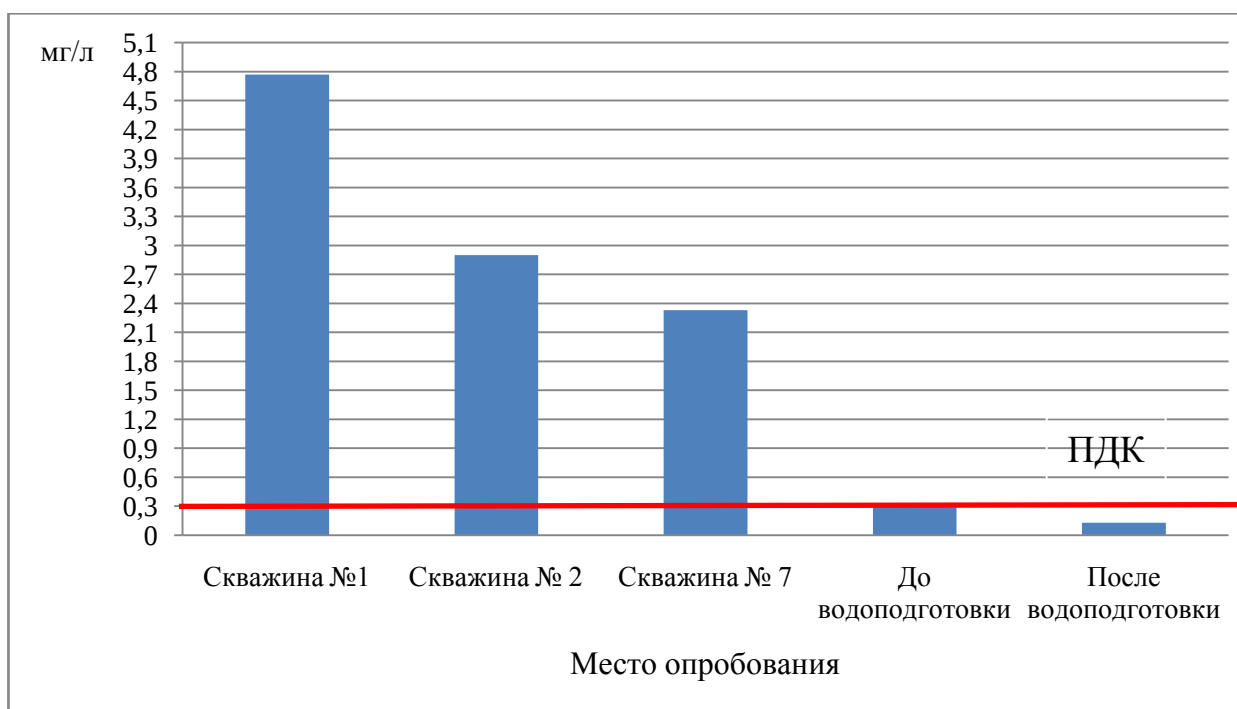


Рисунок3 – График изменения концентрации железа в водах скважин № 1,2, 7, а также на станции водоподготовки

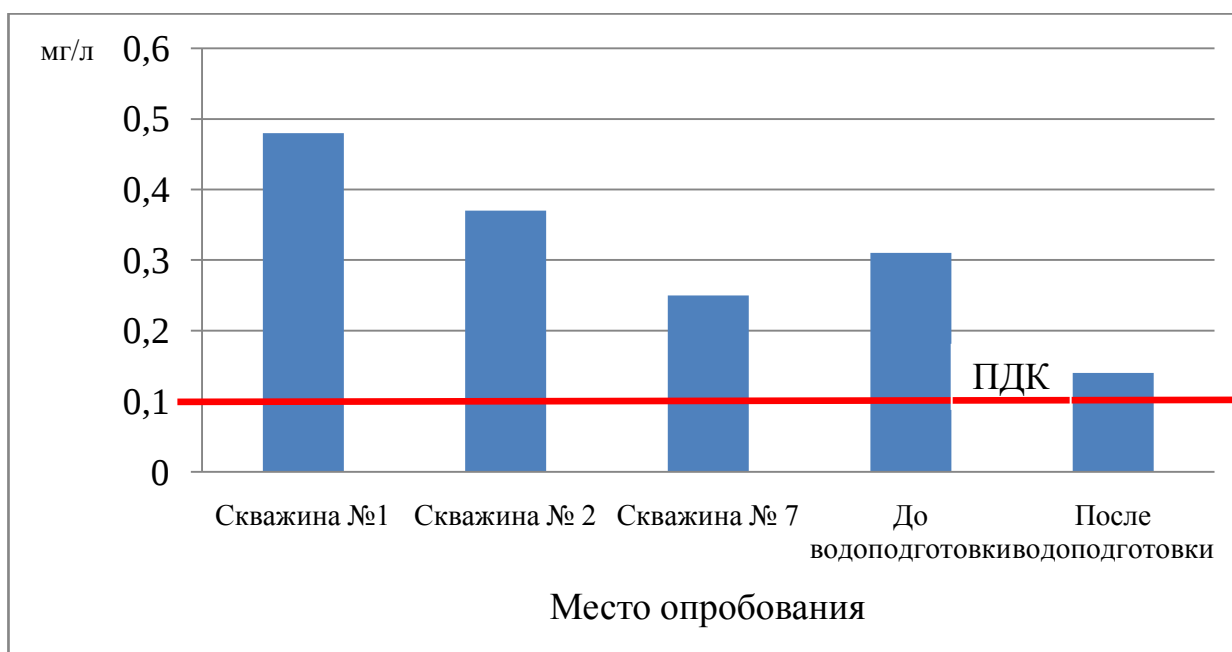


Рисунок 4 – График изменения концентрации марганца в водах скважин № 1,2, 7, а также на станции водоподготовки

Концентрация хлорид-иона в исследуемых водах после процесса водоподготовки увеличивается с 0,98 мг/л до 2,56 мг/л. Изменение концентрации хлорид-иона и сульфат-иона представлено на рисунке 5. Это связано в первую очередь с использованием гипохлорита натрия для

обеззараживания воды в процессе водоподготовки. Также увеличивается концентрация сульфат-иона после водоподготовки с 7,0 до 7,62 мг/л.

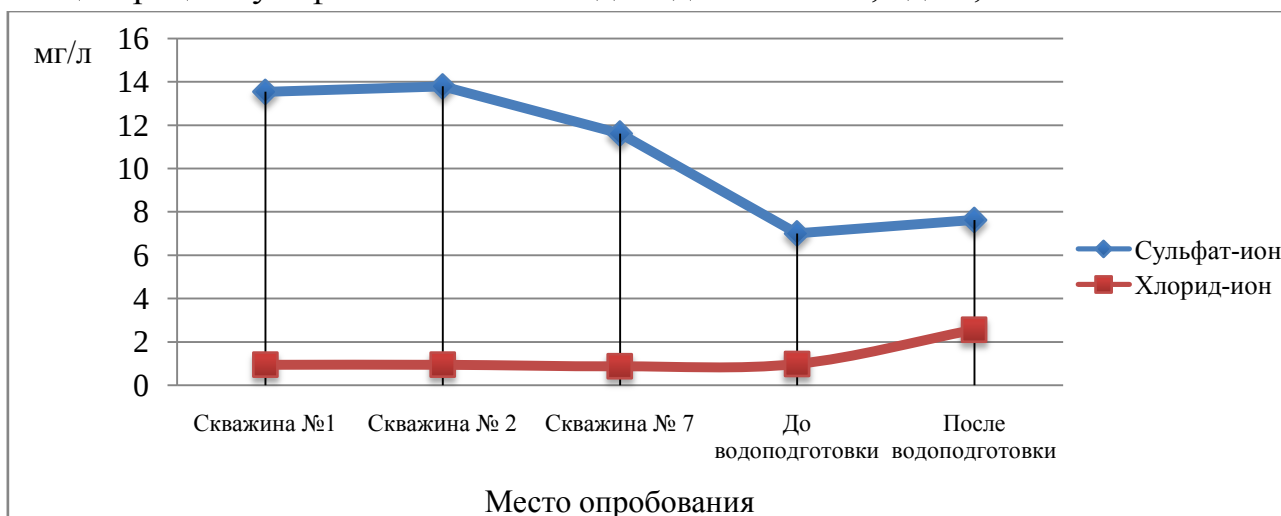


Рисунок 5 – График изменения концентрации хлорид-иона и сульфат-иона в водах скважин № 1,2,7 СВК №2, а также на станции водоподготовки

Также приближается к предельной концентрации значение кремния. Концентрация кремния варьирует от 9,1 мг/л в водах скважины № 7 до 9,73 мг/л в скважине № 1 при ПДК равной 10 мг/л. После процесса водоподготовки концентрация кремния снижается с 9,68 мг/л до 9,09 мг/л (рисунок 6), что соответствует нормам для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

