

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Совершенствование процесса очистки циркуляционной воды на
примере БК-2 ООО «СИБУР Тольятти»

Студент

Е.А. Рапаева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Ю.Н. Шевченко

(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)

« _____ » _____ 2018г.

Тольятти 2018

Аннотация

Бакалаврскую работу выполнила: Рапаева Екатерина Александровна

Тема работы: Совершенствование процесса очистки циркуляционной воды на примере БК-2 ООО «СИБУР Тольятти»

Научный руководитель: Шевченко Юлия Николаевна

Бакалаврская работа выполнена на 65 страниц, 11 рисунков, 9 таблиц, использовано 32 источника.

Объектом исследования является циркуляционная вода в технологическом трубопроводе.

Актуальность дипломной работы в том, что совершенствование процесса очистки циркуляционной воды посредством установки гидроциклонного оборудования (напорного гидроциклона) при помощи применения добавочного оборудования – автоматического камерного фильтр-пресса, сократится антропогенная нагрузка на окружающую среду.

В данной дипломной работе рассмотрен метод очистки циркуляционной воды от твердых частиц посредством установки гидроциклона. Также рассмотрен вариант осушки шлама, содержащего алюмохромовый катализатор, методом установки автоматического камерного фильтр-пресса, как дополнительного оборудования для осушки шлама и дальнейшей его реализации в сторонние организации.

Бакалаврская работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word и представлена на электронном носителе.

Содержание

Введение.....	5
1 Технологический процесс получения изобутан – изобутиленовой фракции и изобутилена.....	7
1.1 Процесс дегидрирования изобутана на установке – БК-2.....	7
1.2 Процесс очистки от катализаторной пыли.....	11
1.3 Катализатор в процессе дегидрирования.....	12
2 Отходы отработанного алюмохромового катализатора.....	14
2.1 Отходы установки БК-2.....	14
2.2 Шламонакопитель для отработанных алюмохромовых катализаторов.....	15
2.3 Проблемы утилизации отработанного алюмохромового шлама..	17
2.4 Применение отработанных алюмохромовых катализаторов.....	19
3 Анализ экологической безопасности установки	20
3.1 Описание токсичных свойств сырья, полупродуктов, готовой продукции и отходов производства.....	20
3.2 Воздействие шестивалентного хрома на человека и окружающую среду.....	20
4 Аналитический контроль и показатели	22
4.1 Состав циркуляционной воды.....	22
4.2 Состав шлама в отстойнике.....	22
4.3 Аналитический контроль.....	23
5 Технические решения	25
5.1 Измененная технологическая схема очистки газа.....	25
5.2 Отстойник.....	26
5.3 Гидроциклон.....	27
5.4 Способ разгрузки слива.....	28
5.5 Достоинство и недостатки гидроциклона.....	30

5.6 Вспомогательное оборудование.....	31
6 Технологические расчёты	36
6.1 Расчёт классификатора.....	36
6.2 Расчёт камерного фильтр-пресса.....	41
7 Экономический расчёт	43
Заключение.....	52
Список используемых источников.....	54
Приложение А.....	57
Приложение Б.....	60
Приложение В.....	63

Введение

Химическая и нефтехимическая промышленность в Самарской области относится к базовой отрасли экономики области и производит более 10% синтетических каучуков от производства в России. Бутилкаучук – синтетический каучук, получаемый на основе изобутилена. Его применяют в автомобильном производстве для изготовления резиновых и других материалов, химической и другой промышленности. Данный материал обладает важными свойствами, устойчивостью к разного рода факторам разрушения, намного лучше натурального каучука.

На промышленной площадке ООО «СИБУР Тольятти» имеется производство изобутан - изобутиленовой фракции (ИИФиИ), оно введено в эксплуатацию в 1980 году. Проектная мощность составляет сто тысяч тонн изобутилена в год. Мощность производства на 2017 год составила 140 тысяч тонн изобутилена во фракции. Фракция изобутан-изобутиленовая – это промежуточный продукт при получении изобутилена. Изобутилен, содержащийся во фракции, используется в производстве бутилкаучука и полиизобутилена как мономер в производстве изопрена, и как сырьё для производства метил-трет-бутилового эфира. Процесс получения фракции разработан МИИМСК г. Ярославль.

Установка БК-2 предназначена для дегидрирования изобутана в изобутилен в «кипящем» слое катализатора. Далее контактный газ с установки БК-2 поступает на выделение ИИФиИ, получаемый разделением контактного газа способами охлаждения, конденсации, компримирования, абсорбции и ректификации. Процесс дегидрирования в «кипящем» слое алюмохромового катализатора был разработан ОАО «НИИ Ярсинтез» (НИИМСК) в начале 1960-х годов.

До 2014 года установка БК-2 работала на одном реакторном блоке с нагрузкой в 25 тонн сырья. Но в связи с высокой рентабельностью

синтетических каучуков, для увеличения выпуска продукции в 2014 году проводились испытания реакторного блока на определение максимальной нагрузки на один реакторный блок. Эксперимент прошел удачно. В 2016 году руководство тольяттинской промышленной площадки приняло решение о включении в параллельную работу двух блоков дегидрирования. При увеличении нагрузки, увеличивается расход катализатора. В связи с этим, в настоящее время имеется проблема на установке БК-2 - превышение допустимой нормы количества твердых частиц отработанного алюмохромового катализатора, содержащихся в циркуляционной шламовой воде.

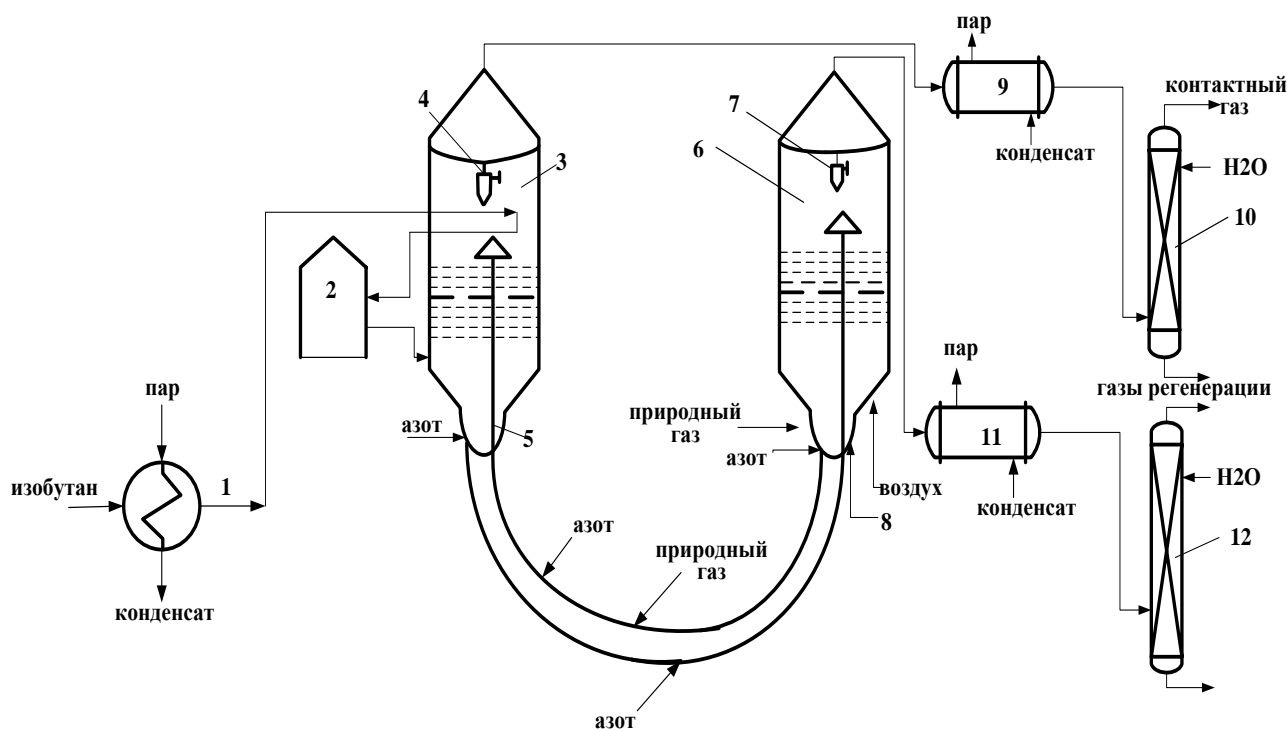
1 Технологический процесс получения изобутан – изобутиленовой фракции и изобутилена

1.1 Процесс дегидрирования изобутана на установке – БК-2

Процесс дегидрирования изобутана — высокотемпературный процесс, температура 530-600°C, происходит с поглощением тепла (эндотермический процесс). Тепло для процесса подводится:

1. За счет перегрева сырья.
2. С катализатором, поступающим из регенератора.

На рисунке 1.1 представлена технологическая схема дегидрирования изобутана в «кипящем слое» катализатора.



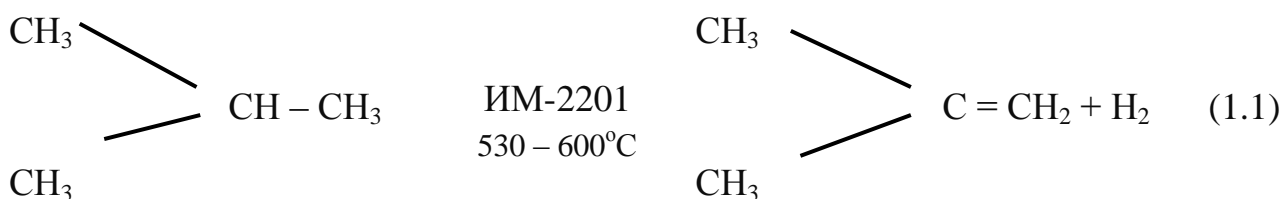
- 1 – испаритель; 2 – печь; 3 – реактор; 4, 7 – циклон; 5 – стакан-десорбер;
6 – регенератор; 8 – стакан-восстановитель; 9, 11 – котёл-утилизатор;
10, 12 – скруббер.

Рисунок 1.1 – Технологическая схема дегидрирования изобутана в «кипящем слое» катализатора

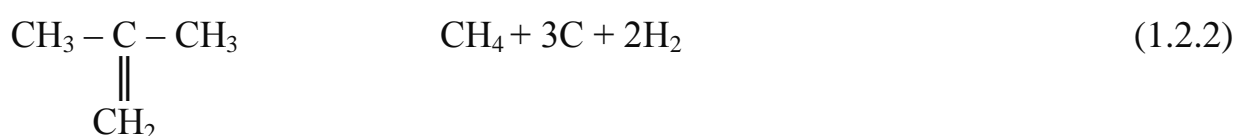
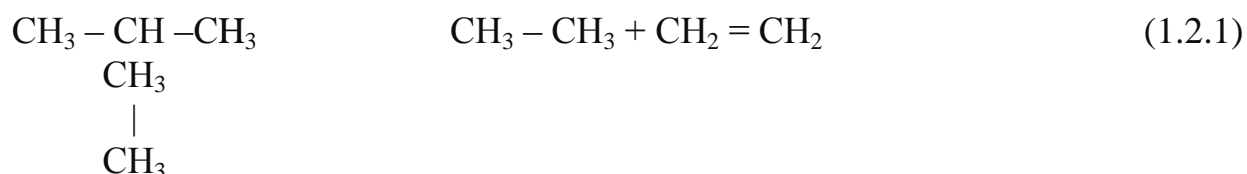
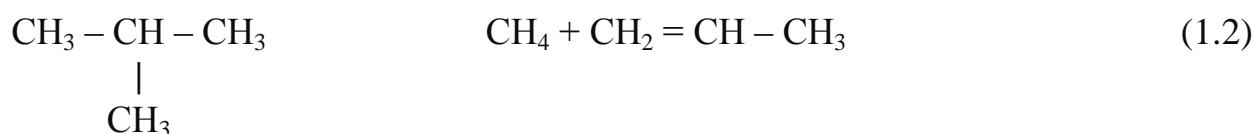
Углеводородное сырье (сжиженный изобутан) подается в испаритель, где изобутан испаряется за счет тепла подводимого водяного пара. После, теплом контактного газа (оно выходит из реактора дегидрирования), происходит подогрев сырья до температуры 200-300°C, далее в перегревательную печь, здесь происходит нагрев дымовыми газами (они образуются при сгорании природного газа или абгаза), изобутана до температуры 450-570°C. Пары изобутана поступают в реактор и поднимаются навстречу стекающему вниз по секционирующим решеткам катализатору, находящемуся в псевдооживленном состоянии.

Дегидрирование изобутана возникает во время контакта с катализатором. Температуру в реакционной зоне регулируют изменением кратности циркуляции катализатора (кратность циркуляции в пределах 10-18). Охлаждение контактного газа на выходе из «кипящего» слоя происходит из-за того, что пары углеводородов подогреваются. Эти пары проходят по закалочным змеевикам, затем циклоны, где очищаются от катализаторной пыли и направляются на охлаждение в котел-утилизатор. Здесь происходит его охлаждение из-за испарения водяного конденсата. Выходя из котла-утилизатора, контактный газ поступает в скруббер (он орошается водой и предназначен для отмывки от катализаторной пыли и охлаждения до нужной температуры), после направляется на узел компримирования.

Процесс дегидрирования изобутана в изобутилен происходит по реакции 1.1, в «кипящем слое» катализатора ИМ-2201 при определенных параметрах температуры и давления:



Помимо основной реакции протекают побочные (1.2; 1.2.1; 1.2.2):



Тепло, которое выделяется от катализатора (поступающего из регенератора) и парами сырья (поступающими из печи), образует процесс дегидрирования. Процесс идёт с поглощением тепла.

Активность катализатора снижает углерод (кокс), который образуется на поверхности и в порах катализатора.

В регенераторе происходит сложный процесс регенерации (восстановления) активности катализатора. Складывается он из трех стадий:

1. Выжиг кокса с поверхности катализатора.
2. Окисление катализатора (хрома).
3. Восстановление активности катализатора.

В регенератор - 6 катализатор поступает по переточной линии из нижней части реактора через десорбирующий стакан - 5, куда подается азот для удаления с поверхности катализатора адсорбированных углеводородов. Транспортировка катализатора из реактора - 3 в регенератор - 6 осуществляется за счет разности давления и за счет подачи азота и воздуха в различные точки переточной линии. Катализатор, поступающий в верхнюю часть регенератора - 6 в псевдосжиженном состоянии, стекает по секционирующим решеткам навстречу потоку воздуха, подаваемому в

нижнюю часть регенератора через распределительное устройство. Выжиг кокса, отложившегося на катализаторе при дегидрировании, окисление трехвалентного хрома, содержащегося в катализаторе, до шестивалентного, поддержание катализатора в состоянии «кипящего слоя», а также поддержание горения топлива осуществляется с помощью воздуха. Он подаётся под распределительную решетку регенератора.

Одновременно с выгоранием кокса в регенераторе происходит окисление катализатора, переход 3-х валентного хрома в 6-ти валентный по реакции (1.3):



Природный газ, который подается в регенератор, необходим для обеспечения дополнительного тепла, так как тепла, которое выделяется при сгорании кокса недостаточно для получения необходимой температуры катализатора. При сгорании природного газа выделяется необходимое дополнительное тепло. В нижней части регенератора имеется восстановительный стакан - 8, который переходит в переточную линию. Регенерированный и окисленный катализатор переходит в восстановительный стакан регенератора - 8, где за счет подаваемого газа-восстановителя - природного газа - происходит восстановление катализатора: переход шестивалентного хрома в трехвалентный по реакции (1.4):



Восстановленный катализатор поступает в реактор.

