

РАЗДЕЛЬНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ **ОЧИСТКА** хозяйственно-бытовых и производственных **СТОКОВ** КАК ПУТЬ УМЕНЬШЕНИЯ ОБЪЕМОВ ТОКСИЧНОГО **АКТИВНОГО ИЛА**

Дано обоснование решения проблемы утилизации активного ила, загрязненного нефтепродуктами и тяжелыми металлами. Предложено частичное разделение потоков хозяйственно-бытовых и нефтесодержащих производственных стоков при их биологической очистке. Это позволяет существенно уменьшить объем загрязненного ила, обеспечить использование ила от очистки хозяйственно-бытовых вод для рекультивации земель или его безопасное размещение.

Введение

Биологическую очистку хозяйственно-бытовых сточных вод в большинстве случаев принято производить в составе общегородских стоков или совместно с производственными стоками. Стандартная схема очистных сооружений средней производительности, на которых осуществляется совместная очистка вод, состоит из одной или нескольких линий оборудования, включающих последовательно песколовки, первичные отстойники, аэротенки, вторичные отстойники, контактные отстойники для обработки очищенных вод хлорреагентами. Смесь осадка сточных вод после первичных отстойников и избыточного активного ила подается в резервуары аэробной обработки, после чего сбрасывается на иловые площадки. Воды с иловых площадок, образующиеся в результате уплотнения ила и атмосферных осадков, подаются обратно на очистку в аэротенки. Производственные стоки, содержа-

щие нефтепродукты и взвешенные вещества, перед смешением с хозяйственно-бытовыми водами и подачей на сооружения биологической очистки подвергаются предварительной очистке на станции флотации. Содержание нефтепродуктов в смешанных водах, поступающих на биологическую очистку, не должно превышать 15 мг/л [1]. Но в реальной практике очистка в аэротенках сточных вод от таких биохимически трудноокисляемых соединений, как нефтепродукты, с концентрацией их свыше 3,0 мг/л представляет некоторые сложности и приводит к превышению содержания нефтепродуктов в очищенных водах, сбрасываемых в поверхностный водоем, более 0,1 мг/л (уровень ПДК) [2]. Для повышения эффективности удаления нефтепродуктов при биологической очистке сточных вод, а также при их флотации автором предложено использование коммерческих препаратов нефтеокисляющих бактерий, вводимых в определенные узлы технологической схемы [2].

Если рассматривать проблему биологической очистки нефтесодержащих вод с комплексной природоохранной точки зрения, то наличие в очищаемых стоках нефтезагрязненного производственного потока приводит также к другой, не менее важной, проблеме — загрязнению активного ила нефтепродуктами и тяжелыми металлами, что затрудняет безопасное размещение или утилизацию образующихся избыточных количеств ила. Решение данной проблемы наиболее остро стоит для очистных сооружений нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств, где имеется значительное загрязнение сточных вод нефтепродуктами, металлургических и крупных машиностро-

А.Ф. Надеин*,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
ФГБУН Институт экологических проблем Севера Уральского отделения Российской академии наук

*Адрес для корреспонденции: afnadein@mail.ru

Таблица 1

Содержание взвешенных веществ и нефтепродуктов в хозяйственно-бытовых и производственных стоках, мг/л

Показатель	Хозяйственно-бытовые стоки	Производственные стоки
Взвешенные вещества	110	18-97
Нефтепродукты	1,0	5,0-38,7

ительных предприятий, загрязняющих сточные воды тяжелыми металлами. Но на территориях, где отсутствуют эти производства, это не менее актуально. В частности, в стандартной технологической схеме очистных сооружений загрязнение ила, осаждаемого во вторичных отстойниках, нефтепродуктами и тяжелыми металлами обусловлено исключительно поглощением загрязнений из очищаемых вод, в том числе из присутствующих в них взвешенных частиц. Известно, что поглощение загрязнений из сточных вод активным илом обеспечивается поверхностью клеток за счет физического и химического взаимодействия. Основную роль в связывании играют белковые молекулы и гуминоподобные вещества, а также минеральные компоненты ила — силикаты и алюмосиликаты [3]. Накопление загрязнений в иле, сбрасываемом на иловые площадки, дополнительно происходит за счет осадка производственных стоков, поступающего в смеси с осадком хозяйственно-бытовых вод из первичных отстойников вначале в резервуары совместной аэробной обработки, а затем на площадки.

