Водоснабжение и строительные системы охраны водных ресурсов

DOI: <http://www.dx.doi.org/10.24866/2227-6858/2019-4-13>
УДК 628.336.3

Т.В. Бойко

БОЙКО ТАТЬЯНА ВАЛЕРЬЕВНА – аспирант, e-mail: tatyana3179@yandex.ru
Кафедра инженерных систем зданий и сооружений Инженерной школы
Дальневосточный федеральный университет,
Суханова ул., 8, Владивосток, Россия, 690091

Возможность применения мембранных технологий для обезвоживания осадков станций водоподготовки

Аннотация. Рассматриваются физико-химический состав водопроводного осадка и его основные свойства, влияющие на процесс обезвоживания. Дан анализ применяемых механических методов обезвоживания и их недостатков. Предлагается альтернативное решение – использовать более эффективные мембранные технологии с применением полуволоконных кассет. Для обоснования возможности применения таких технологий автором проведены эксперименты, в ходе которых определены удельные сопротивления осадка водопроводных очистных сооружений. Исследовались необработанный реагентами осадок и осадок, кондиционированный флокулянтами. Полученные показатели сравнивались с удельным сопротивлением осадков сточных вод, отделение воды от которых было реализовано на ультрафильтрационных мембранах. Результаты показали целесообразность дальнейших исследований по применению мембранных технологий для обработки осадков водопроводных очистных сооружений, очищающих природные воды водохранилищ, имеющих малые значения щелочности.

Ключевые слова: осадок водопроводных очистных сооружений, механическое обезвоживание, ультрафильтрация, полуволоконные мембраны.

Введение

Обезвоживание (повышение концентрации твердой фазы) осадков природных вод на очистных сооружениях – технически сложная задача, предполагающая учет региональных особенностей и временной изменчивости природных вод источников водоснабжения. В настоящее время на рынке широко представлены отечественные и зарубежные механические устройства, применяемые в технологических процессах обработки осадков водоочистных сооружений. Но они зачастую не отвечают необходимым критериям по снижению влажности обезвоживаемого осадка, что является основным препятствием его утилизации. Как показывает практический опыт применения традиционных технологий, процесс обезвоживания характеризуется высокими эксплуатационными расходами на обязательное предварительное кондиционирование осадков, оплату электроэнергии, техническое обслуживание и приобретение быстро изнашиваемых движущихся рабочих деталей и т.п. [5, 11].

Следовательно, проблема окончательно не решена ни технически, ни экономически. В связи с этим поиск новых технологий, основанных на современных достижениях в области процеживания и фильтрования, остается актуальным. В предлагаемой работе автором сделана оценка перспективы использования для обезвоживания осадков водопроводных очистных

сооружений ультрафильтрации (половолоконных кассет), успешно применяемой для мембранного разделения в промышленной водоподготовке [8, 12].

Основные свойства и состав осадка станций водоподготовки

Качественные характеристики природных вод, используемых для нужд водоснабжения, зависят от физических и химических свойств исходной воды, а также бактериального загрязнения. Природная вода – сложная многокомпонентная динамическая система, ее состав, в который входят минеральные вещества, газы, коллоидные и грубодисперсные частицы, а также микроорганизмы, формируется в результате взаимодействия воды с окружающей средой – горными породами, почвой, атмосферой [2, 13]. Перед подачей в водопроводную сеть природные воды проходят специальную очистку. *Традиционная технология очистки природных вод* – это технологический комплекс, ключевыми процессами которого являются обработка реагентами, седиментация, фильтрация, обеззараживание воды и утилизация осадков – для того, чтобы качественные характеристики питьевой воды соответствовали нормативным требованиям. Осадки, образующиеся на водопроводных станциях, представляют собой сложную органоминеральную структуру, определяемую качеством воды в источнике водоснабжения и видами применяемых реагентов для подготовки воды питьевого качества. Как правило, основными составляющими водопроводного осадка являются продукты гидролиза химических реагентов (AlH_3O_3 – гидроксид алюминия, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ – гидроксид железа, кремнекислота, фульвокислоты, гуматы), минеральные вещества (каолинит, монтмориллонит, гидрослюда, кварц, карбонаты, нерастворимые или малорастворимые соли металлов и др.) и органические вещества (планктон, микроорганизмы и бактерии, продукты жизнедеятельности водных организмов и растений, коллоиды гуминовых и фульвокислот, адсорбированные высокомолекулярные флокулянты и др.) [2, 3, 13].

