



## Блочно-модульная установка для очистки сточных вод



Валерий ПАШИНИН  
Valery A. PASHININ

Мария КОВАЛЕНКО  
Maria A. KOVALENKO



*Пашинин Валерий Алексеевич — доктор технических наук, профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Москва, Россия.*

*Коваленко Мария Александровна — заведующая лабораторией кафедры «Химия и инженерная экология» МИИТ, Москва, Россия.*

**Разработка блочно-модульной установки для очистки и обезвреживания сточных вод с точки зрения потребностей структур ОАО «РЖД» приобрела особую актуальность в условиях растущего внимания к проблемам рационального использования природных ресурсов. Такая установка содержит систему автоматического оперативного контроля качества воды в различных зонах технологического процесса, повышает эффективность очистки сточных вод от нефтепродуктов. Кроме того, она дает возможность вторично использовать водосброс, тем самым уменьшая потребность предприятий железнодорожного транспорта в природной воде, а также обеспечивая возврат в естественные водоёмы без нарушения экологического законодательства. Предложена универсальная технология очистки воды с содержанием в ней любых количеств нефтепродуктов и других сопутствующих загрязнений.**

*Ключевые слова:* железная дорога, инженерная экология, очистка сточных вод от нефтепродуктов, блочно-модульная установка, электрическая схема, система автоматического оперативного контроля качества воды, универсальная технология.

**Н**а предприятиях железнодорожного транспорта вода участвует почти во всех производственных процессах: при обмывке и промывке подвижного состава, его узлов и деталей, охлаждении компрессоров и другого оборудования, получении пара, используется при заправке вагонов, реостатных испытаниях тепловозов и так далее. Немалая доля потребляемой воды расходуется безвозвратно (заправка пассажирских вагонов, получение пара, приготовление льда). Большая же часть ее сбрасывается в поверхностные водные объекты — моря, реки, озёра и ручьи. Несмотря на то что охрана природы является одним из основных направлений деятельности ОАО «РЖД», объёмы неочищенных и недостаточно очищенных промышленных сточных вод неизменно возрастают.

Важнейшим разделом рационализации использования водных ресурсов на предприятиях холдинга остается сокращение водопотребления, переход на замкнутые (бессточные) циклы водопользования, где очищенные сточные воды не сбрасываются, а многократно ротируются в технологических процессах. Замкнутые циклы

промышленного водоснабжения дают возможность полностью ликвидировать сброс сточных вод в поверхностные водоёмы, а свежей водой только пополнять безвозвратные потери.

Поскольку пока объём оборотного и повторного использования воды составляет всего лишь около 30%, становится очевидной актуальность создания технологий и аппаратов, которые повысили бы эффективность очистки сточных вод от нефтепродуктов, уменьшили бы потребность в природной воде железнодорожных предприятий, а также обеспечили сброс сточных вод в естественные водоёмы по экологическим нормам.

В настоящее время высококонцентрированные по органическим соединениям сточные воды железнодорожных предприятий либо совсем не имеют очистных сооружений, либо очистка их проводится недостаточно. Они характеризуются высокими значениями химического потребления кислорода (ХПК), биологического потребления кислорода (БПК), содержат нефтепродукты, масла, взвешенные вещества.

## I.

Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих воду. Нефть и продукты ее переработки представляют собой чрезвычайно сложную, непостоянную и разнообразную смесь веществ (низко- и высокомолекулярные предельные, непредельные алифатические, нафтеновые, ароматические углеводороды, кислородные, азотистые, сернистые соединения, а также ненасыщенные гетероциклические соединения типа смол, асфальтенов, ангидридов асфальтеновых кислот). Понятие «нефтепродукты» в гидрохимии условно ограничивается только углеводородной фракцией (алифатические, ароматические, алициклические углеводороды).

В естественной среде нефтепродукты находятся в различных миграционных формах: растворенной, эмульгированной, сорбированной на твердых частицах взвесей и донных отложений, в виде пленки на поверхности воды. Обычно в момент поступления масса нефтепродуктов сосредоточена в пленке. По мере удаления от источника загрязнения происходит пе-

рераспределение между основными формами миграции, повышение доли растворенных, эмульгированных, сорбированных их видов.

