

Сравнение проводили таким образом, что б скорость движения загрязненной воды в тонкослойном элементе стандартной конструкции была такой, при которой обеспечивался такой же эффект очистки, как и в усовершенствованной конструкции тонкослойного элемента. Дисперсный состав и концентрация взвешенных веществ в исходной воде приняты одинаковыми.

Следует обратить внимание, что расчеты проведены для безреагентной обработки воды. Для очистки 6,5 л/с дождевого стока по первому варианту необходимо 25 блоков тонкослойных модулей, по второму – 21 блок. Среднюю стоимость 1 м³ тонкослойных модулей принимаем в пределах 2500 грн., тогда экономический эффект составит:

$$\mathcal{E} = \frac{(25 - 21) \cdot 2500}{6,5} = 1538 \text{ грн.}/(\text{л}/\text{с}).$$

Таким образом, применение тонкослойных отстойников с усовершенствованной конструкцией тонкослойных элементов позволяет увеличить производительность сооружений минимум в четверть раза.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абитаев М. Т. Очистка природных и сточных вод в больших городах с применением тонкослойных отстойников / М. Т. Абитаев, Л. А. Ев-

сеева, О. Я. Евсеева // Проблемы больших городов : [обзорная информация]. – М. : МГЦНТИ, 1983. – вып. 7. – С. 29.

2. Kolish, G. / Lamella separators in the upgrading of a large urban sewage treatment plant // G. Kolish, G. Schirmer. – Water Sci. Technol. – 2004. – Vol. 50. – № 7. – P. 205-212.
3. Saleh Abdulsalam M. Upgrading of secondary clarifiers by inclined plate settlers / Abdulsalam M. Saleh, Mohamed F. Hamoda // Water science and technology. – Y. 1999, – vol. 40. – № 7. – P. 141-149.
4. Распределение осадка по поверхности осаждения в сооружениях для осветления воды отстойного типа / [С. М. Эпоян, А. С. Карагяур, А. А. Сыроватский, С. П. Бабенко и др.] // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: ОДАБА, 2011. – Вип. 42. – С. 314-320.
5. Сыроватский А. А. Усовершенствованная конструкция тонкослойного элемента / А. А. Сыроватский, С. П. Бабенко // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2012. – Вип. 67. – С. 246-250.
6. Пат. 102157 Україна, МПК В 01 D 21/02. Тонкошаровий елемент/ С. П. Бабенко, А. С. Карагяур, О. А. Сироватський; власник Харків. держ. техн. ун-т буд. та арх. – № а 2011 13596; заявл. 18.11.11; опубл. 10.06.13, Бюл. № 11.
7. Карагяур А. С. Тонкослойный отстойник с усовершенствованными устройствами подвода - отвода воды / А. С. Карагяур, А. А. Сыроватский, С. П. Бабенко // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. – Вип. 65. – С. 349-353.
8. Ярошенко Ю. В. Усовершенствованная технология очистки сточных вод гальванических производств: дис. канд. техн. наук: 05.23.04 / Ю. В. Ярошенко. – Харьков, 2008. – 156 с.

УДК 628.16

Лукашенко С.В., Радионов Н.П.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНО-ЛИВНЕВОГО СТОКА И ПУТИ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Очистка ливневых стоков необходима для защиты водных ресурсов от загрязнения нефтепродуктами и взвешенными веществами. Очистные сооружения ливневых стоков должны удалять нефтепродукты до нормативных требований, предъявляемых к их сбросу в водоемы различной категории. В зависимости от этих требований проектируются очистные сооруже-

ния, позволяющие эффективно обезвреживать сточные воды от вредных примесей. Для удаления основной массы взвешенных веществ и нефтепродуктов из поверхностного стока применяются различные конструкции отстойных сооружений: горизонтальные и радиальные отстойники, нефтеловушки, пруды-накопители и т.п. [1].

В настоящее время широкое распространение находят различные конструкции тонкослойных отстойников. Использование метода отстаивания в тонком слое позволяет значительно интенсифицировать процесс выделения механических примесей и обеспечить высокую степень осветления в сооружениях, требующих малых площадей и объемов. Эффективность работы тонкослойного отстойника колеблется в широких пределах и составляет 90-60 %, при этом соответственно остаточное содержание взвешенных веществ в очищенной воде составляет 80-300 мг/л (при скорости движения воды в межположном пространстве 1 мм/с) и 240-1200 мг/л (при скорости 10 мм/с). [1,2].

Для интенсификации осветления поверхностного стока и обеспечения более глубокой степени очистки, чем достигается в отстойных сооружениях, воду очищают способом фильтрования через различные загрузки из природных и синтетических материалов, обрабатывают коагулянтами и флокулянтами. В настоящее время широко используются фильтры с загрузкой из песка, керамзита, пенополиуретана, пенополистирола, сипрона, древесной стружки и др.