Результаты и их обсуждение

В 2008-2011 гг. на очистных сооружениях пос. Исакогорка (район г. Архангельск) с объемом поступающих стоков 120-150 м³/ч, в том числе производственных 8-10 м³/ч, определено содержание взвешенных веществ и нефтепродуктов в производственных стоках (табл. 1). Для сравнения показатели хозяйственно-бытовых вод взяты как усредненные по нормативам [1]. В этот же период был исследован активный ил с целью определения количества нефтепродуктов и тяжелых металлов; отбор образцов ила произведен из вторичных отстойников и с иловых площадок (табл. 2). Определение нефтепродуктов в иле производилось согласно ПНД Ф 16.1:2.2.22-98; в воде — ПНД Ф 14.1:2.4.168-2000; взвешенных веществ в воде — ПНД Ф 14.1:2.110-97;

тяжелых металлов в иле, кроме ртути, согласно ФР 1.31.2007.04106; ртути — ФР 1.31.2002.00521.

Определения показали (табл. 2), что активный ил, отобранный из иловых площадок и из вторичного отстойника, в значительной степени загрязнен нефтепродуктами (33692 мг/кг и 12272 мг/кг или 3,37 % и 1,23 %, соответственно). Кроме того, в илах накоплено большое количество меди, цинка, железа и марганца. Ил с иловой площадки содержит несоизмеримо больше (в 115 раз) цинка по сравнению с илом из вторичных отстойников. Содержание кобальта в 4 раза больше, а меди, свинца, кадмия, никеля, железа в том и другом иле примерно одинаково (табл. 2). Источником загрязнения ила являются нефтесодержащие производственные стоки со взвешенными веществами и их осадком, которые содержат не только нефтепродукты, но и отходы участков гальванической обработки локомотивного депо (табл. 1).

Если рассматривать исследуемые активные илы с точки зрения возможностей его использования в качестве удобрений, то этому препятствует наличие в нем большого количества нефтепродуктов. Внесение илов в почву будет способствовать её существенному загрязнению. Известно, что низкий или фоновый уровень загрязнения почвы характеризуется содержанием нефтепродуктов до 0,2 %, в то же время указывается, что специальные мероприятия по санации и восстановлению нефтезагрязненных почв целесообразно начинать при достижении в них количества нефтепродуктов 1,0 % [4]. Исследуемый же ил содержит до 3,4 % нефтепродуктов, что недопустимо для почв сельскохозяйственного назначения. Нельзя его также использовать для рекультивации почв лесохозяйственного и рекреационного назначения.

Содержание тяжелых металлов в иле из вторичного отстойника, тем не менее, соот-

ветствует требованиям ГОСТ к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений [5]. Очевидно также, что концентрация цинка в иле с иловой площадки значительно превышает данные требования. Если учитывать нормативы загрязнения для почв [6], то при внесении в них активного ила с иловой площадки будет происходить значительное накопление цинка (I класс опасности), несколько меньшее — меди (II класс опасности) и марганца (III класс опасности), а также железа.

Приведенная информация указывает на то, что загрязнение илов рассматриваемых очистных сооружений не только нефтепродуктами, но и некоторыми тяжелыми металлами исключает их применение в качестве почвоулучшающих средств.

Предложения по утилизации активного ила

Приемлемым способом использования токсичного активного ила является его внесение при рекультивации техногенно-нарушенных промышленных территорий, в частности, на нефтезагрязненные участки с целью снижения содержания нефтепродуктов в почвах. Проведены натурные эксперименты по очистке нефтезагрязненных почв и почвогрунтов, содержащих нефтепродукты в количестве до 3 % от сухой массы почвы путем внесения в почвы или почвогрунты активного ила сооружений биологической очистки нефтесодержащих

сточных вод после аэротенка и вторичного отстойника. Применение ила производится совместно с коммерческими биопрепаратами нефтеокисляющих бактерий и позволяет в течение летнего сезона достигнуть значительно меньшего уровня загрязнения почвы нефтепродуктами, чем уровень слабого загрязнения. Ил совместно с биопрепаратами вносится в почву на глубину не более 20-30 см (в зависимости от состава почвы), поскольку только в этом слое возможна естественная аэрация разрыхленной почвы и, соответственно, эффективное биохимическое разложение нефтепродуктов [7]. Предложено также использование активного ила от очистки нефтесодержащих сточных вод, отбираемого из вторичных отстойников, для приготовления и активирования биомассы нефтеокисляющих микроорганизмов с последующей обработкой активированной биомассой нефтяных пленок на поверхности воды и берегах в малых водоемах [8]. Однако предложенные способы использования активного ила не предполагают значительных объемов его полезной утилизации.

