УДК 628.16

ОЧИСТКА И УТИЛИЗАЦИЯ ПРОМЫВНЫХ ВОД СКОРЫХ ФИЛЬТРОВ ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЙ НА РЕКАХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

Максимова С.В., Пешева А.В., Зосуль О.И., Коева А.Ю., Настенко А.О.

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет», Тюмень, Россия (625001, Тюмень, ул. Луначарского, 2), e-mail: sovet@tgasu.ru

Рассмотрена эффективность применения различных реагентов и их композиций при отстаивании промывных вод скорых фильтров крупных станций водоподготовки, оказывающих значительное влияние на экосистемы рек Западно-Сибирской равнины: Ишим, Тобол и Тура, имеющие большое хозяйственное значение для региона. Исследована кинетика отстаивания промывных вод при использовании коагулирующе-флокулирующих композиций в характерные периоды года. Отмечено преимущество комплексных реагентов. Установлено, что утилизация промывных вод фильтров путем возврата ее в начало сооружений не нарушает процесса очистки воды и позволяет уменьшить дозы вводимых реагентов. Внедрение предложенной технологии на действующих водопроводных станциях региона позволит исключить сброс в водные объекты промывных вод, содержащих нехарактерные для природных водоемов загрязнения, сократить изъятие из водных объектов водных ресурсов, приведет к энерго- и ресурсосбережению.

Ключевые слова: промывные воды фильтров, коагулянт, флокулянт.

TREATMENT AND UTILIZATIONFILTERS SCOURAGES WATER STATIONS ON RIVERS WEST SIBERIAN PLAIN

Maksimova S.V., Pesheva A.V., Zosul O.I., Koyeva A.Y., Nastenko A.O.

Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering, Tyumen, Russia (625001, Tyumen, Lunacharskogo street, 2) e-mail: sovet@tgasu.ru

Efficiency of use of various reagents and their compositions is considered when settlingfilters scourageof large stations of the water treatment having considerable impact on ecosystems of the rivers of the West Siberian Plain: Ishim, Tobol and Tura having great economic value for the region. The kinetics of filters scouragesettling is researched by means of coagulating and flocculating compositions during the characteristic periods of year. Advantage of complex reagents is noted. It is established that utilization of filters scourage by return it in the beginning of constructions doesn't break process of water purification and allows to reduce doses of entered reagents. Introduction of the offered technology at operating waterworks of the region will allow to exclude dumping in water objects of the filters scouragecontaining uncharacteristic pollution for natural reservoirs, to reduce withdrawal from water objects of water resources, will bring to power-saving and to resource-saving.

Keywords: filters scourages, coagulant, flocculant.

Введение

На территории населенных пунктов образуется большое количество отходов, представляющих серьезную экологическую проблему для городов. Подготовка хозяйственно-питьевой воды также сопровождается образованием отходов: осадка отстойников или осветлителей и промывных вод фильтров. Объем промывных вод фильтров составляет до 10 % от производительности очистных сооружений.

В настоящее время используется несколько способов утилизации промывных вод. Сброс промывных вод в естественную природную среду приводит к ее загрязнению. Очистка воды

поверхностных источников для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения осуществляется с применением реагентов, поэтому промывная вода содержит несвойственные для источника водоснабжения загрязнения. При подаче промывных вод на городские очистные сооружения канализации увеличиваются нагрузка на КОС, затраты на транспортировку сточных вод [7]. После обработки вода может быть подана в начало очистных сооружений [1], направлена в РЧВ [4] или использована для промывки скорых фильтров [3].

Объекты и методы

Выбранные для исследований реки Западно-Сибирской равнины: Ишим, Тобол и ее приток Тура, являющиеся наиболее протяженными и многоводными левыми притоками Иртыша, имеют большое хозяйственное значение для Уральского федерального округа и Казахстана. Водопроводные очистные станции городов Ишим, Курган, Тюмень – самые крупные в регионе, следовательно, их влияние на экосистемы рек значительно в результате привноса в водные объекты несвойственных им химических веществ и изъятия из водных объектов водных ресурсов на хозяйственно-питьевые нужды населенных пунктов. Станции построены в семидесятых годах прошлого века по типовым проектам, предусматривающим традиционную двухступенчатую технологию очистки воды. Обработка промывных вод фильтров и осадка из сооружений первой ступени очистки: осветлителей и горизонтальных отстойников, в технологические схемы не включена.

