

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Техносферная безопасность»

Профиль «Безопасность технологических процессов и производств»

Кафедра «Техносферная безопасность»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

*Тема: «Разработка системы очистки сточных вод в ПАО
«Нижнекамскнефтехим».*

Шифр ВКР 20.03.01.204.19 ПЗ.

Выполнил студент _____ Фахрутдинов З.З.
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Макарова О.И.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол № _____ от _____ 2019 г.)

Зав. кафедрой доцент _____ Гарзинов И.П.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2019 г.

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Фахрутдинова З.З на тему «Разработка системы очистки сточных вод в ПАО «Нижнекамскнефтехим».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 75 листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, трех разделов, заключения и списка литературы.

В первом разделе представлено применяемые методы обработки воды, производительность станции и расчетные расходы, Параметры реагентного хозяйства станции подготовки питьевой воды, основные показатели качества воды, способы очистки сточных вод.

Во втором разделе приведен анализ проводимой реконструкции очистных сооружений компании ПАО «Нижнекамскнефтехим», технологическая схема сооружений доочистки сточных вод предприятий нефтехимического комплекса электрохимическими методами, эффект очистки нефтесодержащих сточных вод по ступеням технологического процесса, разработка инструкции охраны труда на станции очистки воды физическая культура на производстве.

В третьем разделе приводятся технико-экономические показатели разработанной технологии доочистки сточных вод.

ABSTRACT

For final qualifying work Z.Z. Fakhruddinov on the theme «Development of a wastewater treatment system at PJSC «Nizhnekamskneftekhim».

Final qualifying work consists of an explanatory note on 75 typewritten text sheets and the graphic part on 5 A1 sheets.

Explanatory note consists of introduction, three sections, conclusion and list of references.

The first section presents the applied methods of water treatment, plant performance and estimated costs, Parameters of reagent management of drinking water treatment plants, the main indicators of water quality, methods of wastewater treatment.

The second section provides an analysis of the ongoing reconstruction of the wastewater treatment plants of PJSC Nizhnekamskneftekhim, a flowchart of wastewater purification facilities using petrochemical enterprises using electrochemical methods, the effect of oily wastewater treatment by the process steps, the development of an instruction for occupational health at a water purification plant and physical culture at work.

The third section presents the technical and economic indicators of the developed technology of waste water aftertreatment.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
ВВЕДЕНИЕ.....	8
 1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ И СООРУЖЕНИЙ.....	 10
1.1 Применяемые методы обработки воды.....	10
1.2 Производительность станции и расчетные расходы.....	12
1.3 Параметры реагентного хозяйства станции подготовки питьевой воды.....	13
1.4 Основные показатели качества воды.....	20
1.5 Способы очистки сточных вод.....	30
 2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	 46
2.1 Объект исследований.....	46
2.2 Анализ проводимой реконструкции очистных сооружений компании ПАО «Нижнекамскнефтехим».....	49
2.3 Технологическая схема сооружений доочистки сточных вод предприятий нефтехимического комплекса электрохимическими методами.....	54
2.4 Эффект очистки нефтесодержащих сточных вод по ступеням технологического процесса.....	58
2.5 Разработка инструкции охраны труда на станции очистки воды.....	61
2.6 Физическая культура на производстве.....	66
 3 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....	 68

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	73
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	74

ВВЕДЕНИЕ

На водоочистной станции производится обработка воды с целью получения качества ее, необходимого для потребителя. Чтобы довести показатели воды источника водоснабжения до степени, соответствующей требованиям потребителя, воду зачастую приходится подвергать весьма сложной обработке. Эта обработка может включать в себя введение в воду одного или нескольких химических реагентов, более или менее длительное перемешивание воды с ними, однократное или двукратное отстаивание воды, фильтрование через кварцевые фильтры или через фильтры, загруженные мипералами, способными к ионному обмену, и т.д.

Применение того или иного технологического приема улучшения качества воды или совокупность этих приемов определяется, с одной стороны, свойствами воды источника водоснабжения, с другой – требованиями, предъявляемыми потребителями к качеству подаваемой им воды.

Обычно требования к качеству подаваемой потребителю воды бывают заданы проектировщику водоочистной станции. Требования к качеству питьевой воды определены в СанПиН «Питьевая вода»; требования к качеству воды, идущей для промышленного водоснабжения, определяются технологиями того производства, на которое должна поступать вода с очистной станцией.

Для выбора методов очистки воды и состава сооружений очистной станции необходимо знать также физико-химические свойства воды источника водоснабжения. Эти свойства проектировщику заданы санитарно-химическим анализом воды, которая будет поступать на очистку. В этом анализе имеются данные о цветности, мутности, жесткости воды, содержании в ней хлоридов, нитратов, бактериальном загрязнении и т.п.

Эффективность работы отдельных сооружений станций зависит от правильности выбора их размера. Поэтому расчет и проектирование сооружения оказывают существенное влияние на качество осветляемой воды.

1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ И СООРУЖЕНИЙ

Основные показатели качества воды в источнике водоснабжения:

Таблица 1.1. Показатели качества исходной воды

Наименование показателя	Значение показателя по периодам года			Норматив
	Зима	Весна	Лето	
Мутность, мг/л	60	720	550	не > 1,5
Цветность, град.	20	67	54	не > 20
Запах, балл	2	3	2	не > 2
Вкус, балл	2	2	2	не > 2
Щелочность, мг. экв./л	0,50	0,44	0,48	не > 7
Окисляемость, мг O ₂ /л	3	9	7	не > 5
Железо растворенное, мг/л	0,40	0,37	0,38	не > 0,3
Фтор, мг/л	0,62	0,58	0,60	не > 1,2
Общее микробное число бактерий/мл	58	205	185	не > 50

Остальные показатели качества воды соответствуют СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»

1.1 Применяемые методы обработки воды.

Метод обработки воды, состав и расчетные параметры сооружений водоподготовки и расчетные дозы реагентов надлежит устанавливать в зависимости от качества воды в источнике водоснабжения, требований потребителя, производительности станции.

Требования к качеству воды, подаваемой для питьевых нужд населения, установлены СанПиН 2.1.4.1074-01 «Вода питьевая». В соответствии с ним качество заданной воды не удовлетворяет требованиям по: мутности, цветности, запаху, окисляемости перманганатной, растворенному железу, фтору и общему микробному числу (ОМЧ).

Для доведения вышеперечисленных показателей до нормативных принята схема двухступенчатого осветления воды с горизонтальными отстойниками и скорыми фильтрами.

Подготовка питьевой воды состоит из следующих этапов:

- Предварительное хлорирование – вода от потребителя подается в контактные камеры, где происходит контакт с хлором. Применяют для обеззараживания воды, в случае больших значений показателя ОМЧ, а также для окисления железа.

- Коагулирование – вода от контактных камер поступает в смеситель, где происходит ее смешение с коагулянтom и подщелачивающим раствором. Для интенсификации процесса коагуляции, из-за низкой щелочности природной воды, применяется подщелачивание.

- Осветление – состоит из двух ступеней. Первая ступень: из смесителя вода поступает в горизонтальный отстойник со встроенными камерами хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка.

Вторая ступень: из горизонтального отстойника вода поступает на скорые фильтры. На данном этапе снижается мутность (до 1,5 мг/л) и цветность воды, обусловленная коллоидными примесями.

- Вторичное хлорирование – хлорная вода вводится непосредственно в трубопровод между фильтрами и резервуаром чистой воды, для окончательного обеззараживания.

- Фторирование в данной схеме не применяется; предполагается использование населением фторсодержащих паст для предотвращения заболевания кариесом.

Осадок из стетойшков, а также вода после промывки фильтров направляется на иловые площадки, расположенные за территорией станции водоподготовки.

На станции принята обработка промывных вод по оборотной схеме. Так же на станции запроектирован обводной трубопровод.

1.2 Производительность станции и расчетные расходы.

Расчетная производительность станции определена из следующих условий:

На станции принято повторное использование промывных вод фильтров, поэтому ориентировочно расход воды на собственные нужды станции принят равным 3% от расхода потребителем;

На время восстановления противопожарного запаса в резервуарах чистой воды до 70% снижается подача воды потребителю, поэтому дополнительный расход на восполнение противопожарного запаса не учитывается.

Полную производительность комплекса подготовки хозяйственно-питьевой воды в $m^3/сут$ определяют по формуле:

$$Q_{полн} = Q_{пот} + Q_{п.з} + Q_{с.з} - Q_{доп} = 85240 + 6816 + 2557,2 = 94613 m^3/сут$$

Расчетный часовой расход обрабатываемой воды находим по формуле:

$$Q_{час} = \frac{Q_{полн}}{T_p} = \frac{94613}{24} = 3942 m^3/ч$$

Расчетный секундный расход определяем по формуле:

$$Q_{сек} = \frac{Q_{час}}{3,6} = \frac{3942}{3,6} = 1095 л/с$$

1.3 Параметры реагентного хозяйства станции подготовки питьевой воды.

Реагентные методы получили особенно большое распространение при улучшении качества воды. Расчет включает подбор необходимых реагентов, определение их доз и расходов, выбор методов хранения и приготовления их растворов, расчет и подбор необходимого оборудования для хранения, приготовления, транспортировки и дозирования реагентов.

Необходимые реагенты выбирают в зависимости от качественных показателей воды и способа ее обработки.

1.3.1 Узел приготовления и дозирования раствора коагулянта.

В качестве коагулянта принят неочищенный $Al_2(SO_4)_3$ сорта А.

Требуемая доза коагулянта составит:

Для зимы: по мутности $D_K^M = 25 \text{ мг/л}$;

по цветности $D_K^C = 4\sqrt{H} = 4\sqrt{20} = 17,8 \text{ мг/л}$;

К расчету принимаем большую из доз – $D_K = 25 \text{ мг/л}$.

Для весны: по мутности $D_K^M = 56 \text{ мг/л}$;

по цветности $D_K^C = 4\sqrt{H} = 4\sqrt{67} = 32,7 \text{ мг/л}$;

К расчету принимаем большую из доз – $D_K = 56 \text{ мг/л}$.

Для лета: по мутности $D_K^M = 49 \text{ мг/л}$;

по цветности $D_K^C = 4\sqrt{H} = 4\sqrt{54} = 29,3 \text{ мг/л}$;

К расчету принимаем большую из доз – $D_K = 49 \text{ мг/л}$.

Узел приготовления раствора коагулянта рассчитываем на максимальную дозу реагента $D_K = 56 \text{ мг/л}$.

Суточный расход товарного коагулянта составит:

$$H_K^{т\text{ов}} = \frac{Q_{сст} \cdot D_K \cdot 100}{1000 \cdot 1000 \cdot C_{\text{г}}} = \frac{94613 \cdot 56 \cdot 100}{1000 \cdot 1000 \cdot 32} = 16,5 \text{ т/сут}$$

где $Q_{сут}$ – суточный расход обрабатываемой воды; C_k – расход чистого безводного реагента в товарном продукте, % ($C_k=32$)

Коагулянт привозят на станцию автосамосвалами (10т) и выгружают непосредственно в растворные баки, где готовится концентрированный раствор крепостью 15%. Этот раствор поступает в резервуары-хранилища концентрированного раствора, а оттуда - в расходные баки, где разбавляется водой до 5%-ной концентрации.

Принимаем 3 растворных бака, 3 резервуара-хранилища концентрированного раствора и 3 расходных бака.

Полезная емкость одного растворного бака (из условия растворения в нем содержимого одного самосвала):

$$W_{рас} = \frac{P_k \cdot C_k}{\rho_{рас} \cdot \gamma_{рас}} = \frac{10 \cdot 32}{15 \cdot 1,166} = 18,3 \text{ м}^3$$

Строительные размеры бака в плане, (без пирамидального днища): 3х2 м, высота 1,5 м (высота слоя раствора 0,92 м).

Емкость 3 резервуаров-хранилищ концентрированного раствора коагулянта равна:

$$W_{др} = W_k^{рас} \cdot T_{др} \cdot q = 18,3 \cdot 30 \cdot 1,6 = 792 \text{ м}^3$$

Одного – 264 м³. Строительные размеры в плане одного хранилища 6х15 м, высота 3,0 м (высота слоя раствора 2,6 м).

Требуемая емкость 3 расходных баков при изготовлении раствора 5%-ной концентрации на 12 часов работы станции составит:

$$W_{рас} = \frac{Q_{рас} \cdot A_k \cdot t_p}{10000 \cdot \rho_{рас} \cdot \gamma_{рас}} = \frac{3942 \cdot 56 \cdot 12}{10000 \cdot 5 \cdot 1,05} = 50,5 \text{ м}^3$$

Ёмкость одного расходного бака $16,83 \text{ м}^3$, стронительные размеры в плане $3 \times 6 \text{ м}$, высота 1 м (высота слоя раствора $0,93 \text{ м}$).

Для перекачки раствора коагулянта из растворных баков в хранилища и из них в расходные баки установлены насосы марки 1,5х-9Д-41.

Перемешивание коагулянта в растворных и расходных баках осуществляется сжатым воздухом. Расход воздуха составит (одновременно работают 1 растворных и 2 расходных бака):

$$Q_{\text{возд}} = q_{\text{расх}}^{P, \text{м}^3} \cdot F_{\text{д}}^{P, \text{м}^2} + q_{\text{расх}}^{P, \text{м}^3} \cdot F_{\text{д}}^{P, \text{м}^2} = 9 \cdot 9 \cdot 1 + 3 \cdot 18 \cdot 2 = 189 \text{ л/с} (11,4 \text{ м}^3/\text{мин})$$

Принимаем 1 рабочую и 1 резервную воздуходувку марки РМК-3, производительностью $11,5 \text{ м}^3/\text{мин}$, размерами $2280 \times 1430 \times 1580 \text{ мм}$, мощностью электродвигателя $34-40 \text{ кВт}$ и весом агрегата 1460 кг .

Для дозирования раствора коагулянта принят насос-дозатор марки НД-2500/10 (2 рабочий и 1 резервный), с мощностью двигателя 3 кВт , отрегулированный на подачу:

$$Q_{\text{дос}} = \frac{Q_{\text{дос}} \cdot H_{\text{д}}}{10000 \cdot B_{\text{дос}} \cdot Y_{\text{дос}}} = \frac{3942 \cdot 56}{10000 \cdot 5 \cdot 1,05} = 4,2 \text{ м}^3/\text{ч} (4200 \text{ л/час})$$

Узел приготовления раствора коагулянта приведен в Графической части.

1.3.2 Узел приготовления и дозирования раствора флокулянта.

В качестве флокулянта принят ПАА, который поступает на станцию в виде геля 8%-ной концентрации в бочках по 150 кг .

