

Организационно-технические аспекты решения проблемы загрязнения водных источников стоками малых предприятий

Кравцов А.М., Шахрай Д.С.

Белорусский государственный аграрный технический университет
Минск, Беларусь

Реферат

В статье анализируется проблема влияния малых стокообразующих предприятий на экологическое состояние водных источников. Предложены новые технические решения и компоновочные схемы очистных сооружений, предназначенных для локальной очистки ливневых и производственных нефтесодержащих сточных вод.

Ключевые слова: охрана водных ресурсов, нефтесодержащие сточные воды, локальные очистные сооружения.

Введение

В настоящее время все больше внимания в мире и Республике Беларусь обращается на проблему загрязнения окружающей среды. По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Беларуси экологическое состояние многих водных источников минской области и республики в целом ухудшается [1]. Так по данным Минского городского комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды [2] влияние города Минска сказывается в нарастающем уровне загрязнения водного потока реки Свислочь, что приводит к резкому снижению самоочистительного потенциала водотока и ухудшению экологической обстановки региона. Это связывают в первую очередь с фактами сброса загрязненных сточных вод крупными промышленными предприятиями. Для снижения негативного воздействия на водные источники принимается ряд организационных и технических мер, таких как реконструкция, модернизация и строительство сооружений по очистке сточных вод, выполнение мероприятий по повышению эффективности работы

существующих очистных сооружений и другие. Очевидно, что реализация данных мероприятий на крупных предприятиях позволит улучшить экологическую обстановку в регионе.

В то же самое время пока нет достоверной информации о степени негативного воздействия на окружающую среду со стороны малых стокообразующих объектов, наиболее опасными из которых являются те, на которых образуются нефтесодержащие сточные воды. К таким объектам относятся нефтебазы и АЗС, автотранспортные и авторемонтные предприятия, гаражи и мойки машин, локомотивные депо, строительные и промышленные площадки, котельные и т.д. Следует учитывать многочисленность подобных объектов. Очевидно, что их суммарное воздействие на экологическую обстановку огромно и продолжает возрастать в силу роста машинного парка и соответствующей обслуживающей инфраструктуры. При этом если контроль крупных стокообразующих предприятий осуществлять достаточно просто, то контролировать малые объекты из-за их большого количества гораздо сложнее.

Основная часть.

Как показывает практика многие малые предприятия, имея очистные сооружения, не занимаются их должной эксплуатацией. Зачастую сточные воды перед сбросом в канализацию или водоемы подвергаются лишь предварительной грубой очистке в песколовках или отстойниках, минуя ступени тонкой очистки, которые более сложные и затратные с точки зрения эксплуатации. Имеются факты использования на предприятиях прямоточной системы водоснабжения несмотря на наличие оборотной, что тоже связано со сложностью эксплуатации оборотных систем, а также с издержками их эксплуатации, в результате которых стоимость воды получается значительно выше, чем свежей из прямоточной системы. В связи с этим, если отсутствует должный контроль, то выбор предприятий очевиден – экономия за счет природоохранной деятельности.

Следует также упомянуть объекты, на которых образуются нефтесодержащие сточные воды, но которые вовсе не оборудуются полноценными очистными сооружениями. Например, строительные площадки, которые должны оснащаться так называемыми

«пунктами мойки колес» с замкнутым циклом водооборота, и на которых должна производиться открытая мойка транспорта и спецтехники. При этом зачастую очистные сооружения таких пунктов представляют собой, в лучшем случае, песколовку, из которой сточные воды могут попадать в поверхностный сток или грунтовые воды.

Таким образом, можно выделить две основные организационные проблемы, нерешенность которых негативно сказывается на состоянии окружающей среды:

1. Недостаточный контроль над малыми стокообразующими предприятиями за соблюдением экологического законодательства.
2. Недостаток или полное отсутствие на малых предприятиях квалифицированных кадров, способных качественно эксплуатировать очистные сооружения и осуществлять экологический менеджмент.

Обе обозначенные проблемы могут быть решены, на наш взгляд, если будет налажен постоянный мониторинг качества сточных вод, сбрасываемых предприятиями, а к предприятиям, не выполняющим экологическое законодательство, будут применяться жесткие и неотвратимые санкции. Это мотивировало бы руководство заниматься решением экологических проблем на предприятии, а также поиском или подготовкой соответствующих квалифицированных кадров.

Кроме организационно-экономических проблем имеются также научно-технические проблемы, среди которых несовершенство существующих технологических схем и оборудования очистных сооружений с точки зрения оптимизации, автоматизации и механизации процессов очистки сточных вод. Обзор основных подходов и технологий, используемых в Республике Беларусь для локальной очистки нефтесодержащих сточных вод, был представлен в [3]. Перспективным направлением является разработка компактных комбинированных установок с высокой степенью автоматизации и механизации процессов эксплуатации, а также разработка мобильных очистных станций для использования на временных стокообразующих объектах или при реконструкции стационарных очистных сооружений без остановки производства.

