

The paper describes a process of hydrodynamic reagent-free flushing in the pre-screen zone of a water well. Calculation formulas for creating of a hydrodynamic grid and determinate of parameters of flushing filtration flow were deduced. Methods we developed to calculate the grids and pumpages of well's pump and a pump of hydrodynamic cleaning system for providing a need parameters of flushing filtration flow.

УДК 628.161

Комаровский Д.П., Монак Т.М.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЮМОСОДЕРЖАЩИХ КОАГУЛЯНТОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВОДЫ РЕКИ ЗАПАДНАЯ ДВИНА

Введение. Значительное количество промышленных предприятий на территории Республики Беларусь для технологических нужд используют воду из поверхностных источников. Для предприятий, расположенных в Полоцком районе (ОАО «Нафтан», завод «Полимир», Новополоцкая ТЭЦ, завод «Стекловолокно»), источником промышленного водоснабжения является река Западная Двина.

Река Западная Двина принадлежит к типу равнинных рек с преобладанием снегового питания. Вода в реке относится к маломутным водам средней, а в отдельные периоды года, и высокой цветности.

Основные показатели качества воды в реке Западная Двина (по данным лаборатории завода «Полимир») представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества воды в р. Зап. Двина

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Значения
1	Водородный показатель, pH	ед.	7-8,5
2	Перманганатная окисляемость	мгО ₂ /дм ³	4-50
3	Цветность	градусы	50-250
4	Железо общее	мг/дм ³	0,2-3
5	Щелочность общая	мг-экв/дм ³	1-3
6	Мутность	мг/дм ³	3-9
7	Сульфаты	мг-экв/дм ³	0,1-0,4
8	Хлориды	мг-экв/дм ³	0,15-0,3

Предварительная подготовка речной воды включает её осветление и обесцвечивание для снижения, прежде всего, окисляемости и цветности и проходит с добавлением коагулянтов.

Динамика изменения среднемесячных концентраций окисляемости и цветности в реке Западная Двина за период с 2004 по 2013 гг. показана на рис. 1.

В период весеннего половодья, когда расходы воды в реке Западная Двина наибольшие за год, окисляемость находится в пределах 25–30 мгО₂/дм³, а цветность – 150–200 градусов.

После окончания половодья, в период летне-осенней межени, окисляемость и цветность снижаются и если отсутствуют дождевые паводки, то окисляемость и цветность принимают минимальные годовые значения – 4–6 мгО₂/дм³ и 50–70 градусов соответственно.

Летние и осенние дождевые паводки приводят к резкому увеличению как окисляемости, так и цветности. Во время паводков окисляемость и цветность принимают максимальные годовые значения – 40–50 мгО₂/дм³ и 200–250 градусов соответственно.

В зимнюю межень на значения окисляемости и цветности оказывают влияние зимние паводки, вызванные дождевыми осадками или таянием снега, которые чаще наблюдаются с ноября по конец января. В период этих паводков окисляемость и цветность принимают максимальные значения для зимней межени – 25–30 мгО₂/дм³ и 130–150 градусов соответственно. Минимальные значения окисляемости и цветности наблюдаются в конце марта начале апреля, перед началом весеннего половодья, и составляют 11–14 мгО₂/дм³ и 75–100 градусов соответственно.

Для снижения цветности и органических загрязнений, характеризуемых перманганатной окисляемостью, на станциях водоподготовки применяют коагуляционную обработку воды [1–4]. Эффективность проведения коагуляционного процесса зависит от многих факторов – температуры и pH воды, наличия необходимого щелочного резерва, количества взвешенных и коллоидных частиц, концентрации органических соединений в воде, правильного выбора дозы коагулянта и быстроты смешения его с водой, а также наличия предварительного окисления исходной воды [1, 2, 5, 6].

На сегодняшний день многие промышленные предприятия в коагуляционном процессе в качестве реагента используют сульфат алюминия (далее по тексту – СА), однако в паводковый период и в холодное время года очистные сооружения, работающие с использованием данного коагулянта, в большинстве случаев не могут обеспечить необходимое качество очищенной воды, в особенности по перманганатной окисляемости. Для улучшения процесса коагуляции согласно [2–4, 7, 8] применяют высокоэффективные реагенты, такие например как полиоксихлориды алюминия (далее по тексту – ПОХА), неорганические полимеры, содержащие гидроокись хлорида алюминия. Этот вид коагулянта обладает рядом преимуществ по сравнению с другими реагентами: более широкая область применения в интервале pH, возможность использования при низких температурах, уменьшение дозы вводимого реагента, поставка в готовом рабочем растворе, что позволяет отказаться от процесса растворения коагулянта.