В задачу исследования входило: определение эффективности осветления воды в безреагентном режиме; выбор наиболее эффективных реагентов для обработки промывной воды и определение оптимальных доз реагентов в разные периоды года; исследование влияния количества и качества промывных вод, подаваемых в начало очистных сооружений, на последующий процесс очистки воды.

Исследовались следующие реагенты: сернокислый алюминий (СА); оксихлорид алюминия (ОХА); полиакриламид (ПАА); ПРАЕСТОЛ 650; FO4140SH (фирма SNFFrance) и смеси указанных реагентов. Показателем для контроля эффективности обработки промывных вод различными реагентами была определена мутность. Одновременно с определением оптимальной дозы исследовалась кинетика отстаивания промывной воды.

Результаты

Для станций водоподготовки, использующих воды поверхностных источников, состав и свойства промывных вод фильтров зависят от качества исходной воды, которое изменяется по сезонам года, и от технологии очистки. Для рек региона можно выделить 3 сезона с разным

интервалом значений по мутности и цветности: весенний, летне-осенний, зимний. По сложившейся на станциях практике в начале паводка (апрель – май) при первом скачке мутности используется оксихлорид алюминия или повышенные дозы СА. В зимний период переходят на режим без коагуляции или используют непостоянный режим подачи коагулянта.

В зимний период при невысокой мутности воды источников и, как правило, невысокой мутности промывных вод, в условиях низких температур добавление к промывной воде реагента одноговида – сернокислого алюминия, дало незначительный эффект осветления даже при высоких дозах коагулянта. Для природных вод в холодные периоды года, когда из-за низкой температуры воды процесс коагулирования протекает вяло, эффективно применение оксихлорида алюминия или совместное применение сернокислого алюминия и оксихлорида алюминия [2]. При добавлении смеси коагулянтов СА и ОХА в соотношении 2:1 по Al_2O_3 [5] на верхней границе слоя взвеси образовался слой белесого осадка, толщина которого уменьшалась с увеличением дозы коагулянтов. При отстаивании без реагентов белых хлопьев и белого осадка на дне не наблюдалось. Химический анализ белого осадка со дна цилиндра показал содержание кремния 7,4 мг/дм^3 при этом же показателе в исходной промывной воде 4,2 мг/дм^3.

Применение дефицитных доз оксихлорида алюминия в сочетании с флокулянтом FO 4140 позволяет обеспечить хороший эффект при обработке речной воды [6]. Лучший результат отстаивания промывной воды был получен при дозах коагулянтов СА 50 мг/дм^3 и ОХА 25 мг/дм^3. Поэтому к дефицитным дозам смеси коагулянтов: 38 и 19 мг/дм^3, 25 и 12 мг/дм^3, 12 и 6 мг/дм^3 был добавлен флокулянт ПАА с дозами 0,25; 0,5; 0,75 мг/дм^3. Последовательное введение коагулянтов и ПАА при перемешивании во флокуляторе «Экрос» позволило получить хлопья среднего размера и плотный слой осадка при относительно высоком эффекте осветления промывной воды при дефицитных дозах коагулянтов. При добавлении к дефицитным дозам СА и ОХА флокулянта FO4140 были получены крупные хлопья, при дозах 0,25 и 0,5 мг/дм^3 всплывающие на поверхность воды крупными агломератами и снова оседающие, при невысоком эффекте осветления воды (рисунок 1).

В период паводка при отстаивании промывной воды без реагентов через час после начала эксперимента в воде наблюдалось значительное количество мелкой взвеси, равномерно распределенной в объеме воды; осадок – плотный, тяжелый. При введении смеси коагулянтов полученный осадок имел чуть более рыхлую структуру; мелких частиц в объеме воды было значительно меньше. При добавлении к смеси коагулянтов флокулянта ПАА выпавший осадок имел рыхлую структуру; с повышением дозы флокулянта увеличилось содержание мелких частиц. При отстаивании без реагентов высота слоя осадка постепенно увеличивалась; с

реагентами – в первые 10 минут происходило резкое выпадение взвеси в виде крупных пушистых хлопьев, далее осадок уплотнялся при одновременном осаждении мелких частиц (рисунок 2).

