

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора
Татьяны Андреевны Харламовой

на диссертационную работу Авериной Юлии Михайловны на тему:
«Интенсификация процесса аэрации при удалении ионов железа из воды»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.17.01 – Технология неорганических веществ.

Технологии обезжелезивания воды применяют свыше ста лет и аэрационные методы получили наиболее широкое распространение из-за простоты в аппаратурном оформлении и отсутствия каких либо реагентов, кроме кислорода воздуха. Установки просты в эксплуатации и обслуживании, а также наиболее экологически рациональны. Основной недостаток – низкая скорость процесса окисления железа и необходимость эмпирического подбора конструкции установки и параметров процесса для решения каждой конкретной задачи очистки воды.

Представленная диссертация предлагает использование технологических процессов аэрации с применением керамических мелкопористых трубчатых мембран с последующей ультратонкой фильтрации на тех же мембранных. Работа направлена на конкретную проблему – очистке воды от железа, что крайне востребовано сегодня и промышленностью, и коммунальным хозяйством. Данная диссертационная работа является продолжением исследований в этом направлении на примере удаления ионов железа из природной воды методом барботажа и вносит существенный вклад в развитие аэрационных методов и в изучение физико-химических закономерностей процесса, поэтому рассматриваемая диссертация актуальна и перспективна.

Научная новизна представленной диссертационной работы заключается в том, что скорость процесса окисления ионов Fe^{2+} в воде при барботировании воздуха определяется скоростями двух параллельно протекающих процессов: гомогенного процесса окисления растворенным в воде кислородом и гетерогенного процесса окисления ионов Fe^{2+} на границе раздела фаз «вода-воздух».

Таким образом, работа «Интенсификация процесса аэрации при удалении ионов железа из воды» **посвящена актуальной теме и выполнена очень своевременно**: предложенная схема очистки воды и полученные результаты могут быть использованы для создания экологически безопасных станций подготовки питьевой воды и воды для хозяйствственно-бытового назначения.

Анализ диссертационной работы.

Диссертационная работа Ю. М. Авериной состоит из введения, четырех разделов, выводов, списка литературы из 121 наименования и приложений. Основная часть работы изложена на 147 страницах, 6 приложений занимают 10 страниц. Диссертационная работа содержит 56 рисунков и 7 таблиц.

Во введении кратко рассмотрены основные проблемы водоподготовки и обеспечения населения качественной питьевой водой, сформулированы современные ключевые аспекты в водоподготовке и показана актуальность очистки природных вод от железа.

Первая глава посвящена анализу литературных источников и патентных материалов, касающихся основных существующих способов очистки воды от железа и современных устройств для осуществления технологического процесса барботажа. Очень подробно описаны достоинства и недостатки существующих аэраторов. Дано подробное описание основных технологических аспектов стадии барботажного насыщения, таких как размер пузырьков, газосодержание и т.д.

Автор рассматривает большое количество публикаций и патентных материалов, опубликованных, как в отечественной, так и в иностранной литературе, что свидетельствует, о том, что автор хорошо ориентируется в современном состоянии проблемы.

На основании анализа литературных данных был выбран метод принудительной аэрации с последующим фильтрованием, обоснована перспективность использования этого метода, сформулированы задачи исследования.

Вторая глава содержит методики приготовления модельных растворов с различным содержанием Fe^{2+} и Fe^{3+} , схемы и описания, разработанных и созданных экспериментальных установок для изучения процесса ультрафильтрации соединений железа с последующей регенерацией блока разделения, а также установки для проведения барботирования с использованием керамических мелкопористых трубок. Представлены разработанные методики регенерации фильтрующих элементов. Выведена формула для расчета поверхности контакта фаз «вода-воздух» в технологической ячейке с изменяемой геометрией.

В третьей главе излагаются результаты экспериментов и их обсуждения. Автор, хорошо изучив предыдущие исследования, делает предположение, что суммарная скорость окисления ионов Fe^{2+} складывается из двух составляющих – гомогенного и гетерогенного окисления, устанавливает зависимости скорости окисления ионов Fe^{2+} от концентрации растворённого в воде кислорода (гомогенная составляющая) и от площади контакта фаз «вода – воздух» (гетерогенная составляющая) и, в итоге, впервые доказывает, что скорость процесса окисления ионов Fe^{2+} в воде при барботаже воздуха определяется скоростями двух

параллельно протекающих процессов. На основании этих результатов разрабатывает методику определения скорости окисления ионов Fe^{2+} только за счёт гетерогенной составляющей и осуществляет математическое моделирование зависимости гетерогенной составляющей скорости процесса окисления железа в воде от удельной поверхности контакта фаз и текущей концентрации железа.

Четвертая глава описывает практическое применение результатов исследований проведенных диссертантом. Приведена принципиальная схема станции водоподготовки ЗАО «Орионис» (пос. Ложки, Солнечногорского района Московской области), которая была разработана, создана и внедрена автором на основе полученных экспериментальных данных. Данна технико-экономическая оценка разработанной технологии обезжелезивания, приведена, калькуляция затрат, на реализацию и внедрение разработанной технологии.

Анализ диссертационной работы свидетельствует о том, что к принципиально важным научным результатам, полученным Ю. М. Авериной, относятся следующие:

- установлено, что скорость процесса окисления ионов Fe^{2+} в воде в процессе аэрации определяется суммарной скоростью двух параллельно протекающих процессов – гомогенного и гетерогенного;
- определена доля убыли концентрации железа только за счет гетерогенной составляющей;
- для гетерогенной составляющей процесса математически получена зависимость концентрации двухвалентного железа в растворе от начальной концентрации железа, удельной поверхности контакта фаз и времени обработки..