Другим направлением является обезвреживание токсичного активного ила после его уплотнения, обезвоживания и последующего смешения с реагентами, например, техническим оксидом кальция [9]. Это применимо для обезвреживания и других отходов, содержащих нефтепродукты и тяжелые металлы (нефтьшлама и загрязненных грун-

Таблица 2

Среднее валовое содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в воздушно-сухом активном иле, мг/кг

Определяемый элемент	Активный ил с иловой площадки	Активный ил из вторичного отстойника
Медь	173±40	203±47
Цинк	92864±308	804±64
Свинец	28,1±5,9	24,6±5,2
Кадмий	1,87±0,47	1,80±0,45
Никель	17,9±5,0	14,4±4,0
Железо	54351±13588	52962±530
Марганец	3306±760	Не определено
Кобальт	0,91±0,38	2,65±0,74
Ртуть	0,72±0,29	Не определено
Нефтепродукты	33692±8423	12272±3068

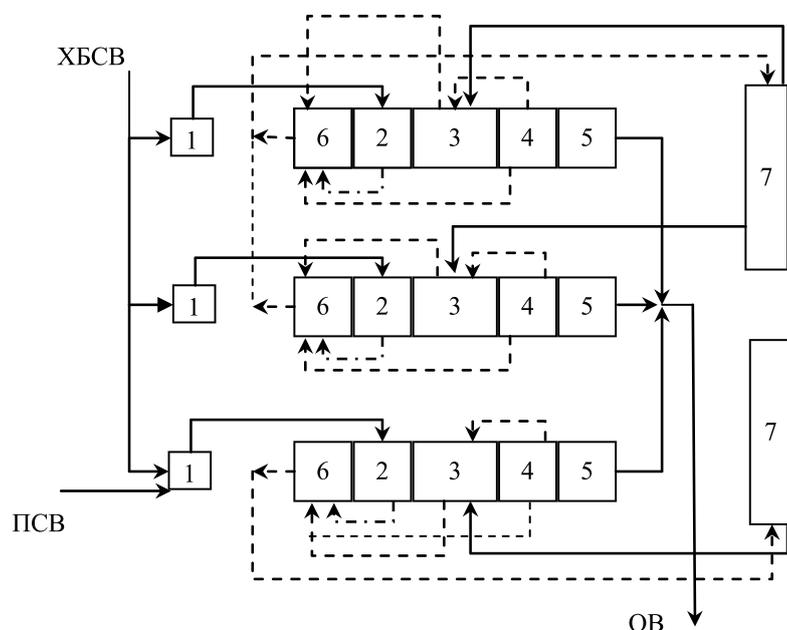


Рис. 1. Схема очистных сооружений.

— сточные воды

- - активный ил

- · - осадок сточных вод

ПВС — производственные сточные воды; ХБСВ — хозяйственно-бытовые сточные воды; ОВ — очищенные сточные воды; 1 — песколовки; 2 — первичные отстойники; 3 — аэротенки; 4 — вторичные отстойники; 5 — контактные отстойники; 6 — резервуары для аэробной обработки; 7 — иловые площадки.

тов). Возможна также сушка активного ила после обезвоживания и последующее сжигание. Данные способы также не могут достигнуть широкого распространения в природоохранной практике, ввиду создания дополнительных схем обезвреживания или сжигания больших объемов ила, их высокой стоимости и значительных эксплуатационных расходов.

