Установка каталитического риформинга Л-35/11-600

	Введение	-
1	Технологическая часть	-
1.1.	Характеристика исходного сырья и готовой продукции	-
1.2.	Описание технологического процесса	-
1.3.	Материальные и тепловые балансы	-
1.4.	Автоматизация и контроль производства	-
1.5.	Природоохранные мероприятия	-
2.	Конструкторская часть	-
2.1.	Техническое задание	-
2.2.	Конструкция и принцип работы аппарата	-
2.3.	Расчет технической характеристики аппарата	-
2.4.	Расчеты на прочность элементов машины	-
2.5.	Технология изготовления конического днища	-
3.	Организационно-техническая часть	-
3.1.	Подбор и компоновка оборудования цеха	-
3.2.	Монтаж, эксплуатация и ремонт оборудования	-
3.3.	Тепло- энергоснабжение установки	-
3.4.	Охрана труда	-
4.	Экономическая часть	-
	Заключение	-
	Приложение	-

HTTP://BNBARS.MOY.SU

ВВЕДЕНИЕ

5 сентября 1955 г начал действовать Омский нефтеперерабатывающий завод. Создание, в этот период нефтеперерабатывающего завода в центре Западной Сибири было продиктовано необходимостью обеспечения энергетическими продуктами развивающегося народного хозяйства страны - Урала, Сибири, Казахстана и других регионов с использованием сырья Башкирии.

Уже в шестидесятые годы здесь вырабатывался большой ассортимент нефтепродуктов, масел, смазок, началось производство нефтехимической продукции, что создало возможность не только обеспечить развивающуюся промышленность Сибири, но и получить основу для создания крупного нефтехимического комплекса в Омске.

Освоенные сырьевые ресурсы из Тюменских месторождений нефти позволили ввести в эксплуатацию новые комплексы. В этот период ПО "Омскнефтеоргсинтез" становится одним из крупных предприятий стороны.

Здесь создано крупнотоннажное производство ароматических углеводородов на основе современного высокопроизводительного оборудования и прогрессивной технологии.

Завершено строительство комплекса глубокой переработки мазута, включающего вакуумную перегонку, гидроочистку вакуумного газойля, каталитического крекинга, висбрекинга, производство МТБЭ, серы, водорода. Это позволит при сохранении объема выпуска готовой продукции снизить потребности в сырье на 2-у млн тн.

Предприятие прошло большой и сложный путь развития, внедрения новых технических и организационных решений, направленных в первую очередь на удовлетворение потребностей страны, ее промышленности и сельского хозяйства.

Контрактом века называла печать в 70-х годах соглашение с французской фирмой «Текнип» о строительстве в г.г. Омске и Уфе двух комплексов по производству Ароматики. Комплекс - это одиннадцать технологических установок, тесно связанных между собой. Это разнообразие технологических

HTTP://BNBARS.MOY.SU

процессов - четкая ректификация, гидроочистка, реформинг, экстракция, абсорбированное выделение параксилола, изомеризация ксилолов (изомар), трансалкилирование ароматики (таторей), термодеалкилирование толуола. Головной технологической установкой, называемой "сердцем ароматики ", является каталитический реформинг с непрерывной регенерацией катализатора.

Завод ароматических углеводородов № 7 расположен на территории Омского нефтеперерабатывающего завода и предназначен для получения и переработки ароматических углеводородов, бензинов, ароматических смол и др.

Установка каталитического риформинга Л-35/11-600 расположена на территории завода № 7 и предназначена для получения высокооктанового дебутанизированного катализата, используемого в качестве компонента высокооктановых бензинов.

Предусмотрена возможность работы установки на фракции 62-85 °С, на получение сырья для блока экстракции установки ЛГ35/8-300В.

Установка введена в действие в 1969 году и состоит из следующих взаимосвязанных блоков:

1. Блок предварительной гидроочистки сырья;
2. Блок риформинга;
3. Блок стабилизации бензина.