Требуемая доза ПАА при вводе его в обрабатываемую воду перед осветителями со слоем взвешенного осадка составит:

Для зимы: $D_{\text{фл}}^{\text{М}} = 0,2 \text{ мг/л}$, $D_{\text{фл}}^{\text{П}} = 0,35 \text{ мг/л}$ (принимаем $0,35 \text{ мг/л}$)

Для весны: $D_{\text{фл}}^{\text{М}} = 0,2 \text{ мг/л}$, $D_{\text{фл}}^{\text{П}} = 0,5 \text{ мг/л}$ (принимаем $0,5 \text{ мг/л}$)

Для лета: $D_{\text{фл}}^{\text{М}} = 0,2 \text{ мг/л}$, $D_{\text{фл}}^{\text{П}} = 0,4 \text{ мг/л}$ (принимаем $0,4 \text{ мг/л}$)

Принимаем наибольшую дозу флокулянта $D_{\text{фл}} = 0,35 \text{ мг/л}$.

Суточный расход товарного флокулянта составит:

$$D_{\text{фл}}^{\text{тов}} = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot D_{\text{фл}} \cdot 100}{C_{\text{фл}} \cdot 1000 \cdot 1000} = \frac{94613 \cdot 0,35 \cdot 100}{8 \cdot 1000 \cdot 1000} = 0,42 \text{ м}^3/\text{сут} (420 \text{ кг/сут})$$

Раствор ПАА готовят в типовой мешалке установке УРП-2 производительностью 600 л/ч 1%-ного раствора, рассчитанной на растворение 1 бочки геля ПАА. Одна мешалка за один цикл растворения обеспечит работу станции в течение $150 : 420 = 1,357$ суток. При этом получают раствор 1%-ной концентрации в количестве:

$$W_{\text{фл}} = \frac{Y_{\text{фл}} \cdot C_{\text{фл}}}{\rho_{\text{фл}} \cdot \gamma_{\text{фл}}} = \frac{0,15 \cdot 8}{1 \cdot 1} = 1,2 \text{ м}^3$$

где $Y_{\text{фл}}$ - количество флокулянта, загружаемое в растворный бак для одного затворения, т; $\rho_{\text{фл}}$ - концентрация раствора флокулянта в растворном баке к концу растворения, %; $\gamma_{\text{фл}}$ - плотность раствора флокулянта в растворных баках, т/м³; $C_{\text{фл}}$ - содержание чистого реагента в техническом продукте, %.

Раствор ПАА готовят на работу станции в течение 1 суток (за 4 цикла затворения).

Потребное количество 1%-ного раствора ПАА на сутки составит:

$$D_{\text{фл}}^{\text{ра}} = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot D_{\text{фл}}}{10000 \cdot \rho_{\text{фл}} \cdot \gamma_{\text{фл}}} = \frac{94613 \cdot 0,35}{10000 \cdot 1 \cdot 1} = 3,31 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$\text{На 1 сутки} - 3,31 \cdot 1 = 3,31 \text{ м}^3.$$

Из мешалки 1%-ный раствор ПАА перекачивается насосом марки 2К-ба в расходные баки, количество которых принято равным 2 с полезной емкостью каждого 2,8 м³, строительными размерами бака в плане 1,5х1,5 м и

высотой m (высота слоя раствора m). 1%-ный раствор находится в расходных баках в течение 1 суток, что соответствует требованиям (не более 15 суток).

Дозирование раствора ПАА принято поплавковым дозатором ПДш-32 с расходом раствора $0,9 \text{ м}^3/\text{ч}$ и массой $4,27 \text{ кг}$.

Необходимая подача 1%-ного раствора ПАА:

$$Q_{\text{доп}} = \frac{Q_{\text{отв}} \cdot M_{\text{отв}}}{10000 \cdot \rho_{\text{отв}} \cdot \gamma_{\text{отв}}} = \frac{3942 \cdot 0,35}{10000 \cdot 1 \cdot 1} = 0,14 \text{ м}^3/\text{ч} (140 \text{ л/с}).$$

Рабочий раствор ПАА с концентрацией 0,1% получают путем разбавления 1%-ного раствора в эжекторе, установленном после дозатора.

На складе необходимо иметь запас флокулянта:

$$Z_{\text{ск}} = P_{\text{отв}}^{\text{нм}} \cdot T_{\text{сп}} = 0,42 \cdot 30 = 12,6 \text{ м} (12600 \text{ кг})$$

или $12600:150=84$ бочек. Бочки размещены на складе в 2 ряда по высоте.

Узел приготовления раствора флокулянта приведен в Графической части.

1.3.3 Узел приготовления и дозирования подщелачивающего раствора.

В качестве подщелачивающего реагента принята известь, которая поступает на станцию автосамосвалами в виде комовой негашеной с содержанием CaO 60%. Необходимая доза извести (по CaO):

Для зимы:

$$M_{\text{из}} = c_{\text{из}} \cdot \left(\frac{M_{\text{из}}}{\phi_{\text{из}}} - M_{\text{из}} + M_{\text{из}} \right) = 28 \cdot \left(\frac{25}{57} - 0,50 + 1 \right) = 26,3 \text{ мг/л}$$

Для весны:

$$M_{\text{из}} = 28 \cdot \left(\frac{56}{57} - 0,44 + 1 \right) = 43,2 \text{ мг/л}$$

Для лета:

$$M_{из} = 28 \cdot \left(\frac{49}{57} - 0,48 - 1 \right) = 38,6 \text{ мг/л.}$$

К расчету принимаем наибольшее значение, т.е. расчет узла производим на дозу извести $M_{из} = 43,2 \text{ мг/л}$.

Суточный расход товарной извести:

$$P_{из}^{тов} = \frac{Q_{сет} \cdot M_{из} \cdot 100}{C_{из} \cdot 1000 \cdot 1000} = \frac{94613 \cdot 43,2 \cdot 100}{60 \cdot 1000 \cdot 1000} = 6,8 \text{ т/сут}$$

Гашение извести и приготовление 15%-ного известкового молока предусмотрено в типовой лопастной известогасилке С-322 производительностью по извести 1 т/ч, работающей периодически. Из известогасилки известковое молоко сливается по лотку в расходные баки, где разбавляется водой до 5%-ной концентрации.

Требуемая емкость расходных баков из расчета работы станция в течение 12 часов составит:

$$W_{бак} = \frac{Q_{изк} \cdot M_{из} \cdot t_p}{10000 \cdot B_{раск} \cdot \gamma_{раск}} = \frac{3942 \cdot 43,2 \cdot 12}{10000 \cdot 5 \cdot 1,04} = 39,3 \text{ м}^3$$

В качестве расходных баков принимаем 3 типовых лопастных мешалки марки МЛ-3х3 (2 рабочую и 1 резервную). Объем бака 19,0 м³, диаметр 3000 мм, высота 3,980 м, частота вращения вала 19 об/мин, мощность электродвигателя 2,8 кВт и масса 533 кг.

Дозирование известкового молока принято насосом-дозатором марки НДИ-2500/10 (2 рабочий и 1 резервный), отрегулированным на подачу:

$$Q_{мл} = \frac{Q_{изк} \cdot M_{из}}{10000 \cdot B_{раск} \cdot \gamma_{раск}} = \frac{3942 \cdot 43,2}{10000 \cdot 5 \cdot 1,04} = 3,3 \text{ м}^3/\text{ч} (3300 \text{ л/ч})$$

На станции запас извести хранится в сухом виде в бункере вместимостью:

$$W_{\text{зак}} = \frac{P_{\text{из}}^{\text{нб}} \cdot T_{\text{зт}}}{\gamma_{\text{н}}} = \frac{0,8 \cdot 30}{1} = 204 \text{ кг}$$

Узел приготовления подщелачивающего раствора приведен в Графической части.

1.3.4 Узел приготовления хлорной воды.

Хлорную воду готовят из жидкого Хлора, который поступает на станцию в контейнерах вместимостью 625 кг хлора с размерами: длина $L_k = 1,6$ м, диаметр $d_k = 0,725$ м.

Доза хлора для первичного обеззараживания воды принята:

Для весны: $D_{\text{хл}} = 7$ мг/л

Для лета: $D_{\text{хл}} = 4$ мг/л

Для зимы: $D_{\text{хл}} = 4$ мг/л

К расчету принимаем $D_{\text{хл}} = 7$ мг/л

Доза хлора для вторичного обеззараживания воды принята $D_{\text{хл}} = 2,5$ мг/л [1, п.6.146].

Расход хлора для первичного обеззараживания составит:

$$\text{- часовый } P_{\text{из}}^{\text{нб}} = \frac{Q_{\text{из}} \cdot D_{\text{зт}}}{1000} = \frac{3658 \cdot 7,28}{1000} = 26,6 \text{ кг/ч};$$

$$\text{- суточный } P_{\text{из}}^{\text{ср}} = P_{\text{из}}^{\text{нб}} \cdot 24 = 26,6 \cdot 24 = 638,4 \text{ кг/сут.}$$

Расход хлора для вторичного обеззараживания составит:

$$\text{- часовый } P_{\text{из}}^{\text{нб}} = \frac{Q_{\text{из}} \cdot D_{\text{зт}}}{1000} = \frac{3942 \cdot 2,5}{1000} = 9,8 \text{ кг/ч};$$

$$\text{- суточный } P_{\text{из}}^{\text{ср}} = P_{\text{из}}^{\text{нб}} \cdot 24 = 9,8 \cdot 24 = 235,2 \text{ кг/сут.}$$

Суммарный расход хлора:

$$\text{- часовый } P_{\text{из}}^{\text{нб}} = 26,6 + 9,8 = 36,4 \text{ кг/ч};$$

$$\text{- суточный } P_{\text{из}}^{\text{ср}} = 638,4 + 235,2 = 873,8 \text{ кг/сут.}$$

Испарение Хлора осуществляется в контейнере, который помещен на платформу весов типа РН=3113 (М) с размерами в плане 1,5×1,5 м для весового контроля за расходом хлора. Съем Хлора при испарении (без подогрева) равен:

$$Q_{\text{хл}} = F_{\pi} \cdot S_{\text{хл}} = \pi \cdot d_{\text{х}}^2 \cdot L_{\text{х}} \cdot S_{\text{хл}} = 3,14 \cdot 0,725^2 \cdot 1,6 \cdot 4 = 14,6 \text{ кг/ч}$$

Для подачи 26,6 кг/ч Хлора достаточно одного контейнера, который обеспечит работу станции в течение $625/873,8 \approx 0,75$ суток.

Для дозирования газообразного Хлора используются вакуумные хлораторы ЛОНИИ-100 производительностью 3,28-20,5 кг/ч Хлора. К установке принимается по 2 рабочему на каждую точку ввода и 1 резервный агрегат. Для измерения расхода Хлора в хлораторах применяется ротаметр РС-5. Хлорную воду получаем путем смешения газообразного Хлора с водой в эжекторе, установленном после хлоратора.

На складе хранится запас жидкого Хлора в размере:

$$Z_{\text{хл}} = H_{\text{хл}}^{\text{с.т.}} \cdot q_{\text{хл}} = 873,8 \cdot 30 = 26214 \text{ кг}$$

Или $26214/625 = 42$ контейнера.

Узел приготовления хлорной воды приведен в Графической части.

1.4 Основные показатели качества воды.

Мутность и прозрачность

Мутность - показатель качества воды, обусловленный присутствием в воде нерастворенных и коллоидных веществ неорганического и органического происхождения. Причиной мутности поверхностных вод являются илы, кремниевая кислота, гидроксиды железа и алюминия, органические коллоиды, микроорганизмы и планктон. В грунтовых водах мутность вызвана преимущественно присутствием нерастворенных минеральных веществ, а при проникании в грунт сточных вод - также и присутствием органических веществ. В России мутность определяют

фотометрическим путем сравнения проб исследуемой воды со стандартными суспензиями. Результат измерений выражают в мг/дм^3 при использовании основной стандартной суспензии каолина или в ЕМ/дм^3 (единицы мутности на дм^3) при использовании основной стандартной суспензии формазина. Последнюю единицу измерения называют также Единица Мутности по Формазину (ЕМФ) или в западной терминологии FTU (Formazine Turbidity Unit).

В последнее время в качестве основной во всем мире утвердилось фотометрическая методика измерения мутности по формазину, что нашло свое отражение в стандарте ISO 7027 (Water quality - Determination of turbidity). Согласно этому стандарту, единицей измерения мутности является FNU (Formazine Nephelometric Unit). Агентство по Охране Окружающей Среды США (U. S. EPA) и Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) используют единицу измерения мутности NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Соотношение между основными единицами измерения мутности следующее: $1 \text{ FTU (ЕМФ)} = 1 \text{ FNU} = 1 \text{ NTU}$.

ВОЗ по показаниям влияния на здоровье мутность не нормирует, однако с точки зрения внешнего вида рекомендует, чтобы мутность была не выше 5 NTU (нефелометрическая единица мутности), а для целей обеззараживания - не более 1 NTU.

Мера прозрачности - высота столба воды, при которой можно наблюдать опускаемую в воду белую пластину определенных размеров (диск Секки) или различать на белой бумаге шрифт определенного размера и типа (шрифт Снеллена). Результаты выражаются в сантиметрах.

Цветность

Цветность - показатель качества воды, обусловленный главным образом присутствием в воде гуминовых и фульфовых кислот, а также соединений железа (Fe_2). Количество этих веществ зависит от геологических

условий в водоносных горизонтах и от количества и размеров торфяников в бассейне исследуемой реки. Так, наибольшую цветность имеют поверхностные воды рек и озер, расположенных в зонах торфяных болот и заболоченных лесов, наименьшую - в степях и степных зонах. Зимой содержание органических веществ в природных водах минимальное, в то время как весной в период половодья и паводков, а также летом в период массового развития водорослей - цветения воды - оно повышается. Подземные воды, как правило, имеют меньшую цветность, чем поверхностные. Таким образом, высокая цветность является тревожащим признаком, свидетельствующим о неблагополучии воды. При этом очень важно выяснить причину цветности, так как методы удаления, например, железа и органических соединений отличаются. Наличие же органики не только ухудшает органолептические свойства воды, приводит к возникновению посторонних запахов, но и вызывает резкое снижение концентрации растворенного в воде кислорода, что может быть критично для ряда процессов водоочистки. Некоторые в принципе безвредные органические соединения, вступая в химические реакции (например, с хлором), способны образовывать очень вредные и опасные для здоровья человека соединения.