В данной статье приводятся результаты пробного коагулирования воды реки Западной Двины коагулянтами сульфат алюминия и полиоксихлорид алюминия. В задачу работы входило определение оптимальной дозы коагулянтов. В качестве диктующих показателей, по которым определялась оптимальная доза коагулянта, нами было выбрана цветность и перманганатная окисляемость.

Методика проведения исследований. В качестве коагулянтов использовали:

1. Сернокислый алюминий 2 сорта с массовой долей оксида алюминия 16%.
2. Полиоксихлорид алюминия АКВА-АУРАТ™10 с массовой долей оксида алюминия 10,4% и плотностью 1,26 г/см³.

Для проведения пробного коагулирования готовился рабочий раствор коагулянтов с концентрацией активной части по Al₂O₃ равной 0,1%.

Цветность, перманганатную окисляемость и щелочность воды определяли согласно принятых методик [9–11].

Мерные цилиндры заполняли исследуемой водой объемом 1000 мл. Назначали 5 доз коагулянта с интервалом 2÷5 мг/дм³. В 1-й, 2-й, ... 5-й мерные цилиндры вводили назначенные дозы коагулянта. Далее осуществляли легкое перемешивание стеклянной палочкой в течение 15 минут и отстаивание – в течение 90 минут, визуально наблюдая за процессом осаждения образующейся взвеси. По истечении времени отстаивания из верхней части цилиндров отбирали пробы, фильтровали через бумажный фильтр «белая лента» и проводили определение цветности, перманганатной окисляемости и щелочности.

Комаровский Дмитрий Петрович, к.т.н., доцент, доцент кафедры трубопроводного транспорта, водоснабжения и гидравлики Полоцкого государственного университета.

Монак Татьяна Михайловна, магистр, ассистент кафедры трубопроводного транспорта, водоснабжения и гидравлики Полоцкого государственного университета.

Беларусь, ПГУ, 214440, г. Новополоцк, ул. Блохина, 29.