После 1998 года был произведен ряд изменений и установка стала состоять из:

1. Блок гидроочистки высокого давления;
2. Блок гидроочистки низкого давления;
3. Блок риформинга;
4. Блок стабилизации бензина.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

HTTP://BNBARS.MOY.SU

1.1 Характеристика сырья и выпускаемой продукции.

Характеристика сырья и выпускаемой продукции представлена в табл. 1.

Характеристика сырья и выпускаемой продукции

Таблица 1.

№	Наименование	ГОСТ, ТУ	Примечание
1.	Сырье (бензин прямогонный)	СТП-010600-401096-85	Используется в качестве компонента для получения товарного бензина
2.	Получаемые продукты		
2.1.	Бензин ароматический	СТН-010600-401104-84	Используется в качестве компонента для получения товарного бензина
2.2.	Бензин базовый каталитического риформинга	СТП-010600-401256-90	Используется в качестве компонента авиационного бензина
2.3.	Головка стабилизации процессов каталитического риформинга	СТП-010600-401238-84	Используется в качестве сырья для установок ГФУ-2
2.4.	Газ водосодержащий	ТУ38-8011-79	Используется для установок гидроочистки
2.5.	Газ сухой	СТП-010600-401102-84	Используется в качестве топливного газа
3.	Применяемые катализаторы		

HTTP://BNBARS.MOY.SU

	3.1.	Катализаторы алюмоплатиновые	ТУ38-101486-77	Используется для процесса риформинга
	3.2.	Катализатор ГО-70	ТУ38-101111-87	Используется для процесса риформинга
	3.3.	Катализатор алюмо-ко-бальт/молибденовый гранулированный	ТУ38-101194-77	Используется для процесса риформинга
	4.	Реагенты		
	4.1.	Дихлорэтан технический	ГОСТ 1942-86 (сорт 1)	Используется для ускорения реакции
	4.2	Углерод четыреххлористый технический	ГОСТ 1944-84 (сорт 1)	Используется для ускорения реакции
	4.3.	Газ инертный	СТП-010600-401179-83	Используется для ускорения реакции

1.2. Описание технологического процесса

Углеводородный газ из сепаратора С-8 направляется во фракционный абсорбер К-6. Во фракционном абсорбере К-6 осуществляется деэтанизация нестабильного катализата.

Нестабильный катализат из С-8 проходит межтрубное пространство Т-7/1,2, где нагревается за счет тепла стабильного катализата и поступает в нижнюю часть фракционирующего абсорбера К-6.

Для поддержания вверху абсорбера К-6 оптимальных условий процесса предусмотрена подача промежуточного орошения нестабильного катализата с низа С-8 на 35, 32, 39 тарелки.

Для более полного извлечения углеводородов С-3 и выше, а также для получения сухого газа, требуемого качества, наверх фракционирующего аб-

HTTP://BNBARS.MOY.SU

сорбера К-6 с линии выхода стабильного катализата с установки за счет перепада давления по колоннам К-7 и К-6, подается абсорбент. С верха фракционирующего абсорбера К-6 сухой газ направляется в линию очищенного углеводородного газа.

Деэтанизированный нестабильный катализат из абсорбера К-6 поступает на прием центробежных насосов Н-13, 14. Часть катализата насосами Н-13, 14 прокачивается в левую часть печи П-2 и подается в абсорбер К-6 для поддерживания необходимой температуры.

Балансовый избыток нестабильного катализата с низа абсорбера К-6 насосами Н-13, 14 подается через межтрубное пространство теплообменника Т-8 на 8, 12, 18 тарелки стабилизационной колонны К-7. Верхний продукт стабилизационной колонны К-7 охлаждается в конденсаторе – холодильнике ХК-4, 4а и далее поступает в емкость Е-7 стабильной головки.

Предусмотрена возможность сброса углеводородного газа из К-6, С-2, С-8, Е-7 через колонну К5 в линию очищенного углеводородного газа. Бензин, сконденсировавшийся в колонне К5, насосами Н-8, 9 откачивается с установки в линию рефлюкса.

Стабильная головка из емкости Е-7 насосами Н-18, 19 подается в верхнюю часть стабилизационной колонны К-7 в качестве орошения, а балансовый избыток по уровню в Е-7 откачивается в парк установки ГФУ-2.