Количественное соотношение этих форм определяется комплексом факторов, важнейшими из которых являются условия поступления нефтепродуктов в водный объект, расстояние от места сброса, скорость течения и перемешивания водных масс, характер и степень загрязненности природных вод, а также состав нефтепродуктов, их вязкость, растворимость, плотность, температура кипения компонентов. При санитарно-химическом контроле уточняют, как правило, сумму растворенных, эмульгированных и сорбированных форм нефти.

Фоновое содержание нефтепродуктов в речных, озерных, морских, подземных водах и атмосферных осадках колеблется в довольно широких пределах и чаще всего составляет сотые и десятые доли мг/дм<sup>3</sup>.

Неблагоприятное воздействие нефтепродуктов сказывается различными способами на человеке, животном мире, водной растительности, физическом, химическом и биологическом состоянии водоема. Входящие в состав загрязнения низкомолекулярные алифатические, нафтеновые и особенно ароматические углеводороды оказывают токсическое и в некоторой степени наркотическое воздействие на организм, поражая сердечно-сосудистую и нервную системы. Наибольшую опасность представляют полициклические конденсированные углеводороды типа 3,4-бензпирена, обладающие канцерогенными свойствами. Нефтепродукты обволакивают оперение птиц, поверхность тела и органы других гидробионтов, вызывая заболевания и гибель.

Нефть и ее производные опасны для здоровья человека, ухудшают органолептические качества воды, придают ей стойкий «нефтяной» запах. В присутствии нефтепродуктов вода приобретает специфический вкус, изменяется ее цвет, pH, ухудшается газообмен с атмосферой. Отрицательное их влияние, особенно в концентрациях 0,001–10 мг/дм<sup>3</sup>, и присутствие в виде пленки сказывается и на развитии высшей водной растительности и микробиоты.





Предельно допустимая концентрация нефтепродуктов в воде по СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» составляет  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ . ПДК<sub>в</sub> –  $0,3 \text{ мг/дм}^3$  (лимитирующий показатель вредности – органолептический при сливе в сети канализации), ПДК<sub>вр</sub> –  $0,05 \text{ мг/дм}^3$  (лимитирующий показатель вредности – рыбохозяйственный). Присутствие канцерогенных углеводов в воде недопустимо.

На предприятиях ОАО «РЖД» образуются сточные воды, загрязненные нефтепродуктами. В соответствии с требованиями нормативных документов они подлежат довольно глубокой очистке. Технология ее определяется фазодисперсным состоянием образовавшейся системы «нефтепродукты – вода». Поведение нефтепродуктов в воде обусловлено, как правило, меньшей их плотностью по сравнению с плотностью воды и чрезвычайно малой растворимостью, которая для тяжёлых сортов близка к нулю. В связи с этим основными методами очистки воды от нефтепродуктов являются механические и физико-химические.

Для приготовления из сточных вод технической воды большое значение имеет технико-экономическая оценка применяемых способов. Экономическое преимущество имеют прежде всего замкнутые системы водопользования.

В составе сточных вод, образующихся на предприятиях железнодорожного транспорта, содержатся загрязняющие компоненты в различных фазово-дисперсных состояниях, поэтому для достижения требуемого эффекта очистки стоков необходимо применять комплексные системы, включающие различные методы выделения и деструкции.

Имея данные по расходам сточных вод, их подробную характеристику, в том числе и по содержанию примесей, а также требования к очищенной воде, отбирают для проверки несколько методов. На основании экспериментальных исследований с учетом технико-экономических показателей выбирают оптимальный метод. Выбор зависит от многих факторов:

– количества сточных вод различных видов, их расхода, возможности и эконо-

мической целесообразности извлечения обнаруженных вредных примесей;

– требований к качеству очищенной воды при ее использовании для повторного и оборотного водоснабжения и сброса в водоем, мощности водоема, наличия районных или городских очистных сооружений.

## II.

Поиск оптимальных технологических схем очистки воды – достаточно сложная задача. При создании очистных сооружений решающим фактором становится их производительность и состав системы очистки сточных вод. Проектирование системы должно осуществляться с учётом использования наилучших доступных технологий, прогрессивных технических решений, автоматизации процессов.