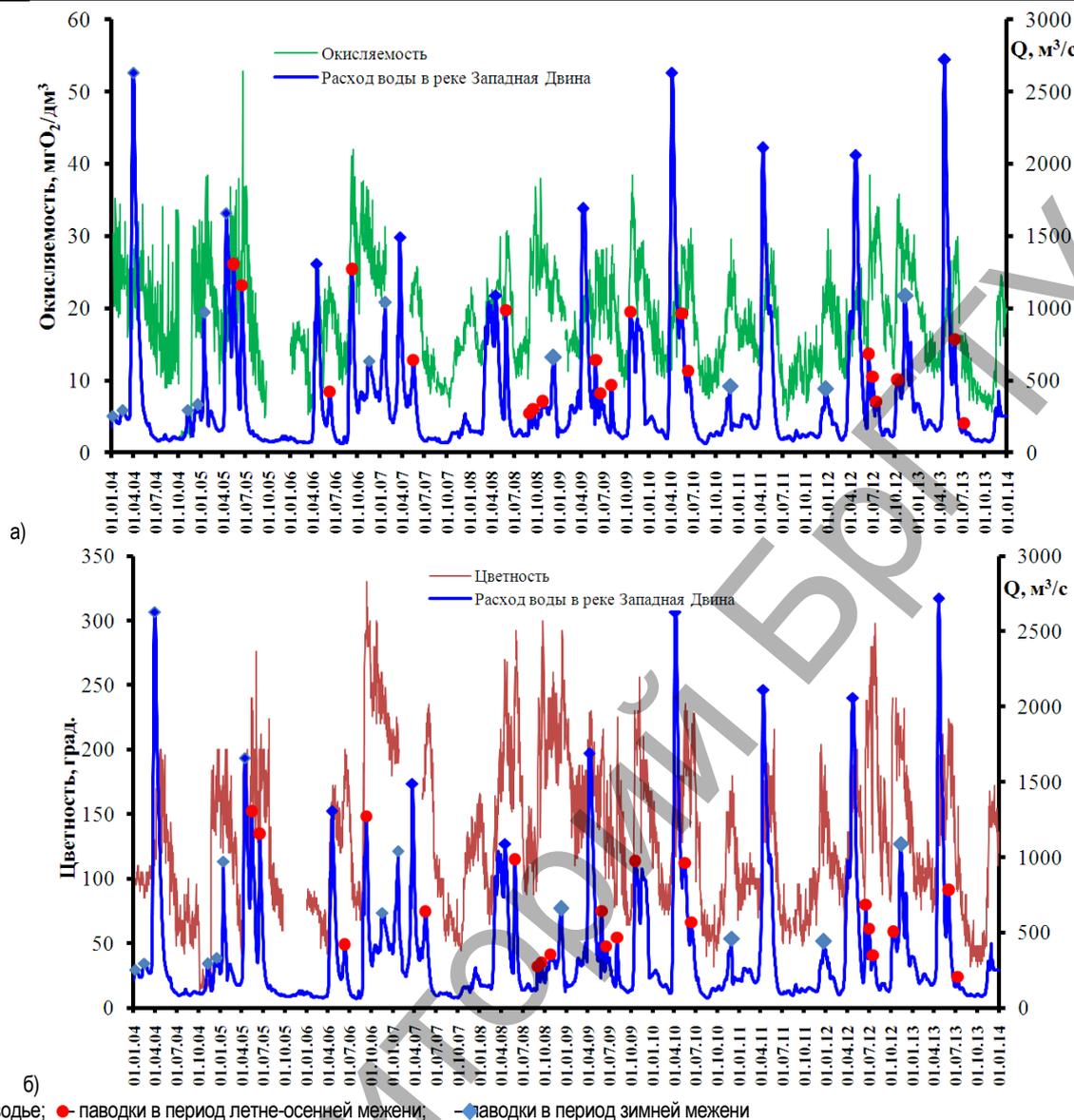


Рисунок 1 – Динамика изменения концентраций окисляемости (а), цветности (б) в реке Западная Двина за 2004–2013 гг.

Речная вода для проведения пробного коагулирования отбиралась из водопровода сырой воды, поступающей на фильтровальную станцию завода «Полимир». Отбор воды производился в характерные периоды года: зимнюю межень, весеннее половодье, летне-осеннюю межень. Качество исходной воды приведено в таблице 2.

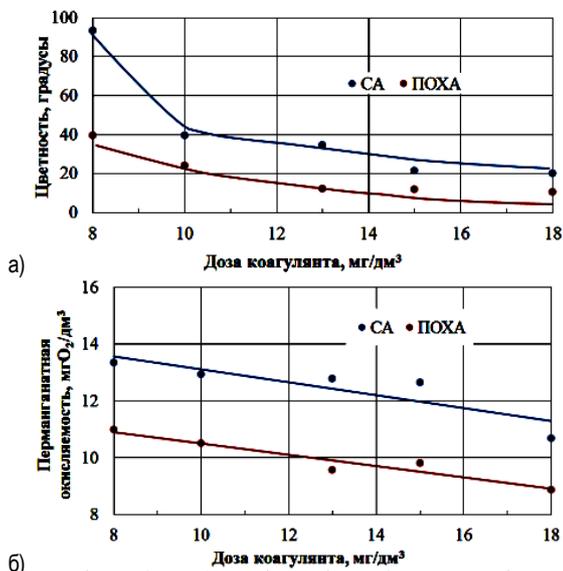
Таблица 2 – Качество исходной воды р. Западная Двина

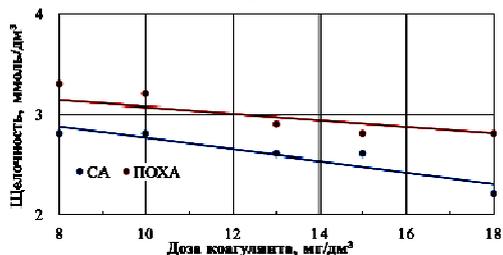
Наименование показателей	Значения показателей и даты отбора воды		
	13.02.2015	10.04.2015	19.11.2015
рН, ед.	7,5	7,1	7,9
Цветность, град	146,8	295,13	63
Перманганатная окисляемость, mgO_2/dm^3	14,87	28,16	10,7
Щелочность, $\text{ммоль}/\text{dm}^3$	3,4	1,6	4,4

Результаты и их обсуждение. Результаты пробного коагулирования представлены на рисунках 2-4.