Нагрев низа стабилизационной колонны К-7 осуществляется за счет конденсации через печь П-2 (правая сторона) части стабильного катализата, забирающегося с низа колонны К-7 насосами Н-15, 16 через печь П-2.

Балансовый избыток стабильного бензина колонны К-7 поступает в трубное пространство теплообменника Т-8, где отдает тепло нестабильному бензину, поступающему в колонну К-7. Затем направляется в теплообменники Т-7/1, 2, где отдает тепло нестабильному катализату, поступающему из сепаратора С-8 в абсорбер К-6. Далее стабильный катализат после охлаждения в холодильнике Х-13 направляется в товарный парк.

Технологическая схема установки предусматривает производство сырья для блока экстракции установки ЛГ-35/8 – 300Б: после теплообменников Т-

HTTP://BNBARS.MOY.SU

6/2, Т-6а/2 газо-продуктовая смесь одним потоком направляется в реактор Р-5. В реакторе Р-5 происходит гидрирование непредельных углеводородов. Из реактора Р-5 газо-продуктовая смесь направляется в трубное пространство теплообменников Т-6/1 и Т-6а/1.

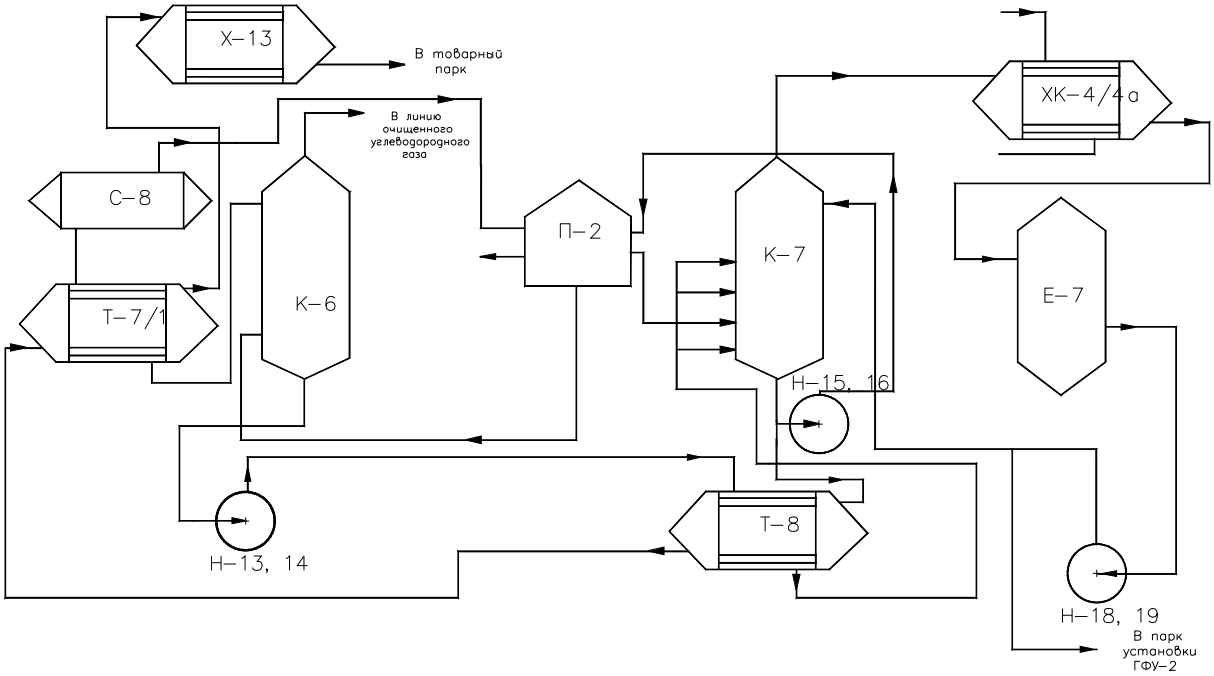

Рис. 1. Технологическая схема абсорбции нестабильного катализата

Материальный баланс установки

Таблица 2.

