

## **ОТЗЫВ**

### ***официального оппонента на диссертационную работу Салмина Сергея Михайловича «Коагуляция примесей природных вод с использованием крупнозернистой контактной загрузки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.04 «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов»***

Диссертация выполнена в Пензенском государственном университете архитектуры и строительства на кафедре «Водоснабжение, водоотведение и гидротехника». Материалы диссертационной работы изложены в пяти главах на 149 страницах машинописного текста, включают 68 рисунков, 4 таблицы, одно приложение и список литературы из 85 наименований.

Структурно диссертация разделена на теоретическую и экспериментальную части. По каждой главе имеются выводы и в целом по диссертации сделано обобщающее заключение. Тема диссертационных исследований С.М. Салмина связана с совершенствованием реагентной обработки природных вод алюмосодержащими коагулянтами в гидравлических смесителях станций водоподготовки с применением контактных загрузок и безреагентных способов интенсификации процессов коагуляции примесей. Важное значение в исследованиях по обработке и очистке природных вод поверхностных источников имеет решение проблем, связанных с экономией коагулянтов. Поэтому разработка эффективной технологии интенсификации процессов коагуляции, позволяющей сократить расходы алюмосодержащих реагентов на водопроводных очистных сооружениях, является актуальной задачей, рассматриваемой в диссертации.

В первой главе, оценивая современные технологии коагулирования природных вод поверхностных источников и анализируя работу смесительных устройств станций водоподготовки, автор научно обосновал целесообразность разработки нового реагентосберегающего способа коагулирования примесей с применением крупнозернистой контактной загрузки, сформулировал цель и задачи научных исследований.

Во второй главе диссертантом на основе анализа процесса хлопьеобразования в толще крупнозернистой загрузки были определены факторы,

влияющие на интенсивность укрупнения хлопьев в камерах с химически инертной контактной массой, находящейся в условиях предельной насыщенности её порового пространства. Автором получена теоретическая зависимость для определения сопротивления зернистой загрузки при турбулентном режиме фильтрования через неё природной воды, обработанной коагулянтом, что позволяет рассчитать требуемую высоту контактной камеры, образующей с гидравлическим смесителем единый технологический узел.

В третьей главе дано описание лабораторной установки для исследования гидравлических характеристик крупнозернистой контактной загрузки, приведены программа и методика лабораторных исследований.

На основе экспериментальных данных автором выявлен характер зависимости изменения гидравлического уклона крупнозернистой контактной загрузки с диаметром зерен от 10 до 70 мм от скорости и времени фильтрования коагулированной воды при турбулентном режиме её движения. Особое внимание в экспериментах уделяется на достижение зернистой загрузкой состояния предельной насыщенности, при котором гидравлический уклон становится не зависящим от времени фильтрования.

В результате математической обработки экспериментальных данных автором получена зависимость для определения гидравлического уклона от скорости фильтрования, крупности и пористости крупнозернистой контактной массы, находящейся в условиях предельной насыщенности её порового пространства.

Экспериментальные исследования и анализ процессов коагулирования примесей природной воды в толще крупнозернистой загрузки представлены в 4 главе. Автором были определены наиболее рациональные режимы процесса перемешивания коагулируемой воды в слое контактной загрузки, а также предложен реагентосберегающий способ коагуляционной обработки природной воды в гидравлическом смесителе, предусматривающий рециркуляцию части потока обрабатываемой воды, концентрированный ввод коагулянта и контактную коагуляцию на крупнозернистой загрузке. В диссертационной работе приведены

рекомендации по эффективности применения предложенного способа реагентной обработки воды в различные сезоны года. Соискателем также была получена формула для определения величины повышения эффекта осветления природной воды при использовании нового способа её коагуляционной обработки.

Анализ результатов производственных испытаний предложенной диссертантом технологии коагуляционной обработки воды, приведенных в главе 5, достаточно убедительно доказывает экономическую эффективность принятых научно-технических решений.

Разработанные в диссертации методические рекомендации к расчету оборудования и устройств, входящих в состав разработанной технологической схемы, могут быть использованы при проектировании водопроводных очистных сооружений населенных пунктов, использующих воду поверхностных источников.

Новизна полученных автором результатов исследований заключается в следующем:

- установлены основные закономерности турбулентного фильтрования воды через слой крупнозернистой загрузки;
- получены математические зависимости для определения гидравлических характеристик контактной загрузки при турбулентном фильтровании природной воды, обработанной коагулянтом;
- разработан новый реагентосберегающий способ коагулирования воды, включающий в себя рециркуляцию части коагулируемой воды, её турбулентное фильтрование через слой контактной загрузки и концентрированный ввод коагулянта в рециркуляционный поток;
- определено влияние технологических характеристик предложенного способа обработки воды (степени рециркуляции коагулируемой воды, точек ввода реагентов, параметров фильтрования через контактную загрузку и её фракционного состава) на эффективность последующей очистки и выбор оптимальных доз коагулянта;

- разработана новая конструкция гидравлического смесителя, обеспечивающая интенсивный процесс хлопьеобразования при добавлении коагулянта при широком диапазоне изменения параметров качества исходной воды;

- получена математическая модель, устанавливающая зависимости повышения эффекта очистки воды от технологических характеристик предложенного смесителя в различные периоды года (на примере сурской воды).

Достоверность и степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются использованием в работе современных методов экспериментальных исследований и математической обработки опытных данных. Экспериментальные данные, полученные на моделях, соответствовали результатам, полученным на промышленной установке. Разработки автора были внедрены в проект реконструкции водопроводных очистных сооружений г. Пензы.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В экспериментальных исследованиях в качестве контактной загрузки автор применяет только гранитный щебень, хотя можно было исследовать и другие крупнозернистые материалы.

2. При перемешивании природной воды с коагулянтом в толще контактной загрузки рекомендуется весьма высокий диапазон изменения градиента скорости (от 180 до 800 с<sup>-1</sup>) без достаточного обоснования.

3. В экспериментальной главе 4, касающейся исследования процессов коагулирования и очистки воды, автор приводит данные по рН, щелочности и концентрации алюминия в исходной воде, но для воды после коагуляции и очистки эти показатели не приведены.

4. В предлагаемой автором технологической схеме контактная камера работает совместно с типовым смесителем, но в диссертации не указано, следует ли изменять режимы работы безнапорного смесителя (значения градиента скорости и времени смешения) для улучшения процессов хлопьеобразования и последующей очистки воды.

Указанные замечания не снижают ценность рецензируемой работы и не влияют на её положительную оценку в целом. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации, позволяет оценить результаты научных исследований и их значимость в научно-практическом плане.

На основании вышеуказанного считаю, что диссертация С.М. Салмина является завершённой научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача создания новой эффективной и экономичной технологии обработки природных поверхностных вод. Представленная на отзыв работа отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней (в редакции постановления Правительства РФ от 22.09.2013 №842)», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам автор, Салмин Сергей Михайлович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.04 «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов».

Официальный оппонент,

Лушкин Игорь Александрович

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры «Теплогазоснабжение,

вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный

университет»



Заведующий  
Институт управления делами ТГУ  
Игорь Александрович Лушкин  
20 15 г.

ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет» (ТГУ) 445667, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская, 14. Тел. 89276193263, e-mail: [lia2073@mail.ru](mailto:lia2073@mail.ru)