Вкус и привкус

Вкус воды определяется растворенными в ней веществами органического и неорганического происхождения и различается по характеру и интенсивности. Различают четыре основных вида вкуса: соленый, кислый, сладкий, горький. Все другие виды вкусовых ощущений называются привкусами (щелочной, металлический, вяжущий и т.п.). Интенсивность вкуса и привкуса определяют при 20°C и оценивают по пятибалльной системе, согласно ГОСТ 3351-74*,

Качественную характеристику оттенков вкусовых ощущений - привкуса - выражают описательно: хлорный, рыбный, горьковатый и так далее. Наиболее распространенный соленый вкус воды чаще всего обусловлен растворенным в воде хлоридом натрия, горький - сульфатом магния, кислый - избытком свободного диоксида углерода и т.д.

Запах

Запах - показатель качества воды, определяемый органолептическим методом с помощью обоняния на основании шкалы силы запаха. На запах воды оказывают влияние состав растворенных веществ, температура, значения pH и целый ряд прочих факторов. Интенсивность запаха воды определяют экспертным путем при 20°C и 60°C и измеряют в баллах, согласно требованиям.

По характеру запахи делят на две группы:

- естественного происхождения (живущие и умершие в воде организмы, затгнивающие растительные остатки и др.)
- искусственного происхождения (примеси промышленных и сельскохозяйственных сточных вод).

Запахи второй группы (искусственного происхождения) называют по определяющим запах веществам: хлорный, бензиновый и т.д.

Водородный показатель (pH)

Водородный показатель (pH) - характеризует концентрацию свободных ионов водорода в воде и выражает степень кислотности или щелочности воды (соотношение в воде ионов H^+ и OH^- - образующихся при диссоциации воды) и количественно определяется концентрацией ионов водорода $pH = -\lg [H^+]$. Если в воде пониженное содержание свободных ионов водорода ($pH > 7$) по сравнению с ионами OH^- , то вода будет иметь щелочную реакцию, а при повышенном содержании ионов H^+ ($pH < 7$) - кислую. В идеальном

чистой дистиллированной воде эти ионы будут уравновешивать друг друга. В таких случаях вода нейтральна и $\text{pH} = 7$. При растворении в воде различных химических веществ этот баланс может быть нарушен, что приводит к изменению уровня pH . Определение pH выполняется колориметрическим или электрометрическим методом. Вода с низкой реакцией pH отличается коррозионностью, вода же с высокой реакцией pH проявляет склонность к вспениванию. В зависимости от уровня pH воды можно условно разделить на несколько групп:

Контроль над уровнем pH особенно важен на всех стадиях водоочистки, так как его «сход» в ту или иную сторону может не только существенно сказаться на запахе, привкусе и внешнем виде воды, но и повлиять на эффективность водоочистных мероприятий. Оптимальная требуемая величина pH варьируется для различных систем водоочистки в соответствии с составом воды, характером материалов, применяемых в системе распределения, а также в зависимости от применяемых методов водообработки.

Обычно уровень pH находится в пределах, при которых он непосредственно не влияет на потребительские качества воды. Так, в речных водах pH обычно находится в пределах 6.5-8.5, в атмосферных осадках 4.6-6.1, в болотах 5.5-6.0, в морских водах 7.9-8.3 Поэтому ВОЗ не предлагает какой-либо рекомендуемой по медицинским показателям величины для pH . Вместе с тем известно, что при низком pH вода обладает высокой коррозионной активностью, а при высоких уровнях ($\text{pH} > 11$) вода приобретает характерную мылкость, неприятный запах, способна вызывать раздражение глаз и кожи. Именно поэтому для питьевой и хозяйственно-бытовой воды оптимальным считается уровень pH в диапазоне от 6 до 9.

Кислотность

Кислотностью называют содержание в воде веществ, способных вступать в реакцию с гидроксид-ионами (OH^-). Кислотность воды определяется эквивалентным количеством гидроксида, необходимого для реакции.

В обычных природных водах кислотность в большинстве случаев зависит только от содержания свободного диоксида углерода. Естественную часть кислотности создают также гуминовые и другие слабые органические кислоты и катионы слабых оснований (ионы аммония, железа, алюминия, органических оснований). В этих случаях pH воды не бывает ниже 4,5.

В загрязненных водоемах может содержаться большое количество сильных кислот или их солей за счет сброса промышленных сточных вод. В этих случаях pH может быть ниже 4,5. Часть общей кислотности, снижающей pH до величин $< 4,5$, называется свободной.

Жесткость

Общая (полная) жесткость - свойство, вызванное присутствием растворенных в воде веществ, в основном - солей кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}), а также других катионов, которые выступают в значительно меньших количествах, таких как ионы: железа, алюминия, марганца (Mn^{2+}) и тяжелых металлов (стронций Sr^{2+} , барий Ba^{2+}).

Но общее содержание в природных водах ионов кальция и магния несравнимо больше содержания всех других перечисленных ионов - и даже их суммы. Поэтому под жесткостью понимают сумму количеств ионов кальция и магния - общая жесткость, складывающаяся из значений карбонатной (временной, устраняемой кипячением) и некарбонатной (постоянной) жесткости. Первая вызвана присутствием в воде гидрокарбонатов кальция и магния, вторая наличием сульфатов, хлоридов, силикатов, цитратов и фосфатов этих металлов.

В России жесткость воды выражают в мг-экв/дм³ или в моль/л.

Карбонатная жесткость (временная) - вызвана присутствием растворенных в воде бикарбонатов, карбонатов и углеводородов кальция и магния. Во время нагревания бикарбонаты кальция и магния частично оседают в растворе в результате обратимых реакций гидролиза.

Некарбонатная жесткость (постоянная) - вызывается присутствием растворенных в воде хлоридов, сульфатов и силикатов кальция (не растворяются и не оседают в растворе во время нагревания воды).

Щелочность

Щелочностью воды называется суммарная концентрация содержащихся в воде анионов слабых кислот и гидроксильных ионов (выражена в ммоль/л), вступающих в реакцию при лабораторных исследованиях с соляной или серной кислотами с образованием хлористых или сернистых солей щелочных и щелочноземельных металлов.

Различают следующие формы щелочности воды: бикарбонатная (гидрокарбонатная), карбонатная, гидратная, фосфатная, силикатная, гуматная - в зависимости от анионов слабых кислот, которыми обуславливается щелочность. Щелочность природных вод, pH которых обычно < 8,35, зависит от присутствия в воде бикарбонатов, карбонатов, иногда и гуматов. Щелочность других форм появляется в процессах обработки воды. Так как в природных водах почти всегда щелочность определяется бикарбонатами, то для таких вод общую щелочность принимают равной карбонатной жесткости.

Железо, марганец

Железо, марганец - в натуральной воде выступают преимущественно в виде углеводородов, сульфатов, хлоридов, гумусовых соединений и иногда фосфатов. Присутствие ионов железа и марганца очень вредит большинству

технологических процессов, особенно в целлюлозной и текстильной промышленности, а также ухудшает органолептические свойства воды.

Кроме того, содержание железа и марганца в воде может вызывать развитие марганцевых бактерий и железобактерий, колонии которых могут быть причиной зарастания водопроводных сетей.

Хлориды

Хлориды - присутствие хлоридов в воде может быть вызвано вымыванием залежей хлоридов или же они могут появиться в воде вследствие присутствия стоков. Чаще всего хлориды в поверхностных водах выступают в виде NaCl , CaCl_2 и MgCl_2 , причем, всегда в виде растворенных соединений.

Соединения азота

Соединения азота (аммиак, нитриты, нитраты) - возникают, главным образом, из белковых соединений, которые попадают в воду вместе со сточными водами. Аммиак, присутствующий в воде, может быть органического или неорганического происхождения. В случае органического происхождения наблюдается повышенная окисляемость.

Нитриты возникают, главным образом, вследствие окисления аммиака в воде, могут также проникать в нее вместе с дождевой водой вследствие редукции нитратов в почве.

Нитраты - это продукт биохимического окисления аммиака и нитритов или же они могут быть выщелочены из почвы.

Сероводород

Сероводород придает воде неприятный запах, приводит к развитию серобактерий и вызывает коррозию. Сероводород, преимущественно присутствующий в подземных водах, может быть минерального,

органического или биологического происхождения, причем в виде растворенного газа или сульфидов.

Они поступают в воду вследствие вымывания осадочных горных пород, выщелачивания почвы и иногда вследствие окисления сульфидов и серы - продуктов распада белка из сточных вод. Большое содержание сульфатов в воде может быть причиной болезней пищеварительного тракта, а также такая вода может вызывать коррозию бетона и железобетонных конструкций.

Двуокись углерода

Двуокись углерода (CO_2) - в зависимости от реакции pH воды может быть в следующих видах:

Сероводород придает воде неприятный запах, приводит к развитию серобактерий и вызывает коррозию. Сероводород, преимущественно присутствующий в подземных водах, может быть минерального, органического или биологического происхождения, причем в виде растворенного газа или сульфидов.

Сульфаты

Сульфаты (SO_4^{2-}) - наряду с хлоридами являются наиболее распространенными видами загрязнения в воде. Они поступают в воду вследствие вымывания осадочных горных пород, выщелачивания почвы и иногда вследствие окисления сульфидов и серы - продуктов распада белка из сточных вод. Большое содержание сульфатов в воде может быть причиной болезней пищеварительного тракта, а также такая вода может вызывать коррозию бетона и железобетонных конструкций.

Двуокись углерода

Двуокись углерода (CO_2) - в зависимости от реакции pH воды может быть в следующих видах:

- pH < 4,0 - в основном, как газ CO_2 ;
- pH = 8,4 - в основном в виде иона бикарбоната HCO_3^- ;
- pH > 10,5 - в основном в виде иона карбоната CO_3^{2-} .

Агрессивная двуокись углерода - это часть свободной двуокиси углерода (CO_2), которая необходима для удержания растворенных в воде углеводородов от разложения. Она очень активна и вызывает коррозию металлов. Кроме того, приводит к растворению карбоната кальция CaCO_3 в строительных растворах или бетоне и поэтому ее необходимо удалять из воды, предназначенной для строительных целей. При оценке агрессивности воды, наряду с агрессивной концентрацией двуокиси углерода, следует также учитывать содержание солей в воде (солесодержание). Вода с одинаковым содержанием агрессивного CO_2 , тем более агрессивна, чем выше ее солесодержание.

Растворенный кислород

Поступление кислорода в водоем происходит путем растворения его при контакте с воздухом (абсорбции), а также в результате фотосинтеза водными растениями. Содержание растворенного кислорода зависит от температуры, атмосферного давления, степени турбулентности воды, минерализации воды и др. В поверхностных водах содержание растворенного кислорода может колебаться от 0 до 14 мг/л. В артезианской воде кислород практически отсутствует.

Относительное содержание кислорода в воде, выраженное в процентах его нормального содержания и называется степенью насыщения кислородом. Этот параметр зависит от температуры воды, атмосферного давления и

уровня минерализации. Вычисляется по формуле: $M = (a \times 0,1308 \times 100) / N \times P$,
где M - степень насыщения воды кислородом, %;

a - концентрация кислорода, мг/дм³;

P - атмосферное давление в данной местности, МПа - нормальная концентрация кислорода при данной температуре и общем давлении 0,101308 МПа, приведенная в следующей таблице:

Окисляемость

Окисляемость - это показатель, характеризующий содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых сильным окислителем.

1.5 Способы очистки сточных вод.

1.5.1 Очистка сточных вод зернистыми фильтрами.

Для механической очистки нефтесодержащих сточных вод после их гравитационного отстаивания применяют напорные и безнапорные (открытые) зернистые фильтры. Первые применяют при очистке сточных вод на нефтепромыслах, когда используется остаточное пластовое давление. Отсутствие контакта сточных вод с атмосферой значительно снижает их коррозионную активность и предотвращает окисление закисных соединений железа. Безнапорные фильтры применяют в различных случаях очистки нефтесодержащих вод на нефтеперерабатывающих, машиностроительных и других предприятиях. В последние годы безнапорные фильтры часто заменяют флотационными установками.

Зернистые загрузки для засыпных фильтров позволяют решать практически все проблемы водоочистки. В зависимости от типа они могут задерживать избыточное железо, соли жесткости, механические примеси, а также органические соединения.

Основными видами зернистых загрузок являются кварцевый песок и гравий, служащие для удаления взвешенных частиц или в качестве

поддерживающего слоя для основной загрузки, ионообменные смолы и их смеси, являющиеся основным фильтрующим слоем в большинстве засыпных фильтров и удаляющие из воды растворенные примеси, активированные угли для удаления хлора, хлорорганических соединений и общего кондиционирования воды.

1.5.2 Электрохимические фильтры

Одним из путей интенсификации метода очистки воды фильтрованием является применение коагулянтов, вводимых перед фильтрацией. В этом случае хлопья коагулянта, образуются не в свободном объеме воды, а на зернах фильтрующего материала (контактная коагуляция). Контактная коагуляция применена для очистки нефтесодержащих вод. В этом случае нефтепродукты собираются хлопьями коагулянта и при регенерации фильтра вместе с ними 15 удаляются из пористой среды. Как показал опыт промышленной эксплуатации контактных фильтров для очистки нефтесодержащих вод при регенерации практически полностью восстанавливается фильтрующая способность. Развитием метода контактной коагуляции является электрохимическая фильтрация. Сущность метода электрохимической фильтрации заключается в следующем. Фильтр (рисунк 1.1) загружают, как минимум, тремя слоями гранулированных материалов. Материалы слоя 3 и 5 должны быть электропроводны, иметь разные значения стандартного потенциала. Материал слоя 3 должен быть электроотрицательным, способен образовывать нерастворимый гидроксид, например, алюминий. Материал слоя 5 должен быть электроположительным. Слой 3 и 5 пространственно разделены слоем 4, состоящим из неэлектропроводного зернистого фильтрующего материала.

При пропускании воды сквозь фильтрующую загрузку возникает электродвижущая сила между слоями 3 и 5 и гальванический ток. Под действием тока растворяется электроотрицательный материал 3, ионы

которого образуют коагулянт на зернах загрузки 4. В слоях 3 и 5 происходят окислительные и восстановительные реакции соответственно, которые существенно влияют на эффект очистки воды при наличии в ней органических загрязнителей. В слое 5 использован активированный уголь, который выполняет, кроме указанных, функцию сорбента.

Важным преимуществом электрохимических фильтров является отсутствие энергозатрат на проведение коагуляции и окислительно-восстановительные процессы, простота аппаратного оформления.

Известно сооружение для электрохимической очистки нефтесодержащих сточных вод, содержащее электрохимический фильтр, который содержит чередующиеся перфорированные диски из электроотрицательных и электроположительных материалов, разделенные минеральным зернистым материалом. В качестве электроотрицательного материала использован магний, а в качестве электроположительного материала - графит.

Известен фильтр для очистки воды, содержащий корпус, разделенный перегородками на последовательно расположенные секции, первая из которых заполнена фильтрующей загрузкой для механической очистки; первый слой гранулированного алюминия, второй слой горелой породы и слой импрегнированного серебром активированного угля.