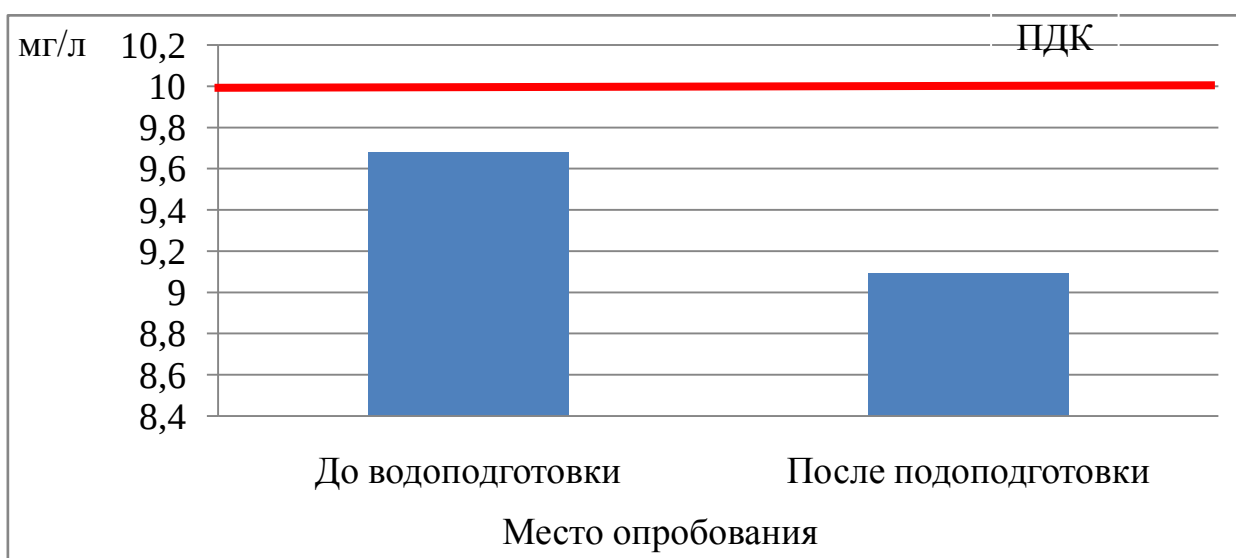


Рисунок 6 – График изменение концентрации кремния в процессе водоподготовки

5 Распространенность кремния в подземных водах Северского месторождения

Основными источниками подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения, являются водоносные комплексы четвертичных, неогеновых, палеогеновых и, на отдельных территориях, меловых отложений. Используемые для водоснабжения подземные воды преимущественно распространены в пределах зоны свободного водообмена. На формирование состава подземных вод существенное влияние оказывают геологические, гидрогеологические и физико-географические факторы (климат, дренирующее воздействие эрозионной и речной сети). В верхней части гидрогеологического разреза активное влияние на формирование подземных вод оказывает деятельность человека. Климатические особенности территории приводят к ярко выраженной широтной зональности химического состава подземных вод, выражающемся в закономерном их изменении от пресных гидрокарбонатных магниево-кальциевых вод в северной части территории до солоноватых гидрокарбонатных натриевых вод в южной части и хлоридных натриевых – в юго-западной.

В пределах рассматриваемой территории подземные воды, химический состав которых полностью удовлетворяет действующим нормативам, имеют ограниченное распространение в меловых отложениях. Под влиянием природных факторов на территории сформировались региональные гидрогеохимические провинции подземных вод.

Основными компонентами природного происхождения, содержания которых в подземных водах основных эксплуатационных комплексов исследуемой территории превышает предельно допустимые концентрации (ПДК), являются: железо, марганец, кремний, бор. Также воды характеризуются повышенной величиной общей жесткости. С возрастанием минерализации и зональной смены типов вод, связанной с пластовой и

вертикальной гидрогеохимической зональностью, наблюдается увеличение концентраций хлоридов, сульфатов, магния, натрия.

Основной источник поступления соединений кремния в природную воду – продукты растворения различных минералов, особенно алюмосиликатов. При воздействии на них воды с примесью двуокси углерода происходит вымывание кремниевой кислоты. Обогащение природных вод соединениями кремния происходит в результате процессов выветривания кремнийсодержащих пород, их поступления из почвенно-растительного слоя, а также в результате разложения растительных и животных остатков. Кремний в водах встречается в ионном и молекулярном виде в форме различных кремниевых кислот, соотношение которых определяется величиной pH. В нейтральной или слабокислой средах ($\text{pH} < 7$) кремниевая кислота находится в молекулярной форме, а в щелочной среде ($\text{pH} > 8$) – в ионной.

Высокое содержание кремния в воде делает ее дальнейшее использование достаточно проблематичным. Такая вода обладает специфической силикатной жесткостью, которая требует специальных приемов умягчения.

Судя по результатам химического анализа, проводимого автором в 2016 году концентрация кремния близка к ПДК. Исходя из данных, полученных в ходе анализа можно утверждать, что содержание кремния в исходных водах эксплуатируемых скважин № 1, 2, 7 варьирует от 7,38 до 9,64 мг/л. При рассмотрении данных отчетов СВК № 2 можно говорить о превышении ПДК в 2012 и 2015 году как на участке 2 водозабора, так и на участке 1. Максимальная концентрация кремния составляет 12,7 мг/л (при ПДК равном 10 мг/л). График изменения содержания кремния в подземных водах скважин ОАО «Северский водоканал», а также на станции водоподготовки представлен на рисунке 7.

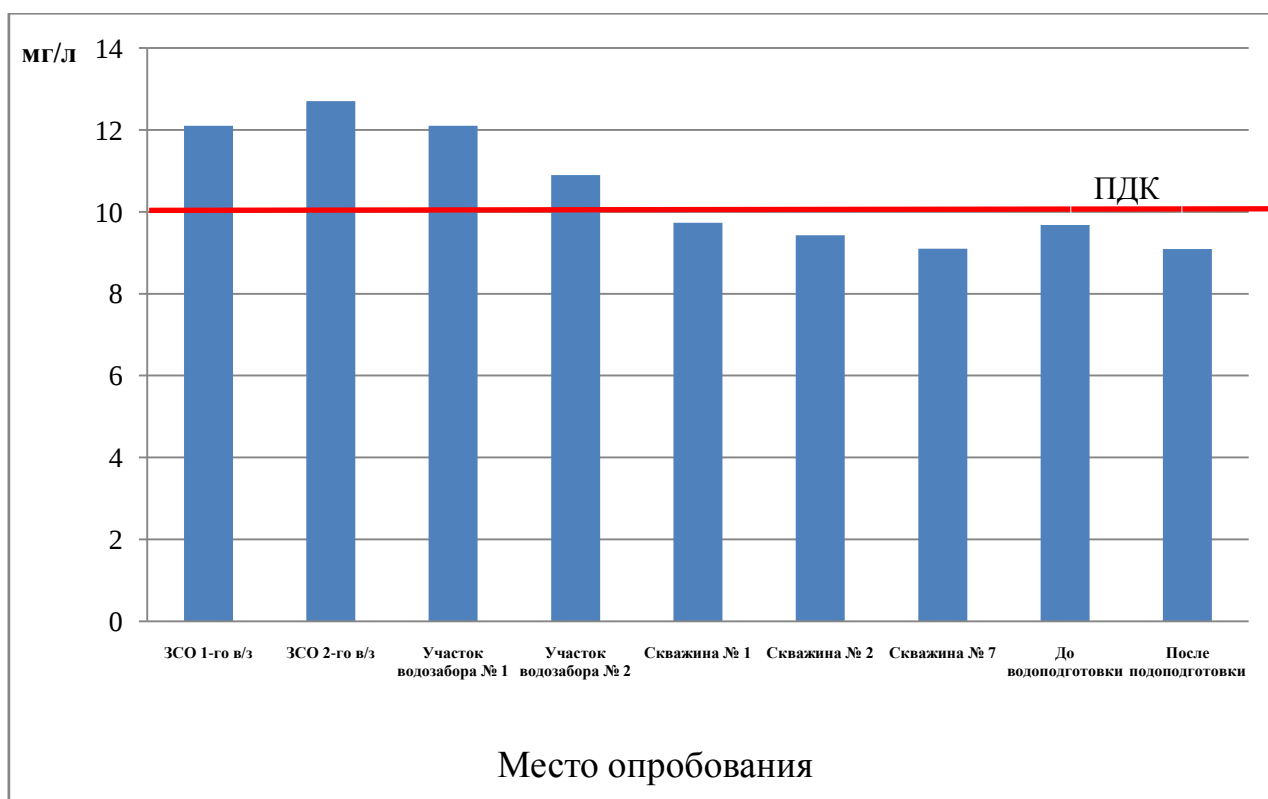


Рисунок 7 – График изменения содержания кремния в подземных водах скважин ОАО «Северский водоканал», а также на станции водоподготовки

Использование воды с большим содержанием кремния сопровождается выходом из строя водонагревательных и водопроводящих систем, так как образующиеся на стенках кремнийсодержащие осадки уменьшают просвет труб, ухудшают их теплопроводящие и механические свойства, а удаление такой накипи обычными способами затруднительно. Кроме того, медики связывают повышение заболеваемости мочекаменной болезнью, поражение почек и печени с употреблением питьевой воды, содержащей большие количества кальция, магния и кремния [36]. Таким образом, возрастающее содержание соединений кремния в воде представляет важную проблему, требующую серьезного осмысления. Обычно удаление примесей соединения кремния не выделяют при водоподготовке в отдельную стадию, а проводят совместно с удалением других примесей, например, с процессом умягчения и последующим осаждением образованного осадка.

6 Методы устранения кремния при водоподготовке

В подземных водах содержание кремниевой кислоты достигает половины общего анионного состава воды. Кремний в водах встречается в ионном и молекулярном виде, в форме различных кремниевых кислот, соотношение которых определяется величиной рН. В нейтральной или слабокислой средах ($\text{pH} < 7$) кремниевая кислота находится в молекулярной форме, а в щелочной среде ($\text{pH} > 8$) – в ионной.

Он является постоянным компонентом химического состава природных вод. Этому способствует в отличие от других компонентов повсеместная распространенность соединений кремния в горных породах. Концентрация кремния в природных водах обычно составляет несколько миллиграммов в 1 литре. В подземных водах она повышается и часто достигает 10 мг/л, а в горячих термальных водах – даже 100 мг/л [3]. Растворимость кремниевой кислоты составляет при комнатной температуре 0,01 – 0,017% (в пересчете на SiO_2). При повышении температуры растворимость кремниевой кислоты возрастает, достигая величины 0,04% при 94°C. На растворимость кремния, кроме температуры сильно влияет повышение рН раствора.

Воду, содержащую кремниевую кислоту, нельзя использовать для питания котлов высокого и сверхвысокого давления, в химико-фармацевтической промышленности, при производстве капрона и текстиля, при переработке цветных металлов, так как при продолжительном кипячении воды кремний образует твердую силикатную накипь.

Кремниевая кислота является основным компонентом сложных силикатных накипей (до 50% кремниевой кислоты, до 30% оксидов железа, меди и алюминия и до 10% оксида натрия), которые способны отлагаться на стенках котлов и теплообменных аппаратов. Кремниевая кислота образует накипи с катионами кальция, магния, натрия, железа, аммония. Силикатная накипь обладает низким коэффициентом теплопроводности и поэтому

существенно снижает теплотехнические показатели работы котлов и теплообменных аппаратов.