Десорбция продуктов восстановления из пор катализатора выполняется азотом. Он подаётся в нижнюю часть восстановительного стакана регенератора. Газы регенерации (образуются в результате сгорания кокса, топлива - в результате восстановления катализатора) проходят две ступени циклонов – 7 (которые располагаются в верхней части регенератора), здесь происходит отделение катализаторной пыли. Словленная в циклонах катализаторная пыль (по мере накопления) ссыпается на верхнюю решетку регенератора. Далее газы регенерации переходят в котел-утилизатор – 11.

Там происходит охлаждение из-за того что испаряется водяной конденсат. Из котлов-утилизаторов газы регенерации поступают в скруббер – 12. Там происходит их охлаждение, и полная очистка от катализаторной пыли. После скруббера – 12, газы регенерации (уже очищены) сбрасываются в атмосферу.

1.2 Процесс очистки газа от катализаторной пыли

Процесс очистки газа от катализаторной пыли занимает не маловажный этап на установке БК-2. От того насколько хорошо происходит очистка газа, зависит качество изобутан-изобутиленовой фракции. Остатки твердых частиц катализатора после очистки поступают в циркуляционную систему технологического трубопровода.

На рисунке Б.1 (приложение Б) представлена технологическая схема процесса очистки газа.

Дымовой газ, охлаждается в котле-утилизаторе Т-16 до температуры 300–350 °С и переходит в нижнюю часть скруббера С-17, который орошается циркуляционной водой. Далее очищается от катализаторной пыли и, проходя через глухую тарелку в верхнюю часть скруббера, охлаждается до температуры 70°С циркуляционной водой и из верхней части скруббера выбрасывается в атмосферу.

По нижнему каскаду циркуляция воды в скруббере С-17/1 производится насосом Н-29/1, часть воды (в пределах-10-15 м³/час) поступает в отстойники Е-49 для отстоя катализаторного шлама.

С верха отстойника ёмкости (Е-49) осветленная вода сливается в ёмкость (Е-47), оттуда происходит подача насосом Н-48 на всас насоса Н-29/III.

Шлам из отстойника Е-49 периодически вывозится автобойлером на полигон захоронения.

1.3 Катализатор в процессе дегидрирования

Для протекания процесса дегидрирования используют алюмохромовые катализаторы. Катализаторы - это химические вещества, приводящие реакцию в ускоренное действие, не входят в состав продуктов реакции и остающиеся неизменным. Они ускоряют процесс отщепления водорода от органических соединений. Катализаторы дегидрирования должны отличаться хорошей механической прочностью, селективностью, стабильностью при продолжительной работе, термической стойкостью и изготавливаться из доступного и недорогого сырья, а также обладать полной регенирируемостью. Самые распространенные катализаторы дегидрирования - микросферические алюмохромовые катализаторы ИМ-2201, КДМ. От их качества зависит и качества выпускаемой продукции, а также работа оборудования в целом. Алюмохромовые катализаторы изготавливаются по следующей технологии:

- 1) «Гранулы оксида алюминия пропитывают растворами соединений хрома.
- 2) С осаждением гидроксидов хрома и алюминия аммиаком из растворов солей.
- 3) Смешением высокодисперсных кристаллических соединений оксидов хрома и алюминия»[10].

Процесс получения катализатора завершают термообработкой.

Совершенства метода: простота и возможность получения катализаторов с повышенной активностью и высокой термостабильностью. Срок использования алюмохромовых катализаторов определяет термостабильность и механическая прочность. Завершение срока эксплуатации приводит к его механическому разрушению. Виды катализаторов и их сравнения приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнительно – техническое описание алюмохромовых катализаторов

Внешний вид	Наименование катализатора	
Порошок серо-зеленого цвета	ИМ-2201	КДМ
Насыпная плотность, г/см ³	1,0-1,4	1,0-1,4
Механическая прочность, %	не менее 72	не менее 92
Удельная поверхность, м ² /г	30-60	120±30
Каталитические свойства: - выход непредельных у/в С ₄ на пропущенный н-бутан, % - выход непредельных у/в С ₄ на разложенный н-бутан, %	не менее 39,0	не менее 47,0
	не менее 80,0	не менее 86,0
Массовая доля хрома (VI) в пересчете на оксид хрома (VI), %	1,0-2,0	4,0
Массовая доля фракции менее 71 мкм, %	не более 40	не более 40,0
71-90 мкм, %	-	не более 45,0
более 90 мкм, %	-	остальное

2 Отходы отработанного алюмохромового катализатора

2.1 Отходы установки БК-2

В процессе производства изобутан-изобутиленовой фракции образуется отход – шлам отработанного микросферического алюмохромового катализатора ИМ-2201, КДМ. Он не представляет никакой ценности для дальнейшего технологического процесса, складывается в шламонакопителе и этим создает опасность для окружающей среды. Расход катализатора на тонну изобутана до 21 кг, нормативное количество образования отходов представлено в таблице 2.

Таблица 2 - Образование отходов алюмохромовых катализаторов

Наименование отходов, описание, состав, аппарат или стадия образования	Направление использования/метод очистки или уничтожения	Количество образования отходов, кг/т
Отработанный катализаторный шлам (катализатора ИМ-2201) из скрубберов установки БК-2	Вывозится автобойлером в шламохранилище для размещения отработанного катализаторного шлама (катализатора ИМ-2201) ООО «СИБУР Тольятти»	200,1
Шлак алюмохромового катализатора ИМ-2201		

Шламонакопитель с учетом высокой производительности установки, быстро заполняется, а новое сооружение требует не малых финансовых затрат, кроме того это дополнительная нагрузка на окружающую среду и как следствие заражение её хоть и в малых количествах вредными веществами. Оптимальным решением проблемы будет передача отходов на дальнейшую переработку.

Отходом в процессе очистки газов является – шлам отработанных микросферических алюмохромовых катализаторов. Он циркулирует в замкнутой системе технологического цикла и выводится через отстойник. Шлам представляет собой суспензию серо-зеленого цвета с содержанием

воды 50%, и имеет химический состав с плотностью 1,25-1,34 г/см³. Класс опасности – 4.

Отходы взрывопожароопасны, химически неактивны к влаге и воздуху.

Водная составляющая мокрого шлама имеет состав, представленный на рисунке 2.1.

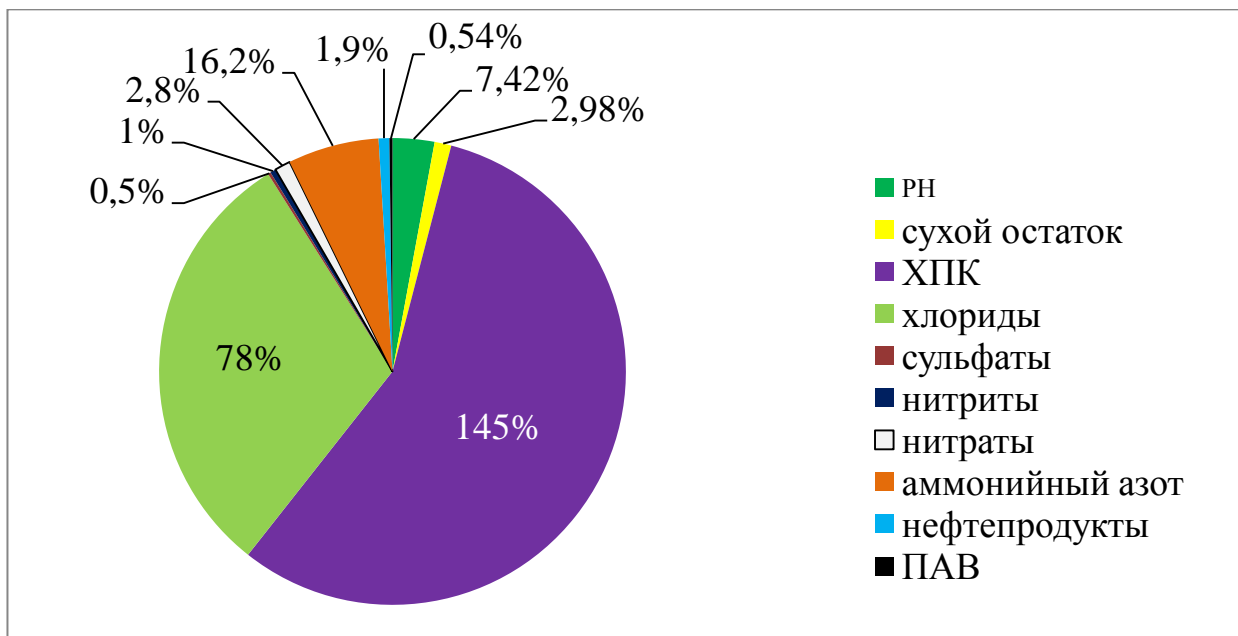


Рисунок 2.1 – Диаграмма состава мокрого шлама

2.2 Шламонакопитель для отработанных алюмохромовых катализаторов

В пределах санитарно-защитной зоны предприятия ООО «СИБУР Тольятти» на его промышленной площадке имеется полигон для размещения и складирования отходов отработанного алюмохромового катализатора дегидрирования изобутиленов ИМ-2201. Сюда из установки БК-2 на автобойлере, вывозится отработанный катализатор.

Полигон для захоронения отходов (шламонакопитель) – это гидротехническое сооружение для размещения производственных отходов, создающих защиту от загрязнения атмосферы, почв, поверхностных и грунтовых вод. Объект - шламонакопитель тольяттинской промышленной площадки напоминает большой котлован глубина которого 7 метров, укреплен дамбой.

Шламонакопитель на рисунке 2.2 представляет собой искусственную выемку размерами в основании 72x22,5 м, в верхнем сечении 121x71,5 м, глубиной до 7 метров, огражденную насыпной суглинистой, защитной безнапорной дамбой. Полный объем шламонакопителя – 35000 м³.

Ложе хранилища покрыто противодиффузионным экраном из полиэтиленовой пленки стабилизированной сажей толщиной 0,2 мм с защитным слоем из местного суглинка толщиной 0,80 м. Объем котлована – 28,8 тысяч кубических метров. Класс сооружения - IV. Класс опасности отходов - III. Шлам в хранилище поступает в виде суспензии серо-зеленого цвета.



Рисунок 2.2 – Внешний вид шламонакопителя

В 2017 году была произведена консервация полигона, которое было запущено в эксплуатацию в июне 1992 году «Синтезкаучуком» для размещения отходов. Законсервированный шламонакопитель представлен на рисунке 2.3. с содержанием воды 50%. После наполнения шламонакопителя, отходом отработанного катализатора, предприятие исключило его из эксплуатации. Отсыпка котлована, нанесение на его поверхность грунта общей толщиной более 2-х метров и дополнительному укреплению битумной эмульсией с добавлением цемента было выполнено для исключения нанесения вреда окружающей среде.



Рисунок 2.3 – Законсервированный шламонакопитель

После технической рекультивации земель на месте объекта выполнен биологический этап восстановления, а по его границе нанесен плодородный слой грунта объемом 184 м^3 , а также посажено свыше шести тысяч метров квадратных газона и несколько десятков пятилетних кленов. В районе, где расположено сооружение, имеется пять новых и три существующих мониторинговых скважин восстановлено для надзора за уровнем и состоянием подземных вод.

«Имеющаяся опасность загрязнения окружающей среды при захоронении токсичных отходов – отработанных катализаторов, полигонный метод складирования отходов следует рассматривать, как принужденную меру, а защита геоэкологической среды от загрязнения токсичными отходами, должна решаться путем внедрения безотходных технологий в производство, а также массовой утилизацией отработанных токсичных алюмохромовых катализаторов в готовый продукт по принципу: отходы одного производства являются сырьем для второго производства и т.д.»[7].

2.3 Проблемы утилизации отработанного алюмохромового шлама

Утилизация хромсодержащих отходов (алюмохромового катализатора) на сегодняшний день считается важной социально-экономической задачей, решение которой приведёт к формированию экономической системы

рециклинга, улучшению экологической ситуации, росту числа предприятий малого среднего бизнеса, обеспечению новых рабочих мест, сохранению в России природных энергетических ресурсов. Важная проблема состоит в переработке таких отходов. О том насколько важна эта проблема подтверждают не только колоссальные запасы токсичных хромсодержащих отходов, складированных в бетонных бункерах, но и начатые в различных государствах мира законодательные подзаконные акты, они направлены на регламентацию содействию деятельности, с утилизацией и повторным использованием отходов.

Отход, в состав которого входит хром, является токсичным алюмохромовым катализатором. Обычно такие отходы размещают на территории завода в виде твердых остатков, в то время как токсичный шестивалентный хром может попасть в водные объекты и почву. Отработанные алюмохромовые катализаторы, если рассматривать как отходы, можно отнести к одной из искусственных оснований происхождения геоэкологического кризиса на территории производства, побуждающих развитие многих экологических проблем. Искусственность ситуации состоит в том, что, зная об образовании отходов у любого предприятия нефтегазохимической отрасли, из-за ведомственных, экономических или других интересов их никто не перерабатывает. Отработанные хромсодержащие отходы - алюмохромовые катализаторы складированы на территории предприятия, при этом часто затраты идут в основном на строительство бункеров для захоронения, а денежные средства не тратятся на обустройство территории для временного хранения. В то время как закладывается «мина замедленного действия» под обычное функционирование окружающей среды. Появляются проблемы: нерационального землепользования, загрязнения почвы, атмосферного воздуха, что подчеркивает неготовность действующей в стране системы по принятию эффективных решений в вопросах промышленных отходов. Объекты: хромсодержащие отходы (отработанный алюмохромовый

катализатор), как токсичный отход оказывает заранее известное и может оказать неизвестное воздействие на окружающую среду. Основные виды такого неизвестного воздействия являются выбросом токсичных и канцерогенных веществ, накопление которых влечет за собой серьезные последствия - ухудшение здоровья человека, развитие онкологических заболеваний.

2.4 Применение отработанных алюмохромовых катализаторов

Отходы алюмохромовых катализаторов образуются в большом количестве на производствах. Они состоят из дисперсных частиц со средним размером 1,1-2,4 мкм. По составу этот материал аналогичен техническому глинозему. В настоящее время отходы отработанных алюмохромовых катализаторов рекомендуют использовать в различных областях промышленности: в качестве жаростойких композиций; пигмента и грунтовки, обладающими противокоррозийными свойствами; как связующие добавки к шлаковым цементам; силикатным кирпичам; жаростойкие фосфатные материалы на основе высокоглиноземистых отходов; производства периклазошпинелидных, шпинелидных и высокоглиноземистых огнеупоров. Такие отходы имеют химико-минералогический состав, который позволяет использовать этот отход в качестве огнеупоров. На примере состава жидкостекольных связующих, и отработанного катализатора получены пропиточно-обмазочные составы (жаростойкие растворы). При помощи отделки штучных шамотных огнеупоров рассмотренными выше составами можно увеличить электросопротивление керамических материалов. Покрытие обмазки на шамотную футеровку шахтной печи с восстановительной средой в 3 раза даёт шанс увеличить срок службы огнеупоров (т.к. резко возрастает термическая стойкость керамики). Преимущества ещё в том, что отработанные алюмохромовые катализаторы по стоимости в 3 раза ниже, чем технический глинозем, который является, исчерпаем источником.

3 Анализ экологической безопасности установки

3.1 Описание токсичных свойств сырья, полупродуктов, готовой продукции и отходов производства

Описание продуктов используемых на установке БК-2 представлены в таблице А.1 (приложение А).