В технологии очистки вод представлено инновационное техническое решение, такое как электрохимический сорбционный фильтр, эффективность работы которого увеличена за счет генерации электрического тока в теле фильтра. В верхней части сорбционного фильтра расположена сетка из электроотрицательного металла, а в средней части - сетка из электроположительного металла. В качестве сорбента используется активированный уголь АГ-3.

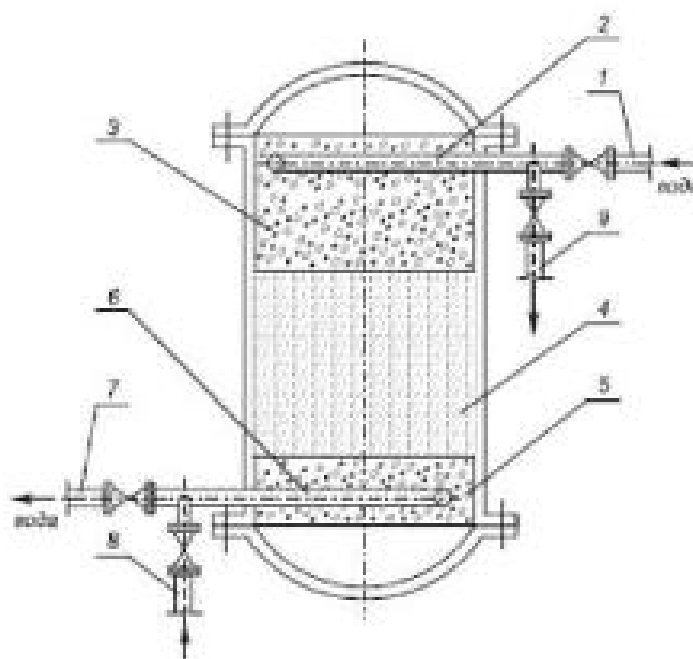


Рисунок 1.1 – Электрохимический фильтр: 1 – подача исходной воды; 2 – распределительная система; 3 – гранулированный алюминий; 4 – фильтрующий зернистый материал; 5 – активированный уголь; 6 – сборная система; 7 – отвод очищенной воды; 8 – подача промывочной воды; 9 – отвод промывочной воды

Известен другой способ. Дочистку нефтесодержащих сточных вод осуществляют в электрохимическом фильтре путем пропускания воды сверху вниз сквозь смесь гранул алюминия и железа в соотношении по массе 30:70 - 70:30%, минеральный зернистый фильтрующий материал и углеродсодержащий материал с соотношением высот их слоев 1:(7...10):(1...2). В качестве материала для изготовления электродов используется анодная масса, состоящая из нефтяного пека и нефтяного кокса.

Экспериментально установлено, что при увеличении скорости фильтрования до 20 м/ч электрохимические фильтры дают больший эффект очистки воды по сравнению со скорыми фильтрами.

Электрохимический фильтр использован в технологической схеме очистки подтоварных и ливневых вод линейных перекачивающе-дожимных станций в системе транспорта нефти и газа.

1.5.3 Электролизеры и электрокоагуляторы.

Электрохимические фильтры для очистки сточных вод, в которых анод не подвергается электролитическому растворению, называют электролизерами, с растворимым анодом - электрокоагуляторы.

Электрокоагуляторы предназначены для генерирования катионов металла (чаще всего алюминия и железа). В результате объемных процессов в межэлектродном пространстве формируются хлопья гидроксидов металлов, для удаления которых необходим блок последующей очистки (флотатор, отстойник, фильтр большой грязеемкости). Существуют определенно сложившиеся схемы конструктивного оформления электрокоагуляторов (рисунок 1.2).

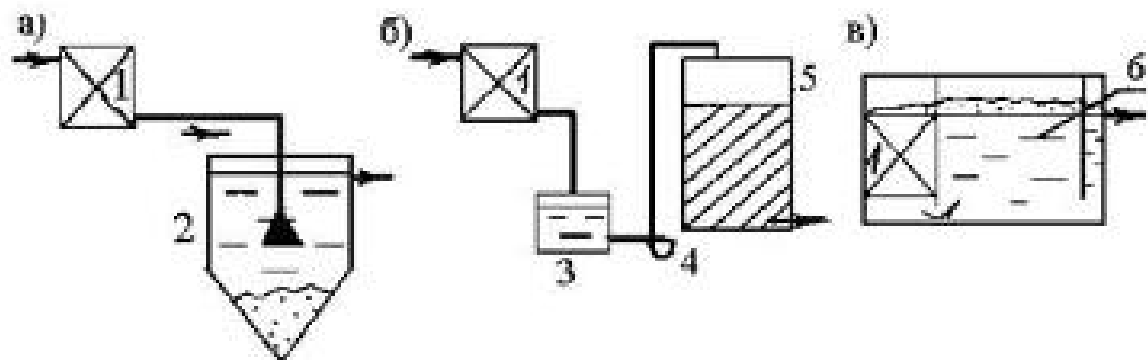


Рисунок 1.2 - Схемы электрокоагуляционных установок:

- а) с последующим отстаиванием; б) с последующим фильтрованием;
 в) с последующей флотацией

1 – электродная камера; 2 – отстойник; 3 – промежуточный бак;
 4 – насос; 5 – фильтр; 6 – флотационная камера

Образование катионов является результатом электрохимического растворения металлических анодов. Таким образом, в результате

поступления в воду требуемого количества катионов железа или алюминия возникает та же ситуация, что и при обработке воды коагулянтами: солями железа или алюминия. Появление в воде многовалентных катионов понижает устойчивость отрицательно заряженных коллоидов, так как уменьшается толщина диффузионного слоя коллоидальной частицы и понижается потенциал.

В электрическом поле создаются особенно благоприятные условия для коагуляции, чему способствует дополнительно возникающая сила диполь-дипольного воздействия, уменьшающего ДЭС и поляризующего частицы.

Второй этап коагуляции сводится к химическому процессу образования нерастворимых гидроксидов металлов, их кристаллизации с последующим формированием хлопьев, способных флокулировать грубодисперсные примеси воды.

Процесс хлопьеобразования в электрокоагуляторах протекает значительно интенсивнее, чем в камерах хлопьеобразования при реагентной коагуляции, что объясняется положительным влиянием электрофореза на взаимное укрупнение зародышей частиц гидроксидов и перемешиванием воды выделяющимися на катодах пузырьками водорода.

Благоприятные условия электрокоагуляции позволяют уменьшить дозы металла, необходимые для очистки, по сравнению с дозами при реагентной коагуляции на 10–20 % и более.

Помимо использования электрокоагуляции для дестабилизации коллоидов и флокуляции грубодисперсных примесей, метод применим в схемах очистки воды от ионов тяжелых металлов. Это становится возможным в результате такого повышения pH воды при электролизе, когда металлы переходят в состояние нерастворимых гидроксидов и осаждаются совместно с гидроксидами железа.

Устройство для электрохимической очистки сточных вод от взвешенных веществ, нефтепродуктов, тяжелых металлов, органических

соединений, содержит электрокоагулятор с электродной системой, осветлитель, соединенный с фильтром, трубопровод подачи сточных вод в электрокоагулятор и трубопровод отвода чистой воды из фильтра. Устройство также снабжено распределительно-турбулизирующей насадкой, нижняя часть которой размещена под уровнем воды в электрокоагуляторе над электродной системой, а верхняя часть насадки соединена с трубопроводом подачи сточных вод в электрокоагулятор. Известны электрокоагуляторы с засыпным анодом. Несмотря на некоторые преимущества (большая поверхность, низкая стоимость), засыпные электроды применяются редко, они засоряются гидрооксидами металлов и плохо регенерируются.

Широкое распространение поверхностно-активные вещества (ПАВ) находят в промышленности и в быту в качестве моющих средств. Синтетические ПАВ (детергенты) содержат 15-30% поверхностно-активных веществ, большое количество полифосфатов, отбеливающих и пахучих веществ. Детергенты, попадая со сточными водами в водные объекты, вызывают вспенивание, ухудшают органолептические свойства воды, нарушают процессы обмена кислорода, токсически действуют на фауну. ПАВ, попадая на очистные сооружения, оказывают тормозящее влияние на процессы очистки. Эффект осаждения сточных вод, загрязненных ПАВ, уменьшается на 7-10%, наблюдается нарушение работы биофильтров при концентрации ПАВ свыше 15 мг/л, а содержащие ПАВ более 5-10-21 мг/л оказываются токсичными для активного ила аэротенков. При ображивании осадков, содержащих ПАВ, в метантенках уменьшается выход метана, что объясняется понижением степени распада органических веществ.

Одним из способов очистки промышленных стоков от нефтепродуктов и поверхностно-активных веществ является способ, при котором сточные воды подвергают электрокоагуляции под вакуумом, после чего проводят операцию сепарации воды в ИК-спектре с удельной мощностью нагрева 0,1-

10,0 кВт/м³ при давлении 2-70 кПа. Важным шагом в развитии электрокоагуляции является гальванокоагуляция. Рабочую зону аппарата загружают смесью частиц алюминия 20...70% и меди 80...30%. При контакте разнородных частиц образуется короткозамкнутый гальванический элемент, в котором происходит растворение более электроотрицательного металла, т.е. алюминия. При этом образуется коллоидная гидроксид, которая является основным водоочистным средством. Незначительные расстояния между частицами способствуют повышению плотности тока, что наряду с развитой поверхностью частиц способствует интенсификации растворения металла.

1.5.4 Магнитные и электромагнитные фильтры.

Электромагнитные фильтры предназначены для очистки или глубокой очистки сточных вод от механических загрязнений, содержащих более 25 % ферромагнитных примесей, с исходной концентрацией твердых частиц до 200 мг/л и масел до 50 мг/л. Они могут быть оснащены постоянным магнитом или электромагнитом. Принцип их действия заключается в генерировании сильного магнитного поля, разрушающего связи между молекулами воды и частицами примесей. Электромагнитные фильтры применяются прежде всего в производстве, где возможно образование железосодержащих примесей, источниками которых могут быть непрерывная и прогрессирующая во времени коррозия и износ элементов оборудования. Такие фильтры могут применяться в системах производственного водоснабжения металлургических, горно-обогатительных, металлообрабатывающих предприятий, на электростанциях для очистки охлаждающей и многократно используемой воды, а также конденсата от продуктов коррозии. При прохождении сточных вод ламинарным потоком через магнитное поле ферромагнитные частицы размером 0,5-1,0 мкм намагничиваются и образуют агломераты размером до 50 мкм, которые

удаляются фильтрованием, либо осаждаются под действием гравитационного поля. Направление потока жидкости должно совпадать с направлением магнитного поля, т.к. при этом создаются наиболее благоприятные условия осаждения.

Достоинством электромагнитных фильтров является возможность удаления с их помощью продуктов коррозии из потока воды высокой температурой (вплоть до 350 °С) и давлением, что особенно важно для нефтехимических производств.

1.5.5 Флотаторы.

Флотация – эффективный способ очистки воды от органики и твердых включений. Метод флотация основан на различной смачиваемости частиц смеси гидрофобных (не смачиваемых) и гидрофильных (смачиваемых) веществ.

Практически применяется пенно-флотационный процесс, заключающийся в том, что через жидкость с флотируемым веществом снизу продувается воздух.

Пузырьки воздуха адсорбируют на своей поверхности частицы извлекаемого (гидрофобного) вещества и выносят их на поверхность воды [43]. Значительное распространение флотация получила применительно к очистке сточных вод, в частности содержащих ПАВ, нефть, нефтепродукты, волокнистые материалы, т.е. для удаления коллоидных частиц. Устройство для очистки сточных вод от жиров, масел, нефтепродуктов и взвешенных веществ включает корпус с крышкой и наклонным днищем, конической перегородкой, образующей камеру разделения, камеру сбора легких фракций с нагревателем, узлы подвода водовоздушной смеси, отвода очищенной воды и продуктов очистки. К достоинствам флотации относится возможность очистки стоков от примесей при весьма низких их концентрациях, простое аппаратное оформление, малые производственные площади, занимаемые

установками, небольшие объемы достаточно концентрированных осадков, высокая экономичность.

Напорная флотация получила наиболее широкое распространение и используется при концентрации загрязнений до 4-5 г/л и более. При этом способе сточные воды насосом закачивают в напорный бак (сатуратор), в который под давлением 0,3-0,5 МПа подают воздух. Продолжительность пребывания сточных вод в сатураторе составляет 1-3 мин. Вода из сатуратора поступает во флотокамеру, в которой выделяющиеся из раствора пузырьки воздуха всплывают и вместе с частицами взвешенных веществ. Всплывающая масса непрерывно сгребается в песосборники.

Флотационные установки особенно распространены в бумажной и целлюлозной промышленности для регенерации тонких волокон из сточных вод, прошедших сита.

Электрохимическая флотация – физико-химический метод очистки воды от нерастворимых (дисперсных) веществ, основанный на проведении электролиза воды на нерастворимых электродах и флотационном эффекте.

Перспективность электрофлотации связана с образованием высокодисперсных пузырьков газа при электролизе воды, что позволяет извлекать гидрофильные частицы без применения реагентов – собирателей. Крупность пузырьков, выделяющихся в результате электролиза, зависит от условий их получения и составляет 15...200 мкм, т.е. размеры практически не отличаются от размеров пузырьков, выделяющихся из пересыщенной жидкости.

Существенным преимуществом электрофлотации перед напорной флотацией является возможность неограниченного насыщения очищаемой жидкости пузырьками, а также простота осуществления процесса газонасыщения, что допускает (в отличие от напорной флотации) частые перерывы в этом процессе.

Более того, возможность чередования периодов газонасыщения и пауз позволяет интенсифицировать флотационное извлечение примесей в условиях усиленного насыщения воды пузырьками газа в результате их импульсной подачи в жидкость.

1.5.6 Коалесцирующие фильтры.

Под коалесценцией понимают слияние частиц дисперсной фазы, например, нефтепродуктов, с полной ликвидацией первоначальной разделяющей частицы межфазной поверхности. Это приводит к изменению фазово-дисперсного состояния и укрупнению капель исходной эмульсии. Система становится кинетически неустойчивой и быстро расслаивается.

Наибольшее применение в практике разделения эмульсий метод коалесценции нашел в нефтяной промышленности.

Конструктивно коалесцирующие фильтры практически всегда объединяются с отстойниками или в отстойники встраиваются коалесцирующие элементы (насадки).

Изобретение относится к нефтеводным фильтрующим сепараторам и предназначено для очистки нефтесодержащих вод промышленных предприятий, очистных станций, а также судовых льяльных (подсланевых) и балластных вод.

Используется фильтрующий гранулированный наполнитель в виде термически закаленных шариков, выполненных из металла, стекла, керамики или полимера.