Следствием техногенного воздействия на водный объект является большая вероятность загрязнения воды чрезвычайно токсичными и высокотоксичными поллютантами: металлами (Zn, Cd, Cu, As, Hg, Pb), а также нефтепродуктами, которые в процессе обработки воды переходят в осадок.

В общем случае осадку станций водоподготовки (ОСВ) присущи свойства вязкопластической жидкости, характеризующиеся высокой влажностью, показатели которой варьируются от 92–94% до 99,5–99,8 ОС%. Влажность ОСВ зависит как от качества исходной воды, так и от технологии ее обработки. Также для ОСВ характерны:

- высокие сопротивления фильтрации (10^{10} – 10^{12} м/кг), незначительно зависящие от изменения температуры, pH среды и начальной влажности;
- развитая внутренняя поверхность (от нескольких десятков до сотен $\text{м}^2/\text{г}$); содержание значительного количества сапрофитных организмов (10^4 – 10^5 мл⁻¹) и бактерий (10^3 – 10^4 мл⁻¹);
- высокое значение биохимического потребления кислорода ($\text{БПК}_5 \approx 80$ мг $\text{O}_2/\text{л}$) и химического потребления (ХПК ≈ 300 мг $\text{O}_2/\text{л}$).

ОСВ имеет относительно низкое содержание азота (0,5–0,9% $\text{N}_{\text{общ}}$) и фосфора (1% P_2O_5). Сезонность, технологическая схема очистки воды и конструктивные особенности сооружений, на которых образуется водопроводный осадок, влияют на его гранулометрический состав [2, 5, 13].

При двухступенчатой схеме очистки воды крупные частицы задерживаются в отстойниках или осветлителях с взвешенным слоем. При одноступенчатой технологической схеме очистки воды в осадке содержатся частицы всех размеров. Наиболее высокодисперсный – осадок промывных вод фильтров.

На гранулометрический состав осадка значительное влияние оказывает наличие в воде гуминовых веществ, основная масса которых, как правило, представлена коллоидными гуминовыми кислотами и фульвокислотами, а также органоминеральными взвешенными веществами. Коллоидные фульвокислоты имеют более высокую, по сравнению с гуминовыми, степень дисперсности и обладают повышенной устойчивостью к действию сорбентов и окис-

лителей. Состав и свойства осадков зависят от качества исходной воды, оказывая существенное влияние на интенсивность уплотнения и способность отдавать воду [11, 13].

При обработке цветных вод нерастворимый осадок составляет не более 2–15%, при обработке мутных вод, характерных для водохранилищ, – 40–50%. При увеличении минеральных примесей в исходной воде, полученный ОСВ по структуре более плотный, имеющий тенденцию к возрастанию скорости уплотнения. При уменьшении содержания в воде минеральных примесей и увеличении ее цветности образуется легкий, рыхлый осадок с высокой влажностью, время разделения фаз для которого увеличивается. Если для уплотнения ОСВ вод с повышенной мутностью хватает нескольких часов, и влажность осадка уменьшается до 92–94%, то для ОСВ маломутных и высокоцветных вод требуются десятки часов – и влажность осадка снижается до 98–99%. Образовавшийся после уплотнения осадок имеет плотность от 1002 до 1041 кг/м³. Для него характерны неудовлетворительные показатели водоотдачи, что затрудняет применение процессов механического обезвоживания [2, 13].

Кондиционирование в большинстве случаев применяется перед механическим обезвоживанием водопроводного осадка. Цель этого технологического приема – снижение остаточного заряда структурообразующих частиц и количественное перераспределение различных форм связи воды с твердым веществом (перевод части коллоидно-связанной воды в свободное состояние). Широкое распространение в качестве метода кондиционирования получила реагентная обработка ОСВ. Методы *электрокоагуляции, магнитной обработки, радиационной обработки, замораживания и оттаивания* применяются редко.

Основной технологический показатель ОСВ, определяющий выбор способа его обработки и обезвоживания, – его водоотдающая способность, которая характеризуется удельным сопротивлением фильтрации. Использование коагулянтов на основе солей алюминия обуславливает гидроксидную природу образующихся осадков, дестабилизирует коллоидные структуры и снижает его удельное сопротивление.