3.2 Воздействие шестивалентного хрома на человека и окружающую среду

В промышленности хромсодержащие отходы (отработанные алюмохромовые катализаторы) относятся к группе токсичных отходов. Сам по себе трёхвалентный хром не является канцерогеном, но в условиях окисления при хлорировании он переходит в шестивалентный и становится ген токсичным для организма. Хром оказывает раздражающее, прижигающее воздействие, имеет сенсibiliзирующие и канцерогенные качества, вызывает мутагенные гены, а токсическое воздействие выражено слабо. Если сравнивать шестивалентный хром с трехвалентным, то первый имеет более выраженные токсическими и аллергенными свойствами. Поступает в основном через органы дыхания, выделяется с мочой; возможно выделение с молоком кормящих женщин. У работников производства наблюдаются такие симптомы как: аллергические реакции в виде насморков, сухость в носовых перегородках, раздражение кожи и слизистых оболочек верхних дыхательных путей с образованием язв; аллергические раздражения на коже рук, тела, переходящие в язвенные изъязвления, доброкачественные и злокачественные заболевания печени, почек, легких. Применение алюмохромовых катализаторов имеют высокие требования. Их токсичность (КДМ, ИМ-2201 и др.) объясняется присутствием оксида хрома (VI) где количество не более 4% и класс опасности 1 по ГН 2.2.1.1313-03. Предельно

допустимая концентрация оксида хрома (VI) низкая, так как он имеет канцерогенные действия (таблица 3).

Таблица 3 - Предельно-допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны и в атмосферном воздухе

Код вещества	Наименование	Концентрация, мг/м ³			Класс опасности
		ПДК м.р.	ПДК с.с.	ОБУВ	
0203	Хром шестивалентный (в пересчете на хром (VI) оксид)	0,0015	0,0015	0,0	1

4 Аналитический контроль и показатели

4.1 Состав циркуляционной воды

Циркуляционная вода (шламовая) представляет собой эмульсию, состоящую из 85-95% воды и 15% - твердые и взвешенные частицы алюмохромового катализатора (шлама), темно-зелёного цвета, с содержанием окисла хрома. Взвесь имеет абразивы твёрдых металлических частиц, а эмульсия – слабокислую среду. Концентрация содержания шлама в циркуляционной шламовой воде по аналитическим показателям не должна превышать более $15 \text{ см}^3/\text{дм}^3$.

Циркуляционная вода (осветленная) состоит из 100% - воды. Содержание взвеси (шлама) недопустимо.

4.2 Состав шлама в отстойнике

Шлам, находящийся в отстойнике представляет собой суспензию серо-зеленого цвета с содержанием воды 50%, и имеет химический состав, представленный на рисунке 4.

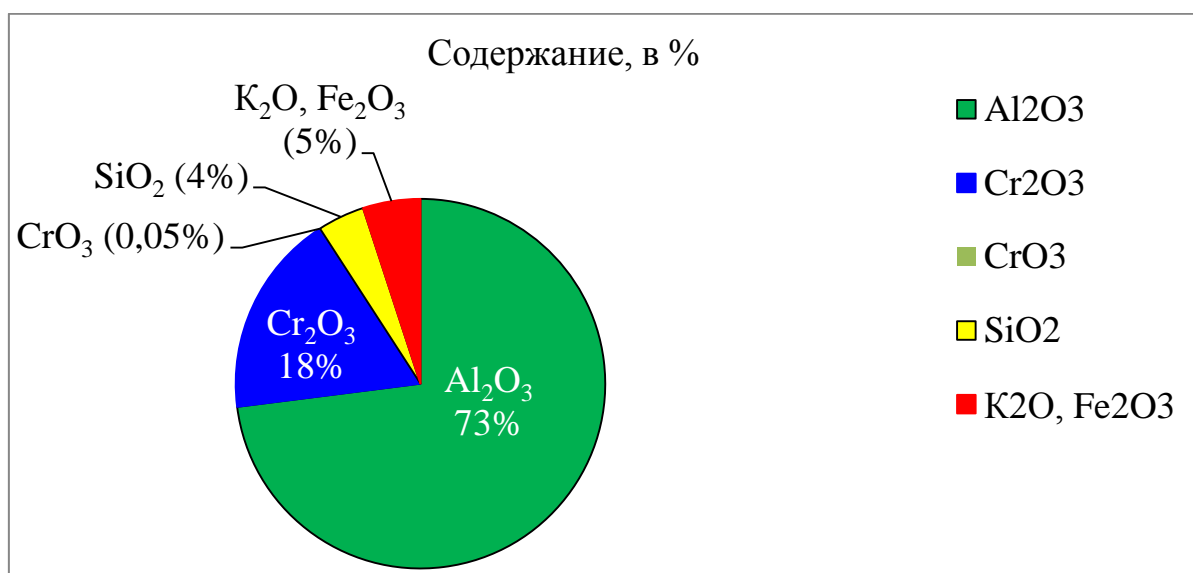


Рисунок 4.1 – Диаграмма компонентного состава шлама.

Класс опасности – 4. Плотность $1,25-1,34 \text{ г/см}^3$. Отходы взрывопожароопасны, химически неактивны к влаге и воздуху.

4.3 Аналитический контроль

Для определения содержания шлама в циркуляционной воде в диапазоне 5,0-250 см³/дм³ была использована методика: «Методика измерения объемной концентрации шлама в циркуляционной воде», приложение В. Данный метод анализа заключается в определении объема шлама в см³, образовавшегося при отстаивании пробы в течении 30 минут. Методика позволяет получить результаты измерения объемной концентрации шлама в циркуляционной воде с погрешностью, не превышающей значения, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 - Норматив оперативного контроля повторяемости (сходимости) результатов измерения

Норма по аналитическому контролю, см³/дм³	Предел повторяемость (сходимости), г, см³/дм³
Не более 15	3,0

Результаты отбора анализа и исследования качества циркуляционной воды на содержание остаточных взвешенных частиц катализаторной пыли, представлены на рисунке 4.1. Данное исследование проводилось в течении трех месяцев: декабрь, январь и февраль, с учетом нагрузки на один реакторный блок, где было выявлено, что при повышении/понижении нагрузки, количественное образование шлама как увеличивалось, так и уменьшалось.

Наблюдения и аналитический контроль за содержанием шлама в циркуляционной воде, как осветленной, так и шламовой производились еженедельно в течении трех месяцев с записью в журнале, где фиксировалось количественные нормы и отклонения на содержание шлама в воде на рисунке 4 представлен график наблюдения аналитического контроля. Для отстаивания взвеси в шламовой циркуляционной воде, на установке БК-2 используется отстойник.

Из аналитического контроля можно сделать выводы, что в различные временные промежутки в зависимости от норм расхода катализатора для

проведения процесса дегидрирования, количественное содержание шлама в шламовой циркуляционной было зафиксировано, как повышение, так и норму.

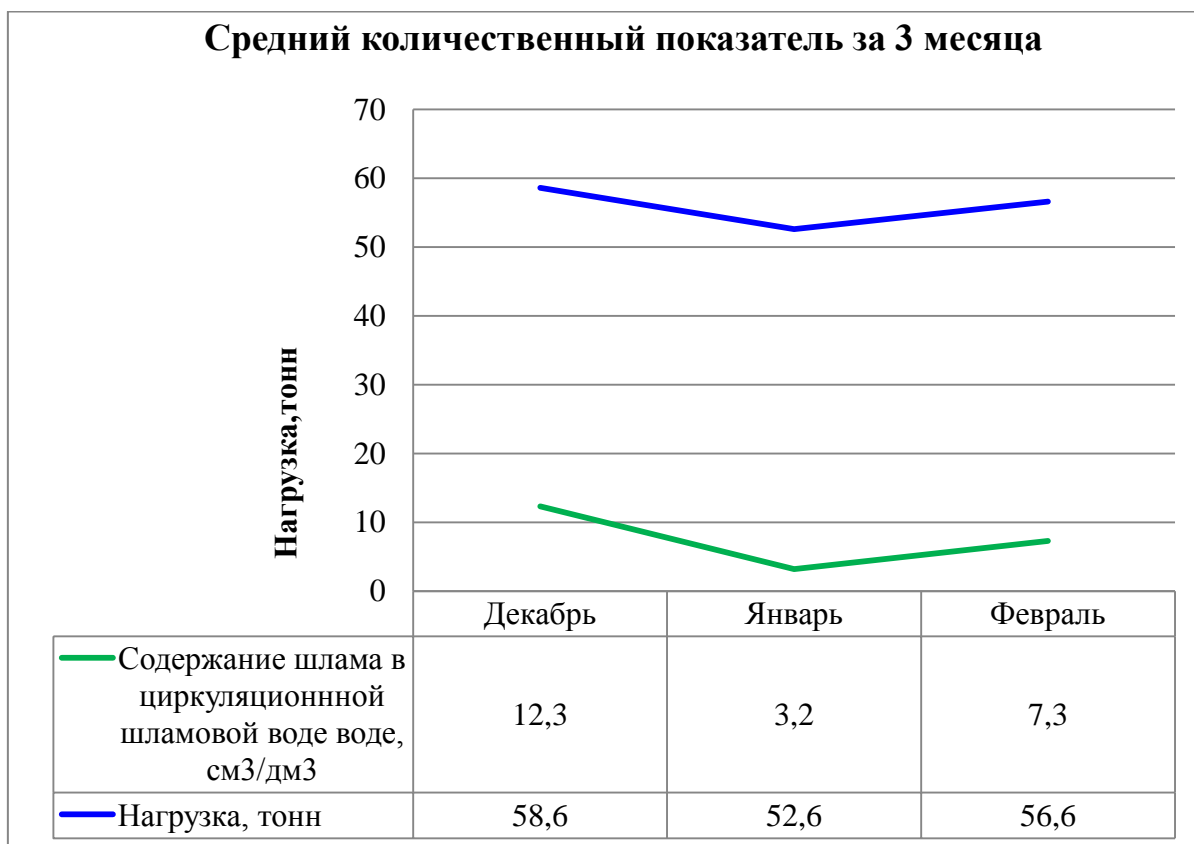


Рисунок 4.1 – График зависимости количества образованного шлама от нагрузки

Из этого следует, что для повышения качества очистки циркуляционной шламовой воды необходимо дополнительное оборудование.

5 Технические решения

При очистке газа образуется более 2,064 тонн/год отходов в виде отработанного микросферического алюмохромового шлама, со средним размером 38 мкм. В дипломной работе рассмотрено решение о реализации таких отходов. Отходы расположены в отстойнике в водной среде и относятся к 3-4 классу опасности. Складирование, вывоз и утилизация отходов причиняют вред окружающей среде, и считаются экономически нецелесообразными.

5.1 Измененная технологическая схема очистки газа

Проанализировав результаты анализов шламовой и осветленной циркуляционной воды, на основании аналитического контроля, можно сделать выводы о том, что установка БК-2 остро нуждается в новых технологиях для очистки циркуляционной воды от твердых частиц присутствующих в составе алюмохромового катализатора. На этом основании в данной дипломной работе предлагаются следующие внесения изменений в технологическую схему, с дополнительным оборудованием рисунок – Б.2, приложение Б.

Дымовой газ, охлажденный в котле-утилизаторе Т-16 до температуры 300 - 350°С идет в нижнюю часть скруббера С-17, который орошается циркуляционной водой, очищается от катализаторной пыли, проходит через глухую тарелку в верхнюю часть скруббера, охлаждается до температуры 70°С циркуляционной водой и из верхней части скруббера выходит в атмосферу.

Циркуляция воды в скруббере С-17/1 по нижнему каскаду поступает насосом (работающим по нижнему каскаду) - Н-29, подаваемым шламовую воду с давлением 0,6-0,8 мПа. Со скоростью 10-15 м³/час идет на стадию очистки в гидроциклон, где наиболее крупные частицы сгущаются в пульпу

и через песковую насадку выпадают в виде жидкого шлама в камерный фильтр-пресс Ф-18. Часть воды отводится в отстойники Е-49 для отстоя катализаторного шлама. Осветленная вода с верха отстойника Е-49 сливается в емкость Е-47, откуда насосом Н-48 поступает на всас насоса Н-29 (работающего по верхнему каскаду сруббера).

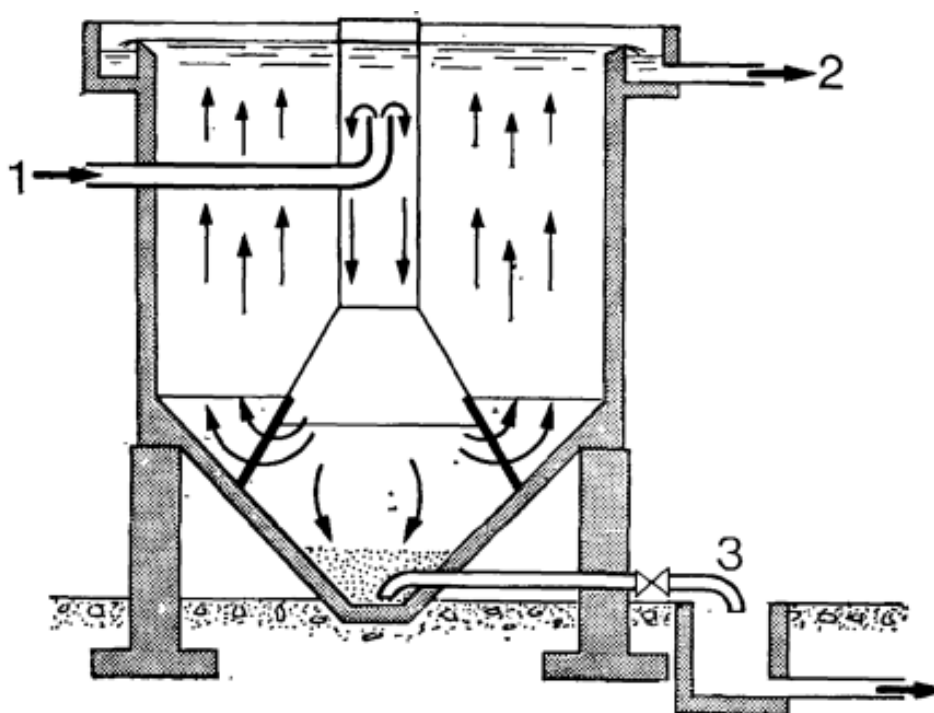
Шлам из отстойника Е-49 в жидком виде отправляется в камерный фильтр-пресс Ф-18 и далее в виде полусухого шлама в контейнер Е -50. Из контейнера Е-50 транспортируется с дальнейшей передачей на производство, для изготовления изделий. Вода (стоки) образованные в процессе осушки шлама, по трубопроводу поступают в ёмкость Е – 47, откуда на всас Н-48, в стадию циркуляции.

5.2 Отстойник

На установке БК-2 для отстаивания шлама и осаждения взвешенных частиц циркуляционной шламовой воды, используется отстойник вертикального типа. Схема отстойника представлена на рисунке 5.1 и имеет вид вертикального, цилиндрического аппарата с коническим днищем, предназначенного для отстоя воды, циркулирующей через скруббер С-17 от катализаторного шлама.

Шламовая вода подается в нижнюю часть отстойника -1 и движется вертикально вверх, а взвешенные частицы оседают на дно. Осветленная вода по трубопроводу - 2 выводится из отстойника в циркуляционную систему. Осадок в виде шлама удаляется из конусной части по трубе - 3 под гидростатическим давлением и вывозится автобойлером на шламополигон для захоронения. Карта движения отходов из установки БК-2 представлена на рисунке Б.3, приложение Б. При повышенной нагрузке на оборудование, отстойник не справляется с большим количеством взвешенных частиц в циркуляционной воде, и тогда очистка циркуляционной шламовой воды становится менее качественной: частицы которые должны оседать в отстойнике попадают в циркуляционную систему и продолжают свой путь с

осветленной водой. Для решения данной проблемы перед отстойником на линии трубопровода предлагается установить гидроциклон.