Устройство включает зону отстаивания, тонкослойный отстойник, фильтр с плавающей загрузкой, сорбционный фильтр с активированным углем. Зона отстаивания снабжена контейнером для удаления нефтепродукта, распределителем потока. В нижней части полупогружной пластины установлен коалесцентный фильтр из гофрированных ячеек, выполненных из олеофильного материала. Зона коалесценции отделена от тонкослойного

отстойника дополнительной наклонной полупогружной пластиной. В зоне коалесценции установлен лоток для сбора пленки нефтепродукта, которая удаляется из лотка в зону отстаивания насосом. После тонкослойного блока установлены двухуровневые цилиндрические механические фильтры с большой рабочей поверхностью из олеофильного сорбционного материала (например сипрона, метасорба). Слив очищенной воды из сорбционного фильтра с активированным углем происходит из верхней части.

Технический результат состоит в увеличении степени очистки сточных вод от нефтепродуктов и взвешенных веществ.

Фильтр состоит из пористого материала, закрепленного между опорными перфорированными элементами и крышками. Каналы просечек от торцов патрона направлены в разные стороны, при этом каналы, ориентированные открытой частью навстречу очищаемому потоку, расположены около входа потока.

Выходление наружного опорного элемента из просечно-вытяжного листа с расположением кромок просечек в направлении образующей позволяет увеличить продольную жесткость фильтр-коалесцирующего патрона, повысить его эффективность, снизить гидравлическое сопротивление и материалоемкость.

Коалесцирующий патрон относится к конструкциям фильтр-патронов, предназначенных для очистки от мелкодисперсных капель жидкости, их сепарации и фильтрации. Коалесцирующий патрон содержит каркас с коалесцирующим материалом и закрепленные на нем гибкие дренажные элементы, выполненные из пористого жгута со свободным объемом больше свободного объема (фильтрующего) материала.

1.5.7 Каталитические фильтры.

Каталитические фильтры применяют для очистки сточных вод от органических веществ. В качестве загрузки каталитических фильтров

используются отходы горно-обогатительных комбинатов, которые имеют многокомпонентный состав и содержат большое количество активных элементов, которые являются катализаторами процесса очистки воды от органических веществ.

Адсорбент-катализатор является одновременно фильтрующим материалом и катализатором. Действие его как фильтрующего материала заключается в следующем. Взвешенные и коллоидные частицы, присутствующие в воде, имеют некоторый заряд, который компенсируется противоположными в диффузном слое.

Когда заряды поверхности катализатора и взвешенных частиц противоположны, частицы притягиваются к поверхности и задерживаются на ней.

Установка с каталитическим фильтром требует предварительной аэрации воды, кислорода, растворенного в воде, не хватает для полноценного прохождения реакции окисления.

На рисунке 1.3 представлен фильтр для каталитической очистки природных и сточных вод от органических загрязнений. Фильтр может применяться в системе коммунального водоснабжения, а также для очистки производственных сточных вод. Фильтр представляет собой емкость с системой подачи и отвода обрабатываемой воды, содержащий поддерживающий слой и фильтрующую загрузку, выполненную из металлокомплексного катализатора. В поддерживающем слое расположена система аэрации в виде перфорированных труб. Катализатор содержит 40-50% мас. хвостов хвостохранилища горно-обогатительного комбината или 30-40% мас. бурового шлама, 1-5% масс. древесных опилок, остальное бентонит. Катализатор изготовлен в виде сферических частиц диаметром 3-10 мм.

Любая природная вода содержит растворенные органические вещества природного или техногенного происхождения, концентрация которых

определяется показателями перманганатной или бихроматной окисляемости. Перманганатная окисляемость питьевой воды не должна превышать 5 мг/л.

Концентрация растворенных органических веществ в сточных водах определяется показателями БПК (биологическое потребление кислорода) и ХПК (химическое потребление кислорода), которые нормируются в очищенных сточных водах, сбрасываемых в водные объекты. Показатель ХПК всегда выше БПК, что указывает на содержание в сточных водах трудноокисляемых органических веществ, как правило, техногенного происхождения. Содержание трудноокисляемых органических веществ всегда вызывает технологические проблемы по их извлечению.

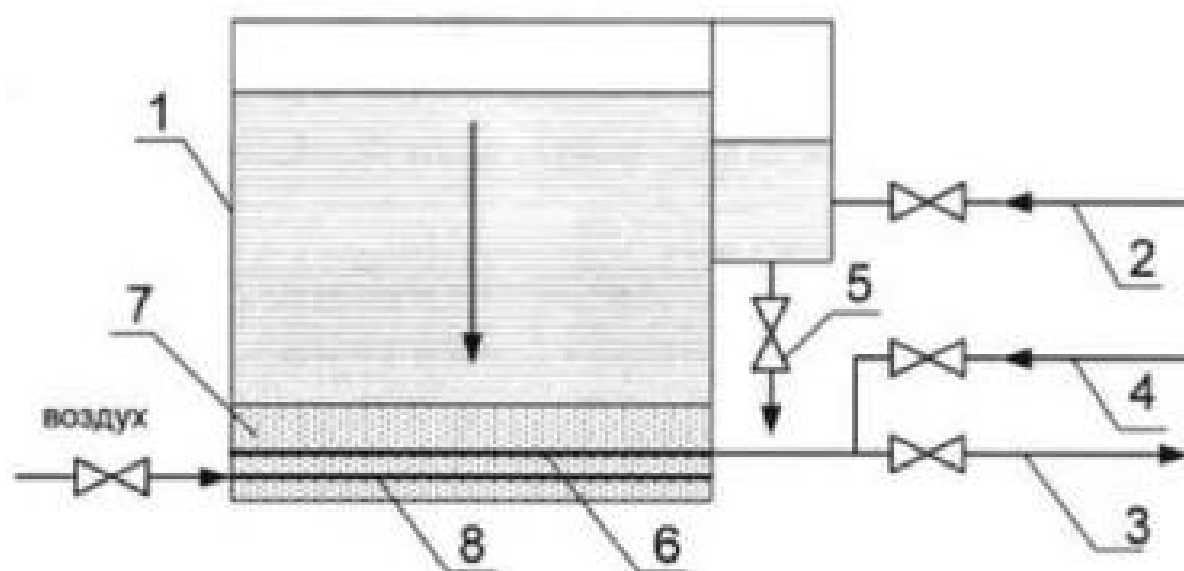


Рисунок 1.3 Фильтр для каталитической очистки природных и сточных вод от органических загрязнений

1 – корпус фильтра; 2 – патрубок подвода воды; 3 – патрубок отвода воды;
4 – патрубок подвода промывной воды; 5 – патрубок отвода промывной
воды; 6 – дренажная система; 7 – поддерживающий слой; 8 – система
аэрации; 9 – желоб для сбора промывной воды; 10 – фильтрующая загрузка

Очищаемая вода (рисунок 1.3) подается в фильтр через патрубок 2 подвода воды, фильтруется в каталитической загрузке 10 в направлении сверху вниз. С помощью системы 8 аэрации встречно воде подается воздух, кислород которого является окислителем. Однако, барботаж воды, содержащей растворенные органические вещества, воздухом не приводит к очистке воды. Окислительная мощность кислорода существенно увеличивается на границе раздела воды, воздуха и твердого катализатора. В качестве катализатора может быть использован гранулированный материал, полученный из отходов производства горно-обогатительного комбината (отвалы хвостов) или нефтедобычи (буровых шлам). Окисление органических веществ происходит до образования углекислого газа и воды.

1.5.8 Сорбционные фильтры.

Сорбционные фильтры применяются для глубокой очистки воды системы замкнутого водоснабжения и очистки сточных вод от органических веществ, в том числе биологически жестких. Процесс сорбции на активированных углях является одним из наиболее эффективных методов тонкой очистки сточных вод от растворимых органических загрязнений.

Сорбция – это процесс поглощения вещества из окружающей среды твердым телом или жидкостью. Поглощающее тело называется сорбентом, поглощаемое – сорбатом. Различают поглощение вещества всей массой жидкого сорбента (абсорбция) и поверхностным слоем твердого или жидкого сорбента (адсорбция).

Сорбция, сопровождаемая химическим взаимодействием сорбента с поглощаемым веществом, называется хемосорбцией.

Существует два вида сорбции: статическая – молекулы вещества не перемещаются относительно сорбента; динамическая – жидкость фильтруется сквозь сорбент.

Различают статическую и динамическую активность сорбента.

Динамическая активность составляет 45-90% статической.

Статической активностью называют максимальное количество вещества, поглощаемого единицей объема сорбента к моменту достижения равновесной адсорбции.

Динамической активностью называют максимальное количество вещества, поглощенного единицей объема сорбента до момента появления сорбата в фильтрате.

Динамическая активность, кроме факторов, влияющих на статическую активность (концентрация и температура), зависит от высоты слоя, диаметра зерен и скорости потока.

Сорбция представляет собой один из наиболее эффективных методов глубокой очистки от растворенных органических веществ сточных вод предприятий нефтехимической промышленности.

Наиболее распространенными загрузками сорбционных фильтров являются различные природные и синтетические пористые материалы: активированные угли, силикагели, алюмосиликаты, керамзиты и пр. При адсорбции из жидких сред используют преимущественно гранулированные и порошкообразные активированные угли. Эффективность сорбента характеризуется сорбционной емкостью - количеством поглощаемого вещества на единицу массы (объема) сорбента (г/г, г/л).

В настоящее время широко распространены природные сорбенты из породообразующих минералов, такие как глинистые породы, цеолиты и др. Такие природные сорбенты из минералов обладают довольно высокой сорбционной емкостью, катионообменными и избирательными свойствами, относительной дешевизной и доступностью, чем обусловлено их широкое применение.

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Объект исследования.

Нефть и нефтепродукты на современном этапе являются основными загрязнителями внутренних водных объектов, вод и морей Мирового океана.

Попавши в водные объекты, они создают разные формы загрязнения: плавающую на воде нефтяную пленку, растворенные или эмульгированные в воде нефтепродукты, осевшие на дно тяжелые фракции и т. д. При этом изменяется запах, вкус, окраска, поверхностное натяжение, вязкость воды, уменьшается количество кислорода, появляются вредные органические вещества, вода приобретает токсические свойства и представляет угрозу не только для человека. Всего 12 г нефти делают непригодной для употребления тонну воды.

Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность являются одними из крупнейших загрязнителей окружающей среды. Предприятия данной отрасли оказывают негативное влияние на экологическую обстановку во многих регионах России, загрязняя атмосферный воздух, водные объекты, почву. По объемам сброса сточных вод эти предприятия являются крупнейшими источниками загрязнения водных объектов.

На долю предприятий топливно-энергетического, химического и нефтехимического комплексов по Республике Татарстан приходится более 57% от общего объема сброса сточных вод в поверхностные водные объекты.

Около 88% от общей массы загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты со сточными водами, приходится на долю предприятий химической и нефтехимической отрасли. Доля отраслей экономики в сбросе загрязняющих веществ в поверхностные воды Республики Татарстан в 2018 году представлена на рисунке 2.1

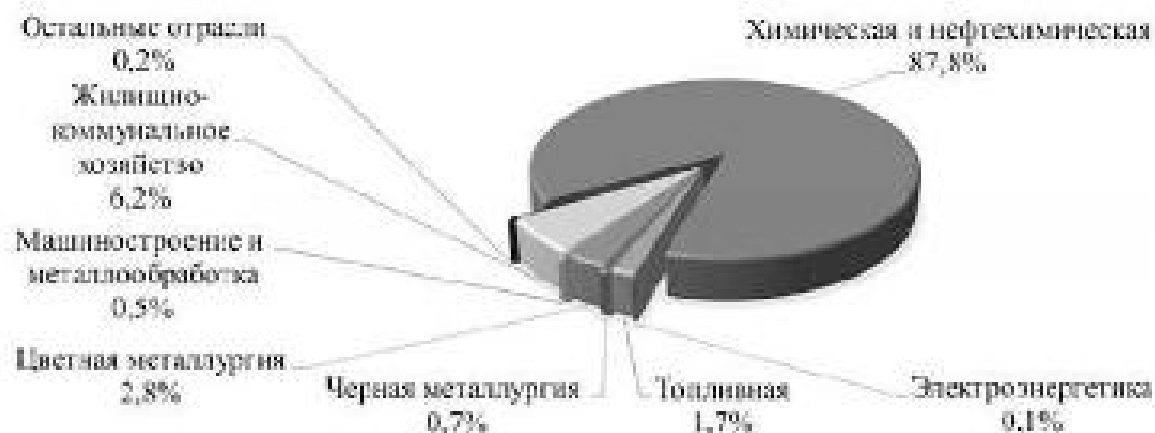


Рисунок 2.1 – Доля отраслей экономики в сбросе загрязняющих веществ в поверхностные воды Республики Татарстан в 2018 году

Химическая и нефтехимическая отрасль характеризуется большими объемами и высокой токсичностью отходов. Выбросы предприятий отрасли отличаются наличием в их составе токсичных веществ: аммиака, диоксида серы, оксида азота, оксида углерода, бензина, серной кислоты, сероводорода, толуола, ксилола, формальдегида, дихлорэтана, этилацетата и др. Предприятия отрасли являются самыми крупными загрязнителями водных объектов. Сброс сточных вод в водные объекты предприятиями отрасли по республике в 2016 году составил 88,2 млн. м³ (17,9% от общего объема по республике), из них сброс нормативно чистых (без очистки) сточных вод составил 20,8 млн м³, загрязненных сточных вод – 65,58 млн м³ (21,1% от общего объема загрязненных сточных вод по республике). Масса загрязняющих веществ, сброшенных в поверхностные водные объекты со сточными водами предприятий отрасли, составила 875,22 тыс. т (87,8% от общей массы сброса по республике).

Со сточными водами нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий поступают в поверхностные водные объекты нефтепродукты, взвешенные вещества, соли, органические соединения, фенолы, аммонийный азот и другие загрязняющие вещества.

В сточных водах нефтепродукты по дисперсному составу могут быть в свободном, эмульгированном и растворенном состоянии.

В основной массе нефтепродукты в стоках находятся в свободном (грубодисперсном) состоянии, образуя плавающую пленку или слой. Меньшая часть может оказаться в тонкодисперсном состоянии, образуя эмульсию «нефть в воде».

Устойчивость эмульсии обусловлена поверхностным натяжением, кинетической устойчивостью частиц, небольшой их концентрацией. Стабилизаторами эмульсии могут быть механические примеси, покрывающие капельки нефти.