На рисунке 2 представлены результаты пробного коагулирования, проведенного в период зимней межени (13.02.2015). Значения определяемых физико-химических показателей исходной воды представлены в таблице 2. Для снижения цветности оптимальную дозу

коагулянтов ПОХА и СА можно принять равной $10 \text{ mg}/\text{dm}^3$. При этом эффективность применения ПОХА составит 84%, а при СА – 73%.



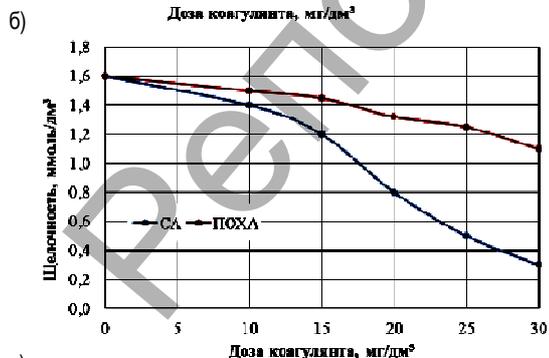
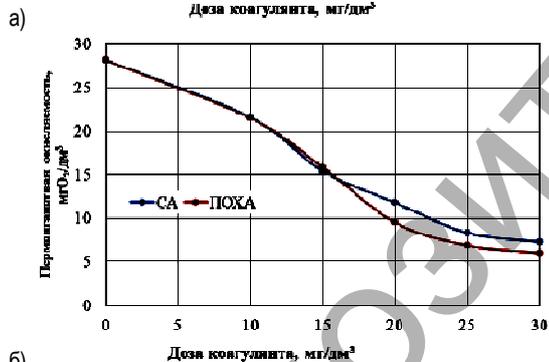
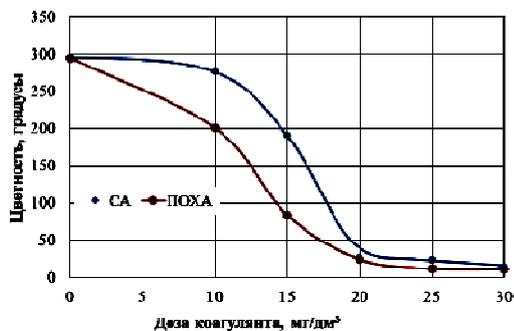


в) а – цветность; б – перманганатная окисляемость; в – щелочность
Рисунок 2 – Зависимость показателей качества воды от дозы коагулянта

Изменение перманганатной окисляемости, в изучаемом диапазоне доз коагулянтов, носит линейный характер. Эффективность снижения перманганатной окисляемости, при дозе коагулянта 10 мг/дм³ составляет для ПОХА – 29%, а для СА – 13%. При дозе коагулянта 18 мг/дм³ составляет для ПОХА – 40%, а для СА – 28%.

Положительным моментом для коагулянта ПОХА можно отметить тот факт, что при его применении щелочность воды снижается в меньшей степени, чем при СА.

На рисунке 3 представлены результаты пробного коагулирования воды, отобранной в период весеннего половодья на реке Западная Двина (10.04.2015). Физико-химические показатели исходной воды представлены в таблице 2.



в) а – цветность; б – перманганатная окисляемость; в – щелочность
Рисунок 3 – Зависимость показателей качества воды от дозы коагулянта

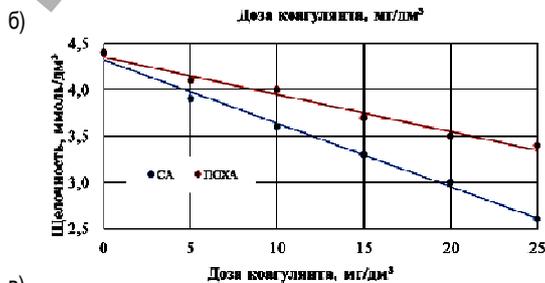
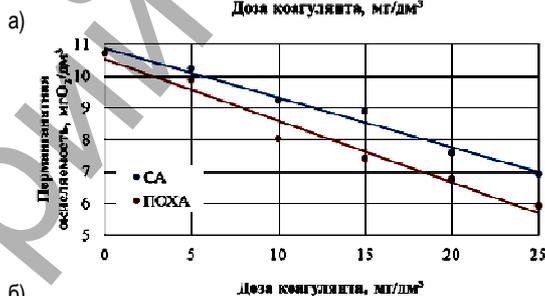
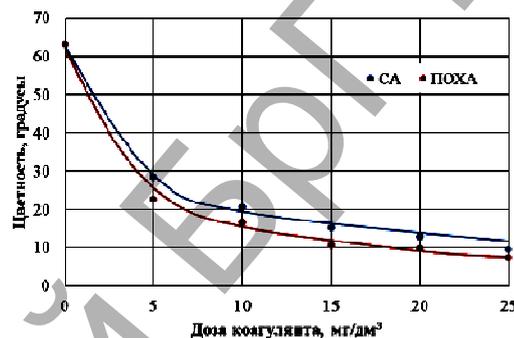
Из анализа коагуляционных кривых изменения цветности воды от дозы коагулянта (рис. 3 а) следует, что оптимальной дозой для коагулянтов СА и ПОХА является доза 20 мг/дм³. Полученная доза в

