

Александр Маратович КРАВЦОВ,
кандидат технических наук,
доцент,
заведующий кафедрой
"Гидравлика и гидравлические машины"
Белорусского государственного
аграрного технического университета

ЛОКАЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

LOCAL STRUCTURES FOR OILY WASTEWATER TREATMENT

В статье анализируются проблемы и перспективы совершенствования локальных сооружений для очистки нефтесодержащих сточных вод. Предложены новые компоновочные схемы очистных сооружений, предназначенных для очистки ливневых и производственных сточных вод.

This paper analyses some problems and prospects for improvement of local structures for oily wastewater treatment. New lay-out diagrams have been proposed for rainwater and industrial wastewater treatment plants.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все больше внимания в мире и Республике Беларусь обращается на проблему загрязнения окружающей среды. Среди актуальных вопросов — снижение негативного воздействия малых стокообразующих объектов на водную среду. К ним относятся нефтебазы и АЗС, автотранспортные и авторемонтные предприятия, гаражи и мойки машин, локомотивные депо и дворы сельскохозяйственной техники, котельные и т. д. Следует учитывать многочисленность таких объектов, суммарное воздействие которых на экологическую ситуацию огромно и продолжает возрастать в силу роста машинного парка и соответствующей обслуживающей инфраструктуры.

В настоящее время количество предприятий, которые могут сбрасывать нефтесодержащие сточные воды без должной очистки, исчисляются тысячами. В этом случае в водные источники ежегодно попадают тонны нефтепродуктов, загрязняя окружающую среду. Такое положение вызвано рядом причин, среди которых несовершенство существующих очистных сооружений на многих отечественных предприятиях. Обзор основных подходов и технологий, используемых в Республике Беларусь для локальной очистки нефтесодержащих сточных вод, был представлен автором ранее в [1].

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СООРУЖЕНИЙ

Для решения существующих проблем автором ранее была предложена технология и компоновочная схема локальных сооружений для очистки нефтесодержащих сточных вод [1]. Ключевым звеном сооружений является компактная комбинированная установка. Разработка прошла внедрение и эксплуатируется на предприятиях Республики Беларусь.

В соответствии с технологической схемой, приведенной на рис. 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 об-

ратной промывкой. Очищенная в МКУ вода отводится в резервуар чистой воды, откуда повторно забирается на производственные нужды, а также на периодическую обратную промывку фильтрующей загрузки. При необходимости доочистки воды для сброса ее в канализацию или водные бассейны в резервуаре чистой воды предусмотрен кассетный 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

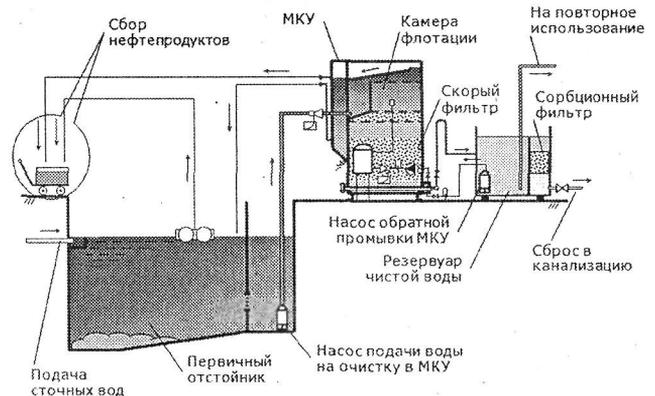


Рис. 1

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 размещаются 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 м. 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 (см. рис. 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 (рис. 2), утепленном и оснащем системами отопления, вентиляции, освещения, КИПиА.

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 транспортирования в полной готовности к заказчику, быстрый ввод в эксплуатацию;
- возможность расположения станции на открытой площадке непосредственно у резервуара-отстойника;
- мобильность станции при необходимости перемещения.

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 компаний, предлагающих проекты подземных сооружений для очистки нефтесодержащих сточных вод. Большинство этих проектов основаны на старых технологических схемах [1], в которых используются две стадии очистки — отстаивание и фильтрование. Прогресс же в основном прослеживается в применении новых конструктивных материалов и включении в схему тонкослойных отстойников, обладающих коалесцирующим эффектом. Среди таких предложений можно выделить сооружения [2, 3], 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 рис. 3.