Как правило, обработка ОСВ на водопроводных очистных сооружениях начинается с предварительного уплотнения [11, 13].

Интенсификация уплотнения осуществляется путем добавки присадок и химических реагентов, а также путем непрерывного нарушения структуры ОСВ при медленном его перемешивании либо путем кавитации (обработка на специальных аппаратах-кавитаторах для быстрого перемешивания). При уплотнении положительный эффект можно наблюдать, если использовать флокулянты.

В работе [13] приводится пример применения полиакриламида для увеличения хлопьевидных комплексов, образующихся при коагуляции цветных вод реки Невы и Клязьменского водохранилища. Добавление полиакриламида при медленном перемешивании ОСВ цветных вод реки и водохранилища увеличивает концентрацию последнего до 5%, снижая продолжительность уплотнения с 8–10 до 2–4 часов.

При выборе механического процесса обезвоживания водопроводного осадка (на вакуум-фильтрах, фильтр-прессах, центрифугах и других устройствах) необходимо руководствоваться такими основополагающими факторами, как количество минеральных примесей и тип химикатов, используемых для коагуляции.

Как показывает практика, эффективность процесса механического обезвоживания прямо пропорциональна мутности воды и количеству получаемого осадка. Если вода умягчается, то осадок может содержать большое количество карбонатов кальция, и в этом случае он будет идеально подходить для обезвоживания.

Процесс механического обезвоживания водопроводного осадка в любом случае требует дополнительных затрат: на создание новой инфраструктуры для уплотнения, вывоза и размещения обработанного осадка; на предварительную обработку осадков перед механическим обезвоживанием (реагентная обработка, гравитационное или термическое уплотнение, подогрев в зимний период для уменьшения вязкости).

Мембранные технологии и традиционные методы обезвоживания осадков

В системах водоподготовки чаще всего применяются ультрафильтрационные мембраны различных типов. Такие мембраны бывают двух типов – в виде плоских листов или полых волокон. Мембраны первого типа применяют, например, для обработки сильнозагрязненных сточных вод, второго (с полыми волокнами) используют в системах водоподготовки. В предлагаемой работе отдается предпочтение половолоконным мембранным фильтрам: они почти на два порядка выше по сравнению с другими типам аппаратов по плотности упаковки мембран (отношению площади фильтрующей поверхности мембран к объему аппарата).

Эти аппараты представляют собой цилиндр, который заполнен пучком пористых полых волокон с нужным диаметром равным 80–100 мкм, толщина стенки составляет 15–30 мкм. Обрабатываемая смесь подводится к наружной поверхности волокна, а по его внутреннему каналу выводится пермеат. Либо смесь подается в их внутренний канал, следовательно, пермеат отбирается со стороны их наружной поверхности.

Плотность упаковки в этих аппаратах достигает 20 000 м²/м. Модульный принцип, положенный в основу создания баромембранных фильтрационных установок, позволяет наращивать их мощности в зависимости от масштаба поставленных задач.

Пластинчатые мембраны работают при высоких скоростях потока, что провоцирует значительные потери давления. Кроме того, высокие скорости являются причиной повышенных требований к механической прочности мембран.

В последнее время в процессы очистки сточных вод внедряются половолоконные кассеты с наружной фильтрующей поверхностью. Кассеты применяются как автономный фильтрующий модуль и входят в состав мембранного биологического реактора, в котором пучки мембранных волокон погружены в рабочую камеру реактора [7, 9, 10].

Выбор того или иного метода механического обезвоживания осадка ограничивается технико-экономическими показателями, включающими эффективность работы установок, капитальные и эксплуатационные затраты.

В отличие от традиционных методов фильтрования мембраны исключают проскоки взвешенных веществ на завершающем этапе очистки и позволяют обрабатывать суспензии с высоким содержанием взвешенных веществ. Мембранные технологии (ультрафильтрация) по сравнению с традиционными методами обезвоживания осадка обладают набором преимуществ, а именно:

- стабильное качество пермеата на выходе, не зависящее от изменений входного состава осадка;
- высокая коррозионная стойкость и долговечность мембран, выполненных из полимерных материалов;
- минимальные площади для установки мембран, мембранные модули компактны;
- полная автоматизация технологического процесса и надежность эксплуатации.