2 раза больше принятой при коагулировании воды в зимний период, что связано с большей загрязненностью воды в этот период (см. таблицу 2). Эффективность применения рассматриваемых коагулянтов при дозе 20 мг/дм³ практически одинаковая и составляет для ПОХА – 92%, а для СА – 91%.

Для снижения перманганатной окисляемости оптимальную дозу коагулянтов можно также принять 20 мг/дм³. Эффективность снижения данного показателя составляет для ПОХА – 66%, а для СА – 58%.

Необходимо отметить резкое снижение щелочности воды при применении коагулянта СА до значений 0,8 ммоль/дм³, что может свидетельствовать о необходимости ввода подщелачивающего реагента.

В период осенней межени отбор воды реки Западная Двина проводился 19.11.2015 г. Значения определяемых физико-химических показателей исходной воды представлены в таблице 2. На рисунке 4 представлены результаты пробного коагулирования воды.



в) а – цветность; б – перманганатная окисляемость; в – щелочность
Рисунок 4 – Зависимость показателей качества воды от дозы коагулянта

Применение коагулянтов СА и ПОХА показало практически одинаковую интенсивность снижения цветности (см. рис. 4 а). Оптимальная доза коагулянтов для снижения цветности равна 5 мг/дм³, эффективность при этой дозе составляет для ПОХА – 64%, а для СА – 55%.

Снижение перманганатной окисляемости носит линейный характер на всем диапазоне изменения дозы коагулянтов (см. рис. 4 б). Применение рассматриваемых коагулянтов не показало их высокую эффективность снижения перманганатной окисляемости. При максимальной дозе 25 мг/дм³ эффективность ПОХА составила – 45%, а СА – 35%.

По-прежнему щелочность коагулированной воды ниже при использовании СА, чем при ПОХА, но остается достаточной, чтобы воду не подщелачивать.

Заключение. Выполненное пробное коагулирование воды реки Западная Двина, в периоды зимней межени, весеннего половодья и осенней межени, с применением коагулянтов ПОХА и СА показало:

1. Оптимальные дозы применения коагулянтов составляют: в период зимней межени – 10 мг/дм³; весеннего половодья – 20 мг/дм³; осенней межени – 5 мг/дм³.
2. Коагулянт ПОХА обладает большей эффективностью по снижению цветности на 7–11% и по снижению перманганатной окисляемости на 2–16% по сравнению с СА. Применение коагулянтов дает больший эффект по снижению цветности воды, чем перманганатной окисляемости.
3. Снижение щелочности воды меньше при применении ПОХА, особенно в период весеннего половодья, что не требует подщелачивания воды.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Драгинский, В.Л. Коагуляция в технологии очистки природных вод / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева, С.В. Гетманцев – Москва, 2005. – 576 с.
2. Потапов, В.В. Улучшение качества очистки природных вод с применением реагентов нового поколения / В.В. Потапов, А.Е. Бровкин // Водоснабжение и санитарная техника. – 2015. – № 7. – С. 15–21.
3. Гетманцев, С.В. Коагуляционная водообработка на Таманском групповом водопроводе / С.В. Гетманцев, С.Н. Линевич, Л.С. Казанок // Водоснабжение и санитарная техника. – 2004. – № 9. – С. 30–33.
4. Мясников, И.Н. Исследование процессов коагуляции и обеззараживания при очистке воды поверхностных источников / И.Н. Мясников, В.А. Потанина, З.И. Жолдакова // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – № 9. – С. 13–15.
5. Сомов, М.А. Водоснабжение: учебник / М.А. Сомов, Л.А. Квитка. – Москва: ИНФРА-М, 2007. – 278 с.
6. Фрог, Б.Н. Водоподготовка: учебное пособие для вузов / Б.Н. Фрог, Левченко А.П. – Москва: Издательство МГУ, 1996. – 680 с.
7. Повышение эффективности работы сооружений при очистке питьевой воды: монография / С.М. Эпоян, Г.И. Благодарная, С.С. Душкин, В.А. Сташук – Харьков: ХНАГХ, 2013. – 190 с.
8. Эффективность использования полиоксихлоридов алюминия при очистке природных вод / Кинебас А.К. [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2013. – № 9. – С. 52–56.
9. Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости. Утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 октября 2013 г.: ГОСТ Р 55684-2013. – № 1320-ст.
10. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. Утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 1 июля 1975 г.: ГОСТ 3351-74. – № 1309-ст.
11. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 сентября 2008 г.: ГОСТ Р 52963-2008. – № 224-ст.