Выбор блоков для водоочистного устройства зависит от вида загрязнителей, которые условно можно разделить на семь групп:

- общие физико-химические показатели качества воды;
- органолептические показатели;
- бактериологические и паразитологические показатели;
- радиологические показатели;
- неорганические примеси в воде;
- органические примеси;
- обеззараживающие средства и продукты обеззараживания.

Основным критерием при выборе блока для очистки воды является перечень загрязнителей и их концентрации в исходной воде, показатели этих загрязнителей, которые необходимо достичь в очищенной воде. Набор блоков определяет выбор технологии очистки, а соответственно и структуру построения водоочистного устройства в целом.

При наличии в воде всего перечня загрязнителей (что можно представить лишь гипотетически) наиболее целесообразной выглядит следующая последовательность размещения блоков в технологической схеме установки:

- Блок фильтрации (коагуляции).
- Блок ионного обмена (обезжелезивания, осветления).
- Блок обратного осмоса (нанопольтрации).

Блок флотации.

Блок сорбции.

Блок широкополосного УФ-облучения.

Количество блоков, входящих в состав водоочистного устройства, зависит от перечня удаляемых загрязнений и требуемой степени очистки от них.

При всех преимуществах такой технологической схемы, позволяющей решать самые сложные проблемы очистки воды, она является наиболее энергоемкой и нуждается в определенной водоподготовке для увеличения ресурса обратноосмотических мембран. Применение подобной технологии целесообразно только в том случае, когда другие методы не способны помочь выполнению поставленной задачи.

Технологическая схема, в которой использовались бы все шесть блоков одновременно, невозможна, ибо ряд из них решает однотипные задачи по удалению из воды загрязнений. В этой ситуации выбирается блок, эксплуатация которого наиболее выгодна с учётом принципа «эффективность — качество».

Основными методами очистки воды от нефтепродуктов (масла, топливо, ароматические углеводороды, серосодержащие вещества и др.) на предприятиях ОАО «РЖД» являются:

— *коагуляция* — процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты;

— *флотация* — сложный физико-химический процесс, заключающийся в создании комплекса частица-пузырек воздуха или газа, всплывании этого комплекса и удалении образовавшегося пенного слоя;

— *напорная флотация* — выполняется в две стадии: насыщение воды воздухом под давлением; выделение пузырьков воздуха соответствующего диаметра и всплытие взвешенных и эмульгированных частиц примесей вместе с пузырьками воздуха;

— *сорбция* — процесс поглощения вещества из окружающей среды твердым телом или жидкостью; один из наиболее эффективных методов глубокой очистки сточных вод от растворенных органических веществ;

— *биологический метод* — основан на способности микроорганизмов использовать разнообразные вещества, содержащиеся в сточных водах, в качестве источ-

ника своего питания; задача биологической очистки — превращение органических загрязнений в безвредные продукты окисления ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$  и др.).

Все перечисленные методы подходят для создания водоочистного устройства, хотя при биологическом технологический процесс занимает слишком длительное время.

С учетом этого для гарантированной очистки воды от нефтепродуктов необходимо использовать модульный принцип построения системы, включающий модули (блоки) *механической очистки, флотации, сорбционной очистки, очистки УФ-облучением*.

Если из исходной воды предстоит удалить нефтепродукты в небольших количествах (до 30 мг/л), то водоочистное устройство будет состоять из блоков флотации, сорбции и УФ-облучения.

Для удаления из воды большого количества нефтепродуктов и взвешенных веществ целесообразно взять блок коагуляции, блок флотации, блок сорбции, блок УФ-облучения.

Водоочистное устройство, работающее по данной технологической схеме, способно обеспечить показатели, соответствующие воде, пригодной для сброса в естественные водоёмы.

Прототипом подобных установок правомерно считать «Мойдодыр-Л(Н)-Ф», предназначенный очищать сточные воды с повышенным содержанием нефтепродуктов и взвешенных веществ на объектах ОАО «РЖД». Начиная с 2009 года, такими установками различной производительности оборудованы локомотивные депо Шилка-Товарная, Старый Оскол, Уфа, Южный Урал г. Челябинска и др.