Нефтезагрязнения сточных вод влияют не только на поверхностные воды водных объектов. С поверхности земли, при непосредственной инфильтрации сточных вод, нефтепродукты могут поступать и в водоносный слой подземных вод, ухудшая их состав и физические свойства. В связи с этим в подземных водах обнаруживаются ароматические углеводороды, нефтепродукты, фенолы и другие токсины. При реализации процесса поддержания пластового давления в нефтедобыче происходит сб загрязнение природных вод за счет нагнетания в пласт сточных вод, содержащих эмульгированную нефть, тяжелые металлы, взвешенные вещества, реагенты, токсичные вещества, микроорганизмы и др. При длительной эксплуатации нефтяных месторождений эти загрязняющие вещества попадают в пресные воды, являющиеся потенциальными источниками питьевого водоснабжения, ухудшая качество воды.

В. С. Яковлев подчеркивает, что борьба с нефтяными загрязнениями, попавшими в водоносный слой, является сложной и дорогостоящей задачей, практически часто труднореализуемой. При значительном накоплении в пласте загрязняющих веществ и малой их десорбируемости, а также при низких фильтрационных свойствах пород для полного извлечения загрязнений из пород и подземных вод нужны десятки лет. Грунтовые воды,

не имеющие водоупорной кровли, менее защищены, чем глубокие подземные воды и воспринимают основную часть загрязнений, поступающих с поверхности. В горизонты грунтовых вод поверхностные стоки обычно проникают за сравнительно короткое время, не превышающее десятков суток или нескольких месяцев, а процессы самоочищения, аналогичные протекающим в поверхностных водах с помощью кислорода, света, микроорганизмов, повышенной температуры, имеют иной характер, заключающийся, в основном, в сорбции токсиканта и физико-химическом взаимодействии его с вмещающей породой.

Для охраны поверхностных и подземных вод необходим комплекс мер, включающий не только снижение на предприятиях используемого водопотока, но и применение эффективных способов очистки стоков, сопровождаемое необходимым контролем состава сбрасываемых стоков, как это рекомендует ВОЗ [55], несмотря на то, что контролируемые стандарты на выпуски в водные объекты довольно трудно установить из-за многих источников загрязнения водных объектов и особенностей разбавления стоков в них.

Качественная характеристика производственных сточных вод важна для выбора метода их очистки, контроля эксплуатации очистных сооружений и сбросом сточных вод, а также для решения вопросов о возможности повторного использования стоков, извлечения и утилизации веществ, загрязняющих воду.

2.2 Анализ проводимой реконструкции очистных сооружений компании ПАО «Нижнекамскнефтехим».

ПАО «Нижнекамскнефтехим» ведет подготовительную работу к началу масштабной двухэтапной реконструкции биологических очистных сооружений (БОС), действующих с 1966 года.

На момент строительства предприятия в 60-х годах XX века, в соответствии с действовавшими на тот период нормами, была применена схема двухступенчатого осветления воды с горизонтальными отстойниками и скорыми фильтрами (приведена на чертеже №2 графической части).

Подготовка питьевой воды по этой схеме состоит из следующих этапов:

- Предварительное хлорирование – вода от потребителя подается в контактные камеры, где происходит контакт с Хлором. Применяют для обеззараживания воды, в случае больших значений показателя ОМЧ, а так же для окисления железа.

- Коагулирование – вода от контактных камер поступает в смеситель, где происходит ее смешение с коагулянтom и подщелачивающим раствором. Для интенсификации процесса коагуляции, из-за низкой щелочности природной воды, применяется подщелачивание.

- Осветление – состоит из двух ступеней. Первая ступень: из смесителя вода поступает в горизонтальный отстойник со встроенными камерами хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка.

Вторая ступень: из горизонтального отстойника вода поступает на скорые фильтры. На данном этапе снижается мутность (до 1,5 мг/л) и цветность воды, обусловленная коллоидными примесями.

- Вторичное хлорирование – хлорная вода вводится непосредственно в трубопровод между фильтрами и резервуаром чистой воды, для окончательного обеззараживания.

- Фторирование в данной схеме не применяется; предполагается использование населением фторсодержащих паст для предотвращения заболевания кариесом.

Осадок из отстойников, а также вода после промывки фильтров направляется на иловые площадки, расположенные за территорией станции водоподготовки.

На станции принята обработка промывных вод по оборотной схеме. Так же на станции запроектирован обводной трубопровод.

На территории станции водоподготовки располагаются следующие сооружения и вспомогательные объекты:

- контактные камеры, вихревые смесители, камеры хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка, горизонтальные отстойники расположены в одном здании – блоке основных сооружений; скорые фильтры расположены в отдельно стоящем здании, рядом с блоком основных сооружений;
- узлы приготовления реагентов и их склады скомпонованы в реагентный корпус;
- узел приготовления хлорной воды располагается в отдельно стоящем здании – хлораторная, в пониженном месте;
- административно-бытовое двух этажное здание с химической и бактериологической лабораториями, диспетчерским пуштом, мастерскими для текущего ремонта мелкого оборудования и приборов, гардеробными, душевыми и другими вспомогательными помещениями;
- заглубленные закрытые резервуары чистой воды;
- котельная для теплоснабжения зданий и сооружений станции водоподготовки;
- насосная станция 2-го подъема для подачи воды потребителю;
- песколовка и резервуар-усреднитель промывных вод скомпонованы в отдельном закрытом здании.
- проходная, трансформаторная, выгреб, песковые площадки.

В 2015 году было принято решение о двухэтапной реконструкции системы водочистки.

В настоящее время на БОС работает уфимская пилотная установка, на которой проводятся опытно-промышленные испытания очистки сточных вод. На основе полученных данных будет разработана технология для внедрения на очистных сооружениях.

На первом этапе реконструкция БОС, к которому компания приступила в 2016 году, запланированы модернизация узла механической очистки со сбором и очисткой газовых выбросов, замена прежней схемы биологической очистки на более глубокую двухступенчатую, а также внедрение современной технологии доочистки стоков на фильтрах. На территории в 70 га запланировано строительство новых зданий, сооружений и трубопроводов.

Второй этап предусматривает ввод нового 12-километрового химзагрязненного коллектора (ХЗК-3), узла обезвреживания избыточного ила и выполнение ряда других важных мероприятий.

В результате реконструкции улучшится качество очищенных стоков, сбрасываемых в реку Каму и атмосферного воздуха в близлежащих населенных пунктах и жилых районах города. Масса нефтепродуктов в сбросах сократится более чем в 2 раза.

Общий объем стоков, который смогут очищать БОС после модернизации, составит до 84 тыс. м³ в сутки, что является беспрецедентным показателем для промышленного предприятия с точки зрения масштаба очистки и повторного использования сточных вод.

Метод биологической очистки основан на способности некоторых видов микроорганизмов в определенных условиях использовать загрязняющие вещества в качестве своего питания. Множество микроорганизмов, составляющих активный ил биологического очистного сооружения, находясь в сточной жидкости, поглощает загрязняющие вещества внутрь клетки, где они под воздействием ферментов подвергаются биохимическим превращениям. При этом органические и некоторые виды неорганических загрязняющих веществ используются бактериальной клеткой в двух направлениях. Биологическое окисление в присутствии кислорода до безвредных продуктов углекислого газа и воды. Выделяющаяся при этом энергия используется клеткой для обеспечения своей жизнедеятельности (движение, дыхание, размножение и т. п.).

Однако, как показывают исследования, не все показатели содержания загрязняющих веществ соответствуют допустимым нормам по сбросу в водные объекты. Исследования технологии мембранного биореактора (МБР) в полупроизводственных условиях были произведены на установке производства GE (рисунок 2.2). В установке была использована мембранная кассета ZeeWeed 500с с полуволокнистыми погружными мембранами, идентичная используемым в производственных условиях. Общая площадь мембран – 510,4 м², объем иловой смеси в связи с колебаниями уровня изменялся от 54 до 69 м³. Номинальная производительность установки – 10 м³/ч, подача циркуляционного насоса – 45 м³/ч.

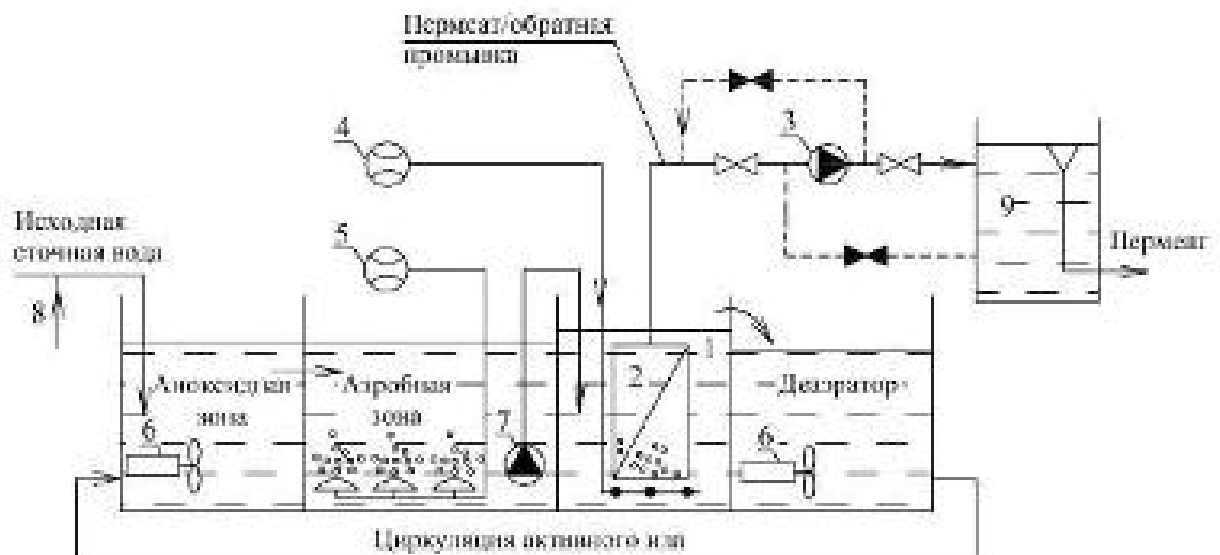


Рисунок 2.2 – Принципиальная схема МБР.

1 – мембранный бак; 2 – мембранная кассета; 3 – насос пермеата/обратной промывки; 4 – воздуходувка мембранного блока; 5 – воздуходувка биореактора; 6 – мембранка; 7 – насос рециркуляции иловой смеси; 8 – ввод этанола; 9 – бак обратной промывки.

Исследования по очистке сточных вод Новокуйбышевского НПЗ в МБР были проведены при средней продолжительности очистки в аноксидной зоне 5,7 ч, в аэробной зоне 6,8 ч.

Извлечения тяжелых металлов в МБР не происходит, т.к. биологическая очистка предполагает деградацию лишь органической составляющей сточных вод. Содержание нефтепродуктов в пермеате также не достигает ПДК для водных объектов рыбохозяйственного назначения (ПДК_{рх}) – 0,05 мг/л (приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20), и превышает ее более чем в 13 раз.

2.3 Технологическая схема сооружений доочистки сточных вод предприятий нефтехимического комплекса электрохимическими методами.

Для решения проблемы доочистки нефтесодержащих сточных вод и доведения концентраций загрязняющих веществ до экологически безопасного уровня разработана технологическая схема доочистки промышленных сточных вод предприятий нефтехимического комплекса, представленная на рисунке 2.3

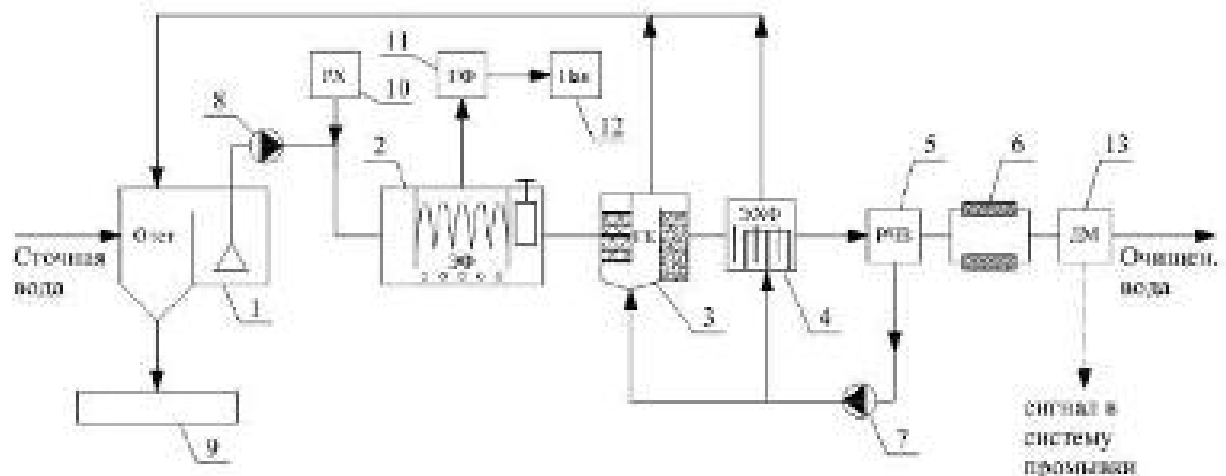


Рисунок 2.3 – Технологическая схема доочистки промышленных сточных вод.

- 1 – отстойник-накопитель; 2 – электрофлотатор; 3 – гальванокоагулятор;
 4 – электрохимический фильтр; 5 – резервуар чистой воды;
 6 – ультрафиолетовые лампы; 7 – промывной насос; 8 – насос; 9 – шламовая

площадка; 10 – реагентное хозяйство; 11 – гидрофобный фильтр;
12 – накопитель нефтепродуктов; 13 – измеритель оптической плотности
(датчик мутности)

Сооружения в составе технологической схемы работают следующим образом. Промышленные сточные воды накапливают в отстойнике-накопителе 1, где главным образом происходит осаждение нерастворенных взвешенных веществ и в меньшей степени других загрязняющих веществ. Отстойник-накопитель представляет собой горизонтальный аппарат, состоящий из двух секций. В первой секции происходит осаждение взвешенных веществ и всплытие нефтепродуктов.

Всплывшие в первой и второй камере нефтепродукты удаляются скimmerом.

Отстойник-накопитель работает в динамическом режиме, т.е. опорожнение и наполнение резервуара происходит одновременно. Накопленный осадок сбрасывается в шламовую площадку 9 для обезвоживания и дальнейшей утилизации.

В предварительно очищенную в отстойнике-накопителе 1 сточную воду дозируется флокулянт совместно с коагулянтом с помощью реагентного хозяйства 11-9-10, после чего вода попадает в электрофлотатор (ЭФ) 2. В качестве флокулянта используется полиакриламид ПАА, в качестве коагулянта сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$.