1 – циркуляционная вода со взвешенными частицами; 2 – очищенная от взвешенных частиц циркуляционная вода; 3 – осадок (шлам).

Рисунок 5.1- Вертикальный отстойник.

5.3 Гидроциклон

Существует большое количество оборудования для очистки вод с примесями. Наиболее действенными считаются гидроциклоны. Для предварительной очистки шламовой циркуляционной воды подберем напорный гидроциклон, так как подача воды в отстойник происходит под напором от насоса. Конструкционная схема напорного гидроциклона представлена на рисунке 5.2. Напорный гидроциклон, пропуская через себя поток входящей циркуляционной шламовой воды - 1, отделяет твердые включения от потока жидкостей в поле действия центробежных сил. При спиральном движении твердые включения (частицы) отбрасываются центробежной силой к стенкам аппарата и спускаются через вершину конуса в шламонакопитель. Часть жидкости внешнего потока выходит из аппарата

вместе с осадком - 3. Другая часть отводится в систему - 2. Спиральное движение жидкости в гидроциклоне создает зону разрежения, которая увлекает очищенную часть внутреннего потока и выводит через центральное выходное отверстие.

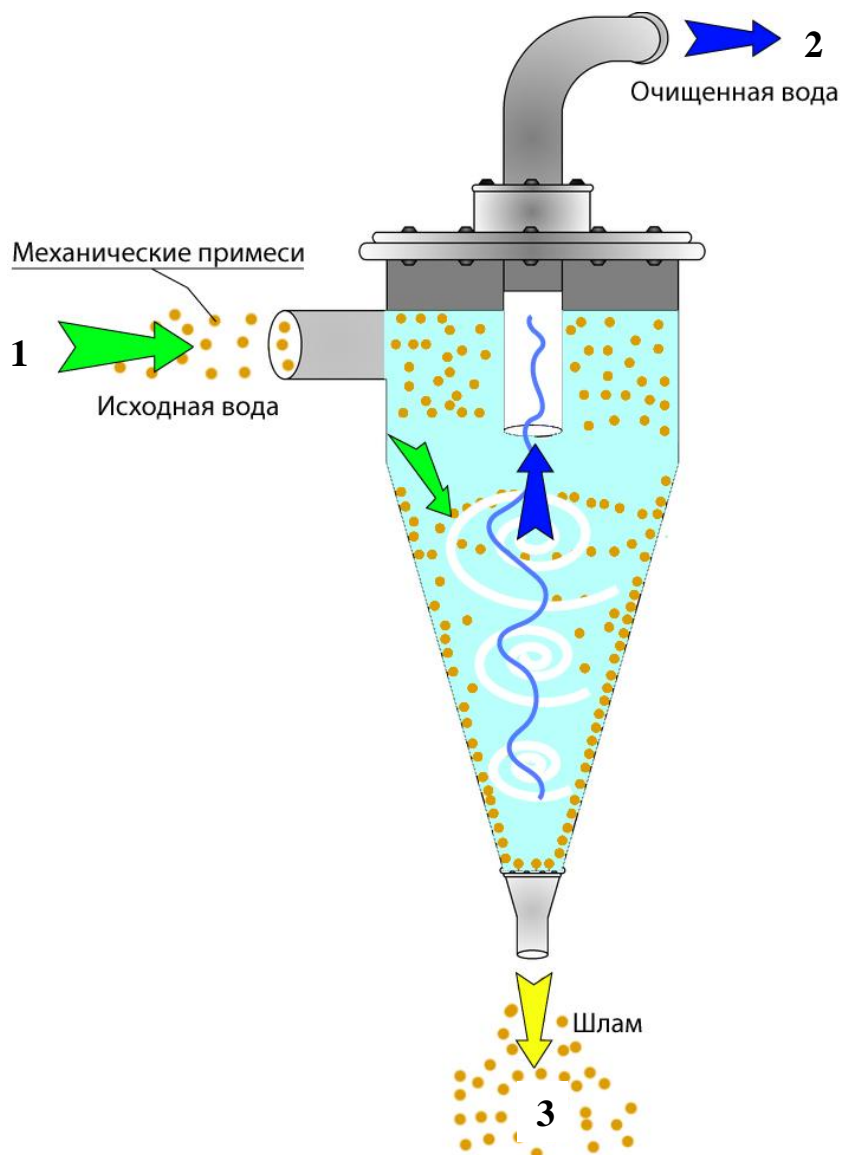


Рисунок 5.2 - Устройство гидроциклона

5.4 Способ разгрузки слива

Для разгрузки песков (в нашем случае шлама), выходящих из гидроциклона используют - песковую насадку (рисунок 5.3).

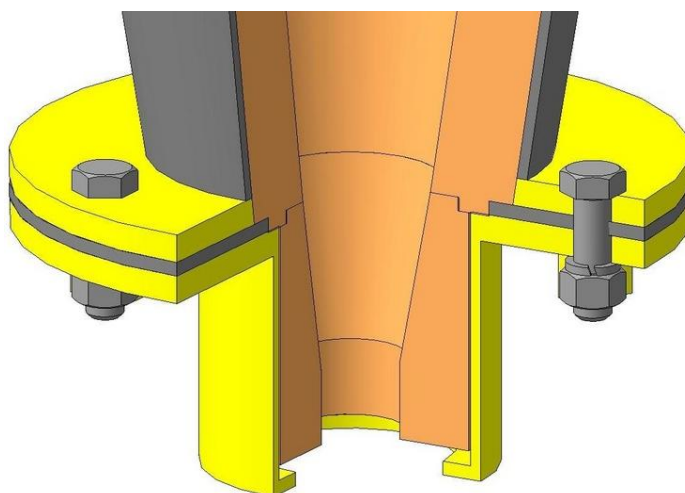


Рисунок 5.3 - Конструкция песковой насадки

Она производится в виде съемной конической насадки с разными отверстиями для выхода песков или в виде резиновых затворов. Так как шлам в своем составе имеет абразивные частицы металла и испытывает большее напряжение, для гидроциклона следует подобрать песковую насадку из износостойчивого материала, которая будет иметь большую толщину стенки, чем корпуса гидроциклона и предусмотреть возможность быстрой замены данной детали. Материал для изготовления песковой насадки выберем на основе композитного материала СВМПЭ (сверхвысокомолекулярный полиэтилен), производитель ООО «СИБУР - Томскнефтехим». Техническая характеристика на основе композитного материала СВМПЭ представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Технические характеристики композитного материала - СВМПЭ

Наименование показателя	Значение
Плотность, г/см ³	0,93
Прочность при разрыве (предел прочности), МПа	37,8
Относительное удлинение при разрыве, %	353
Коэффициент трения на стали при сухом трении	0,1-0,2
Коэффициент трения на стали в водной среде	0,05-0,1
Температура перехода в пластическое состояние, °С	138-145
Коэффициент теплового расширения	12x10 ⁻⁶ /°К
Диэлектрическая прочность кВ/см	950
Рабочий температурный диапазон	-200 - +100
Износостойкость ГОСТ 23.208-79 мм ³	18,4

Взаимодействие композитного материала на основе СВМПЭ с различными видами агрессивных сред представлено в таблице А.2, приложение А.

5.5 Достоинство и недостатки гидроциклона

Гидроциклон обладает следующими плюсами:

1) Стойкость материалов, используемых для изготовления аппаратов, дает возможность увеличить ресурс оборудования в 5-9 раз, если сравнивать с гидроциклонами, сделанными из износоустойчивого чугуна.

2) Отсутствие вращающихся механизмов, из назначение – генерирование центробежной силы - центробежное поле строится за счет тангенциального ввода суспензии.

3) Малые размеры и вес – это способствует экономии места в промышленных помещениях.

4) Легкость в ремонте и малые затраты на установку, и обслуживание аппаратов - при выходе из режима, он восстанавливается в короткие сроки, запчасти по низкой стоимости и производятся из качественных материалов.

5) Нет необходимости в использовании добавочных материалов, например: химические реагенты и особые типы фильтрующих материалов.

6) Разделение суспензий происходит быстро, обеспечивает большую удельную производительность, результат и надежность в разнообразных рабочих условиях (взрыво- и пожароопасные, агрессивные, абразивные среды).

7) Обширный диапазон рабочих температур и давлений.

8) Можно устанавливать для функционирования тех рабочих параметров, которые применяются в технологическом процессе без использования дополнительных устройств.

9) Можно собирать в батарейные аппараты.

10) Возможно включение гидроциклонов в автоматические технологические линии.

11) В комплектации имеются блок-схемы и программу контроля.

Минусами оборудования гидроциклонного типа можно назвать:

1) Большой износ рабочих частей гидроциклона и подающего насоса.

2) Большой расход энергии, из-за работы насоса.

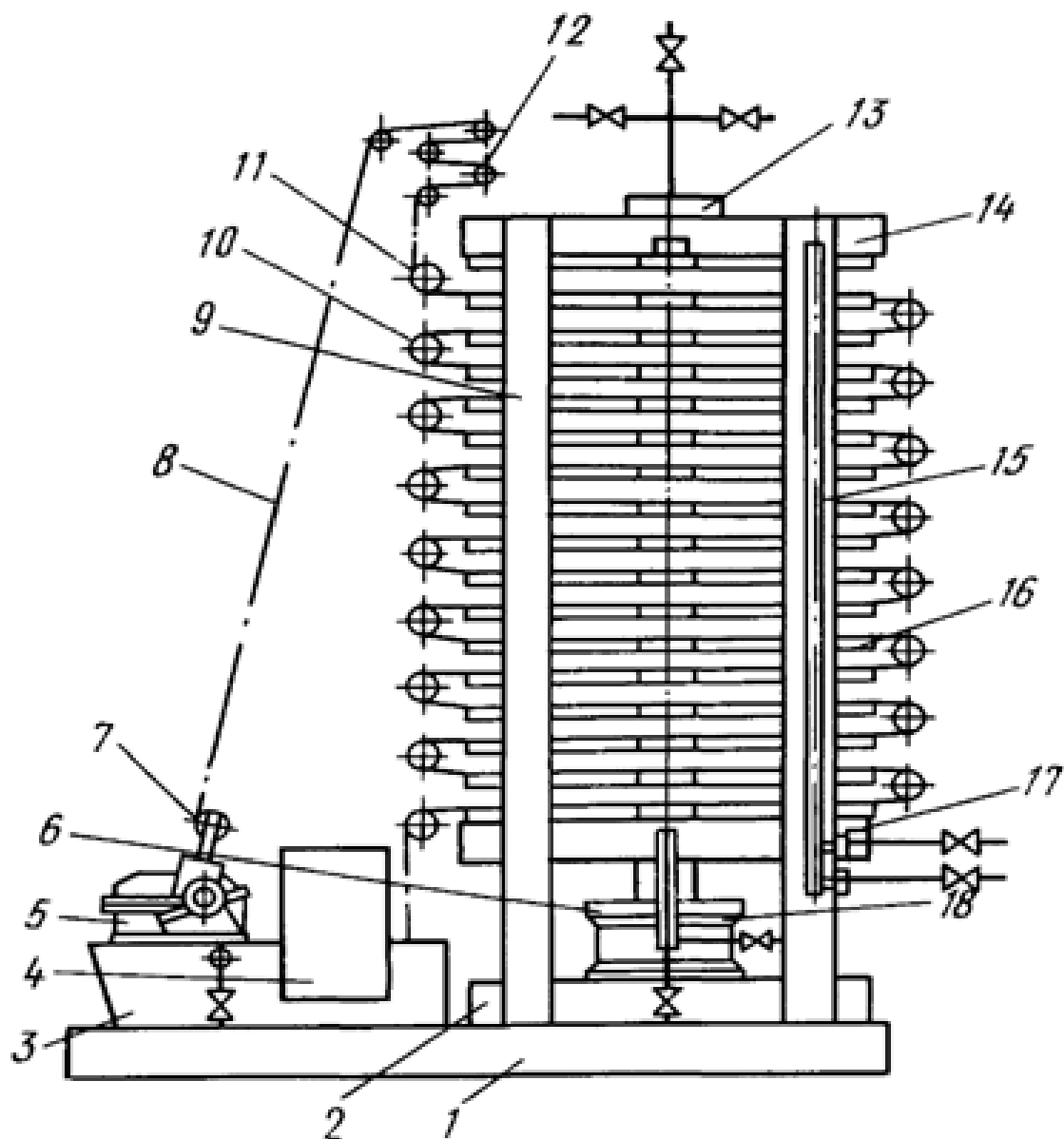
3) Отсутствие автоматического бесперебойного управления процессом гидроциклонной очистки без остановки технологического процесса.

4) Не большая степень разделения: нет конкретного разделения на фракции, можно лишь говорить о преобладании частиц нужной крупности в полученной фракции.

Для продления времени работы гидроциклонов выполняют внутреннюю футеровку резиной и производят разборными (для того чтобы можно было заменить у них отдельные детали). Также для защиты от износа гидроциклоны футеруют каменным литьем.

5.6 Вспомогательное оборудование

После установки напорного гидроциклона следует решить проблему с мокрым шламом, образующимся в процессе очистки шламовой циркуляционной воды (в разделе 2.1 описаны его характеристики). Для сбора мокрого шлама (пульпы) выходящей из песковой насадки гидроциклона, а также осадка в виде шлама, выходящего из вертикального отстойника, предлагается установить автоматический камерный фильтр-пресс – КМП-24, из полипропилена, рисунок 5.4.



1 - рама; 2 - опорная плита; 3 - камера регенерации; 4 - течка; 5 – привод передвижки ткани; 6 – механизм гидрозажима; 7 - ролик регулировки ткани; 8 - фильтровальная ткань; 9 - стяжка; 10 – ролик ткани; 11 - ролик верхний; 12 - натяжное устройство; 13 - коллектор подачи; 14 - плита верхняя упорная; 15 - коллектор давления; 16 - плита фильтрующая; 17 - нажимная плита; 18 - блок слива.

Рисунок 5.4 – Устройство камерного фильтр-пресса

Камерный фильтр пресс состоит из фильтровальных плит, с выступами по краям. Плиты, прижаты друг к другу, создают отдельные попарно соединенные камеры (рисунок 5.5).

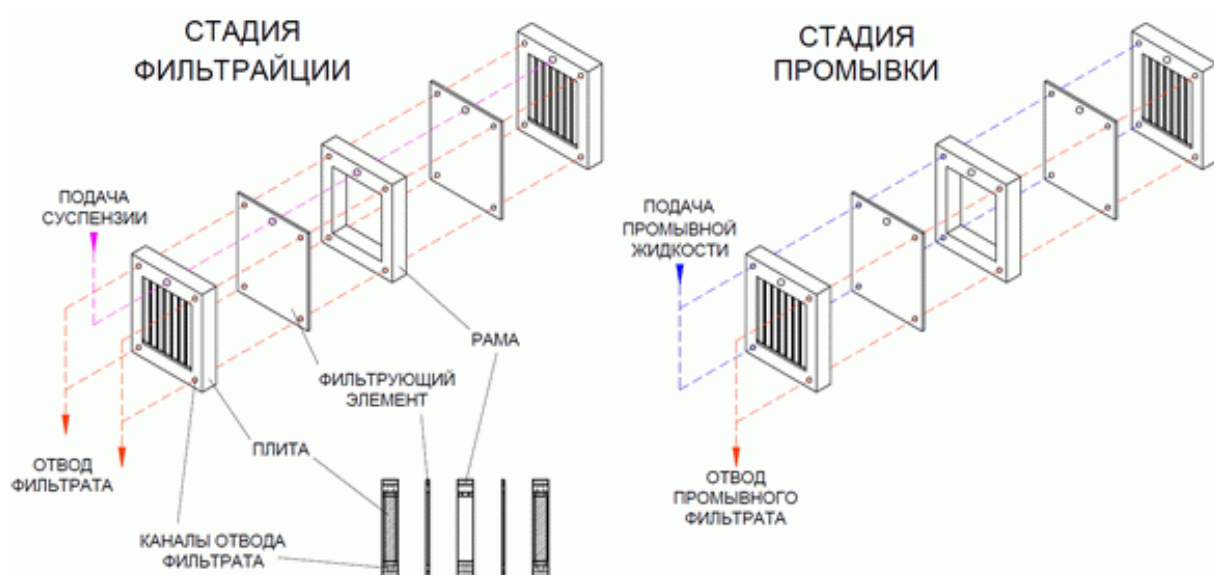


Рисунок 5.5 – Схема-движение технологических потоков через камерный фильтр-пресс

Центральные отверстия, находящиеся в плитах, образуют соединительный канал. Через канал происходит нагнетание суспензии. Фильтрация в камерном фильтр-прессе выполняется за счёт принудительной подачи суспензии внутрь группы плотно пригнанных друг к другу фильтрующих плит, обтянутых пористой тканью.

