

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и инженерной экологии

(наименование института полностью)

Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

(наименование кафедры)

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Модернизация установки дегазации цеха ИП-6
ООО «СИБУР Тольятти» для улавливания полимерной крошки

Студент

Н.Н. Капитан

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Ю.Н. Шевченко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

В.В. Петрова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.п.н., доцент М.В. Кравцова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 2019 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Проведен анализ качества стоков ООО «СИБУР Тольятти», который показал, что сбрасываемые сточные воды предприятия не удовлетворяют требованиям к водоемам рыбохозяйственного назначения по содержанию взвешенных веществ, превышающих предельно допустимые концентрации в 2 раза. Тем самым, была определена проблема производства: унос мелкой крошки со сточными водами, которые содержат антиагломератор (стеарат кальция) и некоторое количество углеводорода – изопентана. Вследствие чего, возникла необходимость в разработке мероприятий, направленных на устранение проблемы. В работе было предложено использовать фильтровальную установку с зернистым наполнителем. Рассчитан материальный баланс потоков сточной воды и загрязняющих веществ до и после очистки стоков.

Цель работы – повышение качества очистки стоков предприятия и извлечение вторичных материальных ресурсов на установке дегазации цеха ИП-6 ООО «СИБУР Тольятти».

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1) Провести анализ работы установки дегазации цеха ИП-6 ООО «СИБУР Тольятти» для определения возможности повышения качества очистки стоков, которые содержат антиагломератор (стеарат кальция) и некоторое количество углеводорода - изопентана.

2) Провести модернизацию установки дегазации цеха ИП-6 ООО «СИБУР Тольятти» для повышения качества очистки стоков и извлечения вторичного ресурса.

Объем бакалаврской работы составляет 46 страниц, содержит 12 рисунков, 5 таблиц, 54 источника литературы.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Анализ работы установки дегазации цеха ИП-6 ООО «СИБУР Тольятти».....	5
1.1 Общие сведения процесса выделения, сушки и упаковки каучука	5
1.2 Анализ технологической схема участка ИП-6 УВ СКИ	6
1.3 Анализ состава сточной воды, образующейся в цехе ИП-6	15
2 Модернизация установки дегазации цеха ИП-6 ООО «СИБУР Тольятти». 18	
2.1 Анализ существующих методов очистки сточных вод от мелкой крошки18	
2.1.1 Фильтрационные установки для очистки сточных вод	18
2.1.2 Фильтрация сточных вод через фильтрующие (пористые) перегородки	24
2.1.3 Фильтры с зернистой загрузкой для сточных вод	25
2.1.4 Процеживание сточных вод на сетчатых барабанных фильтрах и микрофильтрах	26
2.2 Предлагаемое технологическое решение по модернизации емкости №73023	
2.3 Расчет материального баланса установки дегазации цеха ИП-6	35
2.4 Анализ преимуществ предлагаемой технологии	38
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	40
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	42

ВВЕДЕНИЕ

Согласно технологического регламента ТР-ИП-6-21-16 ООО «СИБУР Тольятти», выделено две установки. Одна из них касается усреднения полимеризата (раствор изопренового каучука в изопентане) и с его последующей дегазацией. Под дегазацией подразумевается удаление растворителя с помощью пара с целью получения сырой крошки СКИ-3. Кроме того, в состав установки включен узел приготовления антиагломератора (обычно стеарата кальция). Он вводится в раствор изопренового каучука в изопентане перед проведением дегазации с целью получения однородной по размерам крошки эластомера.

Проблема производства состоит в следующем: происходит унос мелкой крошки со сточными водами, которые содержат антиагломератор (стеарат кальция) и некоторое количество углеводорода - изопентана.

Цель работы – повышение качества очистки стоков предприятия и извлечение вторичных материальных ресурсов на установке дегазации цеха ИП-6 ООО «СИБУР Тольятти».

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Провести анализ работы установки дегазации цеха ИП-6 ООО «СИБУР Тольятти» для определения возможности повышения качества очистки стоков, которые содержат антиагломератор (стеарат кальция) и некоторое количество углеводорода - изопентана.

- 2) Провести модернизацию установки дегазации цеха ИП-6 ООО «СИБУР Тольятти» для повышения качества очистки стоков и извлечения вторичного ресурса.

1 Анализ работы установки дегазации цеха ИП-6 ООО «СИБУР Тольятти»

1.1 Общие сведения процесса выделения, сушки и упаковки каучука

Получение высокомолекулярного полиизопрена, содержащего «не менее 96% цис-1,4 звеньев и обладающего определенным комплексом молекулярных характеристик, осуществляется в растворе изопентана в присутствии каталитической системы на основе триизобутилалюминия и четыреххлористого титана» на установки полимеризации изопрена (ИП-5).

Отмытый от продуктов дезактивации каталитического комплекса полимеризат поступает в усреднители установки выделения синтетического каучука (ИП-6).

При некачественной отмывке полимеризата понижается термостойкость каучука, что приводит к неустойчивой работе сушильных машин и повышенному образованию пластиката.

Похожая «картина» наблюдается при плохом расслаивании полимеризата, поступающем на дегазацию, в случае завышения уровня раздела фаз в усреднителях.

Выделение каучука из дезактивированного полимеризата осуществляется отгонкой растворителя водяным паром.

С целью регулирования образования крошки каучука при дегазации в систему вводится антиагломератор – суспензия стеарата кальция. Недостаточная дозировка стеарата кальция приводит к забивке дегазаторов вследствие слипания крошки [31].

Время пребывания и температура в дегазаторах должны быть достаточными для полного удаления остатков мономера, растворителей и олигомеров.

Сушка каучука проводится с целью удаления из него влаги, остатков растворителей и осуществляется в червячно-отжимных и сушильных

агрегатах.

Температура в головке сушильной машины является важнейшим показателем, характеризующим качество сушки каучука.

При низкой температуре возможны проскоки «сырого» каучука и его комкование, при более высокой температуре может образовываться пластикат и повышается температура брикетов каучука на линии формовки.

1.2 Анализ технологической схема участка ИП-6 УВ СКИ

Водная дегазация полимеризата

Дегазация полимеризата производится в 3-х параллельно работающих системах в две стадии в аппаратах 117/I,III,IV и 117a/I,III,IV.

Каждый из дегазаторов 117/I,III,IV снабжен крошкообразователем:

117/I - 117г/I; 117/III - 117г/III; 117/IV - 117г/IV.

Полимеризат из усреднителей 465/I и 465/IV любой группой насосов 466 подается в соответствующий «крошкообразователь 117г, куда также подается:

- пар давлением 20 кгс/см^2 для получения крошки каучука и испарения основного количества растворителя - изопентана, а также изопрена, не вступившего в реакцию полимеризации,

- циркуляционная вода» из емкости 326а (326в) насосом 326б (326г) для транспортировки крошки каучука из крошкообразователя в дегазатор.

«Давление пара выдерживается регулятором поз. 8003 в пределах $15 \div 20 \text{ кгс/см}^2$, клапан установлен на линии ввода пара 20 кгс/см^2 на установку.

Снижение давления пара на вводе в отделение дегазации до 15 кгс/см^2 сигнализируется.

Расход полимеризата выдерживается регулятором» [31] поз. 8011, клапан установлен на линии полимеризата в крошкообразователь 117г.

Снижение расхода полимеризата до 20 т/час сигнализируется.

Расход циркуляционной воды выдерживается регулятором расхода поз. 8013 в пределах:

- 100÷300 м³/час (для I, IV систем дегазации);
- 100÷120 м³/час (для III системы дегазации).

Снижение расхода воды до 60 м³/час на систему дегазации сигнализируется.

Для предотвращения обратного хода из крошкообразователя 117г на линиях пара, циркуляционной воды и полимеризата установлены обратные клапаны.

«Для предотвращения слипания образующейся при дегазации крошки каучука в циркуляционную воду вводится антиагломератор - стеарат кальция, водная суспензия которого непрерывно, в расчетном количестве, подается» насосом 210 из отделения приготовления антиагломератора во всасывающую линию насосов 326б (326г).

Расход суспензии выдерживается регулятором расхода поз. 8020 (301). Регулирующий клапан установлен на линии подачи антиагломератора во всасывающую линию насосов 326б (326г).

Снижение расхода антиагломератора до 0,5 т/час сигнализируется.

На линиях приема антиагломератора в отделение дегазации установлены фильтры 467 [31].

«Образующаяся газожидкостная смесь из крошкообразователя 117г поступает в дегазатор 117- I ступени.

Ввод пульпы в дегазаторы 117 из» крошкообразователей 117г предусматривается под слой жидкости.

Температура в кубе дегазаторов 117 «выдерживается в пределах 96÷110°С регулятором поз. 8016а, клапан которого установлен на линии подачи пара 20 кгс/см² в крошкообразователь 117г.

При снижении температуры до 95°С срабатывает» предупредительная сигнализация.

При снижении температуры до 90°C срабатывает блокировка - закрывается электрозадвижка на линии подачи полимеризата в крошкообразователь 117г, закрывается электрозадвижка на линии нагнетания насосов 142а, останавливаются электродвигатели насосов 142.

Для дополнительного поддержания температуры в дегазаторе 117 предусмотрена подача пара через встроенный внутри аппарата барботер. Расход пара выдерживается регулятором поз. 8016.

Давление пара, подаваемого в барботеры, выдерживается регулятором поз. 8002 не более 5 кгс/см². Регулирующий клапан установлен на вводе пара 8 кгс/см² в отделение дегазации. Завышение давления пара более 5 кгс/см² сигнализируется.