Наимено-вание	**Рефлюкс**	**Газ**	**Неста-бильный катализат**	**Стабиль-ный ката-лизат**	**Прим.**
Плотность, кг/м^3	0,598	0,66	775	785	
H_2		62,2	32	41	
C_1		10,02	73	70	

HTTP://BNBARS.MOY.SU

C_2	0,39	8,17	106	108	
C_3-	6,24	9,91	129	128	
i-C_4	9,02	2,87	150	147	
n-C_4	20,79	3,92	174	174	
i-C_5	35,54	2,91	210	211	
n-C_5	21,69	2,91			
C_6	57,23				
C_7	6,17				
Расход $м^3$/час (среднее)	20%	6000	120	115	

1.4. Автоматизация и контроль производства

В химической технологии многочисленную группу составляют массообменные процессы, из которых наиболее распространены значительная инерционность и запаздывание, так как фактически технологический процесс складывается из гидродинамического процесса перемещения потоков вещества, процессов теплопередачи и массопередачи. Инерционность и запаздывание проявляются особенно сильно в технологических аппаратах больших размеров, которыми преимущественно оснащено современное крупнотоннажное химическое производство.

Важно знать, что условия для протекания массообменного технологического процесса в разных частях аппарата оказываются различными и для получения точной математической модели эти различия необходимо учитывать. Поэтому динамические характеристики абсорберов, сушилок, ректификационных колонн и тому подобных объектов регулирования описываются дифференциальными уравнениями в частных производных. Для практических целей автоматизации такую модель обычно сильно упрощают, усредняя условия протекания процесса в разных частях рабочего объема аппарата и

HTTP://BNBARS.MOY.SU

переходя, таким образом, к типовым линейным моделям объектов.

Непосредственный контроль за технологическим процессом полностью автоматизирован и осуществляется следящей системой MOD-300. Участие оператора состоит в визуальном наблюдении за процессом и фиксировании основных параметров оборудования через определенный момент времени.

В табл. 3 представлен только тот перечень систем контроля и управления технологическим процессом материальные потоки и оборудование которого соответствуют технологической схеме приложения 1.

Автоматическое регулирование процесса газовой абсорбции.

Сущность процесса состоит в поглощении (растворении) одного или нескольких компонентов из исходной газовой смеси специальным растворителем (абсорбентом). Цель этого процесса — утилизация абсорбируемой части газового потока либо очистка от нее исходного потока. При постановке первой задачи конкретной целью процесса абсорбции является получение на выходе абсорбера рабочего раствора заданной концентрации (например, получение соляной кислоты заданной крепости при абсорбции газообразного хлористого водорода водой). При постановке второй задачи главная цель процесса абсорбции заключается в достижении заданной степени очистки газовой смеси от определенного компонента, которая характеризуется допустимой остаточной концентрацией его в газовой смеси на выходе из абсорбера. Условия протекания процесса абсорбции зависят от температуры, давления и соотношения расходов абсорбента и поглощаемого компонента газового потока.

Основными возмущениями для рассматриваемого процесса являются, изменение нагрузки абсорбера по поглощаемому компоненту газовой смеси (вследствие изменения его концентрации в исходной смеси или вследствие изменения ее расхода), а также изменения давления и температуры в аппарате. Изменение нагрузки является главным возмущением; оно приводит к нарушению материального баланса аппарата, в результате чего изменяется концентрация целевого продукта. Изменения температуры и давления влия-

HTTP://BNBARS.MOY.SU

ют на скорость процесса абсорбции (величину коэффициента массопередачи) и в конечном итоге приводят к тем же последствиям.

Таким образом, задача системы управления процессом абсорбции состоит в поддержании заданных оптимальных значений температуры и давления в аппарате и поддержании его материального баланса по поглощаемому компоненту газовой смеси.

Назовем теперь основные регулируемые параметры абсорбера:

расход газа и рабочего раствора, температура в рабочей зоне, давление в аппарате, концентрация рабочего раствора или концентрация поглощаемого компонента в газовом потоке на выходе из аппарата.

