

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Ивановой Светланы Анатольевны «Разработка технологии очистки природных вод от соединений бора, аммония и железа»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 «Технология неорганических веществ»

Актуальность работы. Одной из важнейших проблем является качество и доступность питьевой воды. Запасы качественной пресной воды во всем мире уменьшаются, тогда как численность населения и, соответственно, потребление воды постоянно растут. Поэтому разработка новых, технически более совершенных методов очистки природных вод было и остается весьма важным и перспективным направлением в современном обществе.

В России одной из основных проблем становится обеспечение кондиционности питьевой воды.

По официальным данным Роспотребнадзора РФ около 20% подаваемой населению питьевой воды не соответствует санитарно-химическим нормативам и до 10% – санитарно-бактериологическим требованиям.

По данным Государственного мониторинга на территории России зарегистрировано 5 тысяч очагов загрязнения подземных вод площадью до десятков квадратных километров при общем количестве разведанных месторождений 7656 и эксплуатирующихся – 4243.

Загрязнение вод вызывается различными природными и антропогенными факторами, и часто имеет специфический характер.

Именно такая ситуация сложилась в г. Буденновске Ставропольского края, где схема очистки, реализуемая на местной станции водоподготовки, не позволяет удалить из воды соединения бора, аммония и в меньшей степени других компонентов, концентрации которых превышают предельно-допустимые значения, установленные СанПиН 2.1.4.1074-01 в среднем в 2 – 3 раза, достигая максимальных значений в периоды весенних паводков до 5 – 6 ПДК.

Предложенный в диссертации метод комплексной очистки природных вод от соединений бора, аммония и железа не только позволяет практически полностью удалить данные компоненты из подземных вод в Буденновском районе, но и является экономически выгодным.

Цель работы. Разработка технологии комплексной очистки артезианских вод Ставропольского региона от соединений бора, аммония и железа для получения воды питьевого качества.

Основные задачи, поставленные в диссертации:

- анализ существующих методов очистки вод от соединений бора, аммония, железа и других компонентов;
- разработка технологической схемы очистки воды от соединений бора, аммония и железа с целью получения воды питьевого качества;
- определение параметров процесса очистки воды из артезианских скважин на лабораторной установке;
- проведение опытно-промышленных испытаний технологической схемы комплексной очистки артезианской воды от соединений бора, аммония, железа и других компонентов в г. Буденновск (Ставропольский край).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, литературного обзора, методической и экспериментальной частей, опытно-промышленных испытаний, выводов и списка цитируемой литературы, включающего 115 наименований. Работа изложена на 110 страницах печатного текста и содержит 17 таблиц, 24 рисунка и 3 приложения.

Во введении автор определяет актуальность и цели настоящего исследования, а также кратко характеризует полученные результаты, составляющие научную новизну и практическую значимость работы.

Надо отметить, что перед диссертанткой стояла непростая задача анализа и систематизации литературных данных о путях поступления бора в окружающую среду и методах его удаления. Среди технологий, автор выделяет методы осаждения и соосаждения борат-ионов в виде труднорастворимых соединений.

Практическая часть работы состоит из двух разделов, первый посвящен методике анализа соединений бора в исследуемой воде. Для получения точных и воспроизводимых результатов, автором диссертации был освоен и доработан метод определения общего содержания бора в воде на атомно-абсорбционном спектрометре «КВАНТ–Z.ЭТА» в Центре коллективного пользования РХТУ им. Д.И. Менделеева. Были определены пользовательские инструментальные параметры для анализа массовой концентрации бора в воде и погрешность параллельных измерений, которая в среднем составила 10%.

Во второй части (глава 3) представлены результаты экспериментального исследования процесса очистки воды от бора, аммония и железа в процессах коагуляции и электрокоагуляции гидроксидов металлов. Во всех экспериментах была использована вода из скважин Буденновского района, что позволяет исключить влияние других компонентов, входящих в ее состав.