Таким образом, вода, содержащая кремниевую кислоту, осложняет и ухудшает работу котлов, турбин, а также различных теплообменных аппаратов, понижает качество продукции ряда производств, поэтому при ее использовании для указанных целей необходимо произвести предварительное обескремнивание воды[3].

Однако решение вопроса обескремнивания имеет ряд сложностей:

1. Разнообразие форм нахождения кремния в питьевой воде и как следствие невозможность без предварительных исследований выбрать эффективный метод очистки воды для конкретного водисточника.
2. Взаимное негативное влияние кремния и железа. Кремний взаимодействует только с трехвалентным (окисленным) железом. В присутствии соединений кремния в природной воде в процессе обезжелезивания происходит образование устойчивых железосиликатов, которые, обладая коллоидной растворимостью, не извлекаются из воды при фильтровании или отстаивании. При концентрациях кремния более ПДК в обрабатываемой воде происходит блокировка активной поверхности адсорбционной пленки, что замедляет процесс обезжелезивания. Таким образом, стандартные схемы водоподготовки при наличии высокого содержания кремния в воде приводят к ухудшению процессов обезжелезивания и обескремнивания[3].

Обескремнивание воды достигается следующими способами:

- осаждением известью;
- сорбцией гидроксидами железа, алюминия, оксидом или гидроксидом магния;
- фильтрованием через магнезиальный сорбент;
- ионным обменом;
- электрокоагулированием[8].

После анализа известных методов, составлена таблица, в которой кратко охарактеризованы методы, их преимущества и недостатки, а так же возможность применения конкретного метода для удаления кремния из вод при водоподготовке.

Таблица 5 - Характеристика основных методов удаления кремния из воды

Методы	Краткое описание метода	Область применения	Преимущества и недостатки
Известкование	Осаждение в виде силикатов кальция с подогревом воды до 40-80°C	Для неглубокого снижения высоких концентраций кремния в воде (до 6-8 мг/л)	Большое потребление энергии, большое количество осадков
Коагулирование	Сорбция на хлопьях гидроксида железа или алюминия при подогреве воды до 35-40°C, рециркуляции осадка	Для водоподготовки котельной воды	Очень большое потребление энергии и реагентов
Осаждение гидроокисью магния	Осаждение в виде силиката магния при подогреве до 35-40°C	Универсальный метод	Гидроокись магния - дорогостоящий реагент, однако достигается глубокое снижение концентрации кремния
Сорбция на магнезиальных сорбентах	Поглощение сорбционной загрузки, изготовленной из активированной окиси алюминия и бокситов. Фильтр регенерируется щелочью.	Универсальный метод	Эффективный метод, срок службы загрузки составляет 6-8 месяцев. Требуется только щелочь, а так же не расходуется тепло.

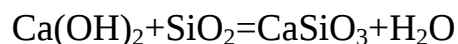
Анионитное удаление	Ионообменная обработка с использованием сильноосновных анионитов	Для водоподготовки котельной воды	Метод является эффективным, однако образуется большое количество промывных вод
Электрохимическое удаление	Сорбция на хлопьях гидроксида алюминия, который образуется в результате электрохимического растворения анодов	Для питьевой воды	Эффективное удаление кремния до 4-5 мг/л. Состав вод не играет особой роли

Очевидно, что выбор метода обескремнивания воды зависит от предъявляемых к ней требований и экономических показателей.

6.1 Обескремнивание воды известью

Обескремнивание воды известью основано на небольшой растворимости силиката кальция (CaSiO_3). При наличии в исходной воде 10-12 мг/л кремниевой кислоты остаточное содержание ее в обработанной воде составляет 6 -8 мг/л. С избытком извести и повышением температуры глубина обескремнивания возрастает[3].

Схема установки декремнизирования воды известью с подогревом представлена на рисунке 8. Если подлежащую обескремниванию воду нагреть до температуры 80-90 °С и насытить известью в сатураторе, то при этом выпадают в осадок гидроксид магния, сорбирующий силикат (CaSiO_3) и карбонат (CaCO_3) кальция. Вода обескремнивается и частично умягчается.



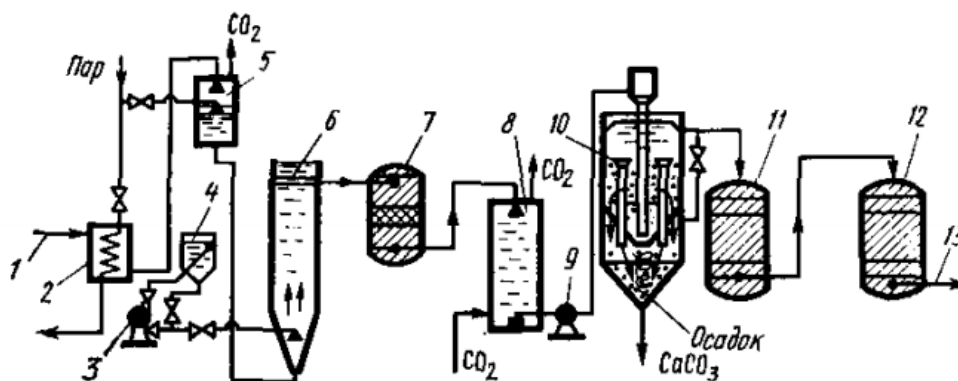


Рисунок 8 – Схема установки декремнизирования воды известью с подогревом:

1, 13 – подача исходной и отвод декремнезированной воды; 2 – теплообменник; 3 – насос-дозатор; 4 – бак известкового молока; 5 – дегазатор; 6 – сатуратор; 7 – фильтр с мраморной крошкой; 8 – скруббер; 9 – повысительный насос; 10 – напорный осветлитель; 11 – фильтр с мраморной (или антрацитовый) крошкой; 12 – натрий-катионитовый фильтр с термостойким катионитом.

Осветляют воду фильтрованием, избыток гидроксида кальция удаляют декарбонизацией в скрубберах. Образующийся при этом осадок карбоната кальция удаляют в осветлителе, из которого вода для окончательного осветления поступает на антрацитовый фильтр и натрий-катионитовый фильтр, загруженный термостойким катионитом.

В очищенной воде содержится 0,35- 0,50 мг/л SiO_3^{2-} , солей жесткости – не более 0,01 мг-экв/л, щелочность не превышает 0,3 мг-экв/л. Углекислота удаляется из воды и происходит частичное разложение гидрокарбонатов.

6.2 Сорбционноеобескремнивание воды

6.2.1Обескремнивание воды солями железа

Обескремнивание воды солями железа основано на способности хлопьев гидроксида железа (II), образующего при введении в воду его солей, сорбировать молекулярно-дисперсную и коллоидную кремниевую кислоту. Установка, используемая для обескремнивания воды сульфатом железа (II) или хлоридом железа (III), состоит из вертикального смесителя, дозаторов реагента и известкового молока, осветлителя, фильтра и насоса для

рециркуляции осадка. Благодаря рециркуляции осадка значительно снижается расход коагулянта.

На снижение содержания кремниевой кислоты с 12-14 до до 2 мг/л расходуется 300 -350 мг сульфата железа (II). Оптимальные значения pH (8,5-9,5) поддерживаются добавлением в воду извести.

6.2.2 Обескремнивание воды солями алюминия

Обескремнивание воды солями алюминия основано на их способности сорбировать кремниевую кислоту из раствора. В качестве реагентов применяют алюминат натрия и сульфат алюминия.

Концентрация остаточной кремниевой кислоты при использовании алюмината натрия составляет 0,5 -2 мг/л; расход алюмината – 150-200 мг/л. Применение вместо алюмината натрия более дешевого сульфата алюминия уменьшает глубину декарбонизации и увеличивает содержание сульфатов, что нежелательно для вод, идущих на питание паровых котлов.

Высокой сорбционной способностью по SiO_3^{2-} обладают хлопья алюмината магния, образующиеся при одновременном введении в воду солей магния и алюмината натрия при $\text{pH} > 8,5$. Для получения оптимального значения pH воду подщелачивают.

Схема сооружений для обескремнивания воды этим методом аналогична предыдущей. Если допускается содержание взвешенных веществ в воде до 15 мг/л, то вода из осветлителей может непосредственно подаваться потребителю; при необходимости более полного осветления воду пропускают через фильтры с антрацитовой крошкой[3]. Для снижения дозы коагулянта(вещество, при введении которого происходит выпадение осадка), расход которого обычно составляет 200-400 мг/л, принимают рециркуляцию осадка в осветлителе.

Перечисленные методы имеют недостатки, среди которых наиболее значительными являются большой расход и высокая стоимость реагентов, а также увеличение количества сухого остатка декремнизированной воды.

6.3 Магнезиальный метод

Магнезиальный метод обескремнивания воды, основан на способности соединений магния (оксида магния, обожженного доломита, каустического магнезита и других) сорбировать из водных растворов коллоидную и молекулярно-дисперсную кремниевую кислоту; причем остаточное содержание SiO_3^{2-} в очищенной воде не превышает 1-1,5 мг/л. На рисунке Для снижения расхода магнезитовых реагентов (в 3-4 раза) применяют высокий подогрев и рециркуляцию шлама из отстойников в камеру реакции. Так, при подогреве воды до температуры 35-45°C остаточное содержание кремниевой кислоты при обработке оксидом магния не превышает 2 мг/л, до 86-105°C – 0,5 мг/л. Расход MgO в этом случае составляет 5-7 мг/мг SiO_2 .