Для стабилизации давления (рис. 2) используется регулятор, который воздействует на клапан, установленный на линии отходящего газа. В большинстве случаев изменения давления в аппарате при нормальном режиме работы бывают вызваны утечками газа. Следовательно, возмущения для САР давления монотонны и незначительны по амплитуде.

Заданная температура в абсорберах насадочного и тарельчатого типа поддерживается посредством стабилизации температуры абсорбента на входе в аппарат. Обычно изменения температуры в рабочей зоне аппарата незначительны и ее автоматическое регулирование не требуется.

При автоматизации абсорберов основной является САР концентрации. Ее задача состоит в поддержании материального баланса объекта по поглощаемому компоненту путем изменения расхода абсорбента. На рис. 2 показана схема одноконтурной САР концентрации рабочего раствора, в которой регулятор *2* изменяет расход абсорбента в зависимости от показаний концентратомера рабочего раствора. При этом возникает необходимость в поддержании материального баланса абсорбера, но рабочему раствору, что достигается применением регулятора уровня *3*, установленного в нижней части аппарата. При изменении расхода абсорбента в процессе регулирования концентрации регулятор *3* изменяет расход рабочего раствора на выходе из абсорбера, поддерживая уровень постоянным.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

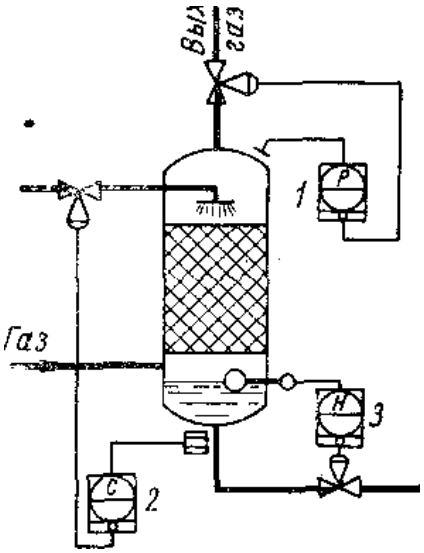

Рис. 2. Принципиальная схема автоматизации абсорбера

1 — регулятор давления; *2* — регулятор концентрации; *3* — регулятор уровня

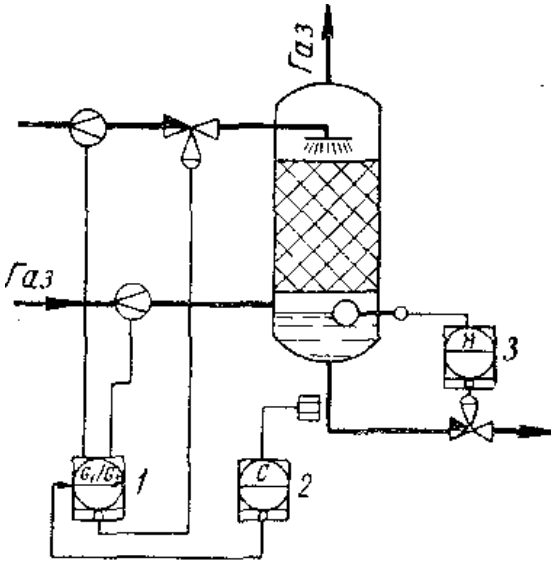

Рис. 3. Принципиальная схема автоматизации абсорбера с использованием двухконтурной САР концентрации рабочего раствора: 1 – регулятор расхода; 2 – регулятор концентрации; 3 – регулятор уровня

Абсорбер, как объект регулирования, по каналу «расход абсорбента — концентрация» обладает значительной инерционностью и запаздыванием, в особенности у крупногабаритных аппаратов насадочного и тарельчатого типа. Поэтому описанная простая схема регулирования концентрации не всегда обеспечивает требуемое качество регулирования. В этих случаях (рис. 3) рас-

HTTP://BNBARS.MOY.SU

ход абсорбента стабилизируется регулятором расхода, задание которому устанавливает корректирующий регулятор *2* в зависимости от концентрации рабочего раствора на выходе абсорбера. Назначение регулятора *3* то же, что и в схеме на рис. 2.