Для решения существующих проблем ранее была предложена технологическая схема локальных сооружений для очистки нефтесодержащих сточных вод [3]. Ключевым звеном сооружений является компактная комбинированная установка, которая прошла внедрение и эксплуатируется на предприятиях Республики Беларусь.

В соответствии с технологической схемой (рисунок 1) первичная очистка осуществляется в отстойнике, где выделяются грубодисперсные примеси. Осветленная в отстойнике вода подается на доочистку в малогабаритную комбинированную установку (МКУ), где осуществляется многостадийная обработка с использованием процессов струйной и напорной флотации, коалесценции и фильтрования в скором фильтре с зернистой загрузкой, которая периодически регенерируется обратной промывкой.



Рисунок 1 – Технологическая схема

Очищенная в МКУ вода отводится в резервуар чистой воды, откуда она повторно забирается на производственные нужды, а также на периодическую обратную промывку фильтрующей загрузки. При необходимости доочистки воды для сброса ее в

канализацию или водоемы в резервуаре чистой воды предусмотрен каскадный сорбционный фильтр.

Основным звеном технологической схемы является МКУ, в которой сточные воды перед фильтром проходят многостадийную обработку с использованием процессов контактной коалесценции, струйной и напорной флотации. Процессы флотации являются эффективными и экономичными, так как для их реализации используется атмосферный воздух. Флотация является эффективным процессом для извлечения из сточных вод ПАВ, что особенно важно при обработке воды, образующейся на мойках транспорта. Обработка сточных вод с использованием последовательности процессов осаждения, контактной коалесценции, флотации и фильтрования в скором зернистом фильтре позволяет без применения дорогостоящих методов снизить концентрацию загрязнений в воде до уровня 1-2 мг/л по нефтепродуктам и 6–8 мг/л по взвешенным веществам. Вода такого качества может повторно использоваться на производственные нужды в системах оборотного водоснабжения. При необходимости достижения более глубокой степени очистки до норм ПДК для сброса воды в канализацию или водоемы в технологическую схему включен финишный сорбционный фильтр. При этом нагрузка на фильтр минимальна, что обеспечивает длительное и эффективное использование фильтрующего материала.

Новая технологическая схема может применяться как на вновь вводимых, так и на реконструируемых объектах. При реконструкции сооружений используется существующий отстойник, который, как правило, располагается на открытой площадке, а МКУ, резервуар чистой воды, насосное и другое вспомогательное оборудование размещается в помещении.

Анализ возможности расширения внедрения новой разработки показал наличие ряда сдерживающих факторов. Во-первых, несмотря на компактность сооружений в плане, для их размещения требуется помещение с высотой не менее 3,5 метра. Помещение должно иметь систему отопления для поддержания температуры не ниже + 5 °С и систему принудительной вентиляции. Естественно, что внедрение сооружений должно сопровождаться проектными

работами. Все это требует значительных капитальных затрат и времени.

Во-вторых, существует проблема с обслуживанием скорого фильтра, который располагается в комбинированной установке под флотационной камерой (рисунок 1), что усложняет доступ к нему. Несмотря на то, что обслуживание фильтра должно проводиться не чаще одного раза в два года, все же существующую проблему необходимо также решить.

Для совершенствования сооружений предполагается разбить комбинированную установку на два отдельных модуля и вместе с резервуаром чистой воды разместить в стандартном контейнере (рисунок 2), утепленном и оснащемном системами отопления, вентиляции, освещения, КИПиА.



Рисунок 2 – Модернизация сооружения

Контейнерная станция будет иметь следующие преимущества:

- не требуется проектирования и строительства специальных помещений для размещения водоочистного оборудования;
- упрощается обслуживание оборудования;
- появляется возможность заводского изготовления и комплектования станции;
- удобство транспортировки в полной готовности к заказчику и быстрый ввод в эксплуатацию;
- возможность расположения станции на открытой площадке непосредственно у резервуара-отстойника;
- мобильность станции при необходимости ее передислокации.

Вторым альтернативным компоновочным решением может быть подземное размещение части оборудования. Для этого могут использоваться цилиндрические пластиковые емкости.