Материал поступил в редакцию 05.03.2016

KOMAROUSKI D.P., MONIAK T.M. Application aluminum-containing coagulants for water treatment Zapadnaya Dvina river

In the article the main physical and chemical indicators of water quality in the river Western Dvina are considered and data of long-term change of their concentration within yearly seasons are studied. Results of laboratory researches in relation to choice of a coagulant and its optimum dose for the purpose of clarification and decolouration of water of the Western Dvina are given. Advantage of polyoxochloride of aluminum against aluminum sulfate is noted.

УДК 628.315/678.078.2

Роденко А.В.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО НОСИТЕЛЯ БИОМАССЫ НА СООРУЖЕНИЯХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Одной из актуальных проблем жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь в области охраны окружающей среды продолжает оставаться задача по очистке городских сточных вод, где важное значение имеет повышение эффективности биологической очистки.

Биологические методы очистки сточных вод основаны на жизнедеятельности микроорганизмов, которые минерализуют растворимые органические соединения, являющиеся для микроорганизмов источниками питания [1]. Сооружения биологической очистки с активным илом (АИ) предназначены для удаления из сточных вод веществ, подверженных биохимическому разложению, для осуществления процессов нитрификации, денитрификации, удаления соединений фосфора.

Интенсификация работы аэротенков возможна различными путями: повышением концентрации ила в сооружении, выравниванием нагрузки на ил и исключением шоковых перегрузок, созданием оптимальных условий по рН и температуре, созданием определенной гидродинамической структуры в сооружении, улучшенным снабжением кислородом и т. п. [2].

Достичь значительного повышения концентрации свободноплавающего ила технически сложно. Увеличение дозы АИ приводит к ухудшению седиментационной способности АИ и повышению выноса иловой взвеси с очищенной водой, а так же к ухудшению метаболических свойств АИ и снижению окислительной мощности аэротенка [1].

Решить вопрос интенсификации процесса биологической очистки

сточных вод возможно при использовании нейтральных носителей для образования на них фиксированной микрофлоры. Для решения конкретных задач носители размещают в различных сооружениях. Так, в биофильтрах на них развивается биопленка, которая обеспечивает заданную степень очистки сточных вод. В аэротенках носители биомассы способствуют поддержанию необходимой для эффективной очистки дозы АИ, интенсификации процессов нитри-денитрификации, увеличению нагрузки на АИ.

Один из способов интенсификации биологической очистки в аэротенках – установка носителей биомассы (загрузки) в зонах нитрификации. Внедрение полимерной загрузки в аэротенках с иммобилизованной биомассой наиболее целесообразно для проведения биологической очистки в режиме глубокого удаления биогенных элементов [3].

При использовании загрузки в зонах нитрификации на поверхности загрузочного материала образуется биопленка, которая обеспечивает дополнительную биомассу, увеличивающую окислительную способность аэротенка. Использование нейтральных носителей для образования на них прикрепленного биоценоза является одним из направлений стабильного повышения дозы ила в аэрационном сооружении. Увеличение АИ способствует ускорению окислительных процессов, но возникают проблемы при отделении ила во вторичных отстойниках. При дозе ила более 3 г/дм³ происходит его излишнее накопление в иловой зоне вторичных отстойников, загнивание, увеличивается вынос с очищенной водой [4]. Использование носителей в ряде случаев

Роденко Алексей Владимирович, директор ООО «Гефлис».
Беларусь, 246050 г. Гомель, ул. Подгорная, 2.