ЭФ 2 представляет собой аппарат тонкой очистки воды от диспергированных загрязнений. В ЭФ 2 происходит флотация загрязняющих веществ за счет выделившегося в результате электролиза воды водорода. Пена, образующаяся в результате флотации, попадает через пеносборное устройство в специальную камеру, после чего она удаляется в гидрофобный фильтр 11. Здесь нефть, извлеченная ЭФ, вместе с другими загрязняющими веществами обезвоживается и отправляется в накопитель 12. В результате

процесса электрофлотации происходит извлечение из воды нефтепродуктов и взвешенных веществ, а также частично тяжелых металлов.

Процесс электрофлотации проводится при плотности тока 600 А/м^2

После ЭФ сточная вода перетекает в гальванокоагулятор (ГК) 3, загруженный смесью алюминия и активированного угля АГ-3.

В процессе гальванокоагуляции алюминий растворяется гальванохимически за счет разности потенциалов, возникающей при переменном контакте алюминия с активированным углем. В результате этого процесса из воды извлекаются ионы тяжелых металлов в виде гидроксидов металлов, которые легко задерживаются в камере осветления и фильтрации гальванокоагулятора 3. Стадия гальванохимической очистки сточной воды позволяет извлекать из воды не только ионы тяжелых металлов, но и соли жесткости и сульфат-ионы.

Обессоливание в данном случае определяется растворением анодной части гальванодары и образованием нерастворимых сложных дигидроксосульфатов алюминия $\text{Al}_2(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2$ и тетрагидроксосульфатов алюминия $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{SO}_4$. ГК оборудован датчиком уровня воды/

После гальванокоагулятора 3 вода попадает в электрохимический фильтр (ЭХФ) 4. На этой стадии очистки воды диспергированные твердые и жидкие частицы осаждаются в зернистом материале 120 за счет действия молекулярных сил. При этом зерна фильтрующего материала поляризуются за счет разности потенциалов электродов, расположенных в нем, в результате чего появляются связывающие заряды на поверхности зерен, что приводит к дополнительному закреплению диспергированных в воде частиц загрязняющих веществ за счет действия электростатических сил.

Рабочий объем ЭХФ 4 заполнен активным фильтрующим материалом – силицированным кальцитом. В фильтрующем материале расположены алюминиевые и графитовые электроды, образующие электрохимические источники тока (ЭХИТ). Эффект очистки воды в электрохимическом

фильтре 4 увеличивается за счет ЭХИТ, которые инициируют процесс хлопьеобразования загрязняющих веществ и поляризуют синцированный кальцит. ЭХФ 4 дополнительно содержит камеру генерации электрического тока, увеличивающую эффект поляризации и, соответственно, эффект очистки.

После ЭХФ 4 вода попадает в резервуар чистой воды (РЧВ) 5. Вода из РЧВ 5 используется для регенерации фильтрующего материала фильтра 4 и промывки гальванокоагулятора 3 с помощью промышленного насоса 7.

На последнем этапе очистки воды происходит обеззараживание от сульфатовосстанавливающих бактерий на ультрафиолетовых лампах (УФ) 6.

На выходе из схемы очистки установлен измеритель оптической плотности 13 подвижной жидкой среды (датчик мутности). Датчик является энергонезависимым от внешнего источника питания, т.к. запитан от камеры генерации электрического тока электрохимического фильтра 4. Измеритель оптической плотности 13 при превышении заданного значения оптической плотности формирует управляющие сигналы на исполнительные механизмы (затвора, насосы), тем самым контролирует качество фильтрата на выходе и осуществляет переход из режима фильтрации в режим промывки и обратно. Подробно измеритель оптической плотности 13 описан ниже в главе 4.5.

Т.о., технологическая схема включает 4 ступени очистки. На первой ступени в основном извлекаются механические примеси путем осаждения. На второй стадии извлекаются эмульгированные углеводороды и высокодиспергированные твердые частицы. Третья ступень предназначена для осаждения тяжелых металлов и сульфатов. На четвертой стадии происходит доочистка от образовавшегося на предыдущей стадии осадка.

Очищенная до предельно допустимых концентраций водных объектов рыбохозяйственного назначения (ПДК_{рх}) вода сбрасывается в водные объекты.

2.4 Эффект очистки нефтесодержащих сточных вод по ступеням технологического процесса.

Произведём анализ фильтрации сточных вод, после последней стадии фильтрования на турбофлотаторах.

На рисунке 2.4 приведены данные по снижению концентрации загрязняющих веществ в очищаемой воде на каждой стадии фильтрации технологической схемы.

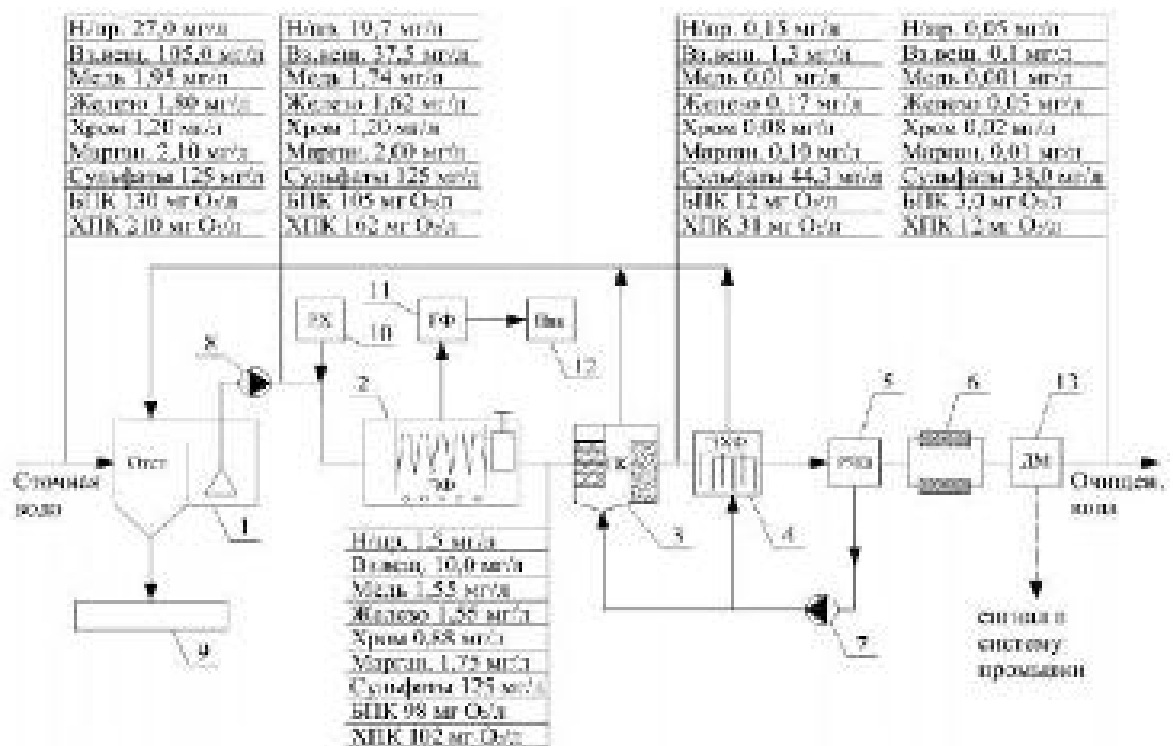


Рисунок 2.4 – Концентрации загрязняющих веществ по ступеням очистки на первой стадии фильтрации происходит удаление взвешенных веществ, нефтепродуктов.

Эффект очистки по этим показателям составил 64,29 % и 27,04 % соответственно. Также происходит осаживание органических и неорганических веществ, за счет чего снижается БПК и ХПК. Эффект очистки по этим показателям составил 19,23 % и 22,86 % соответственно.

На следующей стадии сточная вода подвергается очистке в ЭФ. Здесь происходит образование пузырьков газа, флотирующих загрязняющие вещества.

Высокие показатели очистки на этой стадии были достигнуты по взвешенным веществам и нефтепродуктам. Эффект очистки на этой стадии по нефтепродуктам составил 92,39 %, по взвешенным веществам – 73,33 %. В меньшей степени уменьшилась концентрация тяжелых металлов в воде. Эффект очистки по меди, железу, хрому и марганцу составили 10,92 %, 4,32%, 26,67 % и 12,50 % соответственно. Показатель БПК понизился на 7,0 мг О₂/л (эффект очистки 6,67%), ХПК – на 60 мг О₂/л (эффект очистки 37,04%).

Следует отметить относительно высокий эффект очистки сточных вод от трудно окисляемых органических веществ электрофлотацией, т.к. в процессе электролиза воды на анодах вырабатывается кислород и хлор, за счет чего ХПК снижается на 37,04 %.

Высокий эффект очистки от тяжелых металлов достигается на следующей стадии фильтрации в ГК. За счет окислительно-восстановительных процессов в гальваномассе происходит интенсивный переход ионов алюминия в воду, которые гидролизуются и образуют коагулянт. Коагулянт способствует образованию нерастворимых солей тяжелых металлов, которые задерживаются на зернах фильтрующего материала в камере фильтрации гальванокоагулятора. Концентрация меди в воде понизилась до 0,01 мг/л (эффект очистки 99,35 %), железа – до 0,17 мг/л (эффект очистки 89,03 %), хрома – до 0,13 мг/л (эффект очистки 90,91 %), марганца – до 0,10 мг/л (эффект очистки 94,29 %). Также хороший результат был достигнут по извлечению нефтепродуктов (эффект очистки 90,00 %), взвешенных веществ (эффект очистки 87,00 %), снижению значения БПК (эффект очистки 86,00 %), ХПК (эффект очистки 70,59 %). Концентрация сульфат-ионов SO_4^{2-} снизилась на 64,6% с 125 мг/л до 44,3 мг/л, что

несомненно является хорошим результатом и говорит о эффективности извлечения сульфатов на гольванокоагуляционной стадии очистки.

На последней стадии фильтрации вода проходит через ЭХФ, где под действием электрических полей электрохимических источников тока происходит интенсивное осаждение загрязняющих веществ на силицированном кальците.

Эффект очистки от тяжелых металлов составил: по меди – 90,00%; по железу – 70,59%; по хрому – 75,00%; по марганцу – 90,00%. Эффект очистки от нефтепродуктов составил 66,67%, от взвешенных веществ – 92,31%, БПК – 75,00%, ХПК – 61,29%, сульфатов SO_4^{2-} – 14,2%.

В таблице 2.1 приведены результаты по очистке натурной сточной воды от загрязняющих веществ. Видно, что их содержание в воде после последней ступени фильтрации понизилось до экологически безопасных нормативов.

Таблица 2.1 – Оценочные результаты по глубокой доочистке сточной воды

Наименование	Исходная вода	Фильтрат	ПДК _{рх}	Эффект очистки, %
Нефтепродукты, мг/л	27,00	0,05	0,05	99,81
Взвешенные вещества, мг/л	105,0	0,1	-	99,90
Медь, мг/л	1,95	0,001	0,001	99,95
Железо, мг/л	1,80	0,05	0,10	97,22
Хром, мг/л	1,20	0,02	0,02	98,33
Марганец, мг/л	2,10	0,01	0,01	99,52
Сульфаты SO_4^{2-} , мг/л	125	38	100	69,60
БПК, $\text{mgO}_2/\text{л}$	130	3	3	97,69

- вводный инструктаж;
- первичный инструктаж на рабочем месте по утвержденной программе первичного инструктажа;
- теоретическое и практическое обучения безопасным приемам и методам труда;

Находясь на территории станции работник обязан выполнять правила внутреннего трудового распорядка, установленные на станции.

В целях соблюдения противопожарного режима на территории станции, предотвращения возгораний, аварий или взрывов, курение разрешается только в специально отведенных местах, с соблюдением установленных правил. Распитие спиртных напитков на территории станции запрещается.

Для предупреждения несчастных случаев и профзаболеваний оператор на филарах при работе должен пользоваться спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты.

Работник несет ответственность за нарушение требований инструкций по охране труда, за аварии и несчастные случаи, произошедшие по его вине, в порядке, установленном действующим законодательством.

Требования охраны труда перед началом работы

Служащий до приема смены должен переодеться в рабочую спецодежду соответствующего размера, застегнуть полы куртки, заправить все свисающие завязки. При себе иметь удостоверение по проверке знаний безопасных приемов и методов труда.

Перед началом работы служащий обязан проверить:

- состояние фильтров, запорной арматуры и трубопроводов, обратив особое внимание на состояние фланцевых, резьбовых и сварных соединений арматуры с трубопроводом, запорной арматуры;

- состояние электрооборудования (токоведущих кабелей, кнопок управления, электродвигателей);
- состояние контрольно-измерительных приборов;
- состояние наружного и внутреннего освещения, рабочего места;
- наличие на рабочем месте технологических схем и инструкций;
- наличие и состояние средств индивидуальной защиты, средств пожаротушения;
- укомплектованность медицинской аптечки;
- инструменты, приспособления и убедиться в их исправности;
- исправность лестничных маршей, ограждающих перил;
- достаточность принятых мер по подготовке оборудования (сооружения) к ремонту.

Перед началом работы служащий должен ознакомиться с распоряжениями и записями предыдущих смен в журналах и режимных листах.

Обо всех выявленных неполадках и замечаниях доложить начальнику смены и потребовать от сдающей смены их устранения.

Требования охраны труда во время работы

Обслуживание, пуск и остановку фильтров производить в соответствии с требованиями инструкции по обслуживанию угольных фильтров.

Во время работы, работник должен соблюдать следующие правила безопасности:

- не касаться движущихся частей механизмов, а также не изолированных проводов;
- не перелезать через ограждения, оборудования, трубопроводы и пользоваться только установленными проходами и переходами;
- не стоять и не проходить под поднятым грузом;
- работать с исправным инструментом и приспособлениями;

- следить за работой ремонтной бригады.

Работнику СОВ запрещается:

- работать без спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты;
- работать в спецодежде, имеющей свободно свисающие элементы, которые могут попасть на движущиеся и вращающиеся части оборудования;
- снимать отражения, защитные кожуха или отдельные его части с работающего оборудования;
- работать на неисправном оборудовании (при возникновении постороннего шума, запаха горячей изоляции), оборудование остановить, доложить об этом начальнику смены;
- загромождать помещение фильтровальной станции посторонними предметами;
- допускать без наряд-допуска ремонтный персонал к проведению всех видов ремонтных работ;
- разбрасывать промышленный отбросочный материал;
- принимать пищу в производственном помещении;
- применять для мытья рук кислоты, щелочи, органические растворители;
- самовольно изменять параметры технологического режима.

Все пусковые устройства должны иметь надписи, указывающие их назначение и технологическую позицию.

Около кнопок местного управления фильтром постоянно иметь резиновый коврик.

При обнаружении в здании или на территории СОВ подозрительных лиц или предметов сообщить начальнику смены.