Дегазаторы 117/I,III,IV, 117а/I,III,IV оборудованы лопастными мешалками с верхним приводом. Лопасты закреплены на валах в три яруса.

Уровень жидкости в кубе дегазаторов 117 выдерживается в пределах 40÷70% по шкале прибора регулятором поз. 8014, клапан которого установлен на нагнетательной линии насосов 142.

Завышение (занижение) уровня в дегазаторе 117 до 75% (35%) по шкале прибора сигнализируется.

При снижении уровня в дегазаторе 117 до 25% по шкале прибора (1575 мм над штуцером отбора пульпы) срабатывает блокировка:

- закрывается электрозадвижка на линии подачи полимеризата в крошкообразователь 117г;
- останавливаются электродвигатели насосов 142;
- срабатывают 3-х ходовые ЭПК;
- стравливается в атмосферу воздух из пневмоприводов регулирующих клапанов, установленных на линии нагнетания насосов 142 и на линии подачи пара 20 кгс/см² в крошкообразователь 117г;
- регулирующие клапаны поз.8014 и поз.8016а соответственно закрываются.

Частично дегазированная крошка каучука в потоке циркуляционной воды из нижней части дегазаторов 117/I,III,IV - I ступени насосами 142 подается на II ступень дегазации в дегазаторы 117a/I,III,IV для окончательного выделения углеводородов из крошки каучука [31].

Температура в дегазаторах второй ступени выдерживается в пределах $96\div 105^{\circ}\text{C}$ за счет подачи пара давлением не более $5,0 \text{ кгс/см}^2$ в куб дегазатора 117a/I,III,IV через встроенный барботер.

Расход пара в барботер выдерживается регулятором расхода поз. 8017.

Предусмотрено регулирование расхода пара в барботер дегазатора 117a/I,III,IV с коррекцией по температуре (поз. 8017a).

При снижении температуры в дегазаторе 117a/I,III,IV до 95°C предусмотрена предупредительная сигнализация.

При снижении температуры до 90°C предусмотрена блокировка - закрывается электрозадвижка на линии подачи полимеризата в крошкообразователь 117г, закрывается электрозадвижка на линии нагнетания насосов 142a, останавливаются электродвигатели насосов 142a.

Уровень жидкости в дегазаторе 117a выдерживается в пределах $40\div 70\%$ по шкале прибора регулятором поз. 8015, клапан которого установлен на нагнетательной линии насоса 142a.

Завышение (занижение) уровня в дегазаторе 117a/I,III,IV до 75% (35%) по шкале прибора сигнализируется.

При снижении уровня до 25% по шкале прибора (1000 мм над штуцером отбора пульпы) предусмотрена блокировка - закрывается электрозадвижка на линии нагнетания насосов 142a. Останавливаются насосы 142a. Закрывается электрозадвижка на линии подачи полимеризата в крошкообразователь 117г.

Для дополнительного контроля за уровнем и температурой в дегазаторах 117, 117a установлены дублирующие приборы поз. 5023, 5024, 7232.

Окончательно дегазированная крошка каучука из нижней части дегазаторов 117а/І,ІІ,ІІІ,ІV насосом 142а подается в соответствующие концентраторы А-700, А-700/ІІ, А-700/ІІІ установок ЛК-8/І,ІІ, ЛК-4/ІІІ.

Циркуляционная вода после отстоя крошки каучука в концентраторах А-700 (А-700/ІІ, А-700/ІІІ) самотеком поступает в емкости 326а (326в), откуда насосами 326б (326г) непрерывно подается в крошкообразователь 117г.

Часть воды из коллектора поступает в емкость 716 установки переработки каучука, не соответствующего требованиям нормативной документации.

Для обеспечения безаварийной работы насосы 326б, 326г оснащены блокировками:

– при падении давления в общем коллекторе линии нагнетания насосов 326б/І,ІІ (326г/І,ІІ) до $3,0 \text{ кгс/см}^2$ поз.6008 (поз.6008/ІІ) закрывается электрозадвижка на линии нагнетания неисправного насоса, включается электродвигатель резервного насоса,

– при наборе давления в линии нагнетания резервного насоса 326б до $4,5 \text{ кгс/см}^2$ поз. 6050/І,ІІ, насоса 326г до $4,2 \text{ кгс/см}^2$ поз. 6050/ІІІ,ІV открывается электрозадвижка на линии нагнетания резервного насоса, останавливается электродвигатель неисправного насоса.

Для обеспечения требуемого расхода циркуляционной воды при заполнении и пуске на циркуляцию резервной системы дегазации, концентраторов А-700, А-700/ІІ, А-700/ІІІ, а также при промывке насосов 142, 142а, линий подачи пульпы параллельно к насосам 326б имеется возможность включить в работу насос 731. Так как насос 731 не включен в систему АВР насосов 326б/І,ІІ, то работа его допускается временно, до набора режимных уровней и вывода системы дегазации на горячую циркуляцию или до окончания промывки насосов 142, 142а.

Для исключения накопления стеарата кальция в резервном концентраторе при циркуляции резервной системы дегазации в зимний

период смонтированы перемычки на линиях подачи пульпы с каждой системы дегазации, минуя концентраторы в линии возврата циркуляционной воды в емкости № 326а, 326в.

Избыток циркуляционной воды с крошкой каучука из емкости 326а (326в) насосом 327 (327/II) подается в последовательно соединенные циклоны 328/I,II (328/III,IV) для улавливания крошки каучука перед сбросом воды в химзагрязненную канализацию. За счёт закручивания потока и центробежной силы, возникающей в циклоне, крошка каучука собирается в центре у оси циклона и подаётся во всасывающую линию насосов 326б (326г).

Очищенная вода из циклона 328/II (328/IV) через крошкоулавливатель 730, или минуя его, подаётся в гидрозатвор 729/II и далее в химзагрязненную канализацию.

«Уровень в емкости 326а (326в) выдерживается регулятором поз. 8023 (поз.8032/II), регулирующий клапан установлен» на линии сброса избытка воды из циклона 328/II (328/IV) в ХЗК

Завышение (занижение) уровня в емкости 326а до 80% (50%) в емкости 326в до 62% (30%) по шкале прибора сигнализируется

При снижении уровня в емкости 326а до 20% по шкале прибора срабатывает блокировка - останавливается электродвигатель насоса 731, запрет пуска электродвигателя насоса 731.

Для исключения переполнения емкости 326а (326в) в случае аварийной остановки насосов 326б (326г) или увеличения поступления воды из концентраторов при нарушении циркуляции предусмотрена линия перелива из емкости 326а (326в) через крошкоулавливатель 730, или минуя его, в химзагрязненную канализацию. Сбрасываемая вода охлаждается до температуры не более 40°С за счет разбавления ее оборотной водой.

Заполнение системы водой перед пуском, а также восполнение потерь производится умягченной водой через емкости 326а (326в).

Подогрев циркуляционной воды перед пуском установки дегазации

осуществляется паром с давлением не более $5,0 \text{ кгс/см}^2$, подаваемым в барботер емкости 326а (326в). Подача пара в барботер производится через съемный участок трубопровода, который по окончании подогрева воды снимается с установкой заглушек у запорной арматуры.

На процессы дегазации и сушки каучука оказывает большое влияние рН циркуляционной воды. Контроль за рН циркуляционной воды производится непрерывно с помощью рН-метров, установленных на трубопроводах циркуляции воды с нагнетания на всас насоса 326б/І,ІІ (326г/І,ІІ) и на линиях возврата циркуляционной воды из концентратора А-700 (А-700/І, А-700/ІІ) в емкость 326а (326в).

Выдерживание рН циркуляционной воды в заданных пределах $7,5 \div 9,5$ обеспечивается подачей раствора щелочи в емкость 326а, 326в, на всас насоса 326б/І,ІІ, 326г/І,ІІ и в концентраторы А-700, А-700/І, А-700/ІІ, в емкость 716.

Концентрированный раствор щелочи (NaOH или KOH) из отделения ИП-20-30 принимается в емкость 718, куда также предусмотрен прием умягченной воды для приготовления раствора щелочи с концентрацией не более 15% масс.

Схемой предусмотрена возможность приема концентрированного раствора щелочи в емкость 718 из емкости 204 отделения приготовления суспензии антиагломератора.

После приема щелочи в емкость 718 линия подачи продувается воздухом из отделения ИП-20-30 в емкость 204 или воздухом от емкости 718 в емкость 204.

Завышение уровня в емкости 718 до 80% по шкале прибора поз. 9037 сигнализируется.

Раствор щелочи из емкости 718 через фильтр 718а насосом 719 подается в концентраторы А-700, А-700/І, А-700/ІІ для регулирования рН циркуляционной воды через клапан-регулятор поз.8320/І, 8320/ІІ, 8326, которые установлены на линиях подачи раствора щелочи в концентраторы А-

700, А-700/II, А-700/III.

Предусмотрена подача разбавленного раствора щелочи в емкость 716 установки переработки каучука, несоответствующего требованиям нормативной документации.

Для перемешивания раствора щелочи и стабилизации работы насоса 719 предусмотрена линия циркуляции в емкость 718.

Для промывки линий насосов 719 предусмотрена подача умягченной воды через фильтр 718а во всасывающую линию насосов 719.

Пары углеводородов и воды из дегазаторов 117 через фильтры 118 (по 2 фильтра после каждого дегазатора 117, установленные последовательно), «где отделяется унесенная газовым потоком крошка каучука, по двум параллельным трубопроводам поступают на систему конденсации установки полимеризации изопрена ИП-5.