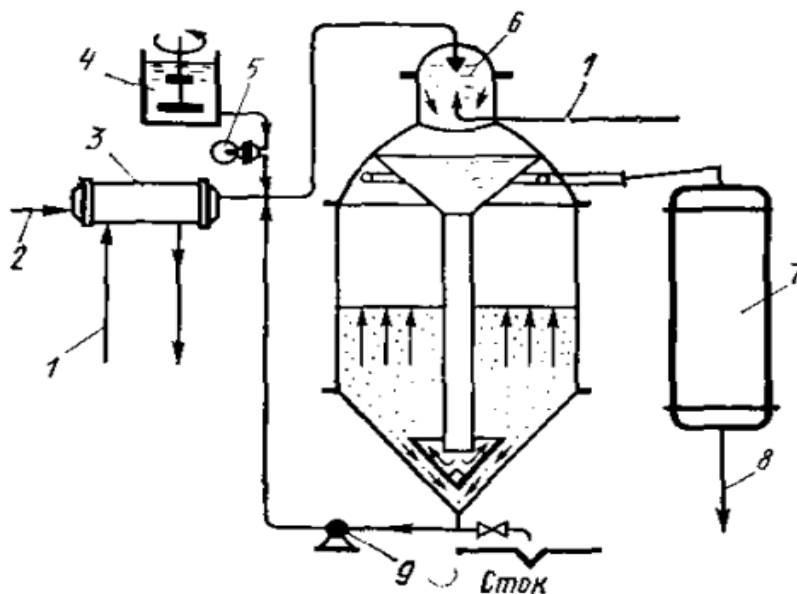


Рисунок 9 – Схема установки декремнизирования воды оксидом магния при высокой температуре:

1 –греющий пар; 2 , 8 – подача исходной и отвод декремнизированной воды; 3 –водоподогреватель; 4 –реагентный бак; 5–напорный дозатор; 6–осветлитель с каскадным подогревателем; 7 – фильтр, заполненный оксидом магния или антрацитом; 9 –насос для рециркуляции и осадка.

Ввиду дефицитности и высокой стоимости оксида магния в качестве магнезитовых реагентов часто применяют обожженный

декарбонизованный доломит $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, полуобожженный каустический доломит $\text{MgO} \cdot \text{CaCO}_3$ и каустический магнезит MgCO_3 . Обожженный доломит заливается водой и через 1,5-2 ч дозируется в обрабатываемую воду в виде 5%-ного раствора (по сумме CaO и MgO). В осветлителе образуется осадок из карбоната кальция и оксида магния, который сорбирует кремниевую кислоту.

Каустический магнезит представляет собой пыль, улавливаемую из отходящих газов при обжиге природного магнезита MgCO_3 .

Поскольку обожженный доломит промышленностью не выпускается и его необходимо получать на месте потребления, при обескремнивании воды чаще всего применяют каустический магнезит. Его дозируют в виде суспензии или порошка. В воде он образует тяжелую быстрооседающую взвесь, эффект обескремнивания которой зависит от дозы реагента, времени контакта его с водой и температуры последней. При щелочности воды более 2 мг-экв/л в нее добавляют известь, так как при больших количествах углекислоты и гидрокарбонатов гидроксид магния растворяется и процесс извлечения кремниевой кислоты ухудшается. Время контакта реагента с водой составляет 60-90 мин. Оптимальная температура процесса обескремнивания 40°C , однако установлено, что при температуре воды выше $120-130^\circ\text{C}$ эффект обескремнивания повышается до 0,3- 0,5 мг/л, а расход реагентов и время нахождения воды в осветлителе сокращаются вдвое[3].

6.4 Обескремнивание воды анионитами

Анионитовый метод обескремнивания воды в цикле ионитового обессоливания с сильноосновными анионитами обеспечивает снижение концентрации SiO_3^{2-} до 0,03-0,05 мг/л.

Сущность анионитового метода обескремнивания и одновременного обессоливания воды заключается в следующем: воду пропускают через Н-катионитовые фильтры, где из нее извлекаются катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ и Na^+ . Затем вода проходит через фильтры со слабоосновным

анионитом (анионообменными смолами), где она избавляется от анионов сильных кислот (SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^-). После дегазации воды для удаления из нее оксида углерода (IV) ее пропускают через фильтры с сильноосновным анионитом, где удаляется слабая кремниевая кислота. Для получения воды с общим содержанием соли менее 1 мг/л, в том числе с общим содержанием кремниевой кислоты менее 0,03 мг/л, применяют трехступенчатые схемы ионирования.

К недостаткам этого метода следует отнести его сравнительно высокую стоимость, что объясняется большим расходом едкого натра на регенерацию и быстрым уменьшением в процессе эксплуатации кремнеемкости высокоосновных анионитов. Это вынуждает заменять их через каждые 1,5-2 года. Этот метод является наиболее дорогостоящим.

Фторидный метод обескремнивания воды специальными реагентами дает возможность использовать слабоосновные аниониты. Схема обескремнивания воды фторидным методом представлена на рисунке 10.

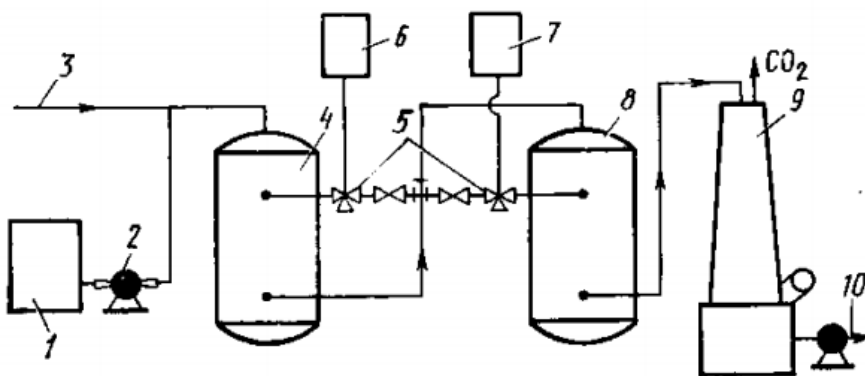
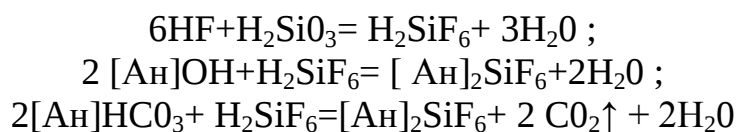


Рисунок 10—Схема установки декремнизации воды фторидным методом

1— бак с раствором фторида натрия; 2 — насос-дозатор; 3, 10 — подача исходной и отвод обессоленной и декремнизированной воды; 4 — водород-катионитовый фильтр; 5 — эжектор; 6, 7 — бак с раствором щелочи и серной кислоты; 8 — ОН-анионитовый фильтр; 9 — дегазатор.

Этот метод состоит в том, что дозируемые в обрабатываемую воду плавиковая кислота (HF) или фторид натрия (NaF) переводят кремниевую

кислоту в сильную кремнефтористоводородную (H_2SiF_6), которая достаточно полно поглощается слабоосновными анионитами:



6.5 Электрохимическое декремнивание воды

Обескремнивание воды при электролизе растворимым алюминиевым анодом основано на способности образующегося в процессе электролиза гидроксида алюминия ($\text{Al}(\text{OH})_3$) сорбировать соединения кремния. Наиболее эффективно данный процесс протекает при неглубоком обескремнивании воды, то есть при снижении концентрации SiO_2 на 60-80 %. В этом случае при расходе алюминия 2- 3 г/м³ и потреблении электроэнергии 0,01- 0,02 кВт-ч/м³ концентрация SiO_2 уменьшается в 2 раза.

При небольших расходах обрабатываемой воды метод может использоваться и для глубокого обескремнивания, однако в этом случае требуется повышенный расход алюминия и электроэнергии.

На процесс обескремнивания воды электрохимическим методом влияют рН воды, ее солевой состав, плотность тока и другие факторы. Наиболее эффективно вода обескремнивается при рН=6,5-9,0, плотности тока 1-2 мА/см² и в гидрокарбонатно-хлоридных средах с небольшим содержанием сульфатов[3].

6.6 Фильтрационное обескремнивание воды

При фильтрационном методе обескремнивания воды фильтры загружаются магниальными сорбентами (полуобожженным доломитом, а также специальным сорбентом, получаемым обработкой измельченного каустического магнезита соляной кислотой), активированным оксидом алюминия, бокситами. Технология получения магниального сорбента следующая: смесь каустического магнезита с соляной кислотой или

хлоридом магния, имеющую консистенцию теста, высушивают при температуре 80-100°C, измельчают и просеивают. Полученный магнезиальный сорбент представляет собой зерна светло-серого цвета крупностью 0,5- 1,5 мм. Массовое отношение магния к хлориду сорбенте примерно составляет 1,5: 1, а его насыпная масса 0,75-0,85 т/м³. Сущность обескремнивания воды фильтрованием через такой сорбент заключается в образовании малорастворимого в воде силиката магния.

При высоте слоя сорбента в фильтре 3,4-4,0 м, температуре воды до 40-50°C и скорости фильтрования до 10 м/ч содержание кремниевой кислоты в воде снижается до 0,1-0,3 мг/л.

Недостаток метода заключается в необходимости через каждые шесть месяцев (при среднем содержании в исходной воде до 10 мг/л SiO₂) менять загрузку фильтра, поскольку сорбент не регенерируется.

Большой практический интерес представляет использование активированного оксида алюминия и бокситов в качестве загрузки обескремнивающего фильтра. При скорости фильтрования 5-6 м/ч слой сорбента толщиной 1,5 м снижает содержание кремниевой кислоты до 0,1-0,5 мг/л. Фильтр регенерируется 0,1 % раствором щелочи. За один цикл 1 м³ активированного оксида алюминия поглощает из воды 10-12 кг SiO₂ [3].

6.7 Анализ методом удаления кремния, которые могут быть внедрены на Северском водозаборе № 2

Основным недостатком реагентных методов очистки является существенная зависимость их от температуры и pH исходной воды. Для эффективной обработки температура должна поддерживаться не менее 40°C, что достаточно проблематично для промышленных расходов.

Использование такого метода обескремнивания, как электрокоагуляция ограничено большими энергозатратами 1÷3 кВт·ч/м³, быстрым износом электродов и частой заменой.

Недостаток ионитного метода - сравнительно высокая стоимость, обусловленная большим расходом гидроксида натрия на регенерацию и быстрым уменьшением в процессе эксплуатации кремнеемкости ионитов, что вынуждает производить их замену через каждые 1,5- 2 года.

Недостаток фильтрационного метода заключается в частой замене загрузки фильтра (раз в 6-8 месяцев). Однако для этого метода используются достаточно компактные установки, которые просты в обслуживании. При фильтрационном методе не требуется подогрев воды, а значит идет экономия электроэнергии. Один кубометр сорбента поглощает 90 кг SiO_3^{2-} .

Для Северского водоканала предлагается использовать в будущем фильтрационное удаление кремния при водоподготовке. Для уточнения возможности применения необходимо рассмотреть полный химический анализ вод из всех эксплуатируемых скважин Северского водоканала № 2, определить форму нахождения кремния в водах, а так же выполнить технологические исследования возможности установки оборудования для обескремнивания вод.