В результате проведенных исследований выявлены определенные закономерности. Так, например, было установлено, что удаление соединений бора наиболее интенсивно протекает при рН 8-9, в связи с чем, вода предварительно подщелачивалась 10% суспензией гидроксида кальция. Определено, что уже при небольшом расходе коагулянтов (от 0,2 мгAl³⁺/л, в случае использования сульфата алюминия и 0,4 мгFe³⁺/л для сульфата железа) достигается эффективная очистка от бора (снижение концентрации до 0,3 мг/л). Однако полученная вода имела кислую среду (рН 4-5) и потому требовала повторного подщелачивания, либо, как предлагает автор, вода пропускается через слой карбоната кальция, за счет чего рН снижается до нормативных значений. По оценке соискателя, использование в качестве коагулянтов сульфата железа (III) или сульфата алюминия для получения питьевой воды приведет к увеличению себестоимости очистки на 15-20%. На основании проведенных испытаний была разработана принципиальная технологическая схема очистки воды от соединений бора, которая легла в основу исследования более дешевых и более удобных коагулянтов, получаемых в процессе электрокоагуляции, совместив его с процессами удаления соединений аммония, которые также присутствуют в артезианских водах на данной территории. Для этого в работе была создана специальная лабораторная установка, состоящая из двух блоков электрохимического окисления (БЭХО). На этом этапе работы автором впервые систематически исследовано влияние рН, времени контакта реагентов, время отстаивания, аэрации и фильтрации на процессы очистки воды от соединений бора и аммония. Найдены условия, приводящие к наиболее глубокой очистке воды не только от бора и аммония, но также практически полному осаждению железа (менее 0,1 мг Fe/л в очищенной воде).

На основании полученных данных была разработана принципиальная технологическая схема очистки воды от соединений бора, аммония и железа, а также опытно-промышленная и позднее и промышленная установки, результаты испытания которых на станции водоподготовки в г. Буденновск, автор приводит в заключительной 5 главе. По предварительному расчету себестоимость очистки воды по представленной технологической схеме составит около 10 руб/м³.

Научная новизна работы заключается в получении новых данных о процессах выделения соединений бора, аммония и железа при коагуляции и электрокоагуляции гидроксидов металлов в определенных условиях. А именно:

➤ впервые изучены процессы выделения соединений бора из природных вод, содержащих от 0,6 до 3,0 мг В/л, методами коагуляции и электрокоагуляции; определены основные физико-химические параметры технологических процессов (рН 9-10, время контакта реагентов – до 5 минут, время отстаивания, аэрации и фильтрации – до 30 минут и другие параметры), позволяющие эффективно проводить очистку воды до санитарных норм;

➤ на основании лабораторных и опытно-промышленных наблюдений впервые установлено, что до 90% соединений бора удаляются в процессах электрокоагуляции за счет их сорбции на поверхности коагулянта и около 10% за счет химического взаимодействия;

➤ впервые предложен метод совместного использования электрохимического окисления и аэрации воздухом для выделения соединений бора, железа и аммония (в виде аммиака) из воды при рН 9-10.

Практическая значимость:

➤ на основании проведенных исследований разработана технологическая схема и установка для очистки подземных вод г. Буденновска Ставропольского края от соединений бора, аммония и железа (получено положительное решение на метод очистки (заявка №2013141986) и патент на устройство электрокоагуляционной очистки подземных вод от бора № RU 143741 U1 от 27.07.2014 года).

➤ проведены опытно-промышленные испытания технологической схемы комплексной очистки артезианской воды от соединений бора, аммония и железа.

➤ на основании полученных данных разработана, спроектирована и сооружена промышленная установка очистки артезианских вод в г. Буденновск. Промышленные испытания показали, что концентрации бора, аммония и железа в воде на выходе из установки составили $0,18 \pm 0,05$ мг/л, $0,20 \pm 0,05$ мг/л и $0,22 \pm 0,05$ мг/л, соответственно. Полученные значения значительно ниже нормативов, установленных СанПиН 2.1.4.1074-01 для питьевой воды, а также СанПиН 2.1.4.1116-02 для бутилированной воды 1 категории.

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений так как они получены путем многочисленных экспериментальных, опытно-промышленных и

промышленных испытаний, и с применением необходимых современных методов физико-химического анализа.

Апробация работы. Материалы работы докладывались автором на Международной научно-практической конференции и школе молодых ученых и студентов «Образование и наука для устойчивого развития» в 2010, 2012 и 2013 гг, а также на Межвузовской научно-практической конференции и школе для молодых ученых и студентов «Образование и наука для устойчивого развития» в 2011 г.