Завышение давления в дегазаторах» 117 поз. 604/I-IV до $2,0 \text{ кгс/см}^2$ сигнализируется, при превышении давления до $2,2 \text{ кгс/см}^2$ предусмотрена блокировка - закрывается электрозадвижка на линии подачи полимеризата в крошкообразователь 117г.

Пары углеводородов и воды из дегазаторов 117а - II ступени дегазации «проходят через фильтр 118а, где отделяется унесенная газовым потоком крошка каучука, поступают на конденсацию в конденсатор 144, охлаждаемый обратной водой, поступающей из коллектора обратной воды.

Завышение давления» в дегазаторах 117а поз. 6008/I-IV до $0,5 \text{ кгс/см}^2$ сигнализируется.

Углеводородный конденсат из конденсатора 144 стекает в емкость 145, а несконденсированные пары поступают в конденсатор 119/I, охлаждаемый заоложенной водой, поступающей из отделения ИП-3 установки ИП-3-4.

Предусмотрена возможность подачи в аппарат 119/I обратной воды, для чего смонтирована перемычка между коллекторами обратной и заоложенной воды в отделении дегазации [14].

Конденсат из конденсатора 119/І стекает в емкость 145, откуда насосом 146/І подается в емкость 125 установки полимеризации изопрена ИП-5.

Предусмотрена линия циркуляции от насоса 146/І в емкость 145, а также возможность включения насоса 146/ІІ для подачи конденсата из емкости 145 в емкость 125.

«Уровень в емкости 145 выдерживается регулятором поз. 8019, клапан которого установлен на линии углеводородов от насоса 146/І на установку» полимеризации изопрена ИП-5.

Завышение (занижение) уровня в емкости 145 до 80 % (30 %) по шкале прибора сигнализируется.

Несконденсированные инерты из конденсатора 119/І стравливаются в атмосферу. Давление в системе конденсации выдерживается регулятором давления поз. 8024. Воздушка оборудована огнепреградителем.

По мере забивки сетки фильтров 118, 118а, что определяется по увеличению перепада давления до и после фильтра 118, 118а, система дегазации останавливается на замену сетки.

Для защиты аппаратов 117 и 117а от завышения давления на них установлены предохранительные клапаны с защитными мембранами перед ними. Сброс от предохранительных клапанов направляется в емкость 148.

Контроль за состоянием мембран осуществляется по манометрам, установленным между МПУ и ППК.

Для защиты от завышения давления на емкости 145 установлен предохранительный клапан, сброс от которого также направлен в емкость 148.

Углеводороды из емкости 148 откачиваются насосом 148а в емкость 125 установки полимеризации изопрена ИП-5.

При уровне в емкости 148 - 10% по шкале прибора поз. 5013 срабатывает предварительная сигнализация, а при уровне 30% по шкале прибора автоматически включаются электродвигатели насосов 148а.

В воздушку емкости 148 подается азот.

Для сбора атмосферных осадков с площадок наружной установки отделения дегазации, а также для сбора стоков при подготовке оборудования к ремонту предусмотрена заглубленная емкость 725. Завышение уровня в емкости 725 до 80% по шкале прибора поз. 5016 сигнализируется.

По мере заполнения емкости 725 стоки перекачиваются азотом в химзагрязненную канализацию, при этом ХПК в стоках не должно превышать 1000 мгО₂/л.

Время и продолжительность перекачивания согласовывается с отделом охраны природы [17].

На выводах из отделения дегазации в химзагрязненную и ливневую канализацию установлены гидрозатворы 729/II и 728.

Для исключения замерзания продуктов в трубопроводах, аппаратах предусмотрен обогрев их теплофикационной водой, подаваемой в спутники и змеевики за исключением трубопроводов и насосов емкости 326в, на которых предусмотрен электрообогрев.

1.3 Анализ состава сточной воды, образующейся в цехе ИП-6

В таблице 1 представлены результаты анализа сточных вод от установки ИП-6 [31].

Таблица 1 – Сточные воды

Наименование сбрасываемых сточных вод, отделение, аппарат	Место сбрасывания	Количество стоков, м ³ /сутки	Периодичность сброса	Характеристика выброса			
				Контролируемые загрязняющие вещества в сточных водах	Нормы сброса загрязняющих веществ со сточными водами	Допускаемое количество сбрасываемых вредных веществ к г/час	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Избыток циркуляционной воды из системы транспортировки крошки каучука (из емкостей 326а, 326в), обратная вода для охлаждения стоков	ХЗК, через крошкоулавливатель № 730 в колодец №24	720-960	постоянно	ХПК рН Взвешенные вещества Метанол (при выпуске СКИ-ЗС) Алюминий Титан Железо общее	не более 500 мгО ₂ /дм 7,5-9,5 не более 150 мг/дм ³ не более 10 мг/тгм ³ не более 15 мг/дм ³ не более 10 мг/ дм ³ не более 5 мг/дм ³	- 9-12 - - - - -	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
2. Вода из лотковой канализации отделения дегазации - емкость 725 (атмосферные осадки с площадок установки, конденсат после пропарки, вода после промывки оборудования при подготовке к ремонту)	ХЗК, колодец №24	Ориентировочно 48	периодически по мере заполнения	ХПК Взвешенные вещества Метанол (при выпуске СКИ-ЗС) Алюминий Титан Железо общее	не более 500 мгО ₂ /дм ³ не более 100 мг/дм ³ не более 10 мг/дм ³ - не более 0,5 мг/дм ³ не более 1 мг/дм ³ не более 1 мг/дм ³	- 2 - - - - - -	

2 Модернизация установки дегазации цеха ИП-6 ООО «СИБУР Тольятти»

2.1 Анализ существующих методов очистки сточных вод от мелкой крошки

2.1.1 Фильтрационные установки для очистки сточных вод

«Фильтрационные установки применяются для глубокой очистки (доочистки) сточных вод после физико-химической или биологической очистки для последующего извлечения тонкодиспергированных веществ, пыли, масел, смол, нефтепродуктов и др.



Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод

Фильтрационные установки применяют для извлечения из сточных вод тонкодиспергированных веществ, масел, нефтепродуктов, смол и др. Для этой цели наиболее широко используют сетчатые фильтры и фильтры с зернистой перегородкой.

В практике очистки сточных вод используют следующие процессы:

- фильтрование через фильтровальные перегородки;
- фильтрование через зернистые слои;
- микрофильтрация» [3].

«Известен способ очистки сточных вод флотацией путем насыщения сточных вод воздухом или каким-либо растворенным в воде газом под давлением. При сбросе давления из сточной воды выделяется растворенный в ней воздух или какой-либо другой газ в виде пузырьков. При этом к пузырькам прилипают тонкодисперсные гидрофобные вещества и в виде

комплексов частица-пузырек всплывают, образуя пенный слой, который содержит частицы загрязнений. Пенный слой самотеком или с помощью специального устройства периодически или непрерывно удаляется в шламоборник» [10].

«Очищенная жидкость отводится из зоны, находящейся ниже образования флотокомплексов частица-пузырек /Гвоздев В.Д., Ксенофонов Б.С. Очистка производственных сточных вод и утилизация осадков. - М.: Химия, 1988, с. 60-76» [10].

«Недостатком известного способа является низкая скорость всплывания флотокомплексов «частица-пузырек», обусловленная малым размером пузырьков. Низкие значения скорости всплывания этих флотокомплексов приводят к тому, что часть из них следует за потоком отводимой очищаемой жидкости, что приводит к резкому снижению эффективности очистки» [10].

«Известен способ очистки сточных вод флотацией, включающий очистку сточных вод флотацией, осуществляемой путем аэрации сточных вод пузырьками воздуха и других газов и дальнейшим отделением от воды образующихся флотокомплексов «частица-пузырек». При этом диспергирование воздуха и других газов в воде происходит механическим путем, например, эжектированием воздуха за счет движения потока жидкости со скоростью порядка 8...12 м/с или при всасывании в зоне пониженного давления при вращении потока жидкости с помощью мешалки (импеллера). Образующиеся за концами вращающихся лопастей мешалки газовые (воздушные) пузырьки контактируют с частицами загрязнений, что приводит в большинстве случаев к появлению флотокомплексов «частица-пузырек». При этом размер образующихся пузырьков составляет более 0,01 мм. При диспергировании воздуха или других газов с помощью мешалки происходит естественная коалесценция пузырьков, что приводит к существенному изменению их размеров, причем в зоне вращения мешалки (импеллера) размер пузырьков составляет порядка 0,01...0,5 мм и более, а в

верхней зоне, где происходит отделение от воды и их переход в пенный слой, размер пузырьков достигает 1,0...10,0 мм и более. При этом очищенная от частиц загрязнений вода отводится из зоны всплывания флотокомплексов «частица-пузырек»» [10].

«Недостатком данного способа является то, что в результате отводимый водный поток захватывает часть комплексов «частица-пузырек», а также отдельные частицы и пузырьки, не нагруженные частицами загрязнений, что приводит к снижению эффективности очистки сточных вод этим способом» [10].

«Известен способ очистки сточных вод путем последовательного отстаивания, флотации и фильтрования, причем флотацию проводят в режиме принудительной (искусственной) коалесценции микропузырьков путем добавления в сточную воду насыщенного раствора легкорастворимого в воде газа, например углекислого или сероводорода, а также размещения на пути движения пузырьков гидрофобной поверхности. Неуловленные в осветленной воде микропузырьки коалесцируют на входе в фильтрующую загрузку, состоящую из частиц угля и торфа, причем используют флотоконцентрат верхового торфа. Образующиеся на стадии флотации пенный продукт и фильтрования - пенный кек объединяют и направляют на разделение декантацией на легкую и тяжелую фракции и при этом последнюю возвращают на стадию отстаивания [10].