Задание для раздела
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Студенту:

Группа	ФИО
2В31	Калинина Анна Дмитриевна

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Гидрогеологии инженерной геологии и гидрогеоэкологии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Природообустройство и водопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	СНОР 93, вып. 1, ч. 3 ССН 92, вып. 7 ССН 93, вып. 1, ч. 3
2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налоговый кодекс РФ
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ затрат времени на организацию исследования химического состава вод Северского водозабора № 2
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Расчет стоимости организации исследования химического состава вод Северского водозабора № 2
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет общей сметы проведения исследования химического состава вод Северского водозабора № 2
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
01.03.2016 г.	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель каф. ЭПР	Глызина Т.С.	Старший преподаватель		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2В31	Калинина Анна Дмитриевна		

7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Экономическая часть содержит расчеты по необходимым затратам на организацию проведения исследования химического состава вод Северского водозабора № 2 с целью оценки состояния подземных вод.

7.1 Виды и объемы проектируемых работ

Таблица 6– Виды и объемы проектируемых работ

№ п/п	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудование
		Ед.изм.	Кол- во		
1	Гидрогеохимические работы (с отбором проб воды для анализа в стационарной лаборатории):				
1.1	Подземные воды	шт.	3	Отбор проб воды из скважин Северского водоканала №2	Стерилизованные стеклянные бутылки
2	Лабораторные исследования				
2.1	Химический анализ воды	шт.	3	Анализ в лаборатории	Лабораторное оборудование
3	Камеральная обработка				
3.1	Полевая камеральная Обработка	%	100	Ручная работа	Бумага писчая, ручка, карандаш
3.2	Камеральная обработка материалов с использованием ЭВМ	%	100	Компьютерная обработка материала	Компьютер

7.2 Затраты времени на проектируемые работы

Расчет затрат времени производится по формуле (1):

$$N = Q * H_{BP} * K, (1)$$

где N – затраты времени, (чел\см); Q – объем работ, (проба); H_{BP} – норма выработки (час); K – коэффициент за ненормализованные условия (0,83).

Затраты времени на производство работ представлены в таблице 7.

Таблица 7– Расчет затрат времени на производство работ

№ п/п	Виды работ	Объем работ		Норма длительности	Коеф.т	Нормативный документ ССН 92	Итого N чел./ смена
		Ед.изм	Кол- во				
1	Гидрогеохимические работы (с отбором проб воды для анализа в стационарной лаборатории)						
1.1	Подземные воды из скважин Северского водозабора № 2	шт.	3	0,0437	0,83	в. 1, ч 3, т. 22	0,29
2.	Лабораторные исследования						
2.1	Химический анализ воды	шт.	3	7,2000	1,00	в. 7А, т. 2	57,60
3	Камеральная обработка						
3.1	Полевая камеральная обработка материалов	шт.	3	0,0026	0,83	в. 1, ч 3, т. 41	0,02
3.2	Камеральная обработка материалов с использованием ЭВМ	шт.	3	0,0221	1,00	в.1, ч 3, т. 56	0,18
Итого:							58,09

7.3 Затраты времени и цены на проведение анализа состава вод.

Таблица 8 – Затраты времени и цены на проведение многокомпонентного анализа состава вод

№ п/п	Виды анализа	Ед-ца измерения	Метод анализа	Затраты времени на ед-цу работ, бригадо-часах на 1 пробу (ССН, вып.7,1993)	Цена анализа, руб.
1	Общая жесткость	проба	Титриметрия	0,18	252
2	Окисляемость	проба	Объемный метод	0,14	267
3	pH	проба	Потенциометрия	0,09	126
4	Гидрокарбонат HCO_3	проба	Фотометрия	0,04	252
5	Аммоний NH_4	проба	Фотометрия	0,12	168
6	Нитриты NO_2	проба	Фотометрия	0,11	171
7	Нитраты NO_3	проба	Фотометрия	0,30	346
8	Карбонаты CO_3	проба	Титриметрия	0,05	78
9	Хлориды Cl	проба	Титриметрия	0,19	297
10	Сульфаты SO_4	проба	Фотометрия	0,23	322
11	Магний Mg	проба	Титриметрия	0,10	140
12	Натрий Na	проба	Потенциометрия	0,18	252
13	Калий K	проба	А.абсорбция	0,20	312
14	Железо Fe	проба	Фотометрия	0,19	297
15	Кальций Ca	проба	Оксалатный	0,1	263
16	Марганец Mg	проба	Колориметрический	0,12	348
17	Кремний Si	проба	Колориметрический	0,11	284
Итого:				2,45	4175

7.4 Расчет затрат труд по лаборатории

Затрат труда по лаборатории химического анализа вод представлен в таблице 9.

Таблица 9– Затрат труда по лаборатории химического анализа вод

№ п/п	Наименование должностей и профессий	Количество человек на лабораторию (6 бригад)	Значение нормы, чел./месяц
1	Начальник лаборатории	1	0,03
2	Инженер-гидрохимик I категории	3	0,10
3	Инженер-гидрохимик II категории	2	0,10
	Итого:	6	1,0

7.5 Расчет расходов материалов на проведение полевых геохимических работ

В соответствии со справочником сметных норм на геологоразведочные работы ССН выпуск 1 часть 3 перечисляем наименование материалов необходимых для проведения работ. Данные заносим в таблицу 10.

Таблица 10– Расчет расходов материалов на проведение полевых геохимических работ

Наименование материала	Ед-ца измерения	Норма расходов материала	Цена	Стоимость	
				По нормам	С $K_{\text{тзр}}=1,3$
Папка для бумаг	шт.	0,04	110,5	2,89	3,76
Термометр ртутный	шт.	1	57,76	57,76	75,09
Сумка полевая	шт.	1	500	500	650
Бутылка стеклянная 0,5 л	шт.	3	1,5	39,2	50,96
Пробки	шт.	3	1	24,5	31,85
Канцелярские товары	шт.	6	482,78	443,9	437,63
Итого:			2317,54 руб.		

Таблица 11– Расчет подрядных работ

№	Наименование затрат	Стоимость, руб.	Стоимость 1 часа работы, руб.
1	Стоимость ГСМ	282,40	35,3
2	Стоимость аренды гаража	440,00	55,0
3	Заработная плата водителя с р.к.=1,3	1428,00	178,5
	Итого:	2150,4	268,8
	НДС 18%:	387,072	48,38
	ВСЕГО с НДС 18%:	2537,47	317,2

7.6 Расчеты стоимости основных расходов по организации исследования химического состава вод Северского водозабора № 2

На эту базу начисляются проценты, которые обеспечивают организацию и управление работ по проекту, то есть расходы, за счет которых осуществляются содержание всех функциональных отделов структуры предприятия.

Расходы на организацию полевых работ составляют 1,5 % от суммы расходов на полевые работы. Расходы на ликвидацию полевых работ – 0,8% суммы полевых работ. Расходы на транспортировку грузов и персонала – 5% полевых работ. Накладные расходы составляют 15% основных расходов. Сумма плановых накоплений составляет 20% суммы основных и накладных расходов. Резерв на непредвидимые работы и затраты колеблется от 3-6 %. Расчет стоимости на проектно-сметные работы выполняется на основании данных организации, составляющей проектно-сметную документацию. Оклад берется условно. Сметно-финансовый расчет на проектно-сметные работы представлен в таблице 12.

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$ЗП = О_{кл} * K, (2)$$

где ЗП – заработная плата (условно), Окл – оклад по тарифу (р), К – коэффициент районный (для Томска 1,3 на 2016 г).

$$\text{ДЗП} = \text{ЗП} * 7,9\%, (3)$$

где ДЗП – дополнительная заработная плата (%).

$$\text{ФЗП} = \text{ЗП} + \text{ДЗП}, (4)$$

где ФЗП – фонд заработной платы (р).

$$\text{СВ} = \text{ФЗП} * 30\%, (5)$$

где СВ – страховые взносы.

$$\text{ФОТ} = \text{ФЗП} + \text{СВ}, (6)$$

где ФОТ – фонд оплаты труда (р).

$$\text{R} = \text{ЗП} * 3\%, (7)$$

где R – резерв (%).

$$\text{СПР} = \text{ФОТ} + \text{M} + \text{A} + \text{R}, (8)$$

где СПР – стоимость проектно-сметных работ.

Таблица 12– Сметно-финансовый расчет на выполнение проектно-сметных работ

№	Статьи основных расходов	Коэф-т загрузки	Оклад за месяц	Районный коэффициент	Итого руб./месяц
1	Начальник лаборатории	1,2	35 000	1,3	54 600
2	Гидрогеолог	1	25 000	1,3	32 500
3	Инженер- гидрохимик I категории	0,7	15 000	1,3	13 650
4	Инженер- гидрохимикII категории	0,7	13 000	1,3	11 830
5	Итого в месяц				112 580
6	ДЗП (7,9%)				8 893,82
7	Итого: ФЗП				121 473,82
8	Страховые взносы (30% от ФЗП)				36 442,15
9	ФОТ				157 915,97
Итого за месяц:					157 915, 97

Таблица 13– Расчет стоимости основных расходов на организациюисследования

шифр расценки	Виды работ, условия проведения (расчетная единица)	Нормативный документ(СНОР-93)	Основные расходы по СНОР-93				Поправоч. коэффиц.		Основные расходы с учетом поправочных коэффициентов				
			затраты на З/П	отчисл. на соц. нужды	мат. затр	аморт.	к з/п и отчисл.насоц.нужды	к материалам и оборуд.	затраты на оплату труда	отчисления на соц. нужды	мат. затр	аморт.	Итого смена:
1	Отбор проб воды	в.1, ч.4 т. 11, с.1	19 654	7 665	16 413	250	1,3	1,2	25 550	9 965	19 696	300	2 185
2	Лабораторные исследования при геолого-экологических работах	в.7, т.11, с.1	26 146	10 198	35 488	64 226	1,3	1,2	33 990	13 257	42 586	77 071	988
3	Перевозка грузов и персонала автомобилями повышенной проходимости, грузоподъемность до 0.8 т.	в.10, т.1с. 1	484	189	1 005	272	1,3	1,2	629	246	1 206	326	2 407

Общий расчет сметной стоимости геоэкологических работ отображен в таблице 14.