В зимний период времени своевременно очищать пешеходные дорожки от снега, льда и посыпать песком.

Требования охраны труда в аварийных и чрезвычайных ситуациях

При возникновении пожара необходимо:

- сообщить начальнику смены, в пожарную часть по телефону;
- при загорании электрооборудования или электропроводки вызвать дежурного электрика и обеспечить загоревшийся участок;
- до прибытия пожарной команды приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения (огнетушителем марки ОУ, асбестовым одеялом, песком);
- удалить всех лиц, не участвующих в тушении пожара из зоны очага возгорания;
- организовать встречу пожарной охраны.

При аварии необходимо:

- оповестить окружающих об опасности;
- доложить начальнику смены или руководству станции;
- приступить к ликвидации аварии под руководством начальника смены или другого уполномоченного лица;
- удалить всех лиц, не участвующих в ликвидации аварии.

Требования охраны труда по окончании работ

По окончании работ работник станции обязан:

- доложить начальнику смены о всех имеющихся неполадках и неисправностях в работе оборудования и сделать соответствующую запись в журнале приема и сдачи смены;
- сообщить своему сменщику о всех неполадках, неисправностях и нарушениях, имевшихся во время работы, а также о принятых мерах к их устранению;
- привести в порядок рабочее место, собрать и сложить в установленное место инструменты, приспособления, хоз. инвентарь и средства индивидуальной защиты;

- убрать остатки чистой и промасленной ветоши в специально отведенные места;
- слать рабочее место своему еменщику;
- убрать спецодежду, спсобувь в индивидуальный шкаф;
- вымыть лицо и руки теплой водой с мылом или принять душ.

2.6 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда.

Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих

условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

3 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Произведем расчет размера предотвращенного ущерба при внедрении технологической схемы сооружений очистки сточных вод. В качестве расчетного периода принимаем 1 год.

Расчет технико-экономической эффективности разработанной технологии доочистки сточных вод произведен в соответствии с Приказом Минприроды России от 13 апреля 2009 г. №87 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства» (далее Методика), порядок исчисления размера вреда проведен в соответствии с п.11 «Исчисление размера вреда, причиненного водному объекту сбросом вредных (загрязняющих) веществ в составе сточных вод и (или) дренажных (в том числе шахтных, рудничных) вод» по следующей формуле:

$$Y = K_{\text{эгр}} \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{ин}} \cdot \sum_{i=1}^n H_i \cdot M_i \cdot K_{\text{из}}$$

где Y – размер вреда, тыс.руб;

$K_{\text{ин}}$ – коэффициент, учитывающий природно-климатические условия в зависимости от времени года, определяется в соответствии с таблицей 1 приложения 1 к указанной Методике;

$K_{\text{э}}$ – коэффициент, учитывающий экологические факторы (состояние водных объектов), определяется в соответствии с таблицей 2 приложения 1 к указанной Методике;

$K_{\text{ин}}$ – коэффициент индексации, учитывающий инфляционную составляющую экономического развития. Принимается на уровне накопленного к периоду исчисления размера вреда индекса-дефлятора по отношению к 2008 году, который определяется как произведение

соответствующих индексов-дефляторов по годам по строке «инвестиций (капитальных вложений) за счет всех источников финансирования»;

H_i – таксы для исчисления размера вреда от сброса i -го вредного (загрязняющего) вещества в водные объекты определяются в соответствии с таблицей 3 приложения 1 к указанной Методике, тыс. руб./т;

M_i – масса сброшенного i -го вредного (загрязняющего) вещества определяется по каждому загрязняющему веществу по формуле, приведенной ниже, т;

$$M_i = Q \cdot \Delta C_i \cdot T \cdot 10^{-6}$$

где Q – расход сточных вод, с превышением содержания i -го загрязняющего вещества, $\text{м}^3/\text{ч}$;

ΔC_i – разница концентрации i -го загрязняющего вещества в составе сточной воды и ПДК для рыбохозяйственных водных объектов, $\text{мг}/\text{дм}^3$;

T – продолжительность сброса сточных вод с повышенным содержанием загрязняющих веществ, ч;

10^{-6} – коэффициент перевода массы загрязняющего вещества в тонны.

$K_{из}$ – коэффициент, учитывающий интенсивность негативного воздействия вредных (загрязняющих) веществ на водный объект. Коэффициент $K_{из}$ устанавливается в зависимости от кратности превышения фактической концентрации вредного (загрязняющего) вещества при сбросе на выпуске сточных, дренажных (в том числе шахтных, рудничных) вод над его фоновой концентрацией в воде водного объекта. Указанный коэффициент принимается в размере:

- рассчитанной кратности превышения для вредных (загрязняющих) веществ I - II классов опасности;
- для вредных (загрязняющих) веществ III - IV классов опасности:
 - равно 1 при превышениях до 10 раз;
 - равно 2 при превышениях более 10 и до 50 раз;

- равном 5 при превышениях более 50 раз.

В качестве объекта исследования была принята сточная вода, на нефтеперерабатывающем заводе после последней стадии фильтрования на турбофлотаторах. Содержание загрязняющих веществ в воде указано в главе 3. Расход сточных вод в среднем составляет 400 м³/ч. Расчетный период – 1 год. Исчисление размера вреда, причиненного водному объекту сбросом загрязняющих веществ в составе сточных вод, произведен отдельно по каждому загрязнителю.

В соответствии с формулой одинаковым для всех загрязнителей будет:

1. $K_{\text{ср}} = 1,16$ (средний $K_{\text{ср}}$ за расчетный период);

2. $K_{\text{в}} = 1,41$ (бассейн р. Кама);

3. $K_{\text{ин}} = 1,65$ (накопленный индекс-дефлятор за период 2007-2016 гг.).

Π – такса для исчисления размера вреда от загрязнения водных объектов в соответствии с Методикой равна:

по нефтепродуктам 670 тыс. руб./т;

по взвешенным веществам 10 тыс. руб./т;

по меди 12100 тыс. руб./т;

по железу 670 тыс. руб./т;

по хрому 670 тыс. руб./т;

по марганцу 4350 тыс. руб./т;

по БПК 170 тыс. руб./т.

$K_{\text{вд}}$ – коэффициент, учитывающий интенсивность негативного воздействия загрязняющих веществ на водный объект, в соответствии с Методикой равен:

по нефтепродуктам 5;

по взвешенным веществам 2;

по меди 5;

по железу 2;

по хрому 5;

по марганцу 2;

по БПК 1.

ΔС, по загрязняющим веществам составляет:

по нефтепродуктам $26,95 \text{ мг/дм}^3$;

по взвешенным веществам 95 мг/дм^3 ;

по меди $1,949 \text{ мг/дм}^3$;

по железу $1,70 \text{ мг/дм}^3$;

по хрому $1,18 \text{ мг/дм}^3$;

по марганцу $2,09 \text{ мг/дм}^3$;

по БПК $127 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$

Отсюда, масса сброшенных загрязняющих веществ составляет:

по нефтепродуктам

$$M_{\text{нп}} = 400 \times 26,95 \times 8760 \times 10^{-6} = 94,43 \text{ т};$$

по взвешенным веществам

$$M_{\text{вв}} = 400 \times 95 \times 8760 \times 10^{-6} = 332,88 \text{ т};$$

по меди

$$M_{\text{Cu}} = 400 \times 1,949 \times 8760 \times 10^{-6} = 6,83 \text{ т};$$

по железу

$$M_{\text{Fe}} = 400 \times 1,70 \times 8760 \times 10^{-6} = 5,96 \text{ т};$$

по хрому

$$M_{\text{Cr}} = 400 \times 1,18 \times 8760 \times 10^{-6} = 4,13 \text{ т};$$

по марганцу

$$M_{\text{Mn}} = 400 \times 2,09 \times 8760 \times 10^{-6} = 7,32 \text{ т};$$

по БПК

$$M_{\text{БПК}} = 400 \times 127 \times 8760 \times 10^{-6} = 445,01 \text{ т}.$$

Размер вреда, составляет:

по нефтепродуктам

$$Y_{\text{нп}} = 1,16 \times 1,41 \times 1,65 \times 670 \times 94,43 \times 5 = 853,721 \text{ млн. руб.};$$

по взвешенным веществам

$$Y_{\text{вв}} = 1,16 * 1,41 * 1,65 * 10 * 332,88 * 2 = 17,967 \text{ млн. руб.};$$

по меди

$$Y_{\text{Cu}} = 1,16 * 1,41 * 1,65 * 12100 * 6,83 * 5 = 1115,160 \text{ млн. руб.};$$

по железу

$$Y_{\text{Fe}} = 1,16 * 1,41 * 1,65 * 670 * 5,96 * 2 = 21,553 \text{ млн. руб.};$$

по хрому

$$Y_{\text{Cr}} = 1,16 * 1,41 * 1,65 * 670 * 4,13 * 5 = 37,338 \text{ млн. руб.};$$

по марганцу

$$Y_{\text{Mn}} = 1,16 * 1,41 * 1,65 * 4350 * 7,32 * 2 = 171,867 \text{ млн. руб.};$$

по БПК

$$Y_{\text{БПК}} = 1,16 * 1,41 * 1,65 * 170 * 445,01 * 1 = 204,164 \text{ млн. руб.};$$

Итого, суммарный размер вреда, предотвращенный технологической схемой сооружений очистки сточных вод, составляет:

$$Y = 853,721 + 17,967 + 1115,160 + 21,553 + 37,338 + 171,867 + 204,164 = \\ = 2421,770 \text{ млн. руб.};$$

В результате расчета мы получили, что общий размер предотвращенного ущерба от внедрения технологической схемы сооружений очистки сточных вод составил 2421,770 млн. руб.

Из этой суммы размер ущерба от загрязнения:

тяжелыми металлами составляет 1345,918 млн. руб. (55,58%);

органическими веществами составляет 1057,885 млн. руб. (43,68%);

взвешенными веществами составляет 17,967 млн. руб. (0,74%),

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании представленной работы можно сделать следующие выводы:

1. Методом электрофлотации с применением реагентов достигается высокий эффект очистки воды от нефтепродуктов (91,0 %) и взвешенных веществ (89,5 %). Наибольший эффект очистки достигается при электрофлотации воды в присутствии коагулянта.

2. Разработана технологическая схема доочистки сточных вод предприятий нефтехимического комплекса с доведением концентраций загрязняющих веществ в воде до экологически безопасного уровня, включающая отстойник, электрофлотатор, гальванокоагулятор и электрохимический фильтр с применением возобновляемых источников энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов, В. И. Водное хозяйство промышленных предприятий. Справочное издание: В 2-х книгах. Книга 1/ В.И. Аксенов, М.Г. Ладытчев, И.И. Ниткова, В.А. Никулин, С.Э. Кляйн, Е.В. Аксенов; под редакцией В.И. Аксенова. — М.: Теплотехник, 2005. — 640 с.
2. Барабанов, В.И. Жизнь – движение воды в организме (Издание 4-е с дополнениями) / В.И. Барабанов, А.С. Горшков, В.Е. Сабатович. — М.: Вита, 2011. – 60 с.
3. Воловник, Г.И. Теоретические основы очистки воды / Г.И. Воловник, Л.Д. Терехов. Часть 1. – Хабаровск: ДВГУПС, 2000. –167 с.
4. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Татарстан за 2016 год / Министерство природопользования и экологии Республики Татарстан. – Казань, 2017. – 319 с.
5. Кляздин, М. С. Определение эффективной комбинации элементов гильванопары в практике умягчения воды / М.С. Кляздин, И.В. Карамов, Р.А.Талипов // Проблемы строительного комплекса России. — Уфа, 2002. — С. 165.
6. Лихачев, Н. И. Справочник проектировщика «Канализация населенных мест и промышленных предприятий» / Н. И. Лихачев, И. И. Ларин, С. А. Хаскин [и др.]; под общ. ред. В. Н. Самохина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1981. — 639 с.
7. Назаров, В.Д. Водоснабжение в нефтедобыче/ В.Д. Назаров, Л.М. Гурвич, А.А. Русакович. – Уфа: ООО «Виртуал», 2003. – 508 с.
8. Назаров, В.Д. Сооружения очистки подтоварных и ливневых вод ЛПДС / В.Д. Назаров, А.А. Русакович, Н.В. Вадуткина // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе,-2004,-№7, - С. 24-26.
9. Пальдяева, Н.Н. Очистка атмосферных, поливо-моечных сточных вод и осадка. Очистка сточных вод от мойки автомашин / Н.В. Пальдяева |и

др.] // Сб.Проблемы, способы и средства защиты окружающей среды от загрязнений нефтью и нефтепродуктами / М.: ВИМИ, 1955. С. 40-41.

10. Росв, Г.А. Фильтрование и некоторые виды фильтров / Г.А. Росв // Нефтяное хозяйство, -Уфа: 1996 -№3. - С.10-19.

11. Смирнов, Д.Н. Очистка сточных вод в процессах обработки металлов / Д.Н. Смирнов, В.Е. Генкин. – М.: Металлургия, 1980, – 196 с.

12. Соложенкин, П.М. Теоретические основы и практические аспекты гальванохимической очистки сточных вод. Сообщение 1. Теоретические основы гальванохимической очистки сточных вод / П.М. Соложенкин// Вода и экология: проблемы и решения. – 2007. – № 2. – С. 3-17.

13. Тимонин, А.С. Инженерно-экологический справочник. Том 3 / А.С.Тимонин. – Калуга: Изд. Н. Бочкаревой, 2003. - 884 с.

14. Чантурия, В.А. Гальванохимические методы очистки техногенных вод: Теория и практика / В.А. Чантурия, П.М. Соложенкин. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005, – 204 с.

15. Якименко, Л.М. Электролиз воды / Л.М. Якименко, И.Д. Мозылевская, З.А. Ткачук. – М.: Химия, 1970. – 264 с.

16. Яковлев, С.В. Канализация. Учебник для вузов / С.В. Яковлев, Я.А.Карелин, А.И. Жуков, С.К. Колобанов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1975. - 632 с.

17. Flemming, H.-C. Die Peressigsäure als Desinfektionsmittel. Ein Überblick. Zbl. Bakt. Hyg., 1 Abt. Orig. B. - 1984. - Bd. 179. - №2. - P. 97-111.

18. Morrow, N. Improved Oil Recovery by Low-Salinity Waterflooding / N.Morrow, J. Buckley // Journal of Petroleum Technology. - May 2011.— P. 106-113, 27. Nasralla, R.A. Investigation of wettability alteration and oil-recovery improvement by low-salinity water in sandstone rock / R.A. Nasralla, M.A. Bataweel, H.A. Nasr-El-Din // Journal of Canadian Petroleum Technology, 52, — 2013, — P. 144-154.