Частичное разделение потоков сточных вод

Решением проблемы уменьшения объемов токсичного избыточного активного ила может быть разделение потоков сточных вод, поступающих на станцию биологической очистки. Однако, разделяя хозяйственно-бытовые и производственные стоки, нужно учитывать то, что при совместной биологической очистке хозяйственно-бытовых и производственных стоков процесс очистки протекает более устойчиво и полно. Объясняется это тем, что хозяйственно-бытовые воды содержат необходимое количество биогенных элементов, а также служат для разбавления более загрязненных производственных вод. Таким образом, для со-

хранения стабильной работы очистных сооружений и достаточного качества очистки вод следует разделить потоки так, чтобы производственные воды смешивались только с частью хозяйственно-бытовых вод. Для этого объем производственных стоков должен быть небольшим в общем объеме подаваемых вод. В конкретном случае рассматриваемых очистных сооружений эта доля составляет не более 7-8 %. В поток хозяйственно-бытовых вод не должны сливаться загрязненные воды из ливневой канализации, содержащие заметные количества нефтепродуктов. На рис. 1 приведена схема биологической очистки сточных вод, состоящая из трех линий очистного оборудования, где может быть осуществлена частично-раздельная очистка потоков подаваемых вод. По этой схеме хозяйственно-бытовые воды не смешиваются с производственными стоками перед станцией очистки и подаются последовательно на оборудование двух линий. Перед подачей на третью линию производится смешение потоков хозяйственно-бытовых и производственных вод. Осадок хозяйственно-бытовых вод из первичных отстойников подается вместе с избыточным активным илом, образуемым после очистки данных стоков в два резервуара для аэробной обработки, после чего ил сбрасывается на одну или две иловые площадки. Осадок смешанных вод также подается с активным илом, образуемым после очистки смешанного стока, в отдельный резервуар для аэробной обработки и далее сбрасывается на отдельную иловую площадку.

При разделении потоков нужно учитывать достаточность разбавления производственных стоков хозяйственно-бытовыми водами и то, что показатели смешанного потока должны соответствовать требованиям к водам, подаваемым на станции биологической очистки [1]. На рассматриваемых очистных сооружениях объем производственных стоков составляет около 7 % от общего объема стоков, подаваемых на станцию очистки. После реализации описанных выше мероприятий по частичному разделению потоков сточных вод и подаче производственного потока совместно с частью хозяйственно-бытовых вод на одну из линий очистного оборудования, объем производственных вод в этом смешанном потоке будет составлять около 20 %. При этом концентрация нефтепродуктов в смешанном потоке не будет превышать 8 мг/л, что соответствует требованиям [1]. Как показывает реальный опыт работы рассматриваемых очистных со-

оружий, качество биологической очистки нефтесодержащих сточных вод сохраняется в норме при содержании нефтепродуктов в производственном потоке на выходе с флотаторов до 10 мг/л, а после разбавления хозяйственно-бытовыми водами, в смешанном потоке — до 3,0 мг/л. Проведенные исследования показали, что после того, как основная масса взвешенных веществ производственных вод, содержащих тяжелые металлы и нефтепродукты, подвергнется осаждению в первичном отстойнике, количество нефтепродуктов в очищаемой воде на входе в аэротенк будет составлять 0,8-1,2 мг/л. Что касается концентрации тяжелых металлов в воде на входе в аэротенк, то количество меди не превышает 0,5 мг/л, а цинка — 1,0 мг/л. Такие показатели смешанного потока позволяют осуществить биологическую очистку с качеством сбрасываемых в поверхностный водоем очищенных вод, соответствующим ПДК по загрязняющим компонентам, в том числе нефтепродуктам.

Частичное разделение потоков хозяйственно-бытовых и производственных стоков позволит исключить сильное загрязнение активного ила от очистки хозяйственно-бытовых вод нефтепродуктами и тяжелыми металлами, размещенного на иловой площадке, а также ила, отбираемого из вторичных отстойников. Хозяйственно-бытовые стоки и осадок этих стоков, согласно [1], не содержат повышенных количеств загрязняющих веществ и их очистка не сопровождается ин-

Ключевые слова:

сточные воды, активный ил, нефтепродукты, тяжелые металлы, схемы очистки

тенсивным накоплением загрязнений илом при его контакте с очищаемыми водами в аэротенках или осадком вод в резервуарах аэробной обработки. Количество веществ, определяемых как нефтепродукты по ПНД Ф 16.1:2.2.22-98, в уплотненном иле с иловой площадки не будет превышать фоновых значений (0,25 %) [10], а количество тяжелых металлов будет соответствовать нормам ГОСТ к осадкам сточных вод при использовании их в качестве удобрений. После обеззараживания и дегельминтизации с целью соответствия санитарно-бактериологическим и санитарно-паразитологическим показателям будет возможна утилизация данного ила для повышения плодородия земель сельскохозяйственного назначения. Тем более, его можно будет использовать для рекультивации техногенно-загрязненных территорий и полигонов отходов.