### III.

Установка «Мойдодыр-Л(Н)-Ф» [6] (далее по тексту — установка) осуществляет очистку производственных и поверхностных сточных вод с территорий локомотивного депо, промышленных предприятий и других объектов, имеющих площадь водосбора до 25 га (в пересчете на твердые покрытия).

Очистка воды производится преимущественно от взвешенных веществ и нефтепродуктов как в эмульгированном, так и растворенном состоянии.





Таблица 1/ Table 1

NN n/n	Наименование параметра <i>Parameters</i>	Количественный показатель <i>Quantitative indicator</i>
1.	Производительность по очищаемому стоку (номинальная) м <sup>3</sup> /ч / <i>Performance on the treated flow (nominal) m<sup>3</sup> / h</i>	до/up to 20
2.	Время срабатывания накопленного стока, ч (в зависимости от площади водосбора) <i>Response time of accumulated flow, hour (depending on the catchment area)</i>	до/up to 48
3.	Состав поверхностного стока/ <i>The composition of surface flow:</i> – содержание взвешенных веществ, мг/л/ <i>solid substances, mg/l</i> – содержание нефтепродуктов, мг/л/ <i>oil products, mg/l</i>	до/up to 1200 до/up to 70
4.	Остаточное содержание загрязняющих веществ в очищенном стоке/ <i>The residual content of pollutants in the treated flow:</i> – взвешенные вещества, мг/л/ <i>suspended substances mg / l</i> – нефтепродукты, мг/л/ <i>oil products, mg/l</i> – ХПК, мг О <sub>2</sub> /л/ <i>COD, mg O<sub>2</sub>/l</i> – БПК <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> /л/ <i>BOD<sub>5</sub>, mg O<sub>2</sub>/l</i>	до/up to 12 0,05 до/up to 30 до/up to 8
5.	Установленная мощность, кВт/ <i>Installed capacity, KW</i>	7,4
6.	Обслуживающий персонал, чел./ <i>Maintenance staff, people</i>	1

Основные параметры и технические характеристики установки приведены в таблице 1.

Установка размещается в отдельном здании, которое должно иметь отопление и вентиляцию (механическую или естественную).

Предусмотрены три последовательно расположенные ступени очистки воды:

- Первая из них (флотатор) содержит тонкослойный полочный отстойник и флотатор, расположенные в одном блоке.
- Вторая ступень (доочистки) имеет четыре фильтра с синтетическим материалом «Уремикс-913», установленных параллельно.
- Третья ступень (сорбционной очистки) включает два адсорбционных фильтра, заполненных активированным углем марки АГ-3.

Вторая и третья ступени скомпонованы в две параллельно работающие линии, имеющие систему забора воды из промежуточной емкости, находящейся в помещении. Конструкция установки позволяет при малом расходе поступающей исходной воды отключать одну из линий.

Схема установки приведена на рис. 1.

Комбинированный сток поступает в установку из накопительной емкости, расположенной вне помещения, с помощью подающего насоса.

Исходная вода подается насосом в приемный отсек флотатора 1.

В момент подачи воды во флотатор 1 в нее дозируется коагулирующе-дезинфицирующий раствор, в тонкослойном полочном отстойнике происходит удаление взвешенных веществ и части нефтепродуктов за счет процессов коагуляции и седиментации, а также обеззараживания воды. Нерастворенные нефтепродукты всплывают вверх и попадают в нефтеловушку.

В воду, прошедшую тонкослойный полочный отстойник, дозируется раствор флокулянта (праестол А 2500). После этого вода поступает в отсек флотатора, где за счет процесса напорной флотации происходит удаление растворенных нефтепродуктов и оставшейся части взвешенных веществ.

Из флотатора 1 очищаемый сток подается в промежуточную емкость 2. Из нее насосами второго подъема 3, 4 марки МС<sub>м</sub> 10/50 в блок доочистки, содержащий группу фильтров с синтетическим материалом 5 и адсорбционные фильтры 6.

При прохождении через установку вода очищается до показателей, не превышающих соответствующие значения ПДК водоемов рыбохозяйственного назначения (таблица 1).

Очищенные стоки могут отводиться в бак запаса воды для повторного использования, а их излишки сбрасываются в городской ливневой коллектор или на рельеф местности.