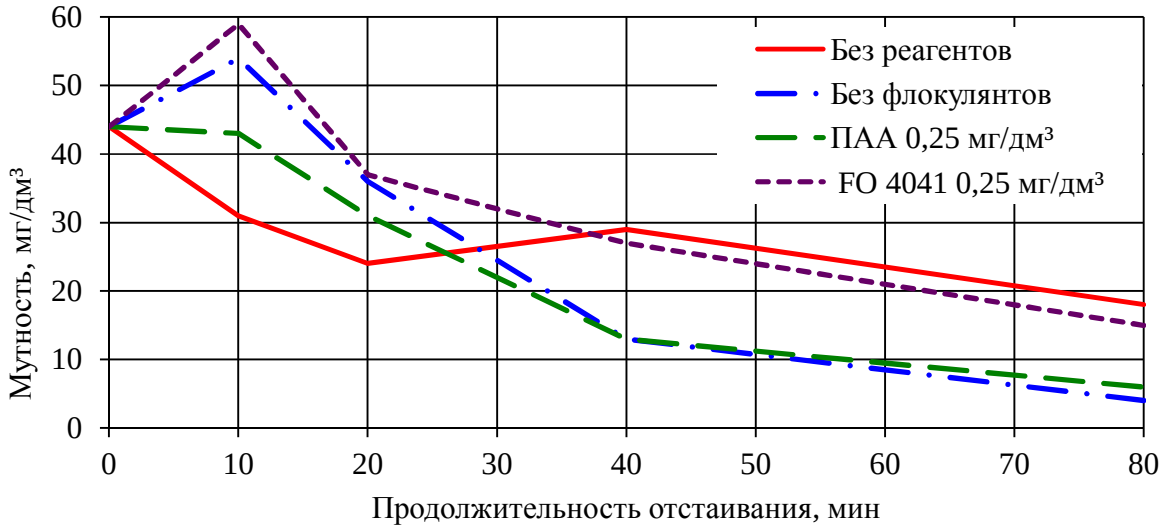


Рисунок 1. Влияние видов и доз реагентов на эффективность осветления промывной воды при добавлении смешанного коагулянта: СА (25 мг/дм^3) + ОХА (12 мг/дм^3) и флокулянтов (р. Тура, март 2013 г.)