Упомянутые выше сооружения обладают рядом преимуществ — легкие и долговечные конструктивные материалы, имеющие достаточную прочность; модульный

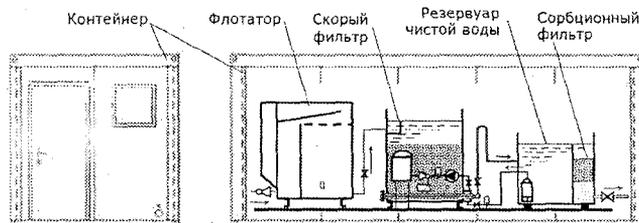


Рис. 2. Контейнерная станция

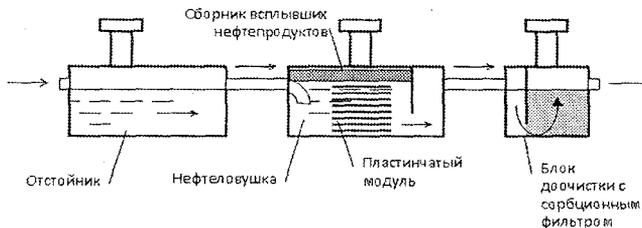


Рис. 3. Подземные сооружения для очистки нефтесодержащих сточных вод

принцип комплектования; подземное расположение, 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 емкости 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 принимаемые природоохранные мероприятия, так как в окружающую среду в этом случае попадают не только нефтепродукты, но и отработанные фильтрующие материалы, что является большой проблемой. Ее решением 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 рис. 3, могут эффективно использоваться для очистки слабозагрязненных сточных вод, например, ливневых. Что касается производственных вод (например, от мойки машин и резервуарного парка, автотранспортных предприятий, локомотивных депо и т. д.), 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

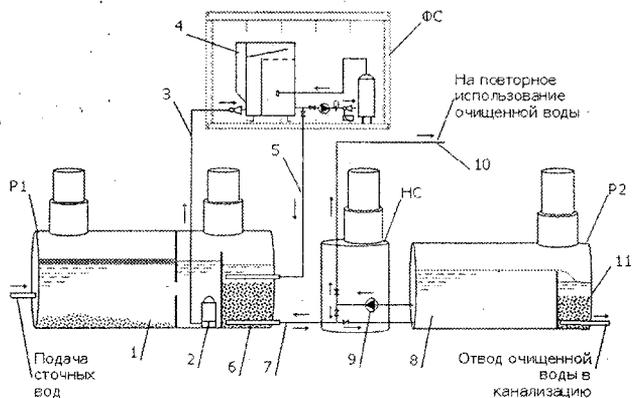


Рис. 4. Компоновочная схема

проблемами, особенно если соответствующими контролирующими органами будет налажен регулярный мониторинг качества сбрасываемых сточных вод.

С учетом выше изложенного предлагается компоновочная схема, представленная на рис. 4, в соответствии с которой отстойник-нефтеловушка 1 и скорый зернистый фильтр 6 комбинируются в одной подземной емкости P1, а резервуар очищенной воды 8 и сорбционный фильтр тонкой очистки 11 — в другой подземной емкости P2. Флотационная станция ФС, включающая кроме флотатора 4 вспомогательное оборудование (насос, два эжектора, сатуратор, накопитель нефтешлама, КИПиА и др.), имеет наземное расположение. Цилиндрические подземные емкости P1, P2 и HC, а также флотатор 4 можно изготавливать из армированного стеклопластика. Ориентировочный размер помещения наземной флотационной станции ФС составляет 2x3 м в плане и 2,5 м по высоте (для очистных сооружений производительностью 10 м³/ч).

Сооружения работают следующим образом. Нефте-содержащие 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 (дробленый керамзит фракции 0,8–1,2 мм). 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 HC, 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.

Преимущества предлагаемой на рис. 4 схемы.

1. Использование процесса флотации как промежуточного этапа очистки не создает существенных эксплу-

атационных 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 1 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, при поступлении 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

1 Предложены новые подходы к компоновке локальных сооружений очистки нефтесодержащих сточных вод, а именно:

- производство мобильных контейнерных станций заводского изготовления;
- комбинирование наземных установок с подземными сооружениями.

Основные преимущества мобильной контейнерной станции следующие: не требуется проектирования и строительства капитальных строений для размещения водоочистного оборудования; повышается удобство обслуживания оборудования; появляется возможность заводского изготовления и комплектования станции, а также транспортировки в полной готовности к заказчику и быстрого ввода в эксплуатацию.

Подземное размещение части элементов технологической схемы в пластиковых емкостях позволяет экономить полезную площадь предприятия и средства на отопление сооружений в зимний период.

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

3 Основными объектами применения новых разработок могут быть автотранспортные и авторемонтные предприятия, нефтебазы и АЗС, локомотивные депо и дворы сельскохозяйственной техники, мойки машин и другие предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кравцов, А. М. Совершенствование локальных сооружений для очистки нефтесодержащих сточных вод / А. М. Кравцов // Строительная наука и техника. — 2009. — № 3. — С. 63–67.
2. Локальные комплексы очистки сточных вод фирмы LABKO // Водоснабжение и санитарная техника. — 2001. — № 2. — С. 21, 22.
3. 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>

Статья поступила в редакцию 08.12.2011.