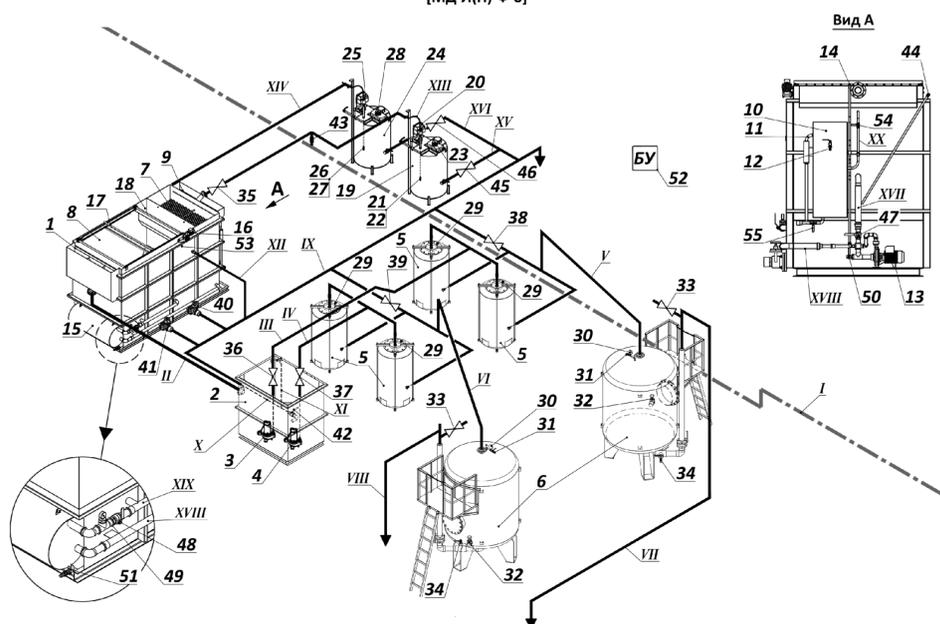


Рис. 1. Схема установки.

Fig. 1. Plant layout.

Флотатор включает в себя: тонкослойный полочный отстойник 7, отсек флотации 8, систему нефтеудаления, системы дозирования коагулянта и флокулянта, систему пенообразования и систему пеноудаления.

В систему нефтеудаления входят нефтеловушка 9, нефтесборник 10 с сифоном 11 и краном 12 для слива нефтепродуктов, систему пенообразования – циркуляционный насос 13, воздухозаборное устройство 14, сатуратор 15, систему пеноудаления – конвейерное пеносборное устройство в составе мотор-редуктора 16 и гребенок для сбора пены 17, отсека для сбора пены 18.

Система дозирования коагулянта включает бак для раствора коагулянта 19, дозирующий насос 20 с датчиком уровня 21 и заборным устройством 22, мешалка 23; система дозирования флокулянта – бак для раствора флокулянта 24, дозирующий насос 25 с датчиком уровня 26 и заборным устройством 27, мешалка двухскоростная 28.

В блоке доочистки фильтры с синтетическим материалом оборудованы автоматическими воздухоотводчиками 29, предназначенными для удаления воздуха из фильтров. Сорбционные фильтры до-

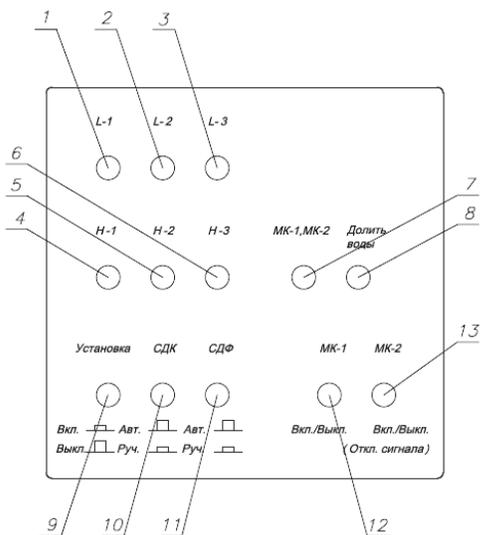
полнительно оборудованы манометрами 30, кранами для стравливания воздуха 31 и вентилями 32, которые могут быть использованы при гидравлической выгрузке сорбционной загрузки. Для отбора проб очищенной воды предусмотрены краны 33. Слив воды из сорбционных фильтров при необходимости производится через краны 34.