Идея использования мембран для ОСВ возникла в связи с успешным применением этого метода в мембранных биореакторах, осадок которых (активный ил) по структуре близок к осадку станций водоподготовки [1, 7, 8, 14].

Обоснование целесообразности применения мембранных технологий для обезвоживания осадков

В литературе достаточно подробно рассматривается процесс «процеживания», или «поверхностное фильтрование», который заключается в пропуске воды через водопроницаемые перегородки различных конструкций.

Процеживание позволяет задерживать как крупные примеси размерами в несколько миллиметров и более, так и частицы с дисперсностью 10^3 – 10^4 . Особенно эффективно процеживание при удалении частиц с плотностью, близкой к плотности воды, когда невозможно реализовать седиментацию или очистку с использованием центробежных сил. Глубокая

очистка обусловлена образованием на поверхности перегородки слоя осадка, выполняющего функции основного задерживающего барьера. Этот слой может рассматриваться как полупроницаемая мембрана, задерживающая основную часть загрязнений большей дисперсности. Поэтому процеживание может быть отнесено к мембранным методам очистки. Процесс формирования слоя осадка зависит от крупности частиц загрязнений и от скорости процеживания [6].

Процеживание требует преодоления гидравлических сопротивлений, создаваемых перегородкой и слоем осадка. Основные параметры процесса – объем очищаемой воды, продолжительность цикла до регенерации мембраны, разность давлений по обе стороны перегородки. Задача заключается в установлении связи между указанными параметрами. При этом следует учитывать, что в ходе процеживания толщина слоя осадка и создаваемое этим слоем гидравлическое сопротивление возрастают. Увеличение сопротивлений слоя зависит от физических свойств осадка, из которых доминирующим является удельное сопротивление.

Эксперименты по определению удельного сопротивления осадков

Исследования возможности применения ультрафильтрации для обезвреживания мы решили проводить на водопроводных очистных сооружениях г. Владивостока, источниками водоснабжения которого являются водохранилища. Вода этих источников имеет характерные только для них физико-химические показатели. В частности, низкая щелочность не выше 0,5 мг-экв/дм³ является причиной формирования хлопьев гидроокисей металлов малой величины, что негативно сказывается на эффективности уплотнения и обезвреживания ОСВ. В связи с этим обстоятельством для оценки целесообразности применения ультрафильтрации на станциях очистки воды Владивостока нам необходимо провести экспериментальные исследования. Кроме того, основной показатель эффективности процеживания – удельное сопротивление можно определить также только экспериментально. Поэтому в ноябре 2018 г. в лаборатории КОС КГУП «Приморский водоканал» на острове Русском автором были проведены исследования по определению удельного сопротивления осадка, образовавшегося после очистки природных вод Артемовского водохранилища. Решалась основная задача – установление закономерностей процессов разделения суспензий и обезвреживания ОСВ, а также выявление основных факторов, влияющих на процесс процеживания в промышленных установках.

Для определения удельного сопротивления осадка разработано, предложено и применяются на практике несколько методик. В наших экспериментах использовался метод Рута и Кармана [10, 11].

Традиционное дифференциальное уравнение, описывающее процесс процеживания, имеет вид:

$$\frac{dW}{dt} \frac{1}{F} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{фп} + R_{mud})}, \quad (1)$$

где dW – объем фильтрата (пермеата), образовавшегося за время dt , ΔP – разность давлений перед перегородкой и после нее, F – площадь процеживания, μ – коэффициент динамической вязкости воды, $R_{фп}$ – сопротивление перегородки, R_{mud} – сопротивление слоя осадка.

Если сопротивление перегородки можно считать постоянной величиной, то сопротивление слоя осадка прямо пропорционально его толщине h_{mud}

$$R_{mud} = r_0 h_{mud}, \quad (2)$$

где r_0 – объемное удельное сопротивление осадка, не зависящее от его толщины.

Объемное удельное сопротивление осадка простой зависимостью переводится в удельное массовое сопротивление r (см/г), которое широко используется для определения его способности отдавать воду.