«Недостатком данного способа является то, что процесс флотации сопровождается добавлением к сточным водам водовоздушной смеси, для приготовления которой требуется привлечение дополнительного оборудования. Это влечет за собой увеличение эксплуатационных затрат и усложнение технологического процесса» [10].

«Наиболее близким по технической сущности к заявленному способу является способ очистки сточных вод от нефтепродуктов, включающий предварительную очистку и доочистку фильтрованием через слой

неподвижного сорбента, где в качестве сорбента используется природный апатит [14].

Недостатком данного способа является относительно незначительная поглотительная способность адсорбционных систем (материалов), что предполагает краткосрочность их эксплуатации и сравнительное повышение расходов на их содержание.

«Сущность изобретения заключается в следующем. Задача, на решение которой направлено заявленное изобретение, состоит в повышении качества очистки сточных вод при минимальных эксплуатационных затратах на их очистку» [10].

Технический результат - повышение эффективности способа очистки сточных вод от нефтепродуктов, жиров и взвешенных веществ, удешевление способа их очистки и максимальное использование возможностей очистных сооружений.

«Указанный технический результат достигается за счет того, что в известном способе очистки сточных вод, включающем последовательную обработку воды путем механической очистки через песколовку, нефтеловушку-отстойник, флотатор и доочистки на сорбционном фильтре, особенностью которого является то, что воду дополнительно очищают на зернистом фильтре, при этом первоначально ее пропускают через песколовку, сочетающую в своей конструкции элементы тангенциальной и вертикальной песколовок, нефтеловушку-отстойник, дно которого имеет уклон от центра к периферии по направлению движения воды, что обеспечивает оседание осадков с последующим их удалением, затем очищаемую воду подвергают аэрации воздухом во флотаторе, который имеет цилиндрические перегородки, делящие его на зоны флотации и отстаивания сфлотированной воды, представленной конусным дном и трубопроводом для отвода осадков, что увеличивает эффект очистки за счет полноты прохождения процесса флотации и выпадения в осадок не выделившихся на предыдущих ступенях очистки загрязнений; после удаления загрязнений и

осадков сфлотированную и отстоявшуюся воду пропускают через зернистый фильтр, где вода, двигаясь сверху вниз, проходит через него, затем делает поворот на 180 градусов, поднимается вверх до переливного отверстия, образованного перегородкой, установленной между зернистым и сорбционным фильтрами, и опускается вниз, затем поступает в сорбционный фильтр, где она поднимается снизу вверх, пока не достигнет патрубка для отвода очищенной воды, расположенного в верхней части сорбционного фильтра, при этом осадки с фильтров удаляют через патрубки для отвода осадков, расположенные в нижней части дна с уклонами каждого фильтра. «В качестве загрузки зернистого фильтра используют дробленый керамзит, для промывки которого в верхней его части имеется патрубок. В качестве загрузки сорбционного фильтра используют активированный уголь» [10].

«На рисунке 2 изображена компоновка очистных сооружений (вид сбоку); приняты следующие обозначения: 1 - корпус устройства; 2 - песколовка; 3 - нефтеловушка-отстойник; 4 - флотатор-отстойник; 5 - зернистый фильтр; 6 - сорбционный фильтр; 7 - патрубок отвода очищенной воды; 8 - переливной трубопровод; 9 - флотационная камера; 10 - зона осветленной воды; 11 - отстойная зона; 12 - цилиндрическая перегородка; 13 - патрубок отвода осадка нефтеловушки-отстойника; 14 - трубопровод отвода плавающего осадка; 15 - трубопровод подачи воды на фильтровальный блок; 16 - перегородка, разделяющая фильтры; 17 - осадконакопительный лоток; 18 - лоток для сбора пены; 19 - патрубок сброса пены; 20 - перегородки для перетока жидкости; 21 - переливное отверстие; 22 - патрубок отвода осадка зернистого фильтра; 23 - патрубок отвода осадка сорбционного фильтра; 24 - карман; 25 - дисковый аэратор; 26 - компрессор; 28 - патрубок отвода осадка песколовки; 29 - патрубок отвода промывной воды зернистого фильтра» [10].

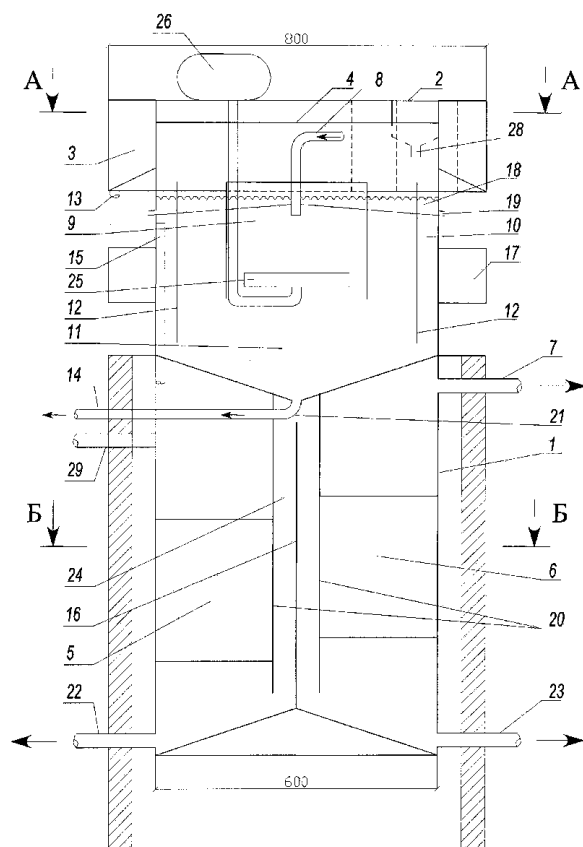


Рисунок 2 – Компоновка очистных сооружений (вид сбоку)

«На рисунке 3 - вид сверху (сечение А-А); приняты следующие обозначения: 2 - песколовка; 3 - нефтеловушка-отстойник; 4 - флотатор-отстойник; 8 - переливной трубопровод; 9 - флотационная камера; 10 - зона осветленной воды; 11 - отстойная зона; 12 - цилиндрическая перегородка; 18 - лоток для сбора пены; 19 - патрубок сброса пены; 25 - дисковый аэратор; 26 - компрессор; 27 - трубопровод подачи сточной воды» [10].

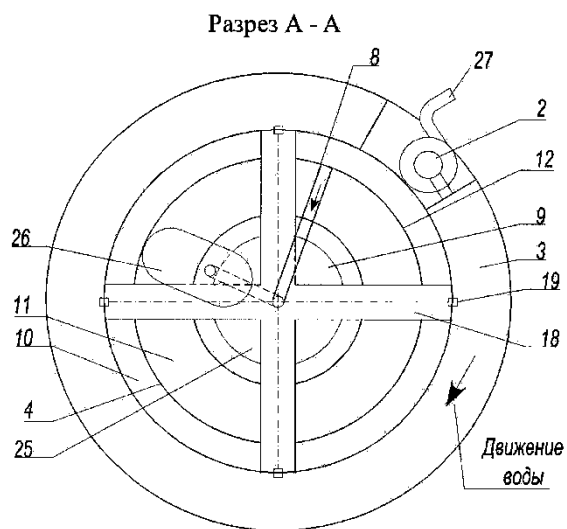


Рисунок 3 – Компоновка очистных сооружений (сечение А-А)

«На рисунке 4 изображен фильтровальный блок (сечение Б-Б); приняты следующие обозначения: 5 - зернистый фильтр; 6 - сорбционный фильтр; 16 - перегородка, разделяющая фильтры; 20 - перегородки для перетока жидкости; 22 - патрубок отвода осадка зернистого фильтра; 23 - патрубок отвода осадка сорбционного фильтра; 24 – карман» [10].

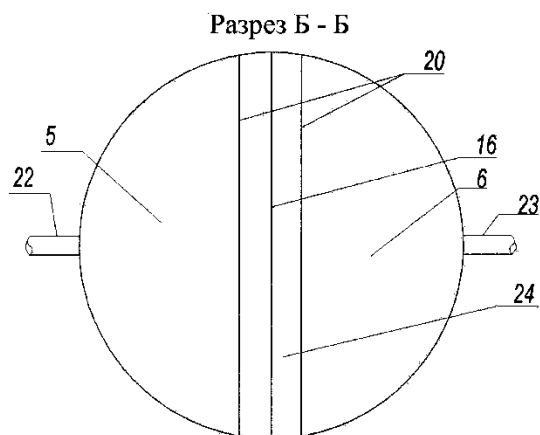


Рисунок 4 – Фильтровальный блок (сечение Б-Б)

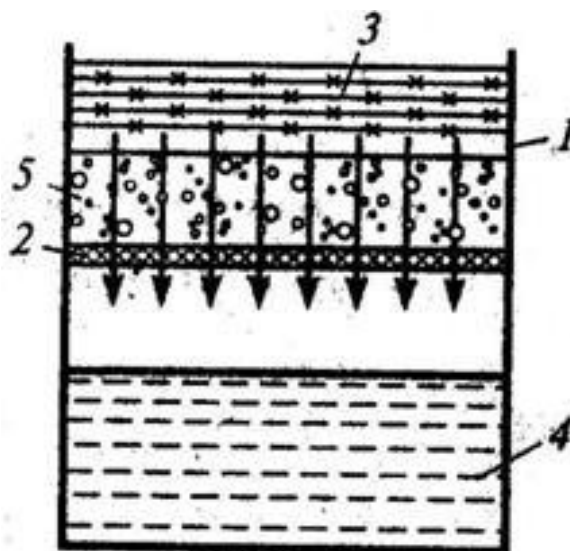
Заявленное изобретение при его использовании позволит повысить скорость, эффективность и качество очистки за счет двойного фильтрования очищаемой воды: зернистым фильтром и сорбционным.