#### IV.

Установка оборудована технологическими трубопроводами: подачи грязной воды на очистку (I) с краном регулировки расхода 35 в приемный отсек флотатора; подачи воды из флотатора в промежуточную емкость (II); подачи воды из промежуточной емкости на фильтры с синтетическим материалом (III, IV) с кранами 36 и 37 соответственно; подачи воды на сорбционные фильтры (V и VI), на которых размещены краны для слива воды 38 и 39; отвода очищенной воды (VII и VIII) в накопительный резервуар.

Излишки очищенной воды сбрасываются в городской ливневой коллектор или на рельеф местности. Сброс шлама в шламосборник из тонкослойного по-





**Рис. 2. Принципиальная электрическая схема установки.**

**Pic.2. Electric schematic diagram of the plant.**

лочного отстойника и отсека флотации осуществляется через систему трубопроводов (IX) при открытии задвижек 40 и 41. Удаление накопившегося в процессе работы установки осадка из промежуточной емкости 2 производится по трубопроводу (X) через кран 42. Для отвода избыточной воды из промежуточной емкости 2 при ее переполнении предусмотрен трубопровод (XI). Слив отстоя пены из флотатора 1 осуществляется по трубопроводу (XII).

В системе дозирования реагентов имеются трубка подачи раствора коагулянта (XIII) через ниппель 43 в трубопровод (I) и трубка подачи раствора флокулянта (XIV) под тонкослойный полочный отстойник через ниппель 44.

Слив осадка из бака системы дозирования коагулянта осуществляется по трубопроводу (XV) через кран 45, а из бака системы дозирования флокулянта – по трубопроводу (XVI) через кран 46.

В системе пенообразования циркулирующая вода поступает из флотатора 1 на насос 13 по трубопроводу (XVII), а затем насыщенная воздухом подается насосом в сатуратор 15 по трубопроводу (XVIII). Насыщение воды воздухом происходит по шлангу через воздухозаборное устройство 14 с калиброванной шайбой. Водовоздушная смесь из сатуратора 15 по трубопроводу (XIX) подается

в нижнюю часть флотатора. Давление в системе пенообразования должно составлять 2–4 атм. Регулировка давления осуществляется кранами 47, 48 и контролируется по манометру 49. Сброс воды из системы пенообразования осуществляется из циркуляционного насоса 13 через кран 50, а из сатуратора – через кран 51.

Блок управления 52 предназначен для обеспечения работы установки в автоматическом режиме. Внешний вид блока приведен на рис. 2.

В верхнем ряду расположены три индикатора 1–3, загорание которых свидетельствует о подаче питания 380 В на установку.

В среднем ряду находятся:

- индикатор 4 – сообщает о подаче питания на установку;
- индикатор 5 – подача питания на насос (позиция 3 на рис. 1);
- индикатор 6 – подача питания на насос (позиция 4 на рис. 1);
- индикатор 7 – подача питания на мешалки МК-1 и МК-2 (позиция 23 и 28 на рис. 1);
- индикатор 8 – красный цвет свидетельствует о необходимости долить воды в бак (позиция 24 на рис. 1).

В нижнем ряду располагаются:

- кнопка 9 – для включения/выключения установки;
- кнопка 10 – перевод насоса системы дозирования коагулянта в ручной режим работы;
- кнопка 11 – перевод насоса системы дозирования флокулянта в ручной режим работы;
- кнопка 12 – включение/выключение мешалки МК-1 (позиция 23 на рис. 1);
- кнопка 13 – включения/выключения мешалки МК-2 (позиция 24 на рис. 1).

Принципиальная электрическая схема установки приведена на рис. 2.

Помещение, где находится установка, должно быть оборудовано системой рабочего и ремонтного освещения согласно СНиП 23-05-95. Для питания ее насосов используется трехфазная электросеть с напряжением 380 В, рассчитанная на мощность 7,4 кВт. Пусковая и защитная аппаратура смонтированы в блоке управления 52.