Численное значение r для осадков городских вод определяется по формуле

$$r = \frac{2 \cdot P \cdot F^2}{\eta \cdot C} \cdot b, \quad (3)$$

где P – давление (вакуум), при котором происходит фильтрация, $\text{г/с}^2 \cdot \text{см}$;

F – площадь фильтра, см^2 ;

C – концентрация твердой фазы осадка, г/л ;

η – вязкость фильтрата, $\text{г/см} \cdot \text{с}$;

$b = \tau/V^2$ – параметр, получаемый опытным путем;

τ – время фильтрации, с ;

V – объем выделяемого фильтрата, см^3 .

Для расчета удельного сопротивления по формуле (3) в процессе экспериментальных исследований необходимо определять давление P , площадь фильтрования (площадь воронки Бюхнера) F , концентрацию осадка C и параметр b .

Если обозначить постоянные $2 \cdot P \cdot F^2 / \eta$ величиной K , то формула (3) примет вид:

$$r = K \frac{b}{C}. \quad (4)$$

Учитывая, что C является частным от деления массы, задержанной на фильтре, на объем профильтрованной воды ($C = m/V$), строятся зависимость в координатах τ/V и V .

Последняя зависимость является линейной, здесь коэффициент b представляет тангенс угла α , который определяет наклон прямой к горизонтальной оси V ,

$$b = \tan \alpha. \quad (5)$$

Для определения концентрации C суммируются профильтрованные объемы и массы (ΣV и Σm) и находится концентрация по формуле

$$C = \frac{m}{V}. \quad (6)$$

Зная объемы фильтрата $V'_1, V'_2, V'_3, \dots, V'_n$, см^3 , выделившиеся за промежутки времени фильтрования $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots, \tau_n$ соответственно, определяется параметр b .

В наших исследованиях находилось удельное сопротивление ОСВ для двух случаев (сырого осадка и сырого осадка с добавлением флокулянта BESFLOC GRADE: K6841).

Для первого случая удельное сопротивление $r = 6,234 \cdot 10^{11}$, для осадка с добавлением флокулянта $r = 5,3 \cdot 10^{11}$.

На рисунке показаны результаты определения удельного сопротивления кондиционированного осадка. Концентрация флокулянта в пробе составляла 0,02%.

Рис. 1. Результаты определения удельного сопротивления осадка станции очистки природных вод Артемовского водохранилища (Приморский край).

Удельное сопротивление осадков из отстойников водопроводных станций имеет значение в пределах $40 \cdot 10^{10}$ – $1620 \cdot 10^{10}$ [2, 13]. Меньшие значения могут быть связаны с составом воды источников водоснабжения. Значения удельного сопротивления активного ила станций очистки сточных вод лежит в пределах $4 \cdot 10^{12}$ – $8 \cdot 10^{13}$. Сопоставление полученных результатов с удельным сопротивлением осадков водопроводных и канализационных станций показывает, что ОСВ Артемовского гидроузла имеет достаточно большое удельное сопротивление. Однако это сопротивление на два-три порядка меньше, чем удельное сопротивление сырого активного ила станций биологической очистки сточных вод, для которых использование мембранных технологий дает положительные результаты [1, 4, 14]. Сравнение значений удельных сопротивлений осадков сточных вод станций биологической очистки и ОСВ очищаемых природных вод водохранилищ подтверждает целесообразность использования мембранных технологий для обезвоживания последних.

Заключение

Проведенный нами анализ литературы и результаты эксперимента позволяют сделать следующие выводы.

1. Удельное сопротивление осадков станций очистки природных вод находится в пределах, допускающих применение мембранных технологий для их обезвоживания.
2. Половолоконные мембранные фильтры могут стать более технологичным методом по сравнению с вакуум-фильтрами, фильтр-прессами, центрифугами и другими устройствами при обезвоживании ОСВ в системах очистки природных вод.
3. В сравнении с классическими методами обезвоживания осадка ультрафильтрация обладает следующими преимуществами:
 - существенное уменьшение занимаемой площади;
 - отсутствие в пермеате загрязняющих веществ, позволяющее подавать отфильтрованную воду в систему водоснабжения;
 - полная автоматизация работ, что сокращает количество обслуживающего персонала.