Компактность предложенной установки для очистки сточных вод позволяет значительно сократить занимаемую ею производственную площадь, тем самым расширяет возможности для ее использования.

2.1.2 Фильтрование сточных вод через фильтрующие (пористые) перегородки

«Широко применяется фильтрование через фильтрующие (пористые) перегородки, изображенные на рисунке 2. При этом различают процесс фильтрования суспензии с образованием осадка, при котором она разделяется на чистый фильтрат и влажный осадок, а также фильтрование с закупориванием пор, при котором твердые частицы проникают в поры фильтровальной перегородки и задерживаются там, не образуя осадка [7].

Фильтровальная перегородка представляет собой существенную часть фильтра, и от правильного выбора ее во многом зависят производительность фильтровального оборудования и чистота получаемого фильтрата. Фильтровальные перегородки изготавливают из хлопчатобумажных, шерстяных, стеклянных, керамических, углеродных и металлических материалов [34].



1 – фильтр; 2 – фильтровальная перегородка; 3 – суспензия; 4 – фильтрат;
5 – осадок

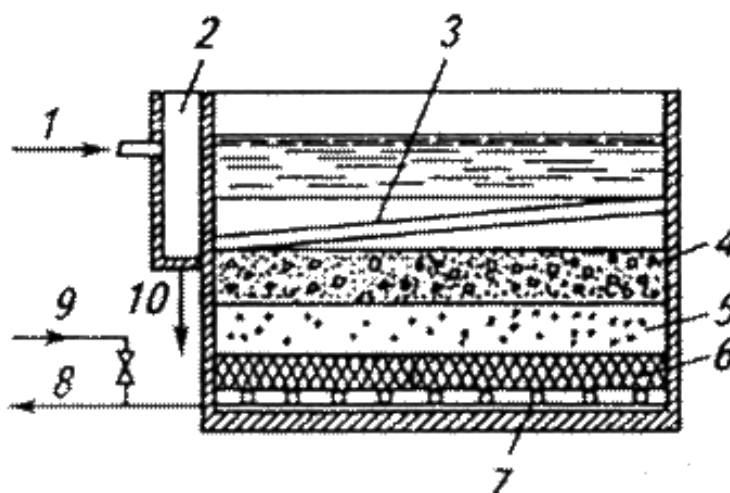
Рисунок 5 – Схема процесса фильтрации суспензии через фильтровальную перегородку»

2.1.3 «Фильтры с зернистой загрузкой для сточных вод

«В промышленных условиях для очистки воды от механических примесей чаще всего используют зернистые материалы. К фильтрующим материалам предъявляют следующие требования: они должны быть химически устойчивыми к обрабатываемой воде, механически прочными и не должны загрязнять воду [10]. Важной характеристикой таких материалов являются также их дешевизна и доступность. Чаще всего используются такие фильтрующие материалы, как кварцевый песок, керамическая крошка, опилки, керамзит, коксовая мелочь, дробленый антрацит, металлургический шлак, гранодиорит, шунгизит и т.п.

Фильтр» «с зернистой загрузкой представляет собой бетонный или кирпичный резервуар, в нижней части которого имеется дренажное устройство для отвода воды. На дренаж укладывают слой поддерживающего материала, а затем фильтрующий материал [12]. Вода под давлением проходит через слой фильтрующего материала, который необходимо периодически промывать от загрязнений.

Схема двухслойного фильтра показана» на рисунке 6.



1 – подача сточной воды; 2 – карман; 3 – желоб; 4 – слой антрацита; 5 – слой песка; 6 – гравий; 7 - дренаж; 8 – отвод фильтрата; 9 – подача промывной воды; 10 – отвод промывной воды

Рисунок 6– Схема двухслойного фильтра

2.1.4 Процеживание сточных вод на сетчатых барабанных фильтрах и микрофильтрах

«В системах очистки сточных вод и обработки осадков используются различные фильтры периодического и непрерывного действия. Барабанные сетки и микрофильтры используют для задержания грубодисперсных примесей в процессах процеживания сточных вод, содержащих не более 300 мг/л взвешенных частиц. В зависимости от требуемой степени очистки и условий применения фильтры можно оснащать сетчатым полотном с

различной крупностью ячеек. В связи с этим сетчатые барабанные фильтры условно подразделяются на барабанные сетки и микрофильтры [9].

1) Барабанные сетки (БС) задерживают грубодисперсные примеси при отсутствии в воде вязких веществ, снижают содержание взвешенных веществ (при концентрации их в производственной сточной воде не более 250 мг/л) на 25 - 45 %. Их чаще всего устанавливают перед зернистыми фильтрами для глубокой очистки сточной воды. Барабанный фильтр представлен на рисунке 4.

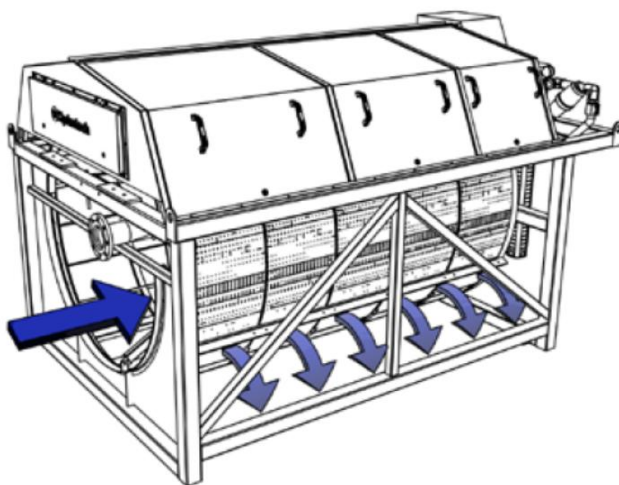


Рисунок 7 – Барабанный фильтр

Эффективность очистки воды на БС и их пропускная способность зависят от состава загрязнений исходной воды, размера ячеек фильтрующей сетки, частоты вращения барабана, интенсивности промывки и других условий эксплуатации установок [25].

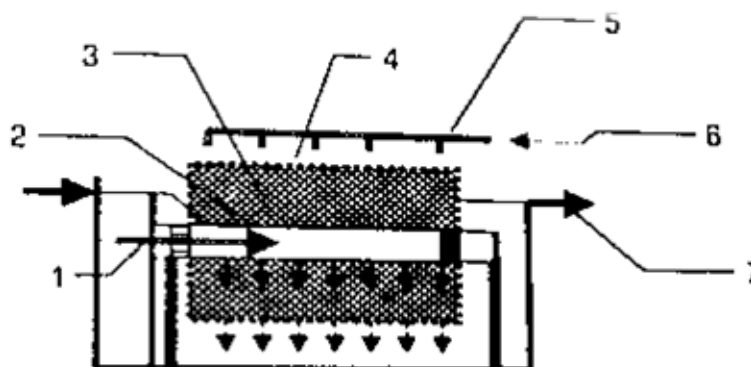
Сетчатые барабанные фильтры относятся к фильтрам непрерывного» «действия. Основной частью этих сооружений является вращающийся барабан сварной конструкции, обтянутый сеткой. На поверхности барабана смонтированы фильтрующие элементы. Барабан приводится во вращение электроприводом. Очищаемая вода поступает внутрь барабана через открытую торцевую стенку и выходит радиально, фильтруясь через сетку [8]. В зависимости от требуемой степени очистки и условий применения их можно оснащать сетчатым полотном с различной крупностью ячеек.

Размеры ячеек барабанных сеток 0,3 - 0,8 мм, а микрофильтров 40 - 70 мкм. Барабан погружен в воду на глубину 0,6 - 0,85 от диаметра и вращается в камере со скоростью 0,1 - 0,5 м/с. Сточная вода поступает внутрь барабана и процеживается через сетчатую поверхность со скоростью 40 - 50 м³/(м²·ч). Задерживаемые сеткой примеси смываются с нее промывной водой под давлением 0,15 - 0,2 МПа и удаляются вместе с ней. Расход промывной воды составляет 1 - 2 % от количества очищенной воды.

В очищаемых сточных водах должны отсутствовать вязкие вещества (смолы, битумы, масла), затрудняющие промывку сетки. Барабанные сетки чаще всего устанавливают перед зернистыми фильтрами для глубокой очистки сточной воды. Применение барабанных сеток для механической очистки производственных сточных вод допускается только в схемах полной биологической очистки с установкой их перед аэротенками [15].

2) Микрофильтры (МФ) задерживают грубодисперсные частицы: растительные и животные структурные примеси, песок и др. Микрофильтры оснащены фильтрующей сеткой с мелкими ячейками размером 0,035 – 0,04 мм.»

«При использовании микрофильтров для механической очистки сточных вод взамен первичных отстойников их располагают перед аэротенками (после решеток и песколовок). БПК_{полн} при совместной очистке бытовых и производственных сточных вод снижается на 25 - 30 %. Содержание взвешенных веществ в исходной воде не более 300 мг/л». [21]



1 – сточная вода на доочистку; 2 – впускная труба; 3 – барабан микрофилтра; 4 – сетчатые стенки; 5 – промывные трубы; 6 – промывная вода; 7 – очищенная сточная вода

Рисунок 8 – Схема микрофилтра

Эффективность очистки воды на микрофилтрах составляет 40 – 60 %, что позволяет в отдельных случаях заменить ими первичные отстойники [5].