Одним из существенных недостатков установки, является отсутствие контроля

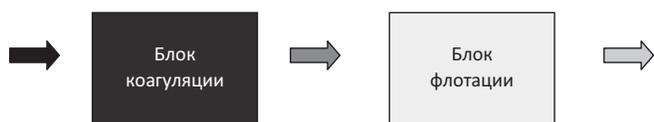


Рис. 3. Технологическая схема установки «Мойдодыр М-КФ».

Pic. 3. Technological scheme of «Moidodyr-M-KF».

за качеством воды в режиме реального времени.

В связи с этим в 2011–2012 годах Институтом химической физики имени Н. Н. Семёнова РАН и ЗАО «Экологический промышленно-финансовый концерн «Мойдодыр» при участии специалистов МИИТ была осуществлена разработка блочно-модульной установки для очистки и обезвреживания сточных вод и источников водоснабжения от нефтепродуктов, содержащей систему автоматического оперативного контроля качества воды по заданным параметрам в различных точках технологического процесса водоочистки [9].

Технология, реализованная в установке (см. рис. 3), включает коагуляцию с системой дозирования, напорную флотацию с системами пенообразования, пеноудаления, пеногашения. Вода после очистки не соответствует по своим показателям питьевому качеству. Поэтому для данного случая в технологию необходимо внести дополнения, чтобы она соответствовала выбранной водоочистной модели.

## V.

Как видно из приведенной технологической схемы установки «Мойдодыр М-КФ», чтобы получить на выходе воду более высокого качества, следует обзавестись как минимум еще двумя блоками – сорбции и УФ-облучения.

Беря за основу «Мойдодыр М-КФ», рассмотрим, какие изменения надо провести, чтобы новая установка имела оптимальную комплектацию, позволяющую получать воду, пригодную для использования в системах технического водоснабжения и сброса в естественные водоёмы при любом загрязнении воды нефтепродуктами.

Примерный перечень конструктивных и технологических изменений состоит в следующем.

1. Блок коагуляции – его конструкция полностью соответствует своему назначе-

нию и позволит удалить из воды нерастворенные нефтепродукты и взвешенные вещества.

2. Блок флотации – обеспечивает удаление из воды как оставшейся части нерастворенных, так и основной массы растворенных нефтепродуктов.

3. Блок сорбции – добавка в конструкцию обеспечивает поток воды в направлении сверху вниз с линейной скоростью не более 5 м/ч. В качестве сорбирующей загрузки предложено использовать активированный уголь АГ-3 с фракционным составом 1–2 мм. В качестве подложки использовать кварцевый песок или дробленый антрацит с фракцией 3–5 мм.

4. Блок УФ-облучения – необходимо добавить в конструкцию, оснастив его лампой высокоинтенсивного импульсного облучения ИНП-7/80 или ИНП-16/250 в зависимости от производительности установки.

5. Система дозирования коагулянта – комплектация позволяет дозировать коагулирующий раствор с требуемой производительностью, проводить в ходе работы установки ее корректировку. В состав 100 л коагулирующего раствора включить:

Аква-аурат-30 – 4 кг;

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  – 2 кг.

Для предотвращения появления запаха в блоках коагуляции и флотации особенно в теплое время года в коагулирующий раствор необходимо добавить 1 литр дезинфицирующего средства «Дезофран», которое не влияет на процесс коагуляции.

6. Система пенообразования – комплектация позволяет осуществлять процесс напорной флотации при давлении от 2 до 4 атм.

7. Система пеноудаления – комплектация позволит производить удаление пены в блоке флотации.

8. Система пеногашения – исключить из комплектации, так как в исходной воде не ожидается наличия ПАВ в высоких концентрациях.