Частицы твёрдой фазы суспензии задерживаются поверхностью фильтровальной ткани, а жидкость свободно проникает сквозь поры ткани и через специальную систему каналов отводится из фильтра. Осадок, собирающийся на поверхности фильтрующих плит, периодически выводится – для этого происходит открытие фильтра и съём осадка с помощью вибромеханизма и скребковых ножей.

Рабочий цикл состоит из 6 операций:

1. Принудительная подача суспензии, происходит при сжатых плитах фильтра. Суспензия пропускается через фильтрующую ткань и сливается в дренажное отверстие в корпусе размещенной ниже плиты. Для самой нижней плиты дренажное отверстие ведёт к сливу фильтрата.

2. Отжим скапливающегося на ткани осадка при помощи особой резиновой диафрагмы. С такой целью на диафрагму подаётся вода под давлением.

3. Фаза промывки.
4. Просушка осадка сжатым воздухом.
5. Размыкание фильтрующих плит.
6. Выгрузка осадка (при помощи механизма передвижения фильтрующей ткани).

Контроль и управление агрегатом выполняется автоматически по жёстко заданной программе.

Таблица 5.2 – Технические характеристики камерного фильтр – пресса.

Наименование	Значение
Поверхность фильтрования, м ²	25
Объем камерного пространства, м ³	1,1
Количество камер в пакете, шт.	74
Толщина осадка, мм	35
Предельно допустимая нагрузка по влажному осадку, кг/м ² ч	110
Потребляемая мощность, кВт	24
Температура рабочей среды, °С	5 - 80
Габаритные размеры, мм:	
длина	3980
ширина	2350
высота	4200
Масса, кг	15250
Цена, руб.	900000

Достоинства использования камерного фильтр-пресса:

1. Элементарная конструкция.
2. Невысокое энергопотребление и стоимость эксплуатации.
3. Применяется для разделения тонкодисперсных взвесей с долей твёрдой фазы в пределах 6-600 кг/м³, для фильтрования суспензий, производящих плотный осадок с большим гидравлическим сопротивлением.
4. Очистка шламовых вод и водоподготовка могут реализоваться с их помощью.
5. Наибольшая фильтрующая поверхность, по сравнению занимаемой площадью аппаратом, а также возможность применять большое давление.

6. Выполнение фильтрации различных трудно фильтруемых материалов, а также фильтрование высокотоксичных суспензий.

7. Легко контролировать и промывать.

8. Можно проводить осушку осадка на фильтре.

9. Независимость времени фильтрации, промывки и осушки осадка друг от друга.

10. Имеется полная автоматизация процесса фильтрации.

11. Возможность тонкой регулировки параметров процесса фильтрации.

12. Нетрудно и дешево переоборудовать под другое использование (например, заменой фильтровальных полотен, изменением времени фильтрации, давления фильтрации и т.д.).

13. Имеется возможность покрывать аппарат защитой от коррозий.

14. Низкая цена.

Недостатки: неудобство выгрузки осадка.

6 Технологические расчёты

6.1 Расчёт классификатора

Исходя из технических параметров подачи циркуляционной шламовой воды в гидроциклон со скоростью 20 м³/час и с давлением равным 0,6 МПа, подберем следующий тип гидроциклона – ГЦП - 250.

ГЦП – 250 используют для классификации и обогащения в жидкой среде высокоабразивных материалов, сгущения пульпы, обесшламливания зернистого материала, очистки различных жидкостей от нефтепродуктов и других загрязняющих примесей. Рабочая поверхность гидроциклона футерована полиуретаном, что повышает его износостойкость к воздействию высокоабразивных сред и позволяет увеличить срок службы аппарата.

Таблица 6.1 – Технические параметры гидроциклона ГЦП-250

Наименование основного параметра и размера	Норма для типоразмера ГЦП-150
Q, л/мин	250
P _{СЛ} , МПа	0,6
D _{ГЦ} , м	0,250
D _{ПИТ} , м	0,065
D _{СЛИВ} , м	0,08
D _Р , м	0,0379
α	20
Цена, руб.	55600

«В расчете используются ориентировочные данные для предварительного выбора стандартных гидроциклонов»[1] по М. М. Башарову.

Производительность выбранного гидроциклона находим по формуле (6.1), л/мин.:

$$Q = 15,5 \cdot k_D \cdot k_\alpha \cdot d_{\text{ПИТ}} \cdot d_{\text{СЛ}} \cdot \overline{P_{\text{ВХ}}}, \quad (6.1)$$

$$k_D = 0,8 + \frac{1,2}{1 + 0,1D_{\text{ГЦ}}}, \quad (6.2)$$

$$k_a = 0,79 + \frac{0,044}{0,00379 + \tan \frac{\alpha}{2}} \quad (6.3)$$

где: Q - производительность гидроциклона, м³/час;

d_{пит} и d_{сл} – диаметры патрубков для подачи сточной воды и слива очищенной воды, м;

k_D, k_α – диаметры гидроциклона, м;

P_{ВХ} – давление на выходе, Па;

α - угол конусности конической части гидроциклона, град.

«Формула эмпирическая, поэтому d_{пит}, d_{сл}, D_{ГЦ} преобразуется в см, P_{ВХ} в кгс/см². Таким образом получаем формулу Q в л/мин. Для того чтобы можно было провести проверку с табличными данными необходимо перевести Q в м³/ч, разделив рассчитанное значение Q на 16,67. Чтобы перевести давление на входе в аппарат, воспользуемся соотношением: 1 Мпа = 10,2 кгс/см²»[4]. Нам известна производительность, найдем давление на входе.

Выразим давление из формулы (6.1) и получим для расчёта формулу (6.4):

$$P_{ВХ} = \frac{Q}{15,5 \cdot k_D \cdot k_a \cdot d_{пит} \cdot d_{сл}}^2 \quad (6.4)$$

Рассчитаем давление на входе в гидроциклон по формулам (6.2); (6.3); (6.4), кг·с/см²:

$$k_D = 0,8 + \frac{1,2}{1 + 0,1 \cdot 25} = 1,14 \quad (6.2)$$

$$k_a = 0,79 + \frac{0,044}{0,0379 + \tan \frac{20}{2}} = 0,85 \quad (6.3)$$

$$P_{ВХ} = \frac{250}{15,5 \cdot 1,14 \cdot 0,85 \cdot 10 \cdot 8}^2 = 0,043 \text{ кг·с/см}^2, \quad (6.4)$$

Получаем, что P_{ВХ}=1 кгс/см², тогда по формуле (6.5):

$$250 = 15,5 \cdot 1,14 \cdot 0,85 \cdot d_{пит} \cdot d_{сл} \cdot \bar{1}, \quad (6.5)$$

$$D_{пит} d_{сл} = 17,$$

Отсюда: $d_{\text{пит}} = 0,8d_{\text{сл}}$, следовательно: $d_{\text{сл}}^2 = 17/0,17 = 100 \text{ см}^2$;

$d_{\text{сл}} = 10 \text{ см}$; $d_{\text{пит}} = 8 \text{ см}$.

Эти размеры соответствуют стандартным.

Для расчетных данных параметры шламовой воды и шлама представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Плотность компонентов шлама

Наименование	Значение
Плотность шлама, г/см^3	1,34
Плотность раствора, г/см^3	1,15

Крупность (размер) граничного зерна, значительно больше которого зерна отправляются преимущественно (или целиком) в пески, а меньшего размера — почти всегда в слив, найдем по формуле (6.6), мкм:

$$\delta_{\Gamma} = 1,5 \cdot \frac{d_{\text{сл}} \cdot D \cdot a}{\Delta k_D \cdot P_{\text{ВХ}} \cdot (\rho_{\text{T}} - \rho_{\text{Ж}})} \quad (6.6)$$

где D — диаметр гидроциклона, см ,

$d_{\text{сл}}$ — диаметр сливного патрубка , песковой насадки, см,

$P_{\text{ВХ}}$ — давление на входе , кгс /см^2 ;

a — содержание твердого в питании , %;

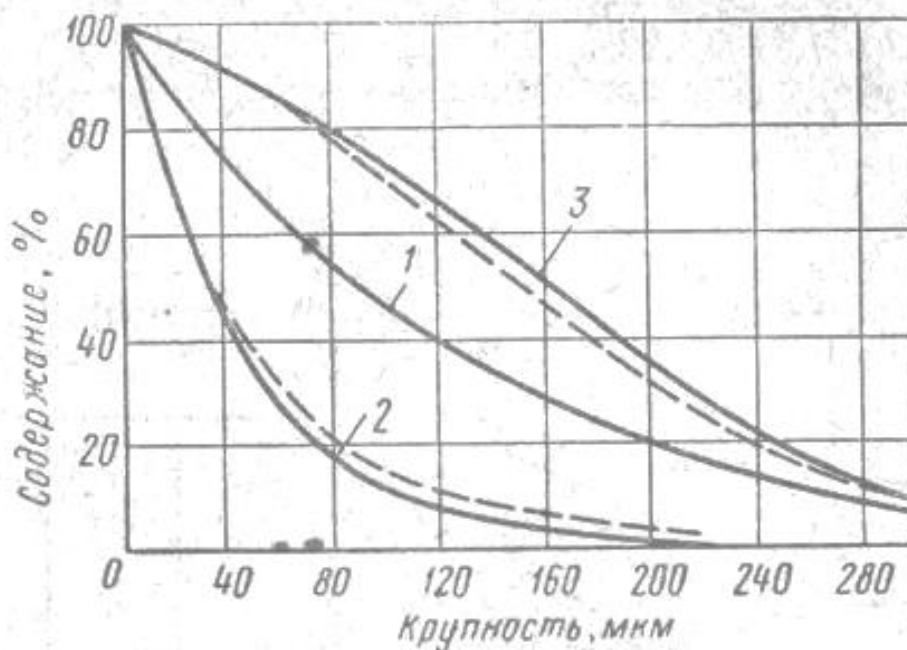
ρ_{T} ; $\rho_{\text{Ж}}$ — плотность твердой и жидкой фаз пульпы , г/см^3 ;

1,5 — эмпирический коэффициент.

$$\delta_{\Gamma} = 1,5 \cdot \frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5}{1,14 \cdot 0,043 \cdot (1,34 - 1,15)} = 38 \text{ мкм}, \quad (6.6)$$

Из приведенной формулы можно сделать выводы: крупность граничного зерна меньше и, соответственно, степень очистки промывочной жидкости от шлама выше, тогда когда меньше диаметры гидроциклона и сливного патрубка, и содержание твердого материала в питании, и чем больше диаметр песковой насадки, давление на входе в гидроциклон и разность между плотностью твердой и жидкой фазы.

По рисунку 6.3 найдем выход слива и песков. На Т-кривой 1 граничному зерну крупностью 38 мкм соответствует выход слива 22%, а выход песка 78 %.



1 - Питание. 2 – Слив. 3 – Пески.

Рисунок 6.3- Характеристика крупности продуктов гидроциклона

Определим нагрузку на песковую насадку (6.7):

$$T = \frac{Q}{a + \frac{1}{\rho_T}} = \frac{15}{\frac{85}{15} + \frac{1}{1,25}} = 3 \text{ т/ч}, \quad (6.7)$$

где a – соотношение $T:Ж$ в исходной пульпе. Следовательно, количество песков и слива равняется:

$$T_{\Pi} = 3 \cdot 0,78 = 2,34 \text{ т/ч}, \quad (6.8.1)$$

$$T_C = 3 \cdot 0,22 = 0,66 \text{ т/ч}, \quad (6.8.2)$$

Нагрузка на песковую насадку, если ее диаметр:

$$\Delta 0,4d_{\text{сл}} = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ см}, \quad (6.9)$$

составит:

$$\frac{2,34}{0,786 \cdot 4^2} = 0,18 \text{ т/см}^2 \text{ в час}, \quad (6.10)$$

Удельная нагрузка на песковую насадку в среднем получается 0,5-2,5 т/ч на 1 см^2 . Расчетная нагрузка находится в пределах нормы.

Общее количество воды в пульпе:

$$15 - \frac{3}{1,25} = 12,6 \text{ м}^3/\text{час}, \quad (6.11)$$

При нагрузке на песковую насадку $0,13 \text{ т/см}^2$ в час, примем содержание твердого в песках $d = 70\%$, тогда количество воды, уходящей вместе с песками:

$$2,34 \cdot \frac{30}{70} = 1 \text{ м}^3/\text{час}, \quad (6.12)$$

Таким образом, количество воды уходящей вместе со сливом найдем по формуле (6.13), $\text{м}^3/\text{час}$:

$$12,6 - 1 = 11,6 \text{ м}^3/\text{час}, \quad (6.13)$$

а содержание твердого в сливе:

$$\frac{0,66}{0,66+11,6} = 5,38 \%, \quad (6.14)$$

Извлечение воды в слив найдем:

$$\frac{11,6}{12,3} = 94,3 \%, \quad (6.15)$$

$$Q = 15,5 \cdot 1,14 \cdot 0,85 \cdot 8 \cdot 10 \cdot \overline{0,043} = 15 \text{ м}^3/\text{час}, \quad (6.1)$$

Так как $15 \text{ м}^3/\text{час} < 50 \text{ м}^3/\text{час}$, то расчет выполнен верно.

При разработке и использовании гидроциклона должны учитываться конструктивные и технологические параметры.

Из полученного расчетного результата можно сделать следующие выводы: при содержании твердого $5,38\%$ в сливе, извлечение воды будет равным $94,3\%$ - показатели степени очистки идеально подходят для очистки шламовой циркуляционной воды, а производительность напорного гидроциклона ГЦП-250 можно использовать в качестве очистного оборудования на установке БК-2.

Сравним крупность продуктов классификации. Крупность слива имеет содержание класса $-0,074 \text{ мм}$, а его содержание в питании равно 50% , поэтому извлечение этого класса в слив будет:

$$\varepsilon_{-0,074} = \frac{78 \cdot 80}{68} = 91,7 \quad (6.16)$$

6.2 Расчёт камерного фильтр-пресса

Для расчёта производительности и оптимального режима по осадку воспользуемся технологическими параметрами автоматического камерного фильтр-пресса КМП-24 представленным в таблице 6.3.