Результаты проведенной работы позволяют продолжить дальнейшие исследования, которые необходимо направить на определение параметров ультрафильтрации, формирование составляющих технологии процесса и экономическое обоснование предлагаемого метода обезвоживания осадка водопроводных очистных сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Видякин М.Н. Особенности внедрения мембранных биореакторов для обработки сточных вод // Экология производства. 2014. № 11. С. 62–68. URL: <https://aqua-control.ru/files/Osobennostivned-reniia-membrannykh-bioreaktorov-dlia-obrabotki-stochnykh-vod-Ekologiya-proizvodstva-2014.pdf> (дата обращения: 05.07.2019).
2. Воловник Г.И., Терехов Л.Д., Терехова Е.Л. Методы очистки воды. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008. 316 с.
3. Гришин Б.М., Бikuнова М.В., Сафронов М.А., Титов Е.А. Реагентная обработка поверхностных природных вод алюмосодержащими коагулянтами. Пенза: ПГУАС, 2016. 140 с.
4. Данилович Д.А., Козлов М.Н., Мойжес О.В., Николаев Ю.А., Дорофеев А.Г. Разработка перспективных биотехнологий очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2008. № 10. С. 58–66.
5. Долина Л.Ф., Машихина П.Б. Осадки сточных и питьевых вод: проблемы и решения / Днепропетровский национальный ун-т железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна. Днепропетровск: Континент, 2014. 212 с.
6. Куликов Н.И., Ножевникова А.Н., Зубов Г.М. и др. Очистка муниципальных сточных вод с повторным использованием воды и обработанных осадков / под общ. ред. Н.И. Куликова, А.Н. Ножевниковой. М.: Логос, 2017. 400 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/70739.html> (дата обращения: 02.07.2019).

7. Майборода А.Б., Петров Д.В., Кичик В.А., Стариков Е.Н. Полуволоконная мембрана из поливинилиденфторида и ее применение для очистки природных вод // Мембраны и мембранные технологии. 2014. Т. 4, № 1. С. 1–7.
8. Пантелеев А.А., Рябчиков Б.Е., Хоружий О.В., Громов С.Л., Сидоров А.Р. Технологии мембранного разделения в промышленной водоподготовке. М.: Изд-во ДеЛи плюс, 2012. 429 с.
9. Первов А.Г., Андрианов А.П. Метод ультрафильтрации в современном водоснабжении: проблемы и перспективы // Водные ресурсы и водопользование. 2018. № 3. С. 37–44.
10. Первов А.Г., Андрианов А.П. Современное состояние вопроса очистки поверхностных вод с помощью ультрафильтрации // Вестник МГСУ. 2010. № 4. С. 9–15.
11. Соколов Л.И., Лебедева Е.А., Павликов Д.А. Обработка осадков сточных и природных вод. Вологда: ВоГТУ, 2010. 136 с.
12. Стрелков А.К., Баранов А.В., Цабилев О.В., Ефанов И.А. Оценка эффективности применения полуволоконных мембран при очистке промывных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2014. № 8. С. 10–14.
13. Янин Е.Я. Осадок водопроводных станций (состав, обработка, утилизация) // Экологическая экспертиза. 2010. № 5. С. 2–45.
14. Md Tanvir Hasnine, Hanife Sari, Guleda Onkal Engin. Membrane Bioreactor (MBR) Technology for Wastewater Treatment: Approaches to Membrane Fouling Control, 2nd Intern. Conf. on Civil and Environmental Engineering. Cappadocia, Nevşehir, Turkey, 8–10 May, 2017, p. 313–322. URL: https://www.researchgate.net/publication/316759558_Membrane_Bioreactor_MBR_Technology_for_Wastewater_Treatment_Approaches_to_Membrane_Fouling_Control – 24.06.2018.

FEFU: SCHOOL of ENGINEERING BULLETIN. 2019. N 4/41
Water Supply, Construction Systems for Water

www.dvfu.ru/en/vestnikis

DOI: <http://www.dx.doi.org/10.24866/2227-6858/2019-4-13>

Boyko T.