Достоверность научных результатов работы основана на использовании продуманных схем экспериментальных установок с применением современных методов исследований. Выводы основаны на глубоком анализе полученных экспериментальных данных с позиции современных технологий обезжелезивания.

Практический интерес представляет предложенный автором диссертации алгоритм расчёта технологического процесса обезжелезивания воды различного состава для его оптимизации. Установленные в данной работе режимные параметры процесса аэрации и ультрафильтрации, а также результаты испытаний работы промышленной установки, являются объективным показателем готовности и конкурентоспособности предложенной технологии.

Диссертация Юлии Михайловны Авериной чётко изложена, удачно скомпонована. По итогам работы имеется 21 публикация, из них 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки. Научные публикации достаточно полно отражают основное содержание диссертации. Общие выводы по результатам работы обоснованы, полностью соответствуют ее

целям и положениям, выносимым на защиту. Диссертационная работа хорошо иллюстрирована, ее оформление соответствует требованиям ВАК Минобрнауки. По теме диссертационной работы получены патенты РФ №2400295 на «Способ обработки жидкостей газами», № 2525177 на «Способ очистки воды» и в РХТУ имени Д.И. Менделеева зарегистрировано НОУ-ХАУ «Способ очистки железосодержащих вод сложного состава мембранными методами». Работа прошла апробацию на международных и отечественных конференциях.

Автореферат работы адекватно отражает ее основное содержание, научную новизну, практическую значимость, выводы и другие ключевые моменты.

Сочетание тематики диссертации, формулировок ее целей, научной новизны, областей приложения результатов, используемых методов и ее общей направленности на разработку способа интенсификации процесса аэрации при удалении ионов железа из воды подтверждают соответствие диссертации для шифра специальности, по которой работа представлена к защите – 05.17.01 – Технология неорганических веществ:

формуле специальности

- пункту 2 (технологические процессы (химические, физические и механические) изменения состава, состояния, свойств, формы сырья, материала в производстве неорганических продуктов);
- пункту 4 (способы и средства разработки, технологических расчетов, проектирования, управления технологическими процессами и качеством продукции применительно к производственным процессам получения неорганических продуктов);

области исследований

- пункту 5 (способы и последовательность технологических операций и процессов защиты окружающей среды от выбросов неорганических веществ);
- пункту 6 (свойства сырья и материалов, закономерности технологических процессов для разработки, технологических расчетов, проектирования и управления химико-технологическими процессами и производствами).

Как и любая новая работа, диссертация, тем не менее, не лишена некоторых недостатков:

1. В цели работы следовало бы сделать больший акцент на очистку воды от катионов железа за счет интенсификации процесса аэрации, а не наоборот.
2. В тексте диссертации отмечается, что сочетание аэрации и УФ-обработки оказывает обеззаражающее действие на очищаемую воду. Однако не определено какую долю в процесс обеззараживания вносит аэрация.

3. Отсутствуют конкретные данные по предельному значению концентраций двухвалентного железа в воде, направляемой на процесс мембранный очистки на предлагаемых керамических мембранах.
4. Регенерация керамических мембран осуществляется противоточной промывкой. Но из приведенной технологической схемы не ясно какая часть водной промывки поступает в емкость исходной неочищенной воды, а какая – в шлам.
5. Не рассчитано какую нагрузку по гидроксидам металлов выдерживает предложенная керамическая мембрана и нет рекомендаций по периодичности ее промывки.
6. При реагентной очистке керамических фильтров раствором гипохлорита натрия в присутствии ПАВ не приведены данные по концентрациям применяемых реагентов.
7. Завышен объем литературного обзора (58 страниц из 138 страниц текста диссертации).
8. В тексте диссертации излишне подробно описывается несколько общеизвестных методик, например, методика определения pH.
9. Встречаются отдельные неудачные выражения и опечатки (с.124,125,126 и др.).

Высказанные замечания не ставят под сомнение научную новизну и практическую ценность полученных результатов и не влияют на общую высокую оценку рассматриваемой диссертации. Рецензируемая диссертационная работа Авериной Ю.М. «Интенсификация процесса аэрации при удалении ионов железа из воды» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, по своей актуальности, научной новизне, достоверности и практическому значению.

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, её результаты могут найти применение в научно-исследовательских институтах, в академических институтах и вузах химического, технического и химико-технологического профиля при решении задач, связанных с водоподготовкой и могут быть рекомендованы для использования в фундаментальных проектах и в прикладных работах таких организаций как: Научно-исследовательский институт коммунального водоснабжения и очистки воды; Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова; Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет); Московский государственный университет инженерной экологии; Санкт-Петербургский государственный университет; Сибирский государственный технологический университет.

Таким образом, диссертационная работа «Интенсификация процесса аэрации при удалении ионов железа из воды» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор,

Аверина Юлия Михайловна, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ.

Профессор кафедры
общей и неорганической химии
Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»
доктор технических наук

Харламова
Харламова Т.А.

25.02.2016

Ученый секретарь Ученого совета НИТУ
профессор

Делян В.И.

Адрес: 119049, Москва, Ленинский проспект, д. 4

Телефон: 8 (916) 878-75-73

E-mail: harlamova_tanya@list.ru

Сайт: <http://www.misis.ru>