В последнее время в Республике Беларусь появился ряд фирм, предлагающих подземные сооружения для очистки нефтесодержащих сточных вод. Большинство этих проектов основаны на давно известных технологических схемах, в которых в качестве основных используются две стадии очистки – отстаивание и фильтрование. Прогресс же в основном прослеживается в применении новых конструкционных материалов и включении в схему тонкослойных отстойников обладающих коалесцирующим эффектом. Среди таких предложений можно выделить сооружения [4, 5], в основу которых положены механические и физико-химические методы – гравитационное и тонкослойное отстаивание с коалесцирующим эффектом, фильтрование через сорбционные материалы. В общем виде технологическая схема представлена на рисунке 3.

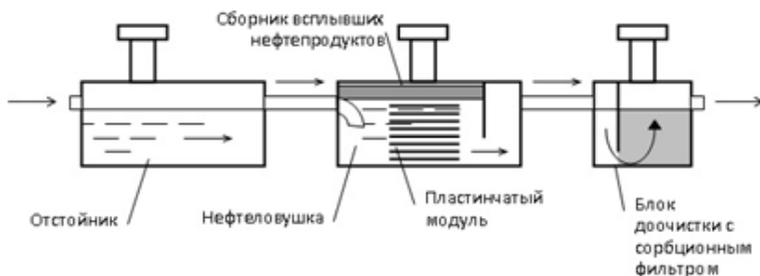


Рисунок 3 – Технологическая схема

Упомянутые выше сооружения обладают рядом преимуществ – легкие и долговечные конструкционные материалы, обладающие достаточной прочностью; модульный принцип комплектования; подземное расположение сооружений, что позволяет экономить полезную площадь предприятия и не требует использования системы отопления.

С другой стороны очевидны некоторые существенные недостатки, связанные в основном с эксплуатацией сооружений.

Во-первых, необходимость ручной промывки пластинчатых модулей и затруднительный доступ к внутреннему оборудованию через технические колодцы диаметром 600 и 800 мм. При этом следует учитывать загазованность внутри емкостей парами бензинов и других всплывших нефтепродуктов, что требует соблюдения особых мер безопасности при обслуживании сооружений. Во-вторых, повышенная нагрузка на сорбционный фильтр, на который, несмотря на применение тонкослойного отстойника с коалесцирующим эффектом, кроме растворенных также поступают значительные концентрации эмульгированных нефтепродуктов и тонкодисперсной взвеси. Это приводит к низкой эффективности использования дорогостоящей сорбционной фильтрующей загрузки и необходимости частой ее замены в результате быстрой коагуляции верхних слоев. При этом возникает уже другая проблема – утилизация отработанных фильтрующих загрузок. Вывоз таких материалов на полигоны бытовых и промышленных отходов лишает всякого смысла предпринимаемые природоохранные мероприятия, так как в окружающую среду в этом случае попадают не только нефтепродукты, но и отработанные фильтрующие материалы, что является большой проблемой. Решением данной проблемы может быть применение промежуточной стадии очистки, существенно уменьшающей нагрузку на фильтр и позволяющей извлекать и сгущать эмульгированные нефтепродукты и взвесь, не загоняя их в поры фильтрующего материала. И одним из таких процессов может быть флотация сточных вод.

Фактически сооружения очистки сточных вод по схеме, представленной на рисунке 3, могут эффективно использоваться для очистки слабозагрязненных сточных вод, например, ливневых. Что же касается производственных вод (например, от мойки машин и резервуарного парка, автотранспортных предприятий, локомотивных депо и так далее), которые имеют достаточно высокие концентрации загрязнений, в том числе твердых примесей и ПАВ, а также характеризуются значительными колебаниями состава сточных вод, то эксплуатация сооружений по схеме на рисунке 3 будет связана с большими проблемами, особенно если

соответствующими контролирующими органами будет налажен регулярный мониторинг качества сбрасываемых сточных вод.

С учетом выше изложенного предлагается компоновочная схема, представленная на рисунке 4, в соответствии с которой отстойник-нефтеловушка 1 и скорый зернистый фильтр 6 комбинируются в одной подземной емкости Р1, а резервуар очищенной воды 8 и сорбционный фильтр тонкой очистки 11 – в другой подземной емкости Р2. Флотационная станция ФС, включающая кроме флотатора 4 вспомогательное оборудование (насос, два эжектора, сатуратор, накопитель нефтешлама, КИПиА и др.), имеет наземное расположение. Цилиндрические подземные емкости Р1, Р2 и НС, а также флотатор 4 можно изготавливать из армированного стеклопластика. Ориентировочный размер помещения наземной флотационной станции ФС составляет 2х3 м в плане и 2,5 м по высоте (для очистных сооружений производительностью 10 м³/ч).