Таблица 14– Общий расчет сметной стоимости работ

№ п/п	Статьи затрат	Объем		Сумма основн ых расхо дов	Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм.	Кол- во		
1	2	3	4	5	6
I. Основные расходы на работы					
Группа А. Собственно работы					
1.	Проектно– сметные работы	руб.	100		157 915, 97
2.	Полевые работы:	руб.			
2.1	Отбор проб воды	руб	3	4175	12525
2.2	Лабораторные исследования при геолого-экологических работах	руб	3	988	2964
2.4	Перевозка грузов и персонала автомобилями повышенной проходимости, грузоподъемность до 0.8 т.	руб	1	2 407	2 407
Итого полевых работ					18026,47
3.	Организация полевых работ	% от ПР	15		2684,4
4.	Ликвидация полевых работ	% от ПР	8		1431,68
5.	Камеральные работы	% от ПР	70		12527,2
Группа Б. Сопутствующие работы					
1.	Подрядные работы	руб.			2537,47
Итого основных расходов:					195123,19
I. Накладные расходы		% от ОР	15		29268,48
II. Плановые накопления		% от ОР+НР	15		29268,48
III. Резерв		%(от ОР)	3		5853,696
Всего по объекту:					259 513,846
НДС		%	18		46 712,49
Всего по объекту с учетом НДС:					306 226,33

Таким образом, в данной главе было составлено экономическое обоснование проведенных работ по исследованию химического состава подземных вод Северского водозабора № 2, включающее в себя расчет затрат времени и труда,

а также сметы по всем видам проведенных работ, суммирование которых дало представление об общей стоимости исследований. Для производства данных работ потребуется 306 226,33рублей.

Задание для раздела Социальная ответственность

Студенту:

Группа	ФИО
2В31	Калинина Анна Дмитриевна

Институт	Институт Природных ресурсов	Кафедра	Гидрогеологии инженерной геологии и гидрогеоэкологии
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Природообустройство и водопользование

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона)	Существующая система городского водоснабжения включает 2 подземных водозабора с общим фондом 61 эксплуатационная скважина. Эксплуатационный фонд водозабора № 2 состоит из 27 скважин, 5 из которых (№№ 1а, 11, 12, 16а и 22) подлежат ликвидации. Станции обезжелезивания на водозаборах 1 и 2 включают: 4 контактные градирни, 4 контактных резервуара, 8 скорых фильтров, гипохлоритную установку для обеззараживания воды, лабораторию, зал промывочных насосов, резервуары чистой воды (РЧВ). В составе водозабора № 2 предусматривается: основное производственное помещение, участок хранения сырья и вспомогательных материалов, комната оператора.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.4.1191-03. «Электромагнитные поля в производственных условиях ГОСТ 12.0.003-74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01.07.92).

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);	– недостаточная освещенность(снижение коэффициента пульсации, установка большего количества ламп); – повышенный уровень шума на рабочем месте (применение средств индивидуальной защиты); – отклонение показателей микроклимата в помещении(проветривание помещения).
---	---

– предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).	
2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты)	При ведении технологического процесса, могут возникнуть опасные ситуации для обслуживающего персонала, к ним относятся: – поражение электрическим током (защитное заземление, зануление и защитное отключение, использование знаков безопасности, плакатов); – пожароопасность (тушить водой, плотной тканью; звонок в пожарную охрану).
3. Экологическая безопасность – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Основной вид потенциального воздействия на окружающую среду при нормальной эксплуатации станции – воздействие на водные ресурсы.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Возможное ЧС на объекте пожар и ЧС, связанные с химическими реактивами, наиболее типичная ЧС – пожар. Необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного и организационного характера, проведение противопожарных инструктажей.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Работнику предоставляется: прохождение инструктажа по ОТ, 8-часовой рабочий день, спецодежда и СИЗ. Требования: возраст работника не менее 18 лет, медицинский осмотр, соблюдение правил ПБ, о каждом несчастном случае работник обязан сообщить заведующему лабораторией. Необходима правильность расположения и компоновки рабочих мест, просторное помещение, разметка опасной зоны (на полу), наличие комнат психологической разгрузки.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Раденков Т.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2В31	Калинина Анна Дмитриевна		

8 Социальная ответственность

Согласно Международному стандарту ICCSR 26000:2001[11] социальная ответственность - ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое:

- 1) содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;
- 2) учитывает ожидания заинтересованных сторон;
- 3) соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения;
- 4) интегрировано в деятельность всей организации и применяется в ее взаимоотношениях.

Существующая система городского водоснабжения включает 2 подземных водозабора с общим фондом 61 эксплуатационная скважина. Эксплуатационный фонд водозабора № 2 состоит из 27 скважин, 5 из которых (№№ 1а, 11, 12, 16а и 22) подлежат ликвидации.

Станции обезжелезивания на водозаборах 1 и 2 включают: 4 контактные градирни, 4 контактных резервуара, 8 скорых фильтров, гипохлоритную установку для обеззараживания воды, лабораторию, зал промывочных насосов, резервуары чистой воды (РЧВ). В составе водозабора № 2 предусматривается: основное производственное помещение, участок хранения сырья и вспомогательных материалов, комната оператора.

Проект водозабора разработан в соответствии с действующими строительными, технологическими и санитарными нормами и правилами, предусматривает мероприятия, обеспечивающие конструктивную надежность, пожарную безопасность, защиту населения и устойчивую работу объекта в чрезвычайных ситуациях, защиту окружающей среды при его эксплуатации и отвечает требованиям действующих законов и нормативных актов Российской Федерации.

8.1 Профессиональная социальная безопасность

Технологический процесс характеризуется наличием следующих опасных и вредных производственных факторов приведенных в таблице 15.

Таблица 15 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ	Факторы(ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Контроль технологического процесса в помещении	1.Отклонение показателей микроклимата в помещении 2.Недостаточная освещенность рабочей зоны 3.Повышенный уровень шума на рабочем месте	1.Электрический ток	1.СанПиН 2.2.4.548-96 [12], 2.Сн 2.2.4/2.1.8.562-96 [13], 3.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03[14], 4.СанПиН 2.2.4.1191-03 [15]

8.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

8.1.1.1 Состояние микроклимата

Микроклимат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, влияющий на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, подвижность воздуха, инфракрасное излучение.

При повышенной температуре воздуха рабочей зоны организм человека не справляется с терморегуляцией и возникает перегрев. Перегревание

(гипертермия) сопровождается повышением температуры тела до 38°C.(таблица 16).

Таблица 16 - Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, С ⁰		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактич. значение	Допустим.з значение	Фактич. значение	Допустим. значение	Фактич. значение	Допустим. значение
Холодный	Іб (140-174)	22,5	19-24	57	15-75	0,1	0,1
Теплый	Іб (140-174)	24	20-28	57	15-75	0,1	0,1

Фактические значения параметров микроклимата на водозаборе соответствуют допустимым значениям, согласно СанПиН 2.2.4.548–96[12].

8.1.1.2 Освещенность

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и открытых площадках и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03[14]. При правильном освещении повышается производительность труда, улучшаются условия безопасности, снижается утомляемость. Освещение в производственных зданиях осуществляется естественным и искусственным путём светом (таблица 17) .

Таблица 17 - Параметры систем естественного и искусственного освещения на рабочих местах

Наименование рабочего места	Тип светильника и источника света	Коэффициент естественной освещенности, КЕО, %		Освещенность при совмещенной системе, лк	
		Фактически	Норм.значение	Фактически	Норм.значение
Станция обезжелезивания	Для освещения используются светильники ПВЛП с люминесцентными лампами	4,0	0,5	450	300

Фактические параметры освещения на рабочем месте соответствуют допустимым.

8.1.1.3 Шум

Объект оказывает шумовое воздействие на окружающую среду. Основными источниками постоянного шума на объекте являются: вентилятор, технологическое оборудование (электрические двигатели насосов, приводов, мешалок), компрессорное оборудование.

Нормированное значение допустимого шума 80 дБА, согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96[13]. Фактическое значение шума 84 дБА присутствует только в насосной. В связи с этим, находясь внутри насосной необходимо использования берушей или наушников.

Длительное воздействие шума вызывает нарушения в сердечно-сосудистой и нервной системах, происходит ослабление слуха, остроты зрения, все это может привести к травматизму.

Производительность труда снижается тем больше, чем сложнее трудовой процесс и чем больше в нем элементов умственного труда. Воздействие шума на организм человека также зависит от индивидуальной чувствительности организма.

Постоянный шум с уровнем звукового давления более 100 дБ, а также импульсный шум (длительностью менее 1 секунды) с уровнем 150 дБ могут вызвать акустическую травму в виде значительного ухудшения слуха, а при более высоких уровнях – контузию и смерть.

Установка технологического оборудования предусматривается на бетонные подушки, уменьшающие вибрацию при работе оборудования.

Длительное воздействие вибрации на организм человека приводит к серьезным последствиям под названием «вибрационная болезнь». Это профессиональная патология, которая возникает в результате длительного влияния на организм человека производственной вибрации, превышающей предельно допустимый уровень (ПДУ).

Вибрация может действовать как локально (например, на рабочие руки), так и на весь организм. Но в любом случае она способна к распространению, отражаясь на нервной и опорно-двигательной системе. Гасится вибрация благодаря эластическим свойствам мышц, связок, хрящей.

Кроме того, от длительной вибрации страдает сердечно-сосудистая система и особенно - микроциркуляторное русло (мелкие сосуды, в которых идет непосредственная отдача кровью кислорода и утилизация из тканей углекислого газа).

При общей вибрации часто поражается орган равновесия (вестибулярный аппарат), что сопровождается головокружением, шаткой, неустойчивой походкой, таких пациентов часто беспокоит тошнота, иногда двоится в глазах.

Компрессоры имеют специальные амортизационные опоры, также снижающие уровень шума. Производственный корпус оборудован железобетонными полами, которые имеют шумопоглощающие характеристики. Стены производственного здания конструктивно обеспечивают необходимую звукоизолирующую способность.