Адсорбент С-ВЕРАД предназначен для фильтрационной очистки стоков электростанций и предприятий (как промышленных, так и бытовых), а также ликвидации разливов нефти, нефтепродуктов, органических и токсичных жидкостей с твердой поверхности и поверхности акваторий [3]. Адсорбент изготовлен на основе вермикулита. Сорбционная емкость вермикулита по органическим веществам низкая и составляет до 0,3 мг/г. В результате переработки химико-термическим способом вермикулита по особой технологии происходит его увеличение объема в 6-8 раз. В адсорбенте вермикулит является минеральной матрицей (носителем) углеродной пленки (до 3 %), приобретающей в результате взаимодействия с минеральной подложкой вермикулита высокие сорбционные свойства по ряду органических примесей. Адсорбент приобретает, как и активированный уголь, гидрофобность, что

позволяет использовать его, в частности, для очистки воды.

Характеризуется высокой степенью очистки, эксплуатационной надежностью, относительной простотой и дешевизной сорбент нефтепродуктов «Уремикс-913» [4], разработанный и выпускаемый ЗАО «Блокформ». Этот материал с большой скоростью и в огромных объемах поглощает любые нефтепродукты: нефть, дизельное топливо, гидравлические жидкости, моторные минеральные и синтетические масла. Для поглощения 100 кг нефтепродуктов требуется не менее 30 кг обычных сорбентов и только 2,5 кг «Уремикса-913».

Крошка «Уремикса-913», как диспергированная форма сорбента, пригодна и для сбора загрязнений с поверхности воды, но сложность заключается в ее равномерном распределении по открытой поверхности водоема и последующем сборе в естественных условиях (наличие ветра, волнения). Извлечение загрязненного сорбента из воды весьма трудоемко и требует специального оборудования типа ковшовых перфорированных элеваторов или сетчатых транспортеров.

Очистные сооружения ливневой канализации «Векса» предназначены для очистки ливневых и талых сточных вод, отводимых с загрязненных территорий [5]. Установка представляет собой цилиндрический моноблочный резервуар-емкость, разделенный перегородками, образующими песколовку, тонкослойный отстойник, механический фильтр тонкой фильтрации, сорбционный фильтр первой ступени или двухступенчатый сорбционный фильтр (только для Векса-М). Степень очистки данной установки составляет: по взвешенным веществам 3-5 мг/л, по нефтепродуктам 0,3 мг/л (0,05 мг/л для Векса-М).

Для очистки поверхностно-ливневых стоков, загрязненных нефтепродуктами, применяются установки типа NGP [6]. На этой установке используются три основных технологических процесса, которые осуществляются в трех отдельных камерах. Поток сточной воды в первую очередь

попадает в первую камеру – отстойник-песколовку, где вода успокаивается, и осаждаются на дно частицы, имеющие высокую гидравлическую крупность. Из отстойника стоки попадают во вторую камеру, где с помощью коалесцентного фильтра эмульгированные нефтепродукты объединяются в более крупные капли, которые быстрее всплывают на поверхность воды. Коалесцентный фильтр более эффективно отделяет нефтепродукты, что позволяет уменьшить размеры очистной установки. Далее ливневые стоки попадают в третью камеру, в которой встроены дополнительные абсорбирующие фильтры FIBROIL. Сточные воды на установке NGP очищаются до 10 мг/л от взвешенных веществ и до 0,2 мг/л от нефтепродуктов, на установке NGP-S – до 5 мг/л от взвешенных веществ и до 0,05 мг/л от нефтепродуктов.

Сорбент FIBROIL применяется в сорбционных фильтрах типа SK.I-.B и SOR.II-.S, предназначен для очистки воды при мойке техники, а также поверхностных стоков от нефтепродуктов с концентрацией в воде до 5000 мг/л. Также годится для ассенизации аварий, в том числе на поверхности водоемов и для сорбирования нефтепродуктов из объемно загрязненных вод. FIBROIL снижает излишнее содержание нефтяных веществ до уровня 0,05 мг/л (при применении в составе сорбционного фильтра SK.I-.B). Сорбционные свойства FIBROIL: для легкого масла 8,1 г масла на 1 г сорбента; для среднего масла 9,8 г масла на 1 г сорбента; для тяжелого масла 14,4 г масла на 1 г сорбента. Материал FIBROIL уничтожается сжиганием, причем технологические требования к сжиганию зависят от типа сорбционного загрязнителя.

Освоено производство малыми сериями установок «Свирь» для очистки дождевых сточных вод АЗС и других объектов, связанных с хранением и розливом нефтепродуктов с концентрацией загрязнений: до 1000 мг/л по взвешенным веществам, до 70 мг/л по нефтепродуктам [7]. Установка включает насосную станцию, блок очистки и сорбционный фильтр, поставляемый при повышенных требованиях к степени очистки сточных вод,

направляемых на сброс или для повторного использования.