Таблица 6.3- Технологические характеристики фильтр-пресса КМП-24

Наименование параметра	Значение
Давление фильтрования(p), кг/м ³	$3,5 \cdot 10^4$
Давление промывки (p_{Π}), кг/м ³	$3,5 \cdot 10^4$
Время вспомогательных операций (t_B), °C	120
Отношение объема осадка к объему фильтрата (X_{OC})	0,2
Удельное сопротивление осадка (r_{OC}), кг·с/м ³	$3,5 \cdot 10^{10}$
Плотность осадка (ρ_{OC}), кг/м ³	$0,125 \cdot 10^3$
Константа промывки (K)	1,69
Вязкость фильтрата, μ	1,15
Осадок отмывается до содержания растворимых не более:	
C_1 , г/м ³	$16 \cdot 10^{-3}$
C_2 , г/м ³	$1,15 \cdot 10^{-3}$

Рассчитаем безразмерный коэффициент, который учитывает вязкость фильтрата и промывной жидкости, концентрацию твёрдой фазы до и после фильтрования (6.17):

$$A = \frac{\ln \frac{C_1}{C_2}}{K} \cdot \frac{\mu_{\Pi}}{\mu}, \quad (6.17)$$

$$A = \frac{\ln 16}{1,69} \cdot 1,15 = 1,89 \quad (6.17)$$

Найдем определенную толщину слоя осадка на фильтровальной перегородке (6.18), м:

$$h_{OC} = \frac{2p_{\Pi} \cdot p \cdot X_{OC} \cdot t_B}{r_{OC} \cdot (p + 2p_{\Pi} \cdot X_{OC} \cdot A)}, \quad (6.18)$$

$$h_{OC} = \frac{2 \cdot 3,5 \cdot 10^4 \cdot 3,5 \cdot 10^4 \cdot 0,2 \cdot 120}{3,5 \cdot 10^{10} \cdot (3,5 \cdot 10^4 + 2 \cdot 3,5 \cdot 10^4 \cdot 0,2 \cdot 1,89)} = 6,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}, \quad (6.18)$$

Вычисли время цикла (6.19):

$$t_{\Pi} = \frac{r_{OC} \cdot h_{OC}^2}{2p_{\Pi} X_{OC}} + \frac{r_{OC}}{p_{\Pi}} \cdot A + t_B \cdot c \quad (6.19)$$

$$t_{\text{ц}} = \frac{3,5 \cdot 10^{10} \cdot (6,5 \cdot 10^{-3})^2}{2 \cdot 3,5 \cdot 10^4 \cdot 0,2} + \frac{3,5 \cdot 10^{10} \cdot (6,5 \cdot 10^{-3})^2}{3,5 \cdot 10^4} \cdot 1,89 + 120 = 399 \quad (6.19)$$

Найдем оптимальную производительность по осадку с 1 м² фильтра (6.20), кг/ч·м²:

$$Q_{\text{ос}} = \frac{h_{\text{ос}}}{t_{\text{ц}}} \cdot \rho_{\text{ос}} \cdot 3600, \quad (6.20)$$

$$Q_{\text{ос}} = \frac{6,5 \cdot 10^{-3}}{399} \cdot 0,125 \cdot 10^3 \cdot 3600 = 7,33 \text{ кг/ч} \cdot \text{м}^2, \quad (6.20)$$

7 Экономический расчёт

Установка гидроциклона определяет увеличение срока службы насосного и другого оборудования, а также износ запорно-регулирующей и запорной арматуры и технологического трубопровода. За базовый объект и сравниваемый варианты были приняты системы циркуляционной шламовой воды и шламонакопитель. В предлагаемом варианте для повышения надежности работы центробежных насосов, трубопроводов и другого оборудования, предлагается установить на технологическом трубопроводе по ходу шламовой циркуляционной воды гидроциклон диаметром 250 мм, который будет задерживать и выводить твердые частицы вызывающие абразивный износ рабочего колеса насоса и образовывать отложения в технологическом трубопроводе. В результате расчетов было установлено, что гидроциклон, обеспечивает эффект осветления до 94,3% при пропускной способности до 15 м³/ч исходной массы.

Исходные технико-экономические данные, необходимые для расчета эффективности гидроциклонно-насосной установки, приведены в таблице 6.4.

Ожидаемый экономический эффект от снижения приведенных затрат на капитальный ремонт и восстановление насосного оборудования, замены запорной и запорно-регулирующей арматуры, снижения количества резервных насосов за счет повышения их надежности, реализация отхода в виде обезвоженного полусухого алюмохромового шлама для дальнейшей транспортировки на переработку и получения продукции; снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду.

В процессе очистки газа образуется отход в виде мокрого шлама алюмохромовых катализаторов (состав описан в главе 2). Отстоявшийся шлам в отстойнике и пульпу (выходящую из гидроциклона) предлагается в дальнейшем обезвоживать при помощи камерного фильтр-пресса, для

получения полусухого продукта. Главной задачей при совершенствовании системы очистки шламовой циркуляционной воды на БК-2 является экологический эффект, получаемый от вторичного использования сырья, имеющего 3-4 класс опасности.

1. Сумму капитальных вложений найдем по формуле (7.1), руб.:

$$K_{уд} = \frac{K}{N_{год}}, \quad (7.1)$$

где K - дополнительные капиталовложения в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, руб.;

$N_{год}$ - дополнительные капиталовложения в основные фонды (оборудование, производственные площади), руб.

$$K_{уд} = \frac{1108568,122}{10}, \quad (7.1)$$

2. Рассчитаем себестоимость нового (модернизированного) оборудования.

1) Затраты на материалы найдем по формуле (7.2), руб.:

$$C_M = \sum_{i=1}^n H_M \cdot C_M \cdot \left(1 + \frac{K_{ТР}}{100}\right) - C_{отх}, \quad (7.2)$$

где H_M - норма расхода i -го материала на единицу продукции; м, кг;

C_M - цена за единицу i -го материала; руб./м, руб./кг;

1- процент транспортно-заготовительных расходов, %;

$K_{ТР}$ - количество наименований используемых материалов;

$C_{отх}$ - стоимость реализуемых отходов (в нашей курсовой работе).

$$C_M = \sum_{i=1}^1 (6 \cdot 612 + 10 \cdot 1643 \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) - 0 = 21509,14 \text{ руб.}, \quad (7.2)$$

2) Закупку основного оборудования вычислим по формуле (7.3), руб.:

$$C_{ки} = \sum_{i=1}^m H_{киi} \cdot C_{киi} \cdot \left(1 + \frac{K_{мп}}{100}\right), \quad (7.3)$$

где $H_{киi}$ - норма расхода i -го комплектующего изделия на единицу продукции, шт.;

$C_{киi}$ - цена за единицу i -го комплектующего изделия, руб./шт.;

$K_{мп}$ - количество наименований комплектующих изделий.

$$C_{\text{КИ}} = \sum_{i=1}^1 (1 \cdot 55600 + 1 \cdot 900000) \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 1022492 \text{ руб.}, \quad (7.3)$$

3) Зарплату рабочих обслуживающих добавочное оборудование вычислим по формуле (7.4), руб.:

$$C_{\text{ЗП}}^{\text{ОСН}} = t \cdot \text{ЧТС} \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{ПР}}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{Р}}}{100}\right), \quad (7.4)$$

где t - трудоемкость работ (норма времени), нормо-часов;

ЧТС - часовая тарифная ставка рабочего среднего разряда (стоимость одного нормо - часа), руб./ч;

$K_{\text{ПР}}$ - процент премии, %;

$K_{\text{Р}}$ - районный коэффициент, %.

$$C_{\text{ЗП}}^{\text{ОСН}} = 88 \cdot 18,63 \cdot \left(1 + \frac{30}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{1,1}{100}\right) = 2154,72 \text{ руб.}, \quad (7.4)$$

4) Рассчитаем дополнительную зарплату производственных рабочих (7.5), руб.:

$$C_{\text{ЗП}}^{\text{ДОП}} = C_{\text{ЗП}}^{\text{ОСН}} \cdot \frac{K_{\text{ДОП}}}{100}, \quad (7.5)$$

где $K_{\text{ДОП}}$ - процент дополнительной зарплаты, %.

$$C_{\text{ЗП}}^{\text{ДОП}} = 2154,72 \cdot \frac{15}{100} = 323,208 \text{ руб.}, \quad (7.5)$$

5) Расходы отчисляемые на социальные нужды найдем по формуле (7.6), руб.:

$$C_{\text{ОТЧ}} = C_{\text{ЗП}}^{\text{ОСН}} + C_{\text{ЗП}}^{\text{ДОП}} \cdot \frac{K_{\text{СЧ}}}{100}, \quad (7.6)$$

где $K_{\text{СЧ}}$ - ставка процент отчисления на социальные нужды, %.

$$C_{\text{ОТЧ}} = 2154,72 + 323,208 \cdot \frac{10,1}{100} = 250,27 \text{ руб.}, \quad (7.6)$$

6) Расходы производства (общие) (7.8), руб.:

$$C_{\text{ОПР}} = C_{\text{ЗП}}^{\text{ОСН}} \cdot \frac{K_{\text{РОЭО}} + K_{\text{ЦЕХ}}}{100}, \quad (7.8)$$

где $K_{\text{РОЭО}}$ - норматив (процент) расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %;

$K_{\text{ЦЕХ}}$ - норматив (процент) цеховых расходов, %;

100 - норматив общепроизводственных расходов, %.

$$C_{\text{ОПР}} = 2154,72 \cdot \frac{300}{100} = 6464,16 \text{ руб.}, \quad (7.8)$$

7) Расходы общехозяйственные (общезаводские), найдем по формуле (7.9), руб.:

$$C_{\text{ОХОЗ}} = C_{\text{ЗП}}^{\text{ОСН}} \cdot \frac{K_{\text{ОХОЗ}}}{100}, \quad (7.9)$$

где $K_{\text{ОХОЗ}}$ - норматив общехозяйственных расходов, %.

$$C_{\text{ОХОЗ}} = 2154,72 \cdot \frac{120}{100} = 2585,664 \text{ руб.}, \quad (7.9)$$

«Себестоимость производства представляет текущие затраты предприятия только на производство единицы продукции, оборудования»[17].

$$C_{\text{ПР}} = C_{\text{М}} + C_{\text{КИ}} + C_{\text{ЗП}}^{\text{ОСН}} + C_{\text{ЗП}}^{\text{ДОП}} + C_{\text{ОТЧ}} + C_{\text{ОПР}} + C_{\text{ОХОЗ}} \text{ руб.}, \quad (7.10)$$

$$C_{\text{ПР}} = 21509,14 + 1022492 + 2154,72 + 323,208 + 250,27 + 6464,16 + 2585,664 = 1055779,162 \text{ руб.}, \quad (7.10)$$

8) Расходы внепроизводственные (коммерческие), найдем по формуле (7.11), руб.:

$$C_{\text{ВПР}} = C_{\text{ПР}} \cdot \frac{K_{\text{ВПР}}}{100}, \quad (7.11)$$

где $K_{\text{ВПР}}$ - норматив внепроизводственных расходов, %.

$$C_{\text{ВПР}} = 1055779,162 \cdot \frac{5}{100} = 52788,96 \text{ руб.}, \quad (7.11)$$

3. Найдем полную себестоимость нового оборудования, по формуле (7.12), руб.:

$$C_{\text{ПОЛ}}^{\text{НОВ}} = C_{\text{ПР}} + C_{\text{ВПР}}, \quad (7.12)$$

$$C_{\text{ПОЛ}}^{\text{НОВ}} = 1055779,162 + 52788,96 = 1108568,122 \text{ руб.}, \quad (7.12)$$

Результаты расчета внесем в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 - Себестоимость нового оборудования

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материалы, руб.	21509,14
Покупка основного оборудования, руб.	1022492
Зарплата производственных рабочих (основная)	23000
Зарплата производственных рабочих (дополнительная)	20700
Отчисления на социальные нужды	250,27
Расходы общепроизводственные	6464,16

Продолжение таблицы 7.1

Наименование статьи	Сумма, руб.
Расходы общехозяйственные (общезаводские)	2585,664
Расходы внепроизводственные (коммерческие)	52788,96
Полная себестоимость нового оборудования	1108568,122

4. Рассчитаем цену нового оборудования.

1) Оптовую цену предприятия (расчетную цену) определим по формуле (7.13), руб.:

$$\Pi = \frac{R}{100} \cdot C_{\text{ПОЛН}}, \quad (7.13)$$

где $C_{\text{ПОЛН}}$ - прибыль на единицу продукции, которая определяется по формуле (7.13.1):

$$\Pi = \frac{7}{100} \cdot 1108568,122 = 77599,77 \text{ руб.}, \quad (7.13.1)$$

2) Вычислим отпускную цену предприятия, по формуле (7.14), руб.:

$$C_{\text{НОВ}}^{\text{ОТП}} = C_{\text{ОТП}}^{\text{НОВ}} + \text{НДС}, \quad (7.14)$$

где НДС - сумма налога на добавленную стоимость, руб.

$$C_{\text{ОТПУСК}}^{\text{НОВ}} = 1065779,162 + 191840,25 = 1257619,41 \text{ руб.}, \quad (7.14)$$

$$\text{НДС} = C_{\text{ОТП}}^{\text{НОВ}} \cdot \frac{\text{НДС}\%}{100} \text{ руб.}, \quad (7.15)$$

$$\text{НДС} = 1065779,162 \cdot \frac{18}{100} = 191840,25 \text{ руб.}, \quad (7.15)$$

где 18 - ставка НДС, %.

5. Расчет приведенных затрат и годового экономического эффекта.

1) Найдем отпускную цену базового оборудования по формуле (7.16), руб.:

$$C_{\text{ОТПУСК}}^{\text{БАЗ}} = C_{\text{ОТПУСК}}^{\text{НОВ}} \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{Ц}}}{100} \right), \quad (7.16)$$

где $K_{\text{Ц}}$ - процент увеличения (+) или снижения (-) цены, %.

$$C_{\text{ОТПУСК}}^{\text{БАЗ}} = 1257619,41 \cdot \left(1 + \frac{-20}{100} \right) = 1509143,29 \text{ руб.}, \quad (7.16)$$

2) Оптовую цену базового оборудования определим по формуле (7.17), руб.:

$$C_{\text{ОПТ}}^{\text{БАЗ}} = \frac{C_{\text{ОТПУСК}}^{\text{БАЗ}}}{1 + \frac{\text{НДС}\%}{100}}, \quad (7.17)$$

$$Ц_{\text{ОПТ}}^{\text{БАЗ}} = \frac{1509143,29}{1 + \frac{18}{100}} = 1278935 \text{ руб.}, \quad (7.17)$$

3) Полную себестоимость базового оборудования определим по формуле (7.18), руб.:

$$C_{\text{ПОЛН}}^{\text{БАЗ}} = \frac{Ц_{\text{ОПТ}}^{\text{БАЗ}}}{1 + \frac{R}{100}}, \quad (7.18)$$

$$C_{\text{ПОЛН}}^{\text{БАЗ}} = \frac{1278935}{1 + \frac{25}{100}} = 1023148 \text{ руб.}, \quad (7.18)$$

$$П_{\text{БАЗ}} = C_{\text{ПОЛН}}^{\text{БАЗ}} \cdot \frac{R}{100} \text{ руб.}, \quad (7.19)$$

$$П_{\text{БАЗ}} = 1023148 \cdot \frac{25}{100} = 255787 \text{ руб.}, \quad (7.19)$$

4) Таким образом, приведенные затраты найдем по вариантам (7.20), (7.21), (7.22), руб.:

$$З_{\text{ПР бах}}^{\text{УД}} = C_{\text{ПОЛ}}^{\text{БАЗ}} = 1023148 \text{ руб.}, \quad (7.20)$$

$$З_{\text{ПР нал}}^{\text{УД}} = C_{\text{ПОЛН}}^{\text{НОВ}} + E_{\text{Н}} \cdot K_{\text{УД}} \text{ руб.}, \quad (7.21)$$

$$З_{\text{ПР нал}}^{\text{УД}} = 1065600 + 0,15 \cdot 110856,8122 = 1082228,52 \text{ руб.}, \quad (7.22)$$