Публикации. Основное содержание работы достаточно полно отражено в публикациях и изложено в виде 8-ми статей, в том числе в 3-х журналах, рекомендованных ВАК, патенте на устройство электрокоагуляционной очистки подземных вод от бора № RU 143741 U1 от 27.07.2014 года, а также получено положительное решение на метод очистки (заявка № 2013141986).

Личный вклад автора. Диссертантка, безусловно, обладает хорошей квалификацией, т.к. поставленные цели и задачи, в конечном счете, были полностью решены. Следует отметить, что диссертантка самостоятельно освоила и проводила анализ соединений бора на атомно-абсорбционном спектрометре «Квант Z.-ЭТА» после каждой серии экспериментов. Кроме того, опытно-промышленные испытания в г. Буденновск проводились при непосредственном её участии.

В то же время ряд положений диссертации нуждается в пояснениях.

1. На стр. 5 диссертации утверждение того обстоятельства, что в Ставропольском крае и в других районах России преимущественное использование вод из поверхностных источников обусловлено несоответствием качества подземных вод санитарным требованиям может привести к сомнительным выводам об удовлетворительном качестве поверхностных вод.

В балансе водопотребления действуют иные факторы, и это следует прокомментировать при защите диссертации.

2. На стр. 7 и в таблице 2 указываются разные нозологии заболеваемости, связанной с повышенным содержанием в питьевой воде железа. Следует уточнить, к каким последствиям может привести содержание железа в питьевой воде, и по каким критериям ВОЗ устанавливает ПДК этого компонента.

3. При описании нормативной базы охарактеризованы только нормативы качества питьевой воды. Этого явно недостаточно, поскольку приемлемость технологии и возможность ее реализации определяется нормами проектирования и строительства.

Рассматриваемые регламенты сформулированы в СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» (раздел б), действие которого пролонгировано распоряжением Правительства РФ от 21.06.2010г. № 1047-р.

Кроме того Госстроем РФ разрешено использовать Свод правил СП 31.13330.2010, в основу которого применительно к водоподготовке положены «Классификаторы технологий очистки природных вод», М. 2000 г., одобренные Межведомственным научным Советом РАН и Госстроем РФ «Химическая технология очистки природных и сточных вод».

4. Принципиально важно соотнести предлагаемый способ очистки с наилучшими доступными технологиями, экологичностью процесса.

В этой связи направление на использование реагентов с образованием осадков не менее 3-го класса опасности потребует в последующем проработки вопроса о безопасной их утилизации.

5. В работе имеются опечатки (на стр.28 бор находится в виде барита $BaSO_4$) и недоразумения (на стр.20 размерность концентрации приводится в ppm и мкг/л, бороносная Урало-Каспийская область относится к России и др.), довольно схематично характеризуется стоимость очищенной воды.

Однако сделанные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общее хорошее впечатление от данной работы. Результаты и выводы, сделанные на основании большого объема экспериментов не вызывают сомнений.

Автореферат диссертации в полной мере отражает содержание и выводы диссертационной работы.

Заключение. Диссертация Ивановой Светланы Анатольевны является завершенной научно-квалификационной работой, которая позволила разработать эффективную технологическую схему очистки природных вод от соединений бора, аммония и железа, а также внедрить представленную схему на станции водоподготовки в г. Буденновск, что имеет очень важное значение для жителей района и для народного хозяйства в целом.

Представленная работа по тематике, объектам и методам исследования, представленным на защиту новым научным положениям соответствует паспорту специальности – 05.17.01 – Технология неорганических веществ. По актуальности, новизне, уровню выполнения, объему, научной и практической ценности полученных результатов она полностью отвечает требованиям, предъявляемым к

кандидатским диссертациям в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (пункты 9-14), а ее автор **Иванова Светлана Анатольевна**, безусловно, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ.

Главный научный сотрудник ОАО «НИИ ВОДГЕО»,
д.т.н., профессор
В.С. Алексеев



01.09.15г

Подпись В.С. Алексеева
заверяю

В.В. Шевцова
Учр. ДЭТМ