Широкое распространение получили флотационные установки очистки сточных вод типа «АФ», предназначенные для очистки производственных, оборотных и ливневых стоков (дождевых и талых вод) от жиров, нефтепродуктов, взвесей и других загрязнителей, находящихся в стоках [8]. В процессе работы очистной установки типа «АФ» вода многократно циркулирует по контуру. Благодаря этому удается достичь максимальной степени водоочистки и исключить возможность «проскока» загрязняющих веществ (нефтешлама). После очистки промышленных и ливневых стоков на первой ступени системы очистки стоков методом флотации вода, при необходимости, может быть дополнительно очищена на адсорбционном фильтре, что позволяет производить сброс очищенной воды в городской канализационный коллектор. Циркуляционная емкость позволяет организовать оборотный цикл использования воды («водооборотка») и свести до минимума сброс очищенной воды в канализацию. При организации системы водоотведения с оборотным циклом достаточно очистки методом флотации, что позволяет уйти от использования расходных материалов (фильтр-сорбентов), резко сокращает количество отходов. Степень очистки стоков: по нефтепродуктам не более 0,05 мг/л, по взвешенным веществам не более 10 мг/л.

В последнее время проводятся обширные исследования новых фильтрующих материалов, которые обладали бы большей грязеемкостью, отличались невысоким темпом прироста потерь напора при загрязнении и относительно простой регенерацией. Значительное содержание нефтепродуктов в поверхностном стоке, поступающем на фильтры, обуславливает целесообразность применения фильтрующих полимерных материалов, имеющих олеофильные свойства. В качестве такой фильтрующей среды в практику очистки все более широко внедряются полимерные высокопористые полистирол и пенополиуретан. Применение синтетических материалов, пористость которых достигает

95 %, позволяет существенно повысить скорость фильтрования, увеличить продолжительность фильтроцикла и осуществлять процесс очистки с меньшими затратами по сравнению с обычными зернистыми фильтрами, и в связи с этим представляет определенный научно-практический интерес изучение применения для очистки сточных вод различных синтетических материалов, обладающих высокими фильтрующими свойствами, например, пенополиуретанов, разрабатываемых отечественной промышленностью.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Молоков М.В., Шифрин В.Н. Очистка поверхностного стока с территории городов и промышленных площадок. – М.: Стройиздат, 1977. – 104 с.
2. Дикаревский В.С., Курганов А.М., Нечаев А.П., Алексеев М.И. Отведение и очистка поверхностных сточных вод. Л.: Стройиздат, 1990. – 224 с.
3. Проспект «Адсорбент-С-ВЕРАД», 2005.
4. Дьячков А.И., Калинин С.В., Покровский С.Л., Смекалов В.Т. Сорбент «Уремикс-913» для ликвидации проливов нефтепродуктов // Экология и промышленность России, декабрь. – 2002. – С. 17-19.
5. Проспект очистных сооружений ливневой канализации «Векса».
6. Проспект установки очистки ливневых вод типа NGR.
7. Куханович А.А. Очистка дождевых и моечных сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. - № 4. – 2002. – С. 44-45.
8. Проспект флотационной установки типа «АФ».

УДК 621.182.12(075.8)

Пашкова С.П ,Самарина А.В

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

**СТАБИЛИЗАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА ВОДЫ
ОБОРОТНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Высокие темпы развития промышленного производства вызывают необходимость совершенствования водосберегающих мероприятий на предприятиях из-за ограниченности природных водных ресурсов в промышленных регионах и возрастающего загрязнения их в результате антропогенного воздействия.

Одним из эффективных водосберегающих мероприятий в промышленности является внедрение оборотных систем водоснабжения, которые не сокращают валовой потребности предприятия в воде , но существенно , иногда в десятки раз, сокращают потребление свежей воды из источника и уменьшают сброс сточных вод . Наибольшее количество потребляемой воды в промышленности используется в качестве хладогента (теплоносителя) –до 70% , а в теплоэнергетике до 90-95%.

В системах очистки воды после использования ее в охлаждающих контурах, предусматривают охлаждение отработанной воды при непосредственном контакте

ее с воздухом в градирнях или брызгальных бассейнах. При охлаждении часть ее теряется вследствие испарения, что приводит к повышению ее соленосодержания, выпадению солей жесткости и образованию на поверхности теплообменной аппаратуры и трубопроводов плотных солевых отложений. При небольшой щелочности добавочной воды безнакипный режим может быть обеспечен путем продувки системы оборотного водоснабжения.

Величина продувки в этом случае определяется в процентах от расхода циркуляционной воды:

$$P_{\text{прод.}} = \frac{Ж_{\text{к.доб.}} \cdot P_{\text{исп}}}{Ж_{\text{к.об}} - Ж_{\text{к.доб}}} - P_{\text{ун}}$$

где $Ж_{\text{к.доб.}}$ -карбонатная жесткость добавочной воды, мг-экв./л; $Ж_{\text{к.об}}$ - предельная карбонатная жесткость оборотной воды, мг.-экв/л; $P_{\text{исп}}$ - потери на испарение ,%; $P_{\text{ун}}$ - потери на унос ветром , %.

При повышенной щелочности и жесткости подпиточной воды поддерживать воду в стабильном состоянии только за