Сооружения работают следующим образом: нефтесодержащие сточные воды подаются в отстойник-нефтеловушку 1. После отстаивания вода поступает в насосную камеру с погружным насосом 2, который по трубопроводу 3 подает воду на флотационную станцию наземного расположения, включающую флотатор 4. После флотационной очистки вода самотеком по трубопроводу 5 поступает на доочистку в скорый зернистый фильтр 6. После фильтра 6 вода самотеком по трубопроводу 7 поступает в резервуар очищенной воды 8, откуда она при помощи насоса 9, расположенного в подземной насосной станции НС, может забираться по трубопроводу 10 на повторное использование, или по трубопроводу 7 на периодическую обратную промывку зернистого фильтра 6. В случае необходимости доочистки воды до норм ПДК для сброса в канализацию или водные объекты в резервуаре очищенной воды устанавливается финишный сорбционный фильтр 11.

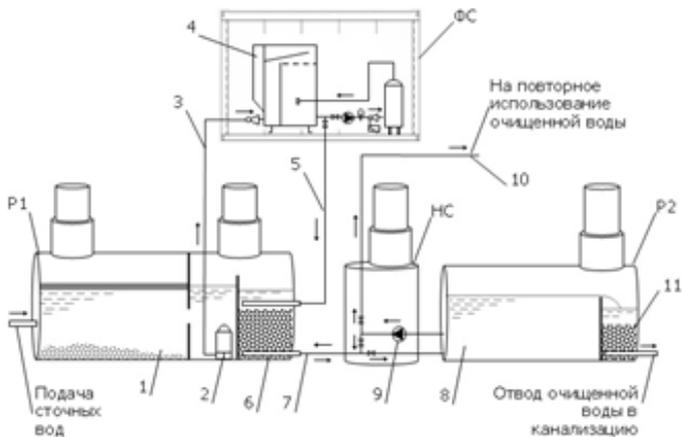


Рисунок 4 – Предлагаемая компоновочная схема

Преимущества предлагаемой схемы (рисунок 4):

1. Использование процесса флотации как промежуточного этапа очистки не создает существенных эксплуатационных трудностей, не требует реагентов и других расходных материалов. При этом он существенно снимает нагрузку с фильтров, что обеспечивает их эффективное использование.

2. Зернистый фильтр 6 является регенерируемым и не требует замены, а лишь пополнения в количестве 10-15 % от объема фильтра один раз в год.

3. Нагрузка на финишный сорбционный фильтр 11 минимальна, что обеспечивает его длительное и эффективное использование. Фактически на фильтр будут попадать преимущественно растворенные примеси, для удаления которых сорбционные материалы и предназначены.

4. При необходимости флотационная станция и насосное оборудование могут быть не задействованы, например, в случае поступления на сооружения слабозагрязненных сточных вод. В этом случае вода, переливаясь через разделительную перегородку в резервуаре P1, сразу поступает на очистку в скорый фильтр 6, и далее самотеком по трубопроводу 7 отводится в резервуар очищенной воды P2.

5. Основная часть извлеченных загрязнений собирается, сгущается и утилизируется в виде нефтешламов.

Заключение

Предложены новые подходы к компоновке локальных сооружений для очистки нефтесодержащих сточных вод малых стокообразующих объектов, а именно: 1) производство мобильных контейнерных станций заводского изготовления; 2) комбинирование наземных установок с подземными сооружениями.

Реализация новых компоновочных схем позволит повысить экологическую безопасность предприятий, снизить капитальные затраты при строительстве или реконструкции очистных сооружений, сократить сроки ввода объекта в эксплуатацию, уменьшить затраты при эксплуатации и обслуживании оборудования.

Основными объектами применения новых разработок могут быть и нефтебазы и АЗС, автотранспортные и авторемонтные предприятия, гаражи и мойки машин, котельные, строительные и промышленные площадки, локомотивные депо и другие предприятия.

Список использованных источников

1. Минприроды: главный загрязнитель вод Свислочи – мы сами. [Электрон. ресурс]. – Минск, 2013. - Режим доступа: <http://news.tut.by/society/340087.html>

2. Состояние окружающей среды и природопользование города Минска / А.А. Савастенко, А.В. Яковенко; под общ. ред. А.Н. Боровикова // Минский городской комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды, РНИУП «Бел НИЦ «Экология». – Минск: Бел НИЦ «Экология», 2011. – 96 с.

3. Кравцов, А.М. Совершенствование локальных сооружений для очистки нефтесодержащих сточных вод / А.М. Кравцов // Строительная наука и техника. – 2009. – № 3. – С. 63–67.

4. Локальные комплексы очистки сточных вод фирмы "ЛАВКО" // Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 2. – С. 21–22.

5. Временные указания по применению, подбору и оценке эффективности локальных очистных сооружений "Wavin-Labko" для очистки нефте- и жиросодержащих сточных вод [Электрон. ресурс]. – Санкт-Петербург, 2006. - Режим доступа: <http://www.labko.ru/livnevka.html>