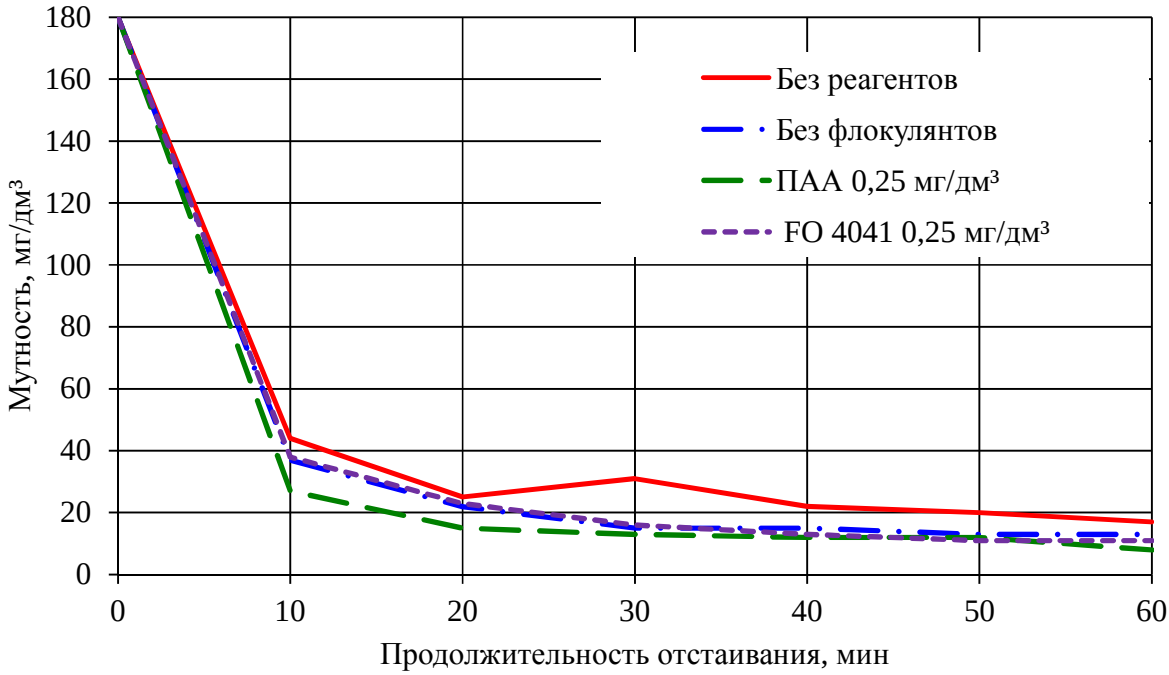


Рисунок 2. Влияние видов и доз реагентов на эффективность осветления промывной воды при добавлении смешанного коагулянта: СА (12 мг/дм^3) + ОХА (6 мг/дм^3) и флокулянтов (р. Тура, май 2013 г.)

Отдельные результаты экспериментов, проведенных в характерные периоды годы, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Влияние вида и дозы реагента на эффективность очистки промывной воды

Река (город)	Дата проведения экспериментов	Исходная мутность промывной воды, мг/дм^3	Мутность промывной воды при отстаивании без реагентов, мг/дм^3	Вид реагента	Доза реагента, мг/дм^3	Мутность промывной воды при реагентном отстаивании, мг/дм^3
р.Ишим (г.Ишим)	9.08.2012 г.	38	8	СА	10	5,5
		38	8	ПАА	0,25	5,2
		38	8	FO 4140	2,0	6,2
р.Тура (г.Тюмень)	13.03.2013 г.	44	18	СА+ОХА	25+12	4
		44	18	СА+ОХА +ПАА	25+12+0,25	6
р.Тура (г.Тюмень)	14.03.2013 г.	44	18	СА+ОХА	12+6	8
		44	18	СА+ОХА +FO4140	12+6+0,5	10
р.Тура (г.Тюмень)	25.05.2013 г.	180	17	СА+ОХА	12+6	13
		180	17	СА+ОХА +ПАА	12+6+0,5	8
		180	17	СА+ОХА +FO4140	12+6+0,5	8
р.Тобол (г.Курган)	19.07.2013 г.	8	2,4	СА	20	4,2
		8	2,4	Праестол	0,2	2,2
		8	2,4	СА+ Праестол	10+0,1	4,5

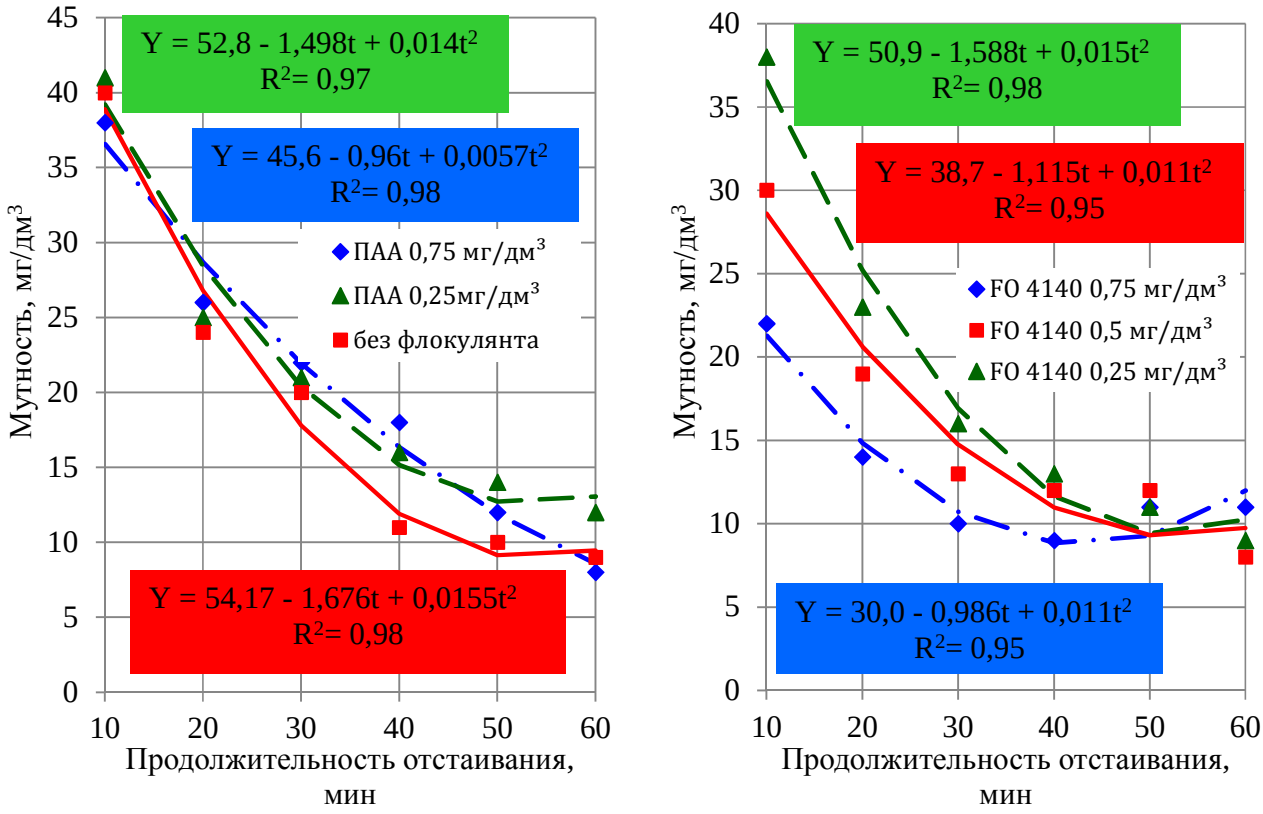
В летний период при добавлении реагентов уже через 10 минут отстаивания мутность резко снижается. Крупные хлопья и плотный осадок дали флокулянт полиакриламид и его аналог ПРАЕСТОЛ 650. Оптимальнойдля данного вида флокулянтов является доза 0,2-0,25 мг/дм^3, так как при этом образуется малый объем осадка с плотными и крупными хлопьями и наблюдается хороший эффект осветления.