2.2 Предлагаемое технологическое решение по модернизации емкости №730

Предлагается произвести установку двух единиц оборудования – барабанное сито TR40/50 (№742) и барабанное сито TR40/75 (№741) в помещении цеха ИП-6 УВСКИ.

Для оперативной и комплексной очистки сточных вод от механических примесей, грязи и мусора используется барабанное сито, имеющее простую конструкцию [20].

Барабанные сита (решетки) TR с размером просветов от 0,15 мм до 2 мм предназначены для механической очистки сточных вод от различных примесей [52].

Применение барабанного сита позволяет удалить из сточных вод песок, крупный мусор и до 30% жиров и других загрязнителей, которые характеризуются показателями ХПК и БПК.

Барабанное сито имеет большую мощность и значительно меньшие

размеры по сравнению с другими ситами, которые используются для разделения суспензий и жидкости. Так, по сравнению со статическим ситом той же ширины, потенциал фильтрации барабанного сита TR в пять раз больше.

Барабанное сито TR (рисунок 9) оборудовано автоматической системой самоочистки (промывка водой), поэтому его забивания практически не происходит. Это простое в эксплуатации оборудование идеально подходит для предварительной очистки большинства производственных сточных вод [50].



Рисунок 9 – Барабанное сито серии TR

Барабанное сито TR состоит из следующих элементов:

- Сетчатый барабан, изготовленный из нержавеющей стали, намотанной на треугольную раму с продольными ребрами. Опора треугольной рамы крепится к внутренней поверхности барабана. Это очень жесткий и устойчивый элемент задерживает частицы крупнее размер просветов барабану. Это предотвращает аккумуляции осадка внутри сита.
- Корпус сита, в котором на подшипниках закреплен барабан. Задняя часть сита имеет приемную камеру, в которой сточные воды собираются и распределяются на барабан равномерным потоком [53].
- Очистительная пластина, отделяющая накопленный осадок с поверхности барабана.

- Привод, состоящий из мотора-редуктора, присоединенного непосредственно к валу барабана, и обеспечивает крутящий момент.
- Приемная камера очищенных вод, которая находится под ситом.
- Форсунки, расположенные внутри барабана, для промывки внутренней поверхности сита водой под давлением.

Барабанные сита TR применяются во многих отраслях промышленности:

- в пищевой промышленности, особенно в отраслях с высоким содержанием масел в сточных водах (молочная, рыбная промышленность, бойни и т.д.);
- в целлюлозно-бумажной промышленности для отделения остатков бумаги;
- в винной промышленности для отделения веточек, коньков и других примесей;
- в производстве пластмасс для отделения мельчайших примесей, до 0,125 мм;
- на объектах высокой производительности, где необходимо постоянное очищение барабана (автоматическая промывка) [54].

Жидкость, которая очищается, поступает через патрубок в задней части корпуса в приемную камеру, после чего равномерно поступает на барабан. Твердые частицы остаются на внешней поверхности барабана, тогда как жидкость проходит через прозрачные с определенным размером во внутреннюю часть барабана (фильтруется). Сито промывается водой через форсунки автоматически. На рисунке 10 представлен принцип работы предлагаемого барабанного сита.

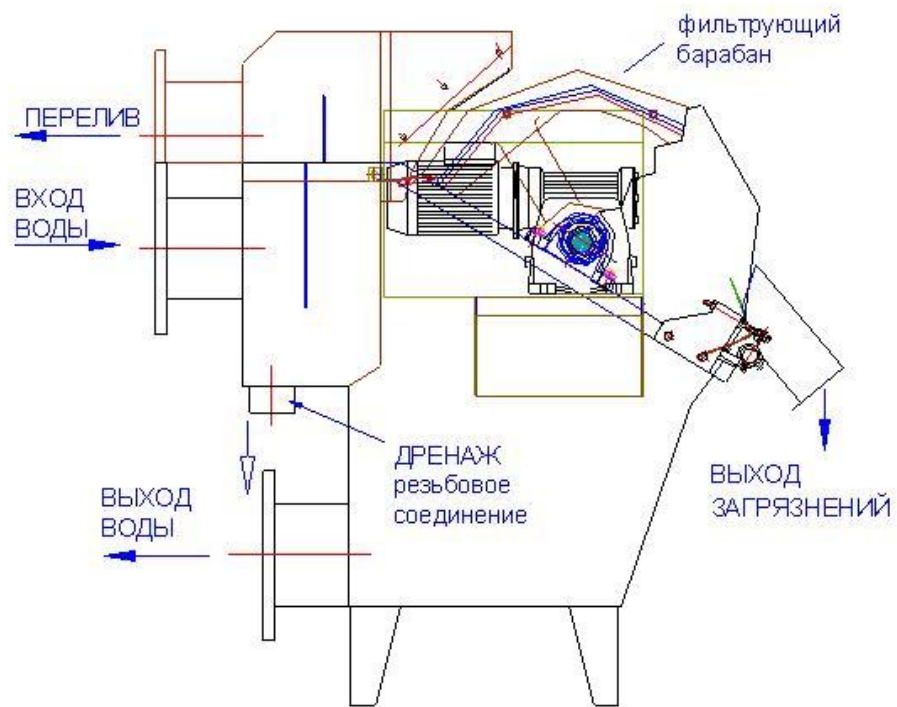


Рисунок 10 – Принцип работы барабанного сита TR

Барабанное сито TR40/50 (№742) предназначено для очистки отжимной воды от крошки с отделения выделения и устанавливается в приямок 870x2800x4000. Со стороны скребков (очистке барабана) монтируется съемный лоток для направления потока крошки каучука в металлический поддон. Приямок должен быть огражден и снабжен лестницей. Ограждение со стороны подъемного устройства имеет открывающиеся дверцы для удобства подъема поддона с крошкой каучука [37].

Барабанное сито TR40/75 (№741) предназначено для улавливания крошки полимера с установки дегазации СКИ и устанавливается на отметке +0,000 в помещении цеха на раме. Со стороны скребков (очистке барабана) монтируется съемный лоток для направления потока крошки каучука в металлический поддон [42].

Для подъема поддона с крошкой каучука монтируется опорная конструкция для установки кошки 1Б-3-У1Г и тали ТЧ-3-У1 Q=1 т, Н=3 м.

В таблице 2 приведены характеристики предлагаемых к установке барабанных сит.

Таблица 2 – Характеристики оборудования

Параметр	Значение	
	TR40/50	TR40/75
1	2	3
Диаметр барабана, мм	400	400
Длина барабана, мм	250	750
Высота, мм	990	990
Ширина, мм	850	1100
Длина, мм	960	960
Материала барабана	AISI316	AISI316
Вход воды, мм	DN 100	DN 150
Выход воды, мм	DN 150	DN 200
Перелив воды, мм	DN 100	DN 100
Подключение чистой воды	1/2"	1/2"
Мощность, кВт	0,25	0,25
Напряжение	380В, 50 Гц	380В, 50 Гц
Диаметр прозора, мм	0,5	0,5
Максимальная производительность по чистой воде, м3/час	до 38	до 56
Расход воды на промывку, л/час	10-50	10-50

На рисунке 11 представлен предлагаемая схема модернизации.

2.3 Расчет материального баланса установки дегазации цеха ИП-6

Для расчета материального баланса установки изображаем схему, представленную на рисунке 12.

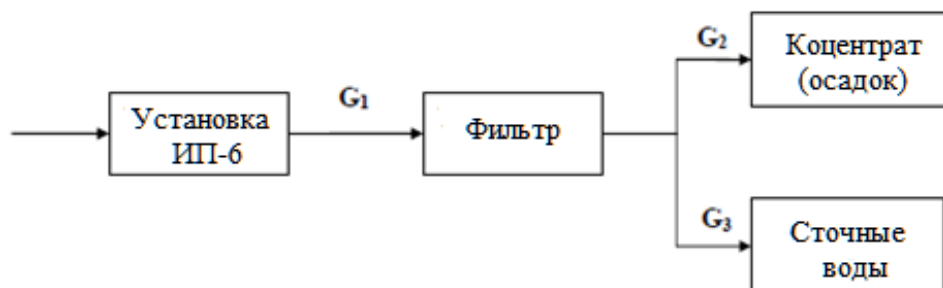


Рисунок 12 – Схема материального баланса

В таблице 3 приведены загрязняющие вещества, входящие в состав сточной воды ООО «СИБУР Тольятти».

Таблица 3 – Качество сточных вод после установки ИП-6 ООО «СИБУР Тольятти»

Загрязнитель	Нормы сброса загрязняющих веществ со сточными водами	Фактические сбросы
ХПК	не более 500 мг O ₂ / дм ³	-
Взвешенные вещества	не более 100 мг/дм ³	200 мг/дм ³
Метанол	не более 10 мг/дм ³	-
Алюминий	не более 0,5 мг/дм ³	-
Титан	не более 1 мг/дм ³	-
Железо общее	не более 1 мг/дм ³	-

Исходя из данных предприятия, представленных в таблице 3, приоритетными загрязняющими веществами являются взвешенные частицы. На основе этих данных рассчитаем материальный баланс установки.

Исходные данные:

Производительность 840 м³/сут.

Время работы оборудования в сутках: 24 часа.

Селективность фильтра = 33,3 %.

Влажность осадка $\omega = 40$ %.

Концентрация взвешенных веществ $C_{в.в.} = 200$ мг/дм³.

ПДК_{в.в.} = 100 мг/дм³.