TATIANA BOYKO, Postgraduate Student, e-mail: tatyana3179@yandex.ru
 Department Engineering Systems of Buildings and Constructions, School of Engineering
Far Eastern Federal University
 8 Sukhanova St., Vladivostok, Russia, 690091

Possibility of using membrane technology for dewatering sludge from water treatment plants

Abstract: The article discusses the composition of the sludge and its main properties that affect the dehydration process, and provides information on the applied mechanical methods of dehydration and their disadvantages. As an alternative solution, the use of membrane technologies involving the use of hollow fiber filters is proposed. To justify the possibility of using membrane technologies, experimental studies are carried out to determine the specific resistance of sludge from water treatment plants. The sediment untreated with reagents and the sediment conditioned by flocculants were examined. The obtained indicators were compared with the specific resistance of sewage sludge, the separation of water from which was implemented on ultrafiltration membranes. The research results showed the feasibility of further research on the use of membrane technologies for the treatment of sludge from water treatment plants.

Keywords: sludge from water treatment plants, mechanical dewatering, ultrafiltration, hollow fiber membranes.

REFERENCES

1. Vidyakin M.N. Features of the introduction of membrane bioreactors for wastewater treatment. *Production Ecology*. 2014;11:62–68. URL: <https://aqua-control.ru/files/Osobennostivnedreniia-membran-nykh-bioreaktorov-dlia-obrabotki-stochnykh-vod-Ekologiya-proizvodstva-2014.pdf> – 05.07.2019.
2. Volovnik G.I., Terekhov L.D., Terekhova E.L. *Methods of water purification*. Khabarovsk, Publishing House DVGUPS, 2008, 316 p.
3. Grishin B.M., Bikunova M.V., Safronov M.A., Titov E.A. Reagent treatment of surface natural waters with aluminum-containing coagulants. Penza, PGUAS, 2016, 140 p.
4. Danilovich D.A., Kozlov M.N., Moizhes O.V., Nikolaev Yu.A., Dorofeev A.G. Development of promising biotechnologies for wastewater treatment. *Water Supply and Sanitary Equipment*. 2008;10:58–66.
5. Dolina L.F., Mashikhina P.B. *Sediment of wastewater and drinking water: Problems and solutions*. Dnipropetrovsk National Univ. of Railway Transport. Dnepropetrovsk: Continent Publishing House, 2014, 221 pp.
6. Kulikov N.I., Nozhevnikova A.N., Zubov G.M. et al. Municipal wastewater treatment with reuse of water and treated sludge. M., Logos, 2017, 400 p. URL: <http://www.iprbookshop.ru/70739.html> – 02.07.2019.
7. Mayboroda A.B., Petrov D.V., Kichik V.A., Starikov E.N. Polyvinylidene fluoride hollow fiber membrane and its use for the purification of natural waters. *Membranes and Membrane Technologies*. 2014(4);1:1–7.
8. Panteleev A.A., Ryabchikov B.E., Khoruzhiy O.V., Gromov S.L., Sidorov A.R. *Membrane separation technologies in industrial water treatment*. M., Publishing House DeLi Plus, 2012, 429 p.
9. Pervov A.G., Andrianov A.P. The ultrafiltration method in modern water supply: problems and prospects. *Water Resources and Water Use*. 2018;3:37–44.
10. Pervov A.G., Andrianov A.P. The current state of the issue of surface water treatment using ultrafiltration. *Vestnik MGSU*. 2010;4:9–15.
11. Sokolov L.I., Lebedeva E.A., Pavlikov D.A. *Sewage and natural water sludge treatment*. Vologda, VSTU, 2010, 136 p.
12. Strelkov A.K., Baranov A.V., Tsabilev O.V., Efanov I.A. Evaluation of the effectiveness of hollow fiber membranes in the treatment of wash water. *Water Supply and Sanitary Engineering*. 2014;8:10–14.
13. Yanin E.Ya. *Sediment of waterworks – composition, processing, disposal*. Environmental Expertise. 2010;5:2–45.
14. Md Tanvir Hasnine, Hanife Sari, Guleda Onkal Engin. Membrane Bioreactor (MBR) Technology for Wastewater Treatment: Approaches to Membrane Fouling Control, 2nd Intern. Conf. on Civil and Environmental Engineering. Cappadocia, Nevşehir, Turkey, 8–10 May, 2017, p. 313–322. URL: https://www.researchgate.net/publication/316759558_Membrane_Bioreactor_MBR_Technology_for_Wastewater_Treatment_Approaches_to_Membrane_Fouling_Control – 24.06.2018.