При невысокой мутности в зимний и летний периоды при добавлении коагулянтов в первые десять минут происходило увеличение мутности, связанное с началом формирования хлопьев. На этом этапе идет процесс формирования макроструктур, состоящих из коллоидных частиц с адсорбированными на них труднорастворимыми хлопьями гидроокиси алюминия.

Лучшие результаты получены при использовании смеси коагулянтов сернокислого алюминия и оксихлорида алюминия. При использовании анионных флокулянтов осветление

промывных вод происходит глубже. Но в целом введение флокулянтов не оказывает существенного влияния на процесс отстаивания промывных вод.

Построение математической зависимости мутности от времени отстаивания в виде эмпирического уравнения регрессии по выборке ограниченного объема проводилось с помощью методов регрессионного анализа. Из приведенных графиков видно, что кинетика отстаивания промывных вод скорых фильтров может быть описана уравнением убывающей степенной функции 2-го порядка с достаточно высокой точностью (рисунок 3).



а) б)

Рисунок 3. Кинетика отстаивания промывной воды при добавлении смешанного коагулянта: СА (12 мг/дм^3) + ОХА (6 мг/дм^3) и флокулянтов:
а – ПАА (р. Тура, март 2013 г.); б –FO 4140 (р. Тура, май 2013 г.)

Коэффициенты эмпирического уравнения регрессии b_0, b_1, b_2 определялись на ПК с помощью функции ЛИНЕЙН() в программе MicrosoftExcel, которая кроме оценок коэффициентов регрессии выдает значения их стандартных ошибок, коэффициента детерминации, стандартную ошибку уравнения регрессии. Стандартные ошибки оценок коэффициентов исследуемых уравнений регрессии близки к 0, что показывает их статистическую значимость. Коэффициент детерминации изменяется от 0,95 до 0,98.

Для установления влияния количества промывной воды на процесс осветления к исходной речной воде добавляли промывную воду, прошедшую предварительное отстаивание с установленной ранее оптимальной для данного периода года дозой реагента. Обычно количество промывных вод составляет 5–10 % от общей производительности водопроводных станций. Поэтому количество подмешиваемой промывной воды было принято от 0 до 10 % (рисунок 4).