5) Годовой экономический эффект рассчитаем по формуле (7.23), (7.24), руб.:

$$Э_{\Gamma} = З_{\text{ПР бах}}^{\text{УД}} - З_{\text{ПР нал}}^{\text{УД}} \cdot N_{\Gamma \text{ОДнал}}, \quad (7.23)$$

$$Э_{\Gamma} = 1023148 - 1055779,162 \cdot 10 = 326311,62 \text{ руб.}, \quad (7.24)$$

6. Расчет капитальных вложений потребителя

1) Расчет эксплуатационных затрат. Найдем эффективный годовой фонд времени работы оборудования по формуле, (7.25), ч:

$$\Phi_{\text{ОВ}} = D_{\text{РАБ}} \cdot t_{\text{СМ}} \cdot h \cdot \left(1 - \frac{a}{100}\right), \quad (7.25)$$

где $D_{\text{РАБ}}$ - количество рабочих дней в году;

$t_{\text{СМ}}$ - длительность смены;

h - количество смен;

a - процент потерь времени на ремонтно-профилактические работы, %.

$$\Phi_{\text{ОВ}} = 168 \cdot 12 \cdot 2 \cdot \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 3830,4 \text{ ч.}, \quad (7.25)$$

2) Определяем величину затрат на электроэнергию (7.26), руб.:

$$Z_{ЭН} = \frac{\Phi_{ОБ} \cdot M_{У}^{НОВ} \cdot Ц_{ЭН} \cdot K_3 \cdot K_M \cdot K_{ПС}}{\eta_{НОВ}}, \quad (7.26)$$

где $M_{У}^{НОВ}$ - установленная мощность электродвигателя, кВт;

$Ц_{ЭН}$ - тариф на электроэнергию;

K_M - коэффициент использования по мощности;

$K_{ПС}$ - коэффициент, учитывающий потери в сети;

$\eta_{НОВ}$ - коэффициент полезного действия.

$$Z_{ЭН} = \frac{3830,4 \cdot 24 \cdot 4 \cdot 1,4 \cdot 0,98 \cdot 1,1}{0,8} = 693700,76 \text{ руб.}, \quad (7.26)$$

3) Найдем годовые затраты на электроэнергию (7.27), руб/год:

$$C_2 = 693700,76 \text{ руб/год}, \quad (7.27)$$

C_1 - затраты на сырье, используемое в процессе производства в год, считаем, что $C_1 = 0$ руб./год, так отходы - бесплатное сырье, ранее вывозимое на шламополигон.

4) Издержки на основную заработную плату производственным рабочим (C_3), (7.28):

$$\text{Годовой фонд оплаты труда} = \sum_{i=1}^N T_i \cdot M_i P_i \text{ руб/год} \quad (7.28)$$

где N - количество специальностей;

T_i - годовой фонд рабочего времени для одного рабочего i -й специальности (ч);

M_i - количество рабочих i -й специальности;

P_i - тарифная ставка рабочего i -й специальности (руб./ч).

Оборудование обслуживает один человек, он работает по графику 2/2, 12 часов в день. Его заработную плату принимаем равной 23000 руб./мес., тогда годовой фонд оплаты труда (C_3) составляет 276000 руб.

5) Рассчитаем издержки на дополнительную заработную плату в год (7.29), руб/год:

$$C_4 = 7,5\% \text{ от } C_3 \quad (7.29)$$

$$C_4 = 0,075 \cdot 276000 = 20700 \text{ руб./год}, \quad (7.29)$$

б) Отчисления на социальные нужды (C_5). Отчисления во внебюджетные фонды составляют 26% от фонда оплаты труда (ФОТ), (7.30):

$$C_5 = 26\% \text{ от } (C_3 + C_4) \quad (7.30)$$

$$C_5 = 0,26 \cdot (276000 + 20700) = 77142 \text{ руб./год}, \quad (7.30)$$

7) Отчисления на амортизацию найдем по формуле (7.31), руб.:

$$C_6 = \sum_{i=1}^N H_{ai} \cdot I_{ki} \text{ руб}, \quad (7.31)$$

где N - количество типов оборудования;

I_{ki} - инвестиции в i -й тип оборудования (руб.);

H_{ai} - норма амортизации i -го типа оборудования (%);

$$H_{ai} = 100\% / T_i,$$

T_i - нормативный срок службы оборудования i -го вида (лет).

8) Средний срок службы используемой аппаратуры составляет 10 лет, тогда (7.32.1), руб/год:

$$C_6 = \left(\frac{1}{10}\right) \cdot 1400000 = 140000 \text{ руб./год}. \quad (7.32.1)$$

9) Найдем отчисления в ремонтный фонд по формуле (7.33):

$$C_7 = 3\% \text{ от инвестиций};$$

$$C_7 = 0,03 \cdot 1400000 = 42000 \text{ руб./год}. \quad (7.34)$$

10) Таким образом, суммарные расходы находятся по формуле (7.35), руб/год:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_{\text{ПОЛ}}^{\text{НОВ}} + C_7, \quad (7.35)$$

$$\begin{aligned} C &= 0 + 693700,76 + 276000 + 20700 + 77142 + 1108568,122 + 42000 = \\ &= 2218110,8 \text{ руб/год}, \end{aligned} \quad (7.35)$$

11) Внепроизводственные (коммерческие) расходы (7.32), руб.:

$$C_{\text{ВПП}} = C \cdot \frac{K_{\text{ВПП}}}{100}, \quad (7.32)$$

где $K_{\text{ВПП}} = 5$ – норматив внепроизводственных расходов, %

$$C_{\text{ВПП}} = 2218110,8 \cdot \frac{5}{100} = 1109055,4 \text{ руб.}, \quad (7.32)$$

12) Найдем полную себестоимость нового оборудования (7.33), руб.:

$$C_{\text{ВЫП}}^{\text{ВПП}} = C + C_{\text{ВПП}}, \quad (7.33)$$

$$C_{\text{ВЫП}}^{\text{ВПП}} = 2218110,88 + 1109055,4 = 3327166,28 \text{ руб.}, \quad (7.33)$$

13) Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется при условии (7.34):

$$T_{\text{ок}} = \frac{2305581,39}{1354222,95} = 1,7 \quad (7.34)$$

Итоги расчёта сведены в таблицу 7.2

Таблица 7.2 – Экономический расчёт

Наименование показателя	Значение
Капитальные вложения потребителя	2305581,39
Годовые эксплуатационные издержки всего:	2218110,8
В том числе:	
- на зарплату, руб.	276000
- на амортизацию, руб.	140000
- на электроэнергию, руб.	693700,76
Приведенные затраты потребителя:	
Внепроизводственные расходы, руб.	87470,51
Срок окупаемости, лет	1,7

Заключение

В дипломной работе был рассмотрен метод совершенствования очистки циркуляционной воды на примете БК-2, ООО «СИБУР Тольятти». Для выполнения поставленной цели мы изучили технологический процесс УДИ БК-2, а также методику отбора проб на содержание частиц алюмохромового катализатора в воде; провели анализ состава циркуляционной воды и предложили техническое решение по её очистке. Также выполнили расчет производительности аппарата и определили стоимость предложенного оборудования.

Выбранный нами метод совершенствования очистки циркуляционной воды посредством установки напорного гидроциклона от твердых и взвешенных частиц алюмохромового катализатора на первой ступени очистки шламовой воды сможет повысить качество её очистки в отстойнике.

Таким образом, мы сможем решать следующие проблемы: снизить образования свищей на трубопроводах и насосном оборудовании; исключить проблему с промывкой временно отключенных участков трубопровода (ранее он подвергался засору отработанными алюмохромовыми катализаторами) и, сгущая пульпу, иметь очищенную от взвесей и твердых частиц воду.

Для снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду, мы предлагаем установить дополнительное оборудование для обезвоживания шлама при помощи автоматического камерного фильтр-пресса. Шлам представляет собой глинозем, который в дальнейшем будет реализовываться сторонними организациями для использования в производственных целях.

При установке дополнительного оборудования шлам будет обезвоживаться и выходить в виде полусухого продукта. Вода образованная после отжима и прессовки шлама в фильтр-прессе будет поступать в замкнутую систему технологического цикла. Данная установка также

позволить сэкономить природные истчерпаемые ресурсы глины и сократить антропогенную нагрузку на окружающую среду посредством исключения сооружений шламонакопителей. Кроме того, установка дополнительного оборудования позволит ООО «СИБУР Тольятти» иметь некоторый доход.

Список используемых источников

1. Абызов В.А. «Разработка и опыт применения огнеупорных фосфатных клеев на основе высокоглиноземистых промышленных отходов» / В.А. Абызов, Е.Н. Ряховский. // Новые огнеупоры. –2011. – № 3. – С. 73.
2. Александрова Э.А., Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа: Учебник и практикум / Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 355 с.
3. Алексеев Г.В., «Технологические машины и оборудование биотехнологий»: Учебник / Г.В. Алексеев, Антуфьев В.Т, Корниенко Ю.И. - СПб.: Гиорд, 2015. - 608 с.
4. Башаров М.М., Сергеева О.А. «Устройство и расчет гидроциклонов». Учебное пособие / Под ред. А.Г. Лаптева. - Казань: Вестфалика, 2014.
5. Барышникова Н.А, Марков Ю.В., Левшенков М.В., под редакцией Остапенко Г.И. «Учебно-методическое пособие: Процесс дегидрирования изобутана» . Тольятти, 2016 — 200с.
6. Беляков, Г.И. «Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда»: Учебник для бакалавров / Г.И. Беляков. - Люберцы: Юрайт, 2015. - 572с.
7. Валеев С.И. «Очистка сточных вод в гидроциклонах систем оборотного водоснабжения». Казань, 2010.
8. Ветошкин А. Г. Основы инженерной защиты окружающей среды [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Москва : Инфра-Инженерия, 2016. - 455 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-9729-0124-1.
9. Ветошкин А. Г. Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов [Электронный ресурс] : учеб.-практ. пособие - Москва : Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 316 с. : ил. - ISBN 978-5-9729-0128-9.

10. Гридин, А.Д. Охрана труда и безопасность на вредных и опасных производствах / А.Д. Гридин. - М.: Альфа-Пресс, 2011. - 160 с.
11. Егорова Г.И., Александрова И.В., Егоров А.Н. «Отходы нефтехимических производств»: монография / — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. — 126 с. ISBN 978-5-9961-0823-7
12. Елкин С. В., Гаврилов Д. А. Инженерно-техническое творчество в нефтегазовой отрасли; - , 2014. - 368 с.
13. Калыгин В. Г. «Промышленная экология»: учеб. пособие 2006 - 432 с. – ISBN 5-7695-2916-4
14. Казакова Ю.М., Хусаинова Р.М., Вольфсон С.И. «Катализаторы дегидрирования в качестве наполнителя резиновых смесей, Каучук и резина».– 2008 – № 4 – с.30-32.
15. Махоткина Е. С., Пономарева О. С. Утилизация отходов производства вторичного алюминия в доменной печи при выплавке глиноземистых шлаков // Приволжский научный вестник: научно-практический журнал, 2014. № 3–1 (31). С. 22–24.
16. Пономарева О. С., Махоткина Е. С. Диверсификация производства: использование отходов производства вторичного алюминия в доменной печи при выплавке глиноземистых шлаков // Молодой ученый. — 2016. — №14. — С. 163-166. — URL <https://moluch.ru/archive/118/32742/> (дата обращения: 24.04.2018).
17. Привалихин Р.С. Эксцентрикковый привод силовых передач / А.К.Данилов, Е.А. Соловьев // Современные технологии и управление. Сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции – 2014.
18. Пыриков А.Н. Инженерная защита окружающей среды и экологическая безопасность Российской Федерации. Книга 1. Государство и экология / А.Н. Пыриков, П.И. Черноусов, Н.Н. Мартынов. – М.: ООО «Центр инновационных технологий», 2012.–192с.

19. Росин, И.В. Общая и неорганическая химия в 3 т. т.1. общая химия: Учебник для академического бакалавриата / И.В. Росин, Л.Д. Томина. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 426 с.
20. Технологический регламент УДИ БК-2 ООО «СИБУР Тольятти», 2016 – 75с.
21. Фролова, Т. А. Экономика предприятия: лекции / Т.А. Фролова. — Таганрог: ТРТУ, 2015. — С.15.
22. Хенце М. Очистка сточных вод: Пер. с англ./ Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э.- М.: Мир,2006. – 480 с.
23. Хрущева, И.В. Общая и неорганическая химия: Учебник / И.В. Хрущева, В.И. Щербаков, Д.С. Леванова. - СПб.: Лань П, 2016. - 496 с.
24. Черномуров Ф.М., Ануфриев В.П., Теслюк Л.М. Энерго- и ресурсосбережение в нефтегазохимическом комплексе. Учебное электронное текстовое издание – Екатеринбург, 2014 -Объем 13,72 уч.-изд. л.
25. Шуляк, П. Н. Финансы предприятия: учебник / П.Н. Шуляк. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2014. — С.226-229.
26. Юркова, Т. И. Экономика предприятия: учеб. пособие / Т.И. Юркова, С. В. Юрков. — М.: ГАЦМиЗ, 2013. — С.41.
27. Editors: Jos Barlow, Nathalie Pettorelli, Phil Stephens, Martin Nuñez and Michael Bode Impact factor: 5.30 ISI Journal Citation Reports Ranking 2016: 3/54 (Biodiversity Conservation) 15/153 (Ecology) - Online ISSN: 1365-2664.
28. Smith M.B., March J. March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, mechanisms, and structure. 6th ed. - Wiley-Interscience, 2007.
29. Zurabyan S.E. Fundamentals of bioorganic chemistry: Textbook: ГЭОТАР-Медиа, 2015 – 304s.
30. <http://www.vodalos.ru/spravochniki-stroitelya/spravochnik-proektirovshika/5/3/3>
31. Википедия [электронный ресурс] <https://ru.wikipedia.org/>
32. «Интропласт» [электронный ресурс] <http://introplast.all.biz/>

Приложение А

Характеристика продуктов, имеющих на установке БК-2

Таблица А.1 - Характеристика продуктов, имеющих на установке БК-2

Наименование продукта	Описание
Изобутановая фракция (изобутан iC_4H_{10})	Бесцветный, горючий взрывоопасный газ, малотоксичен, имеет специфический характерный запах. Пары фракции изобутановой, обладая плотностью, больше, чем плотность воздуха, накапливаются в низких непроветриваемых местах. Человек, находящийся в помещении с небольшим содержанием паров фракции изобутановой в воздухе, испытывает кислородное голодание, а при больших концентрациях возможна гибель от удушья. При продолжительном вдыхании паров фракции изобутановой в концентрациях, слабо превышающих предельно-допустимую, возникает головокружение, тошнота, головная боль и слабость, а при значительных концентрациях возможно удушье. Итогом хронического отравления считается расстройство центральной нервной системы. В организме не аккумулируется.
Изобутилен – (iC_4H_8)	При обычных обстоятельствах бесцветный газ с резким неприятным запахом. Жидкий изобутилен – представляет собой бесцветную, прозрачную, легкоподвижную жидкость. Изобутилен оказывать влияние угнетающе на нервную систему при наиболее больших концентрациях, при незначительных концентрациях – раздражает слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей. При соприкосновении с кожей вызывает отмораживание за счет быстрого испарения. В организме не накапливается. При вдыхании паров изобутилена в большом количестве возможно отравление. Первыми характерными признаками отравления являются: слабость, головокружение, тошнота, шум в ушах. Меры первой помощи при отравлении – свежий воздух, молоко, при отсутствии дыхания – искусственное дыхание.
Н-бутан – (nC_4H_{10})	Бесцветный горючий, взрывоопасный газ. При небольших концентрациях действует на организм токсично, при высоких – угнетающе на нервную систему. Растворимость в воде – незначительная.
Бутилен – (C_4H_8)	Бесцветный, горючий, взрывоопасный газ. Растворимость в воде – не большая. Бутилены действуют на организм человека так же, как изобутилен.
Топливный газ – метан (CH_4)	Бесцветный горючий взрывоопасный газ, при высоких концентрациях вызывает нарушение дыхания, потерю сознания, удушье из-за снижения содержания кислорода.
Водород — (H_2)	Горючий бесцветный взрывоопасный газ без запаха. Инертный газ, может в очень больших концентрациях вызывать удушье из-за сокращения нормального содержания кислорода.