8.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (техника безопасности)

8.1.2.1 Электробезопасность

Весь рабочий персонал, связанный с обслуживанием электрических установок, приборов, оборудования должен соблюдать правила безопасности.

При прикосновении человека к токоведущим частям оборудования возможны 2 типа включения человека в электрическую цепь: двухполюсное и однополюсное. Чтобы уменьшить число несчастных случаев в результате прикосновения к токоведущим частям оборудования и электропроводки, все токоведущие части ограждаются. Для установок низкого напряжения достаточной защитой является хорошая изоляция.

Для предотвращения поражений, связанных прикосновением к токоведущим частям, принимают различные меры: заземление, защитное отключение. Очень важно систематическое наблюдение и контроль исправной работы заземляющих устройств. Сопротивление защитного заземления не должно превышать 4 Ом для установок до 1000 В – 0,5 Ом. Для профилактики электротравматизма и предотвращения ошибочных действий применяются предостерегающие и запрещающие плакаты.

Защиту от статического электричества осуществляют путём отвода в землю зарядов и выравнивания потенциалов, создавшихся на аппаратах, трубопроводах и металлических конструкциях.

Для этого каждая система аппаратов, трубопроводов и воздухопроводов в пределах цеха заземлена не менее чем в двух местах, присоединением к магистралям защитного заземления или к очагам заземления.

8.1.2.2 Основные мероприятия, обеспечивающие безопасное ведение технологического процесса

- 1) Все работы по настройке и запуску должны проводиться персоналом, который должен иметь квалификацию соответствующую выполняемой работе;
- 2) Изделие защищено от поражения электрическим током, и должно подключаться к электросети через двухполюсную розетку с заземляющим контактом;
- 3) Производственные помещения установки имеют необходимое освещение и оборудованы системами электрического отопления и вентиляции;
- 4) Планировка и компоновка станций обезжелезивания подчиняется общим принципам проектирования промышленных зданий. Все блоки изолированы друг от друга стенами для локализации выделяющихся вредностей: влаги, пыли, шума и т.п.

8.1.2.3 Методы средства защиты работающих от производственных опасностей

Защита работающих от производственных опасностей обеспечивается выполнением комплекса организационных, санитарно-технических мероприятий и средств, направленных на предотвращение воздействия на работающих вредных производственных факторов:

- 1) Проведением систематического профилактического осмотра технического состояния оборудования и исправность ограждающих устройств;
- 2) Надежной изоляцией токоведущих частей защитным заземлением;
- 3) Производственные помещения имеют систему электроотопления, освещения и вентиляции (механическую и естественную);
- 4) Контроль состояния воздушной среды открытых площадок осуществляется переносными газоанализаторами;
- 5) Для защиты от шума и вибрации динамического оборудования помещения, в которых они расположены, изготовлены из звукопоглощающих материалов, оборудование надежно закреплено и периодически центруется и балансируется.

8.1.2.4 Индивидуальные и коллективные средства защиты работающих

Для защиты персонала от вредных факторов производственной среды, от механических повреждений используют спецодежду, спецобувь, средства защиты рук, противогазы и др. К специальным средствам защиты кожи относятся защитные пасты, мази и кремы. Применение средств индивидуальной защиты предусматривается отраслевыми правилами техники безопасности, а выдача этих средств регламентирована отраслевыми нормами.

Спецодежда должна быть гигиеничной, способствовать хорошей терморегуляции организма; удобной для надевания, носки и работы в ней; надежной в эксплуатации – обеспечивать безотказную службу в определенных

условиях на протяжении заданного времени. Спецодежда разделяется на группы для защиты от: пониженных температур; повышенных температур; механических воздействий; рентгеновских излучений и радиоактивных веществ; электрического тока; электростатических зарядов; электрических и электромагнитных полей; пыли; токсических веществ и др.

Спецобувь должна обеспечивать защиту ног от травм, воздействия агрессивных веществ, нефти, нефтепродуктов, от механических повреждений, от низких температур, перегрева и ожогов, пылящих и загрязняющих веществ.

К средствам защиты рук относятся рукавицы, перчатки, полуперчатки, напальчники и др. Спецодежда выдается для теплого и холодного периода года.

8.2 Экологическая безопасность

Основной вид потенциального воздействия на окружающую среду при ее нормальной эксплуатации – воздействие на водные ресурсы.

Рассматриваемый объект не оказывает существенного воздействия на почву и грунты, атмосферный воздух, растительный и животный мир. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от водозабора отсутствуют. Сырье и вспомогательные материалы, обращающиеся в технологическом процессе и хранящиеся на участке хранения сырья, а также тара являются не взрывопожароопасными (таблица 18).

Таблица 18 - Отходы, образующиеся при работе станции обезжелезивания и методы их утилизации

Наименование отхода	Класс опасности отхода (ГОСТ 12 1 007-76)	Компонентный состав	Методы утилизации
Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак	1	стекло	Передача для обезвреживания специализированными организациями, имеющими лицензию
		ртуть	
		металл	
		люминофор	
		прочее	

Обтирочный материал, загрязненный маслами	4	Нефтепродукты (масла)	Передача для размещения на полигоне ТБО
		ветошь	
Осадок гидроксида железа (III)	3	Fe(OH) ₃	Утилизация на специальном предприятии
		вода	
Обрезки и обрывки тканей хлопчатобумажных (бельтинг)	5	Полотно х/б	Передача для размещения на полигоне ТБО
Прочие коммунальные отходы	5		Передача для размещения на полигоне ТБО

8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация - обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [17].

Классификация чрезвычайных ситуаций по сфере возникновения:

- 1) Техногенного характера (пожары, взрывы, аварии);
- 2) Природного характера (землетрясения, оползни, обвалы, сильный дождь, заморозки);
- 3) Биолого-социального и социального характера (инфекционные заболевания людей);
- 4) Экологического характера (резкая нехватка питьевой воды вследствие истощения вод или их загрязнения, истощение водных ресурсов, необходимых для организации хозяйственно-бытового водоснабжения и обеспечение технологических процессов).

Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в результате стихийных бедствий, а также при нарушении различных мер безопасности. На случай стихийных бедствий и аварий предусматривается план по ликвидации их последствий.

Комплекс мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера включает меры организационного, организационно-экономического, инженерно-технического и специального характера.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций как в части их предотвращения (снижения рисков их возникновения), так и в плане уменьшения потерь и ущерба от них (смягчения последствий) проводится по следующим направлениям:

- 1) Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций;
- 2) Рациональное размещение производительных сил по территории страны с учетом природной и техногенной безопасности;
- 3) Предотвращение в возможных пределах некоторых неблагоприятных и опасных природных явлений и процессов путем систематического снижения их накапливающегося разрушительного потенциала;
- 4) Предотвращение аварий и техногенных катастроф путем повышения технологической безопасности производственных процессов и эксплуатационной надежности оборудования;
- 5) Разработка и осуществление инженерно-технических мероприятий, направленных на предотвращение источников чрезвычайных ситуаций, смягчение их последствий, защиту населения и материальных средств;
- 6) Подготовка объектов экономики и систем жизнеобеспечения населения к работе в условиях чрезвычайных ситуаций;
- 7) Декларирование промышленной безопасности;
- 8) Лицензирование деятельности опасных производственных объектов;
- 9) Страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта;
- 10) Проведение государственной экспертизы в области предупреждения чрезвычайных ситуаций;

- 11) Государственный надзор и контроль по вопросам природной и техногенной безопасности;
- 12) Информирование населения о потенциальных природных и техногенных угрозах на территории проживания;
- 13) Подготовка населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций. Реализация перечисленных направлений осуществляется путем планирования и выполнения соответствующих мероприятий.

При ликвидации последствий ЧС осуществляют следующие мероприятия:

- 1) Поиск пострадавших;
- 2) Определение масштабов, степени и характера повреждений зданий и сооружений;
- 3) Определение мест аварий на коммунально-энергетических и технологических сетях, угрожающих жизни пострадавших и затрудняющих проведение спасательных работ;
- 4) Отключение поврежденных участков магистральных и разводных коммунально-энергетических и технологических сетей;
- 5) Расчистка магистральных маршрутов движения;
- 6) Расчистка подъездных путей к объекту ведения работ;
- 7) Расчистка площадок для расстановки техники на объекте ведения работ;
- 8) Обрушение (укрепление) строительных конструкций зданий и сооружений, угрожающих обвалом или затрудняющих проведение спасательных работ;
- 9) Фиксация завалов от смещения;
- 10) Высвобождение пострадавших (погибших) из-под завалов;
- 11) Оказание пострадавшим первой медицинской помощи и врачебной помощи на месте;
- 12) Эвакуация пострадавших в стационарные лечебные учреждения;
- 13) Оборудование мест для свалки строительного мусора;
- 14) Регистрация погибших (или их захоронение).

8.3.1 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров. Общие требования пожарной безопасности как ЧС изложены в ГОСТ 12.1.004-91 [18].

Ответственными за обеспечение пожарной безопасности в организациях и на предприятиях являются руководители или лица, исполняющие их обязанности.

В эти обязанности входит:

- 1) Обеспечивать своевременное выполнение противопожарных мероприятий при проектировании, строительстве и эксплуатации подчиненных им объектов;
- 2) Организовать пожарную охрану и добровольные пожарные дружины на вверенных им мероприятиях;
- 3) Следить за выполнением соответствующих норм и правил пожарной безопасности и указаний вышестоящих органов по вопросам пожарной охраны;
- 4) Предусматривать необходимые ассигнования для содержания пожарной охраны и выполнения противопожарных мероприятий;
- 5) Контролировать боеготовность пожарных частей и добровольных пожарных дружин;
- 6) Назначать ответственных за обеспечение пожарной безопасности цехов, установок, участков, баз, складов, зданий и сооружений [19].

К основным причинам пожаров относятся следующие:

- 1) Нарушение технологического процесса и неисправность оборудования;
- 2) Отказ в работе технологического и электрооборудования, устройств контроля, управления и защиты;
- 3) Неосторожное обращение с огнем и электроприборами;
- 4) Короткое замыкание электрических проводов и возникновение разрядов, вызываемых статическим электричеством;
- 5) Нарушение правил пожарной безопасности.