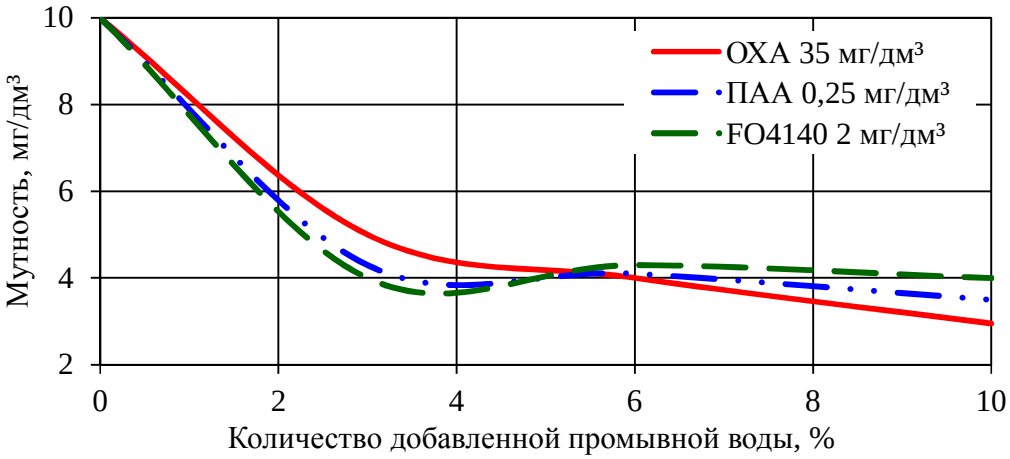


Рисунок 4. Влияние количества промывной воды на эффективность осветления речной воды при отстаивании (р. Ишим)

Анализы и визуальные наблюдения показали, что лучший результат дает оксихлорид алюминия при подмешивании к исходной речной воде 10 % промывной воды: мутность снизилась, в пробах видны мелкие хлопья, эффект осветления составил 71,8 %.

Выводы

Вид реагента и его дозы должны выбираться на основании предварительных испытаний, проведенных в характерные периоды года.

Утилизация промывных вод фильтров путем возврата ее в начало сооружений не нарушает процесса очистки воды, позволяет уменьшить дозы вводимых реагентов, так как очищенная промывная вода содержит остаточные реагенты.

Внедрение предложенного метода обработки и утилизации промывных вод скорых фильтров в технологические схемы действующих водопроводных станций региона позволит исключить сброс в водные объекты промывных вод, содержащих нехарактерные для природных водоемов загрязнения, сократить объемы воды, используемые для собственных нужд станции, что в свою очередь сокращает объемы речной воды, поступающей на очистку, и ведет к

уменьшению подачи насосной станции первого подъема и экономии электроэнергии, а также к сокращению изъятия из водных объектов водных ресурсов.

Список литературы

1. Драгинский, В.Л. Обработка промывных вод фильтров водоочистных станций / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. – № 8. – С. 25-31.
2. Драгинский, В.Л. Особенности применения коагулянтов для очистки природных цветных вод / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – № 1. – С. 9-15.
3. Жагин, В.А. Обработка промывных вод водопроводных станций зарегулированных источников / В.А. Жагин, А.Н. Шоколов, М.И. Урванцева, Н.Д. Артеменок // Водоснабжение и санитарная техника. – 2009. – № 3. – С.24-29.
4. Пазенко, Т.Я. Обработка промывных вод фильтров водоподготовки / Т.Я. Пазенко, А.Ф. Колова // Известия вузов. Строительство. – 2010. – № 9. – С. 65-68.
5. Пат. 2372297, РФ. МПК С 02 F 1/52. Способ осветления и утилизации промывных вод фильтровальных сооружений станций водоподготовки / Е.Л. Войтов, Ю.Л. Сколубович, А.Ю. Сколубович.
6. Рафф, П.А. Технология контактного осветления воды в условиях Волжского водозабора г. Казани / П.А. Рафф, А.В. Селюков, И.С. Байкова // Водоснабжение и санитарная техника. – 2011. – № 6. – С. 25-34.
7. Хамидов, М.Г. Опыт обработки водопроводных осадков на канализационных очистных сооружениях / М.Г. Хамидов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2007. – № 3. – С.41-44.

Рецензенты:

Миронов В.В., д.т.н., профессор, профессор кафедры водоснабжения и водоотведения ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет», г. Тюмень.

Скипин Л.Н., д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой техносферной безопасности ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет», г. Тюмень.