Продолжение таблицы А.1

Наименование продукта	Описание
Инертный газ – (ингаз N ₂)	Бесцветный газ без запаха, может оказать вредное воздействие на организм человека, вызывая удушье и потерю сознания при вдыхании газа с высокой концентрацией.
Окись углерода - (СО)	Бесцветный горючий угарный газ. При невысоких концентрациях провоцирует удушье, при высоких концентрациях и длительном воздействии – приводит к смерти.
Метанол – (СН ₃ ОН)	Очень опасная легковоспламеняющаяся жидкость. Вещество обладает политропным действием преимущественно воздействуя на нервную систему, почки и печень. Имеет выраженный кумулятивный эффект, представляет опасность, вплоть до смертельного исхода, при поступлении через желудочно-кишечный тракт. Жидкость метанола имеет слабовыраженное местное действие на кожу, имеет возможность проходить через неповрежденные кожные покровы. Симптомы – головная боль, головокружение, тошнота, рвота, боль в желудке, общая слабость, раздражение слизистых оболочек, мелькание в глазах, а в тяжелых случаях – потеря зрения и смерть.
Катализатор (ИМ-2201, КДМ-М)	Пылевидный хромоалюминиевый порошок серо-зеленого цвета. Катализаторная пыль токсична, по степени влияния на организм человека относится ко 2-му классу опасности – высоко опасным веществам. Вызывает раздражение носоглотки, верхних дыхательных путей, слизистых оболочек глаз, кожи, раковые заболевания. Отрицательно влияет на репродуктивную функцию, может вызывать генетические дефекты. Оказывает общетоксическое раздражающее аллергенное действие. Соединения хрома (Cr ⁺⁶) обладают кожно - резорбтивным действием (действие токсичных веществ, проявляющееся после всасывания их в кровь), поражают слизистые оболочки в месте контакта, аккумулируются печенью, способны оказывать канцерогенное действие. При длительном вдыхании катализаторной пыли возможны профзаболевания легких (фиброз, пневмокониоз), атрофические риниты, фарингиты, профессиональный бронхит, бронхиальная астма, заболевание желудочно-кишечного тракта.

Химическая стойкость композитного материала СВМПЭ

Таблица А.2 - Химическая стойкость композитного материала СВМПЭ

Реагент	Температура, °С		
	20	50	80
Неорганические кислоты			
Хромовая кислота (80%)	+	+	
Соляная кислота (конц.)	+	+	+
Синильная кислота	+	+	
Плавиковая кислота	+	+	
Азотная Кислота (конц.)	-	-	-
Азотная Кислота (50%)		-	-
Азотная Кислота (20%)	+	+	
Фосфорная Кислота (85%)	+	+	+
Серная Кислота (конц.)	+	-	-
Серная Кислота (75%)	+	+	+
Щелочь			
Жидкий аммиак	+	+	
Раствор гидроксида калия	+	+	+
Раствор каустической соды	+	+	+
Водные растворы неорганических солей			
Хлорид алюминия	+	+	+
Нитрат аммония	+	+	+
Хлорная известь	+	+	+
Хлорид кальция	+	+	+
Карбонат натрия	+	+	+
Хлорид натрия	+	+	+
Гипохлорит натрия	+	+	+
Дизельное топливо	+	+	
n-Гептан	+	+	
Эфир нефти	+		
Трихлорэтилен	+	-	
Толуол	/	-	
Уайт-спирит	/	/	
Ксилол	+	/	-
Спирты, Кетоны, сложные эфиры и амины			
Ацетон	+	+	
Анилин	+	+	
Бензиловый спирт	+	+	+
Бутиловый спирт	+	+	+
Циклогексанол	+	+	+
Этанол	+	+	
Этиленгликоль	+	+	+

Приложение Б

Технологическая схема

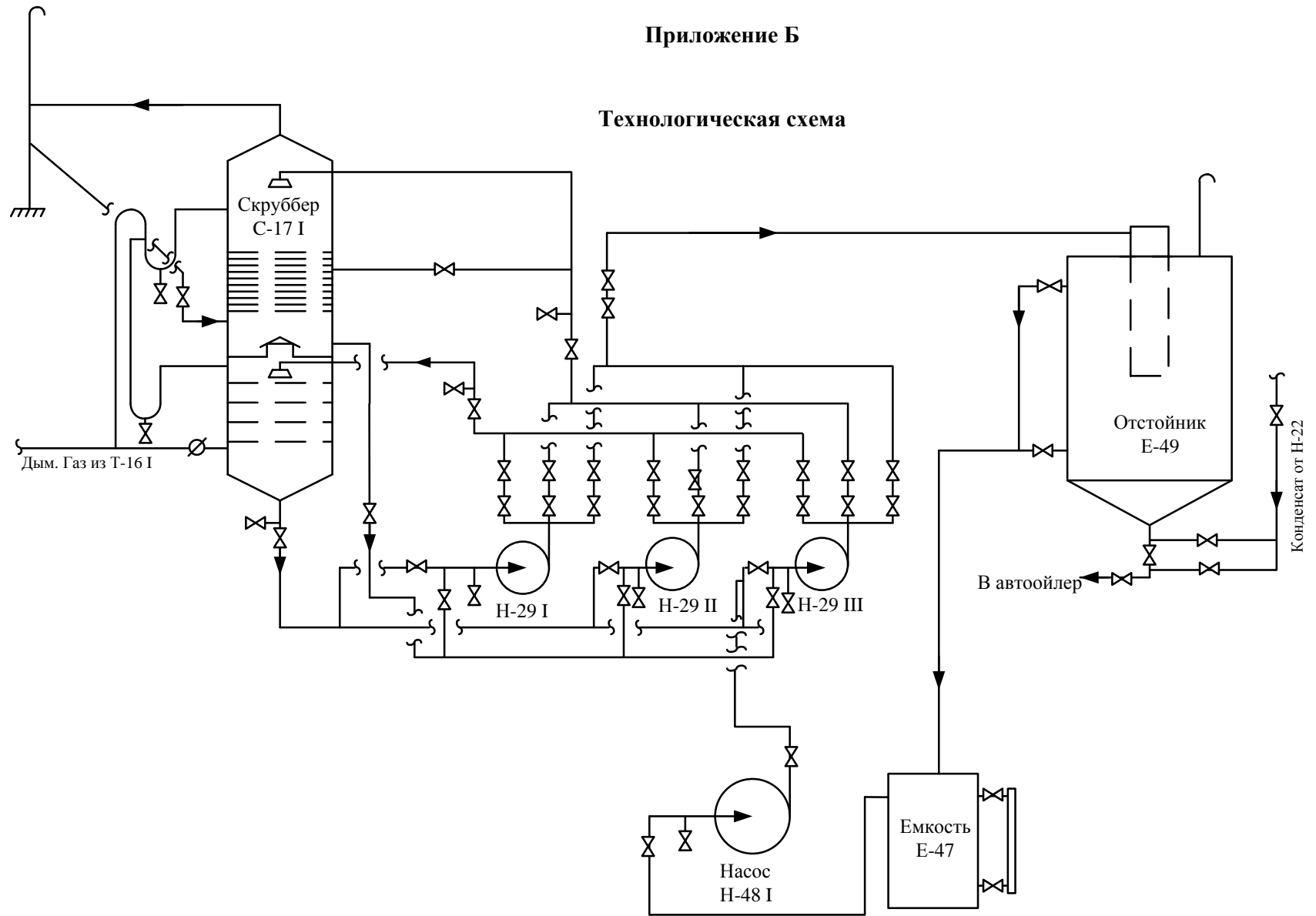


Рисунок Б.1 – Технологическая схема циркуляции воды по технологическому трубопроводу

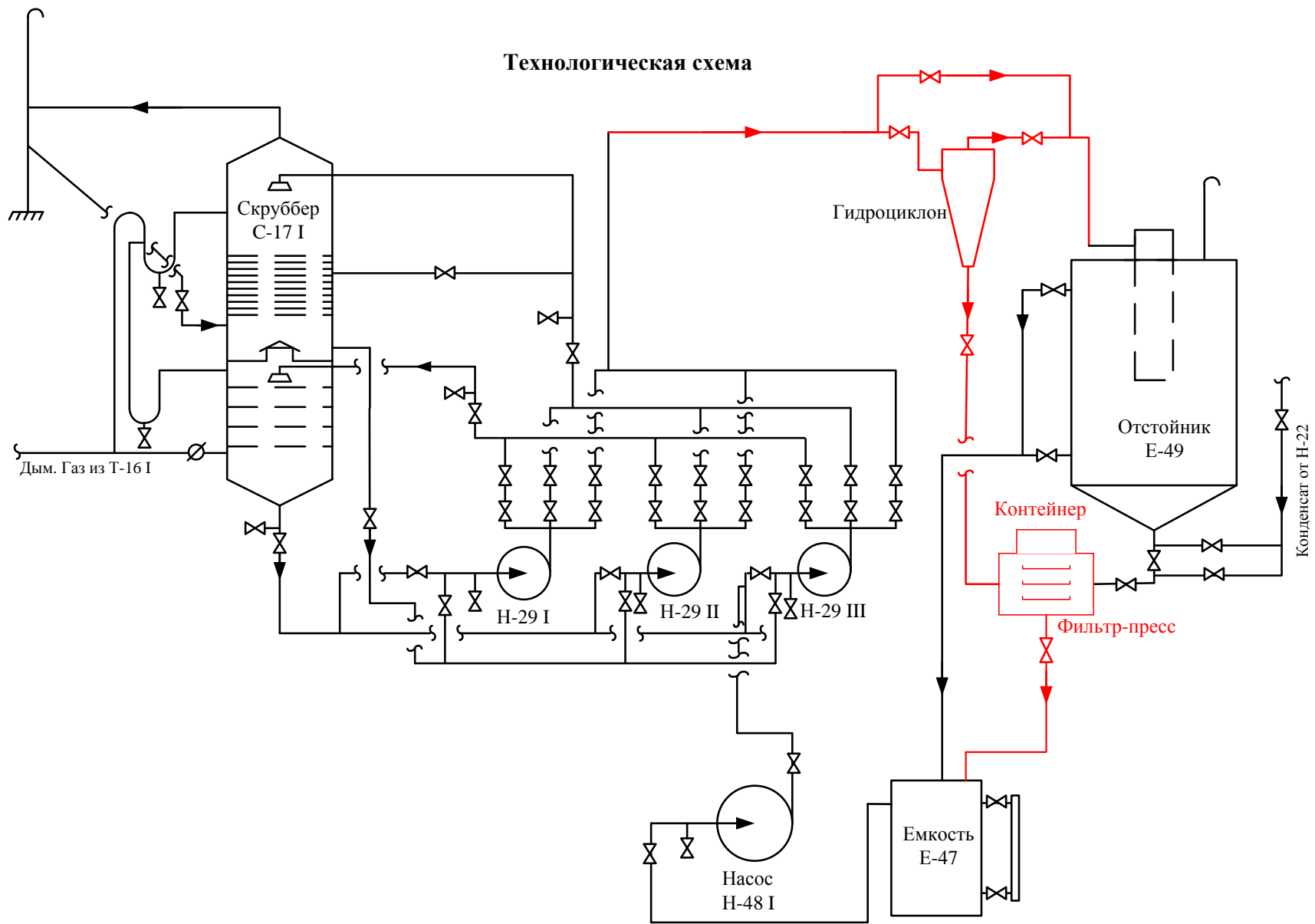


Рисунок Б.2 – Измененная технологическая схема очистки шламовой воды

Приложение В

Методика измерения объемной концентрации шлама в циркуляционной воде.

Данный метод заключается в определении объема шлама в см^3 , образовавшегося при отстаивании пробы в течении 30 минут. Методика позволяет получить результаты измерения объемной концентрации шлама в циркуляционной воде с погрешностью, не превышающей значения, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Норматив оперативного контроля повторяемости (сходимости) результатов измерения

Норма по аналитическому контролю, $\text{см}^3/\text{дм}^3$	Предел повторяемость (сходимости), г, $\text{см}^3/\text{дм}^3$
Не более 15	3,0

Средства измерений, вспомогательные устройства:

1. Слянка для отбора проб, вместимостью 500 см^3 .
2. Отстойник Лысенко вместимостью 100 см^3 , с тонкой градуировкой до $0,1 \text{ см}^3$ в нижней части (рисунок 1).



Рисунок 1 - Отстойник Лысенко

Выполнение анализа

В цилиндр наливают 100 см³ тщательно перемешанной исследуемой воды и устанавливают его в вертикальное положение. Через 30 минут отмечают объем занимаемой осевшими частицами шлама. За 3 минуты до конца отстаивания осторожно несколько раз вращают цилиндр вокруг вертикальной оси, чтобы частицы отделились, прилипшие к стенкам.

Обработка результатов измерения

Объемную концентрацию шлама (X , см³/дм³) рассчитывают по формуле (1):

$$X = \frac{V \cdot 1000}{100} = 10 \cdot V \quad (1)$$

где V – объем, занимаемый выпавшим шламом, см³;

100 – объем пробы, см³.

Для двух параллельных измерений получают два значения X_1 и X_2 и вычисляют расхождение между параллельными измерениями по формуле (2):

$$r = X_1 - X_2 \quad (2)$$

Если расхождение между параллельными измерениями удовлетворяют условиям приемлемости $r \leq 3,0$ рассчитывают среднее арифметическое значение по формуле (3):

$$X_{\text{ср}} = \frac{X_1 + X_2}{2} \quad (3)$$

Округляют его до целого числа и принимают за результат измерения.

Результаты анализа на содержание взвешенных частиц в циркуляционной воде, поступающей в отстойник (гидроциклон отсутствует), представлены в таблице (2).

Таблица 2 – Содержание взвешенных частиц в циркуляционной воде до отстойника

№ опыта	Содержание шлама, см ³ /дм ³
1	N
2	N
3	N

Результаты анализа на содержание взвешенных частиц в циркуляционной воде, после отстойника (гидроциклон отсутствует), представлены в таблице (3).

Таблица 3 – Содержание взвешенных частиц в циркуляционной воде после отстойника

№опыта	Содержание шлама, см³/дм³
1	N
2	N
3	N

Требования безопасности

1. Соблюдать требования безопасности при работе со стеклянной посудой.
2. Отбор проб является газоопасной работой 2-ой группы, включенный в перечень газоопасных работ по установке, проводимых без наряд-допуска, с регистрацией в журнале «журнале учета газоопасных работ, проводимых без оформления наряд-допуска».
3. Места, где проводится отбор проб, должны быть хорошо освещены, не загромождены и содержаться в чистоте.
4. Ограждения и лестницы точек отбора, расположенных на высоте, должны находиться в исправном состоянии.
5. Точки отбора проб жидкостей должны быть снабжены отводом, направляющим струю жидкости вниз.
6. При отборе проб следует стоять на безопасном расстоянии от точки отбора с наветренной стороны.
7. Запрещается отбирать пробу при неисправности на точке отбора.
8. На посуде с отобранными пробами этикетки должны быть четко подписаны.