Расчёт материального баланса:

1) Найдем по формуле 1 среднечасовую производительность установки:

$$G_{\text{ср. ч.}} = G_1 / t_p, \quad (1)$$

где $G_{\text{ср. ч.}}$ – среднечасовая производительность установки, м³/ч;

G_1 – производительность, м³/сут;

t_p – время работы оборудования, ч.

$$G_{\text{ср. ч.}} = 840 / 24 = 35 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

2) Примем, что плотность воды равняется 999,841 кг/м³ [16], тогда среднечасовая производительность установки находится по формуле 2:

$$G''_{\text{ср. ч.}} = G'_{\text{ср. ч.}} \cdot \rho_{\text{воды}}, \quad (2)$$

где $G''_{\text{ср. ч.}}$ – среднечасовая производительность установки относительно плотности воды, кг/ч;

$\rho_{\text{воды}}$ – плотность воды, кг/м³.

$$G''_{\text{ср. ч.}} = 35 \cdot 999,841 = 34994,435 \text{ кг/ч.}$$

3) Определим, сколько взвешенных веществ содержится в стоках, пришедших после установки ИП-6 за час по формуле 3:

$$m_{в.в.} = C_{в.в.} \cdot G''_{\text{ср. ч.}}, \quad (3)$$

где $C_{в.в.}$ – концентрация взвешенных веществ, мг/дм³.

$$m_{в.в.} = 200 \cdot 34994,435 = 699887 \text{ мг/ч} = 6,998 \text{ кг/ч.}$$

4) Учитывая селективность зернистого фильтра, рассчитаем концентрацию взвешенных веществ в стоках по формуле 4:

$$C'_{в.в.} = C_{в.в.} \cdot \eta, \quad (4)$$

где $C'_{в.в.}$ – концентрация взвешенных веществ в стоках после зернистого фильтра;

η – селективность фильтра.

$$C'_{\text{в.в.}} = 200 \cdot 0,333 = 66,6 \text{ мг/дм}^3.$$

Полученное значение концентрации взвешенных веществ не превышает предельно допустимую концентрацию ($\text{ПДК}_{\text{в.в.}} = 100 \text{ мг/дм}^3$).

5) Исходя из предыдущего действия, найдем массу взвешенных веществ после установки зернистого фильтра за час по формуле 5:

$$m'_{\text{в.в.}} = C'_{\text{в.в.}} \cdot G''_{\text{ср. ч.}}, \quad (5)$$

где $m'_{\text{в.в.}}$ – массу взвешенных веществ после установки зернистого фильтра за час, кг/ч.

$$m'_{\text{в.в.}} = 66,6 \cdot 34994,435 = 2330631,369 \text{ мг/ч} = 2,33 \text{ кг/ч.}$$

6) Найдем массу воды после установки ИП-6 по формуле 6:

$$m_{\text{воды}} = G''_{\text{ср. ч.}} + m_{\text{в.в.}} \quad (6)$$

$$m_{\text{воды}} = 34994,435 + 6,998 = 35001,433 \text{ кг/ч.}$$

7) Исходя из данных, найдем массу влажного осадка по формуле 7:

$$m_{\text{в.о.}} = m_{\text{воды}} \cdot \omega, \quad (7)$$

где $m_{\text{в.о.}}$ – масса влажного осадка, кг/ч;

ω – влажность осадка, %.

$$m_{\text{в.о.}} = 35001,433 \cdot 0,4 = 14000,573 \text{ кг/ч.}$$

8) Найдем сочную воду после фильтра по формуле 8:

$$m_{\text{с.в.}} = m_{\text{воды}} - m_{\text{в.о.}} - m_{\text{в.в.}}, \quad (8)$$

где $m_{\text{с.в.}}$ – масса сточной воды после фильтра, кг/ч.

$$m_{\text{с.в.}} = 35001,433 - 14000,573 - 2,33 = 20998,53 \text{ кг/ч.}$$

Полученные значения занесем в таблицу 4.

Таблица 4 – Приход-Расход

Приход		Расход	
Вещество	кг/ч	Вещество	кг/ч
Вода	34994,435	Вода	20998,53
Взвешенные вещества	6,998	Взвешенные вещества	2,33
		Осадок	14000,573

Итого	35001,433	Итого	35001,433
-------	-----------	-------	-----------

После сравнения полученных данных с ПДК можно сделать вывод, что выбранная технология очистки сточных вод зернистым фильтром способствует очистке стоков от загрязняющих веществ в пределах допустимых норм. В таблице 5 представлены сравнительные результаты.

Таблица 5 – Сравнительная таблица

Загрязнитель	Концентрация С до очистки, мг/дм ³	Концентрация С' после очистки, мг/дм ³	Норматив ПДК, мг/дм ³
Взвешенные вещества	200	66,6	100

2.4 Анализ преимуществ предлагаемой технологии

При очистке сточных вод после стадии отстаивания обычно применяют фильтры с зернистым слоем. В состав таких фильтров могут входить натуральные или искусственные материалы. К натуральным фильтрующим материалам относятся: песок, гравий, антрацит, керамзиты и т.п. К искусственным фильтрующим материалам относятся: полистирол, нитрон, лавсан и т.п. Натуральные материалы используются в дробленном виде, синтетические – в дробленном или волокнистом виде [14].

Тип фильтрующего аппарата подбирают в зависимости от следующих факторов:

- количества воды, подлежащей фильтрованию;
- концентрации загрязнений, их природы и степени дисперсности;
- физико-химических свойств твердой и жидкой фаз;
- требуемой степени очистки;
- технологически, технико-экономических и других факторов [11].

Достоинствами зернистых фильтров является:

1. Доступность материала.
2. Возможность работать при высоких температурах и в условиях агрессивной среды.

3. Способность выдерживать большие механические нагрузки и перепады давлений, а также резкие изменения температуры.

4. В составе зернистых фильтров используются химически стойкие материалы.

5. Компактность данной установки для очистки сточных вод позволяет значительно сократить занимаемую ею производственную площадь, тем самым расширяет возможности для ее использования.

6. Минимальные эксплуатационные затраты.

Но одним из самых главных достоинств является то, что можно проводить регенерацию данных фильтров четырьмя способами:

- 1) продуванием воздухом в обратном направлении;
- 2) пропусканием жидких растворов в обратном направлении;
- 3) пропусканием горячего пара;
- 4) простукиванием или вибрацией трубной решетки с элементами [15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе изучен технологический процесс работы установки дегазации цеха ИП-6 ООО «СИБУР Тольятти». Представлены общие сведения процесса выделения, сушки и упаковки каучука.

Проанализировано качество сточных вод ООО «СИБУР Тольятти». Данный анализ показал, что сбрасываемые сточные воды предприятия не удовлетворяют требованиям к сбрасываемой воде в водоемы рыбохозяйственного назначения по содержанию взвешенных веществ, содержание которых превышает предельно допустимые концентрации в 2 раза. Тем самым, была определена проблема производства – унос мелкой крошки со сточными водами, которые содержат антиагломератор (стеарат кальция) и некоторое количество углеводорода – изопентана. Вследствие чего, возникла необходимость в разработке мероприятий, направленных на устранение проблемы.

Для подбора наиболее подходящего метода снижения содержания взвешенных веществ в сточных водах от работы установки дегазации изучены существующие системы фильтрации промышленных сточных вод. Приведены данные по основным параметрам необходимой очистки.

Наиболее оптимальным способом снижения содержания крошки в сточных водах рассматриваемого процесса является модернизация технологической схемы путем установки нового оборудования.

Наиболее подходящим по техническим параметрам является барабанное сито типа TR. В бакалаврской работе представлены основные технические данные о данном виде оборудования.

Также был проведен расчет материального баланса, который позволил сделать вывод о том, что выбранная технология позволяет значительно снизить содержание взвешенных веществ (крошки) в сточных водах.

Для обоснования предлагаемого барабанного сита описаны преимущества выбранной технологии.

После проведения очистки сточных вод с применением барабанного сита типа TR получаемая на выходе крошка возвращается в технологический процесс, так как ее химический состав полностью соответствует требованиям, предъявляемым к готовой продукции, что минимизирует экономические затраты на производство продукции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Аналитическая химия. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа : учебник / А.А. Ганеев [и др.]; Под ред. Л.Н. Москвина. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 332 с.
- 2 Бакшатов, Т.В., Жигалин, Я.Л. Технология синтетических каучуков: Учебник для техникумов / Т.В. Бакшатов, Я.Л. Жигалин. – Л. : Химия, 1987. 360 с, стр. 22 - 57.
- 3 Баранов, Д.А. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / Д.А. Баранов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 408 с.
- 4 Бейгельдруд, Г.М. Технология очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов / Г.М, Бейгельдруд – М. : Строиздат, 1999. – 445 с.
- 5 Беляев, Д.С. Методы и сооружения для очистки промышленных сточных вод [Электронный ресурс]. – URL : http://pnu.edu.ru/media/filer_public/2013/05/21/ochistka-sv_posobie.pdf (дата обращения 03.05.2018).
- 6 Величко, Б.А. Фитосорбенты для очистки воды / Б.А. Величко // ЭКиП: Экология и промышленность России. - 2002.-№2.- С.17-19.
- 7 Водоотведение / Ю. В. Воронов и [др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 413 с.
- 8 Галимулина, Ф.Ф. Управление логистическими и технологическими инновациями в промышленном комплексе: практикум / Ф.Ф, Галимулина. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016.– 84 с.
- 9 Гетманцев, С.В., Нечаев И.А., Гандурина Л.В. Очистка промышленных сточных вод коагулянтами и флокулянтами / С.В. Гетманцев, И.А. Нечаев, Л.В, Гандурина. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2008. – 272 с.