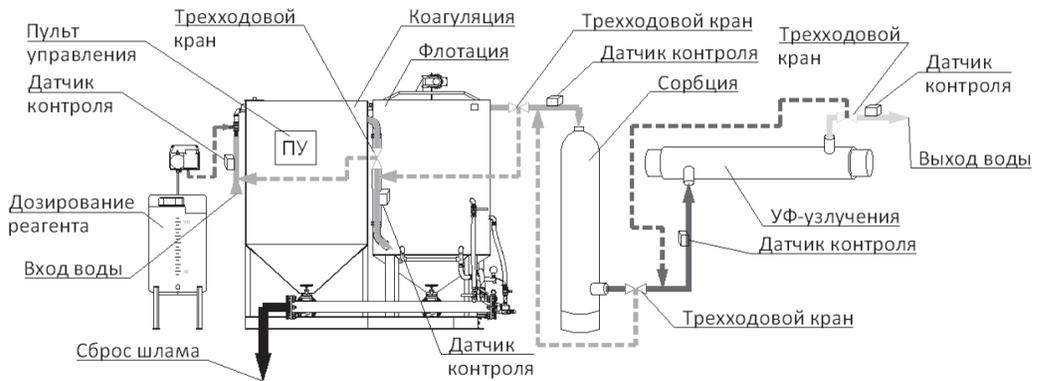


Рис. 4. Примерный общий вид установки для очистки воды.

Pic. 4. Model general view of water treatment plant.

9. Блок управления — должен обеспечивать полную автономность работы установки, включая контроль качества воды после каждого блока.

10. Датчик системы контроля качества — предусмотреть размещение датчиков на входной и выходной магистралях и на выходе из каждого блока установки.

11. Обвязка установки — должна обеспечивать поток воды согласно технологической схемы, возможность перекрывать поток воды от блока к блоку по сигналу с блока управления при неудовлетворительном качестве воды на выходе из блока и направление воды на повторную очистку в данном блоке.

Примерный общий вид модернизированной установки приведен на рис. 4.

## ВЫВОДЫ

С помощью анализа и оценки возможного содержания в воде нефтепродуктов и других сопутствующих им загрязнений предложена универсальная технология очистки любых ее объемов.

На основе серии «Мойдодыр М-КФ» для систем оборотного водоснабжения моек различных видов транспорта разработана блочно-модульная установка, назначение которой очистка и обезвреживание сточных вод и источников водоснабжения от нефтепродуктов. Установка имеет систему автоматического оперативного контроля качества воды по заданным параметрам в различных точках технологического процесса, позволяющая получать воду, пригодную в системах технического водоснабжения

и сброса в естественные водоёмы при любом загрязнении воды нефтепродуктами.

Предлагаемые рекомендации могут быть использованы при проведении НИ-ОКР по созданию образца блочно-модульной водоочистной установки для очистки и обезвреживания сточных вод на объектах ОАО «РЖД».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Карелин Я. А., Попова И. А., Евсеева Л. А. и др. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов — М.: Стройиздат, 1982. — 184 с.
2. Роев Г. А. Очистные сооружения. Охрана окружающей среды — М.: Недра, 1993. — 287 с.
3. Стахов Е. А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов — Л.: Недра, 1983. — 263 с.
4. Роев Г. А., Юфин В. А. Очистка сточных вод и вторичное использование нефтепродуктов — М.: Недра, 1987. — 224 с.
5. Яковлев С. В., Карелин Я. А., Ласков Ю. М., Воронов Ю. В. Очистка производственных сточных вод: учебное пособие для вузов/ Под. ред. С. В. Яковлева — М.: Стройиздат, 1985. — 335 с.
6. Кочетов Л. М., Павлов А. В. Паспорт очистной установки «Мойдодыр-Л (Н) -Ф-6» для систем оборотного водоснабжения // ЗАО «Концерн «Мойдодыр». — М., 2009 — С. 4–10.
7. СанПиН 2.1.980–00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. 2001 г.
8. СанПиН 2.1.4.1074–01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения». (С изменениями от 7 апреля 2009 г., 25 февраля 2010 г.)
9. Мишуров Е. Е., Берлин А. А., Усин В. В., Павлов А. В. и др. Отчёт о выполненной работе «Разработка, изготовление и испытания блочно-модульной установки для очистки и обезвреживания сточных вод и источников водоснабжения от нефтепродуктов, содержащей систему автоматического оперативного контроля качества воды по заданным параметрам в различных точках технологического процесса водоочистки», шифр «Насом-Водоочистка», заключительный, — М.: ИХФ РАН, 2012—150 с.