Очистка смешанного потока стоков на одной из линий очистного оборудования будет способствовать образованию загрязненного активного ила (табл. 2), но его объем сократится в 3 раза. Для снижения содержания нефтепродуктов в водах после очистки нефтесодержащих стоков до уровня ПДК (0,1 мг/л) и в активном иле из вторичного отстойника необходимо введение биопрепарата нефтеокисляющих бактерий на водную поверхность иловой площадки, первичного отстойника, во вторичный отстойник [2]. Снижение количества нефтепродуктов в иле, сбрасываемом на иловую площадку, достигается двукратным введением биопрепарата в обрабатываемую смесь ила и осадка из первичного отстойника [2].

Заключение

Частичное разделение потоков хозяйственно-бытовых и производственных стоков, подаваемых на сооружения биологической очистки, при невысокой доле производственных вод в общем потоке позволит уменьшить объем избыточного активного ила, загрязненного нефтепродуктами и тяжелыми металлами, и достигнуть допустимых требований к илу, образуемому при очистке хозяйственно-бытовых вод и применяемому при рекультивации земель. При отсутствии потребностей в активном иле, как почвоулучшающем материале, выполненные мероприятия по разделению потоков обеспечивают безопасное хранение уплотненного ила в местах складирования.



Литература

1. Методические рекомендации по расчету количества и качества принимаемых сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов. МДК 3-01. 2001. М.: Госстрой, 2001. 32 с.
2. Надеин А.Ф. Удаление нефтепродуктов из сточных вод и отходов с использованием биопрепаратов на основе нефтеокисляющих микроорганизмов // Вода: химия и экология. 2011. № 6. С. 25-29.
3. Зыкова И.В. Возможные механизмы накопления тяжелых металлов активным илом при биологической очистке сточных вод / И.В. Зыкова, В.П. Панов // Экологическая химия. 2009. Т. 18. № 3. С. 142-147.
4. Рогозина Е.А. Актуальные вопросы проблемы очистки нефтезагрязненных почв // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2006. № 1. С. 1-11. Электронный ресурс: www.ngtp.ru
5. ГОСТ 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. М.: Стандартинформ, 2002. 7 с.
6. Методические указания МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. М.: Госсанэпиднадзор, 1999. 25 с.
7. Надеин А.Ф. Пути использования активного ила от очистки нефтесодержащих сточных вод // Экология и промышленность России. 2012. № 5. С. 56-58.
8. Пат. №2456406 РФ / Надеин А.Ф. Способ очистки проточных водоемов от нефтяных пленок. Заявлено 18.02.2011. Опубликовано 20.07.2012. Бюл. № 20. Приоритет 18.02.2011.
9. Надеин А.Ф. Рациональные пути обезвреживания и утилизации нефтесодержащих отходов // Экологическая химия. 1999. Т. 8. № 1. С. 70-72.
10. Чивилев С.М. Особенности определения нефтепродуктов в почвах и донных отложениях / С.М.Чивилев, М.В. Прозорова, И.В. Матвеев, С.В. Корнева, В.Г. Пчелинцев, А.А. Солодов // Электронный ресурс: ecopro.spb.ru/index.php?option=



A.F. Nadein

SEPARATE BIOLOGICAL TREATMENT OF UTILITY AND INDUSTRIAL STREAMS AS WAY OF VOLUME REDUCTION OF TOXIC ACTIVATED SLUDGE

Arguments to support relevance of solution of problem of activated sludge elimination after contaminating by oil products and heavy metals were presented. Partial separation of utility and oil-containing industrial streams for its biological treatment was proposed. It would lead to volume reduction of the polluted sludge and allow using it for land recultivation or safe disposal.

Key words: waste water, activated sludge, oil products, heavy metals, treatment schemes.