- 10 Гляденов, С.И. Устройство для очистки питьевой воды / С.И. Гляденов // Экологические системы и приборы. - 2003.-№9.-С.56.
- 11 Голицын, А.Н. Основы промышленной экологии / А.Н. Голицын. - Москва : Academia, 2004. - 239 с.
- 12 Дирин, М.С. Опреснение соленой воды для восстановления геоэкологических характеристик водоемов и почв / М.С, Дирин // ЭЖиП: Экология и промышленность России. - 2005.-№ 11. - С. 38-39.
- 13 Дытнерский, Ю.И. Мембранные процессы разделения жидких смесей: учебное пособие/ Ю.И. Дытнерский. – М. : Химия, 1995. - 232 с.
- 14 Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для студентов химико-технол. специальностей вузов. Ч. 1: Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский. - 3-е изд. - М. : Химия, 2002. - 400 с.: ил.; 21 см. - Библиогр.: с. 380-381. - Предм. указ.: с. 389-400.
- 15 Журавлева, Л.Л. Гидроэкология: исследование процессов очистки сточных вод / Л.Л. Журавлева // Инженерная экология. - 2001.-№4.- С.25-33.
- 16 Ильин, В.И. Повышение эффективности работы сооружений по очистке жидких отходов предприятий машиностроения / В.И. Ильин // Тяжелое машиностроение. - 2008. - N 6. - С. 15-17.
- 17 Кандалов, М.С. Совершенствование действующего технологического процесса очистки сточных вод гальванического производства АО «АПЗ им. Пландина»/ М.С. Кандалов // Химическая технология. - 2009. - № 10. - с. 623-631.
- 18 Кирпичников, П.А., Береснев, В.В., Попова, Л.М. Альбом технологических схем производств промышленности синтетического каучука: Учеб. пособие для вузов / П.А. Кирпичников, В.В, Бересев, Л.М. Попова. –Л. : Химия, 1986 - 224 с., стр. 7-35.
- 19 Колесников, В.А. Экология и ресурсосбережение в

электрохимических производствах. Механические и физико-химические методы очистки промывных и сточных вод: Учеб. пособие/ В.А. Колесников, В.И. Ильин. – М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. – 220 с.

20 Колесников, В.А., Ильин, В.И., Кучеров, А.А. Очистка сточных вод на металлургических предприятиях/ В.А. Колесников, В.И. Ильин, А.А. Кучеров // Экология производства. 2010. – № 3.

21 Корзун, Н.Л. Биотехнологии очистки сточных вод городов и предприятий: учебное пособие для лекционных и практических занятий магистрантов специальностей 270800 «Строительство», магистерской программы 27080.68 «Инновационные технологии водоотведения, очистки сточных вод, обработки и утилизации осадков» (ВВм)/ Н.Л. Корзун. – Саратов : Вузовское образование, 2014.– 187 с.

22 Коробко, М.И., Фомин, С.Н. Очистка бытовых сточных вод двухступенчатым фильтрованием. Учебное пособие / М.И. Коробко. – Хабаровск : ДГУПС, 2000г. – 64с.

23 Ксенофонтов, Б.С. Очистка сточных вод: флотация и сгущение / Б.С. Ксенофонтов. - М. : Химия, 2015, с. 44-46.

24 Латухов С.В. Экологическая безопасность водных объектов / С.В. Латухов.- Санкт-Петербург : ГМА им. адмирала С. О. Макарова, 2005. - 86 с.

25 Мичуков, М. Бесхлорный способ обеззараживания сточных вод / М. Мичуков, Н. Лукичева // Экология и жизнь. - 2008. - N 8. - С. 35-39.

26 Мулдер, М. Введение в мембранные технологии: учебное пособие/ под ред. Ю.П. Ямпольского и В.П. Дубяги. – М. : Мир, 1999. – 513 с.

27 Павлов, Д.В., Вараксин, С.О., Колесников, В.А. Обратное водоснабжение промышленных предприятий / Д.В. Павлов, С.О. Вараксин, В.А. Колесников // Сантехника. 2010. – № 2.

28 Патент RU 2300413 Мембранная установка для разделения растворов. Автор: Скиданов Евгений Викторович (RU). Опубликовано 10.08.2014 Бюл. № 22 [Электронный ресурс]. – URL :

<http://www.freepatent.ru/patents/2300413> (дата обращения 03.06.2018).

29 Пашацкий, Н.В. Гидроэкология: проблемы малых водоемов, загрязняемых отходами промышленного производства / Н.В. Пашацкий // Инженерная экология. - 2001.-№6.-С.39-45.

30 Пашкевич М.А. Совершенствование системы очистки сточных вод / М.А, Пашкевич // Безопасность жизнедеятельности.-2004.-N 7.

31 Приказ ООО «СИБУР Тольятти» №378 от 22.02.2019 «О вводе в действие Технологической инструкции ТИ-ИП-6-30-17 по обслуживанию узла усреднения полимеризата. Установка выделения СКИ». – Тольятти, 2019.

32 Применение экологических технологий для управления твердыми отходами и сточными водами: возможности сотрудничества Европейского Союза и Российской Федерации: программа .- Архангельск : Сев. (Аркт.) федер. ун-т, 2011. - 17 с

33 Решетников, В. Бесхлорная очистка питьевой воды / В. Решетников // Военные знания. - 2006.-№7.- С.61-62.

34 Рябчикова, Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования / Б.Е. Рябчикова. – М. : Литвед, 2008. – 72 с.

35 Самсонов, А.Л. Вселенная воды / А.Л. Самаоснов // Экология и жизнь. - 2006.-№5.- С.42-48.

36 Свитцов, А.А. Введение в мембранные технологии/ А.А. Свитцов. – М. : ДеЛи принт, 2007. - 280 с.

37 Свитцов, А.А. Основы проектирования производств, использующих мембранное разделение: учебное пособие./ А.А. Свитцов. – М. РХТУ им. Менделеева, 2013. – 219с. [Электронный ресурс]. – URL : <http://membranemsk.ru/Osnoviproektirovania.pdf> (дата обращения 09.06.2018).

38 Соколов Р.С. Химическая технология: Учебное пособие для студ. высш. учеб, заведений: В 2 т. / Р.С. Соколов. - М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2015, - Т. 2 Металлургические процессы. Переработка

химического топлива. Производство органических веществ и полимерных материалов. - 448 с.

39 Соколов, Р.С. Химическая технология: Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений: В 2 т. / Р.С. Соколов. - М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. - Т.1 Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. - 368 с.

40 Суворов, И. Ф. Способ очистки и обеззараживания сточных вод / И. Ф. Суворов // Изобретатели - машиностроению. - 2010. - N 3. - С. 40-41

41 Тангиев, Б.Б. Экологическая безопасность водных ресурсов / Б.Б. Тангиев // Гражданин и право. - 2006.-№7.- С.76-81.

42 Тауипбаев, С.Т. Гидроэкология: обоснование и методы оценки устойчивости геосистемы / С.Т. Тауипбаев // Инженерная экология.-2001.- №3.-С.25-33

43 Тимонин, А.С. Инженерно-экологический справочник / А.С. Тимонин. – Калуга : издательство Н. Бочкаревой, 2003. – Том 2. – 917 с.

44 Указ Президента Российской Федерации от 07.07.2011 года «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в российской федерации и перечня критических технологий российской федерации» [Электронный ресурс]. – URL : <https://elementy.ru/Library9/u899.htm> (дата обращения 15.05.2019).

45 Хванг, С.Т., Каммермейер, К. Мембранные процессы разделения Пер. с англ. / С.Т. Хванг, К. Каммермейер. М. : Химия , 1981. – 464 с.

46 Черникова, Н.Ю. Химический минимум : учебное пособие / Н.Ю. Черникова. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 316 с.

47 Эльпинер, Л.И. Питьевая вода и здоровье / Л.И. Эльпинер // Экология и жизнь. - 2000.-№2.-С.62-65.

48 Юнси, А.Р. Повышение надежности и экологической безопасности систем очистки сточных вод предприятий радиоэлектронной промышленности: дис. канд. техн. наук: 05.26.01 / А.Р. Юнси. М., 2017. – 168 с. [Электронный ресурс]. – URL :

<https://www.mirea.ru/upload/medialibrary/b7d/dissertatsiya.pdf> (дата обращения 21.05.2018)

49 Ярошевский А.Б. Технология очистки сточных вод: учебное пособие/ А.Б. Ярошевский. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016.– 84 с.

50 Agrelli, D. Chemical and Spectroscopic Characteristics of the Wood of *Vitis vinifera* Cv. Sangiovese Affected by Esca Disease / D. Agrelli, C. Amalfitano, P. Conté, L. Mugnai // Journal Agricultural and Food Chemistry. - 2015. №57. - pp. 11469-11475

51 Ahmed, S.A. Batch and fixed-bed column techniques for removal of Cu(II) and Fe(III) using carbohydrate natural polymer modified complexing agents // Carbohydrate Polymers. 2011. - № 83. - pp. 1470-1478

52 Charles G.E., Mason SJ Coalescence of liquid drops with flat liquid interfaces. Journ of Colloid Sci, 2014, № 15, pp.237-267

53 Gregor H.P., Gold D.H. Viscosity and electrical conductivity of salts of Poly-N-vinylmethylimidazolium Hydroxide// J. Phys. Chem. 2017. - 61. - p. 1347.

54 Ogedengbe Olusola. The performance-potential of polyelectrolytes and high velocity gradients in the treatment of wastewaters // Effluent Water Treatment Journal. 2016. - 16.-№ 6. - p. 289.