Пожаробезопасность установки обеспечена рядом противопожарных мероприятий:

- 1) Все наружные площадки обеспечены осветительной аппаратурой;
- 2) Используемое технологическое электрооборудование принято во взрывозащищенном исполнении;
- 3) Выполнена защита оборудования от статического электричества;
- 4) Электрооборудование технологических площадок выбрано с учетом категории и зоны взрывоопасности;
- 5) Выполнена молниезащита зданий и сооружений.

8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Охрана труда и техника безопасности в России это – 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 (статья № 1 Федерального закона «Об основах охраны труда в Российской Федерации», 17.07.1999 г. №181-ФЗ), образующие механизм реализации конституционного права граждан на труд (ст. 37 Конституции РФ) в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. (Это право закреплено также в ст. 7 международного пакта об экономических, социальных и культурных правах).

Федеральный орган исполнительной власти, осуществляет специализированные функции, по надзору и контролю в сфере труда, этот орган называется: «Федеральная служба по труду и занятости Министерства здравоохранения и социального развития Правительства РФ».

Данная служба руководствуется в своей деятельности федеральными законами, Конституцией РФ, указами Президента РФ и актами Правительства РФ, нормативными и правовыми актами Министерства здравоохранения и

социального развития Российской Федерации, международными договорами РФ и Трудовым кодексом РФ.

Главные задачи трудового законодательства: создание необходимых правовых условий для достижения согласования интересов сторон трудовых отношений, интересов государства, а также правовое регулирование трудовых отношений и иных непосредственно связанных с ними отношений.

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда, согласно ст. 212 ТК РФ, возлагаются на работодателя. Последний, руководствуясь указанной статьей, обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов. Кроме того, работодатель обязан обеспечить, соответствующие требованиям охраны труда, условия труда на каждом рабочем месте; режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством, и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права. Работодатель должен извещать работников, об условиях охраны труда на рабочих местах, о возможном риске для здоровья, о средствах индивидуальной защиты и компенсациях.

Заключение

В Северском месторождении концентрация кремния варьирует от 7,38 до 9,64 мг/л. В целом на водоканал, по результатам опробования автора в 2016 г., поступает вода с концентрацией кремния 9,68 мг/л, что не превышает ПДК. После существующей системы водоподготовки концентрация уменьшается до 9,09 мг/л. Таким образом, концентрация кремния в воде, поступающей водопотребителям, не превышает нормативы. Тем не менее, проблема обескремнивания воды может стать актуальной для ОАО "Северский водоканал" после ввода 3 водозабора. Разработка новых скважин и увеличение объемов добычи воды на СВК № 3 может стать причиной увеличения концентрации кремния и превышения ПДК и, как следствие, встанет вопрос о наиболее целесообразных, выгодных и рентабельных методах удаления кремния. В работе были рассмотрены следующие методы обескремнивания:

- осаждением известью;
- сорбцией гидроксидами железа, алюминия, оксидом или гидроксидом магния;
- фильтрованием через магнезиальный сорбент;
- ионным обменом;
- электрокоагулированием

На Северском водоканале наиболее целесообразно применять фильтрационный метод, так как для этого метода используются достаточно компактные установки, которые просты в обслуживании. Так же фильтрационным методом не требуется подогрев воды, что экономит большое количество электроэнергии. Метод является экономичным и простым в обслуживании.

Список использованных источников

1. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья / В.К. Попов, О.Д. Лукашевич, В.А. Коробкин, В.В. Золотарева, Ю.Ю. Галямов. Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2003. – 174 с.
2. Геологическое строение окрестностей г.Томска (территориипрохождениягеологическойпрактики):учебноепособие/С.С. Гудымович, И.В. Рычкова, Э.Д. Рябчикова.–Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 84 с.
3. Технология очистки природных вод/ Л.А. Кульский, П.П.Строкач.-2-е изд., перераб. и доп. -К.: Вицашк. Головное изд-во, 1986–352с.
4. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья/ В.К. Попов, В.А. Коробкин, Г.М. Рогов, О.Д. Лукашевич, Ю.Ю. Галямов, Б.И. Юргин, В.В. Золотарева. Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2002. – 138 с.
5. Кирюхин В.А., Коротков А.И, Шварцев С.Л. Гидрогеохимия: Учеб.длявузов.- М.: Недра, 1993.–384 с.
6. Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение: Учеб. для вузов.–М.: Стройздат, 1995.–688с.
7. НиколадзеГ.И.Технологияочисткиприродныхвод:Учеб.для вузов. – М.:Выш. ш к .– 1987.– 479 с.:ил.
8. Данилович Д.А. Справочник наилучших эффективных технологий(Базовые материалы).–Москва,2015.–111с.
9. Фесенко Л.Н. Обескремнивание питьевой воды фильтрованием через модифицированную загрузку / Л.Н.Фесенко, Р.В.Федотов, С.И. Игнатенко//Водоснабжениеи санитарная техника. 2012. №11.С.20–31.
- 10.Свяжина И.И. Обескремнивание подземной воды электрокоагуляцией. Автореф. дис.канд.техн.наук. Новосибирск, 2005. 20с.

11. ГОСТ Р ИСО 26000–2012. Руководство по социальной ответственности. – М.: Стандартинформ, 2014. – 23 с.
12. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, утв. Постановлением ГКСЭН России 01. 10. 1996 г. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 39 с.
13. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав России, 1997.
14. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 2003 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 6.04.03 г.)
15. СанПиН 2.2.4.1191-03. «Электромагнитные поля в производственных условиях». – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003.
16. Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии: материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 80-летию кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Томского политехнического университета / под ред. С.Л. Шверцева.– Томск: Изд-во НТЛ, 2011.Разд.2. С.201-205.
17. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. «Безопасность жизнедеятельности»: Учебное пособие –Томск: Изд-во ТПУ, 2003–144с.
18. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования(01. 07. 92).
19. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность/ Справочник: Баратов А.Н. М.: Химия, 1987.-210с.

20. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Рогов Г.М., Вологодина И.В., Тайлашев А.С., Лычагин Д.В. Минеральные новообразования на водозаборах Томской области /Под ред. Д.С. Покровского. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002
21. Артемёнок Н.Д. Очистка подземных вод нефтегазоносных регионов Западной Сибири для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения: Дис.докт.техн.наук. – 1992.
22. Фраг Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 680 с.
23. Алексеев В.С., Гребенников В.Т. Восстановление дебита водозаборных скважин. – М.: Агропромиздат, 1987.
24. Шустов В.М. Техника измерений при полевых гидрогеологических исследованиях. – М.: Недра, 1978
25. Николадзе Г.И. Водоснабжение : Учеб. для техникумов. – 3-е изд., перераб. доп. – М.: Стройиздат, 1989. – 496 с.
26. Управление водными ресурсами России. – М.: АМА-ПРЕСС, 2008 г. – 288 с.
27. Специальные работы при бурении и оборудовании скважин на воду / Д.Н. Башкатов, С.Л. Драхлис, В.В. Сафонов, Г.П. Квашнин. – М.: Недра, 1988. – 268 с.
28. Золотова Е.Ф., Асс Г.Ю. Очистка воды от железа, марганца, фтора и сероводорода. М.: Стройиздат, 1975. – 176 с.
29. Кострикин Ю.М., Мещерский Н.А., Коровина О.В. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления – М.: Москва Энеергоатомиздат, 1990. – 251 с.
30. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка: Учебн. пособие для вузов. М.: МГУ, 1996. – 680 с; 178 ил.
31. СанПиН 2.1.4.1074–01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества Текст. : утв. Госкомсанэпиднадзором РФ 26.10.01 : дата введ. 01.01.02. – М., 2001. – 48 с.

32. СанПиН 2.1.4.1074–01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества"
33. Егорова, Е.Н. Методы выделения кремневой кислоты и аналитического определения кремнезема / Е.Н. Егорова. М.: Изд-во АН СССР, 1959.–149с.
34. Артеменок, Н. Д. Разработка технологии очистки подземных вод для целей питьевого водоснабжения в Западной Сибири Текст. / Н. Д. Артеменок // Вестник Сиб. Госун-та. путей сообщения. 1999. – вып.1. – С. 54–58.
35. Сколубович Ю. М. Подготовка питьевой воды из подземных источников угледобывающих регионов Текст.: автореф. дис. докт. техн. наук :1406.02 / Ю. М. Сколубович ; Новосиб. гос. арх.-стр. ун-т. Новосибирск, 2002. – 34с.
36. Лонг, Ле. Исследование влияния кремнезема, присутствующего в природных водах, на процессы очистки воды: дис. . канд. техн. наук: 05.23.04 / научн. рук-ль: д-р техн. наук, профессор Е.Ф. Кургаев. Москва, 1972. – 138 с.
37. СанПиН 2.1.5.1059-01 "Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения".
38. Гидрогеология СССР, том 16, Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области. М.: Изд-во "Недра". 1970. 368с.
39. Удодов П.А., Паршин П.Н., Левашов Б.М. и др. Гидрогеохимические исследования Колывань-Томской складчатой зоны. Томск: Изд-во ТГУ. 1971. 283с.
40. Материалы отчётов ОАО «Северский водоканал», 2016г.
41. Свяжина И.И. Обескремнивание подземной воды электрокоагуляцией. Автореф. дис. канд. техн. наук. Новосибирск, 2005. 20с.
42. Федотов Р.В. Технология обескремнивания природных вод фильтрованием через модифицированную загрузку. Дис. канд. техн. наук. Новочеркасск, 2013. 136 с.
43. Дзюбо В.В. Подготовка подземных вод для питьевого водоснабжения малых населенных пунктов Западно-Сибирского региона: Дисс. д-р техн. наук. - Томск, 2007. –424 с.

44. Isshiki K., Sohrin Y., Nakayama E. Form of dissolved silicon in seawater // Marine Chemistry. 1991. V. 32. P. 1–8.
45. Determination of carbon, phosphorus, nitrogen and silicon species in waters / K. Robards, I.D. McKelvie, R.L. Benson, P.J. Worsfold, N.J. Blundell, H. Casey // Analytica Chimica Acta. 1994. V. 287. P. 147–190.

Главы 1, 2, 3 содержат материалы, раскрывающие коммерческую тайну предприятия. В связи с этим не могут быть в полном объеме опубликованы для общего доступа.