При частых и значительных возмущениях по расходу и составу исходной газовой смеси может оказаться целесообразным применение комбинированной САР. На рис. 4 показан один из вариантов такой системы, рассчитанной на компенсацию возмущений по расходу газа. Главный ее элемент — регулятор соотношения, который устанавливает расход абсорбента в зависимости от расхода газовой смеси. Регулятор концентрации *2* изменяет задание (величину соотношения) регулятору соотношения в зависимости от концентрации готового раствора (регулятор *3* поддерживает уровень рабочего раствора постоянным).

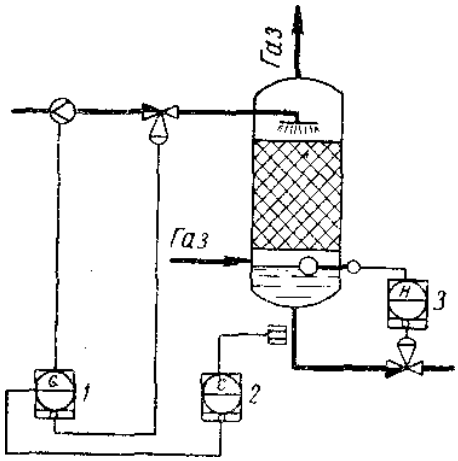

Рис. 5. Принципиальная схема автоматизации абсорбера с использованием комбинированной двухконтурной САР концентрации рабочего раствора

1 — регулятор соотношения: 2 — регулятор концентрации; *3* — регулятор уровня

Если целью процесса абсорбции является извлечение определенного компонента из исходной газовой смеси до заданной конечной концентрации (в процессах газоочистки), то основным регулируемым параметром является

HTTP://BNBARS.MOY.SU

остаточная концентрация извлекаемого компонента в отходящей газовой смеси. Все описанные выше схемы автоматизации газовых абсорберов могут быть использованы и в этом случае, только вместо регулятора концентрации готового раствора используется регулятор концентрации отходящего газа.

Перечень систем контроля и управления технологическим процессом.

Таблица 3.

№	Контролируемый параметр	Значение по регламенту	Способы технического контроля	Сред-ства управ-ления
1	Количество углеводородного газа поступающего из С-8 в К-6	Поз. 162	Расходомер	
2	Регулятор давления в сепараторе С-8	Поз. 139	Клапан предохранительный	
3	Уровень в сператоре С-8	Поз. 179	Уровнемер	
4	Расход нестабильного катализата	Поз. 158	Расходомер	
5	Расход абсорбента	Поз. 70	Расходомер	
6	Расход сухого газа	Поз. 249	Расходомер	
7	Давление в абсорбере К-6	Поз. 134	Датчик давления типа «Сапфир»	
8	Температура над перевалами левой части печи П-2	Поз. 399	Термопара типа ТХК	
9	Температура низа колонны К-6	Поз. 111	Термопара типа ТХК	

HTTP://BNBARS.MOY.SU

10	Расход теплоносителя через печь П-2	Поз. 67	Расходомер	
11	Уровень в абсорбере К-6	Поз. 170	Уровнемер	
12	Количество избыточного нестабильного катализата, подаваемого в колонну К-7	Поз. 66	Расходомер	
13	Уровень в колонне К-7	Поз. 171	Уровнемер	
14	Давление в колонне К-7	Поз. 135	Датчик давления типа «Сапфир»	
15	Температура газоконденсатной смеси на выходе из Хк-4, 4а	Поз. 398	Термопара типа ТХК	
16	Давление в емкости Е-7	Поз. 140	Датчик давления типа «Сапфир»	
17	Количество избытка стабильной головки, откачиваемой с установки	Поз. 73	Расходомер	
18	Уровень в емкости Е-7	Поз. 183	Уровнемер	
19	Температура верха К-7	Поз. 398а	Термопара типа ТХК	
20	Количество орошения К-7	Поз. 69	Расходомер	
21	Количество стабильного катализата	Поз. 68	Расходомер	
22	Температура над перевалом провой части печи П-2	Поз. 399	Термопара типа ТХК	
23	Температура в колонне К-7	Поз. 114	Термопара типа ТХК	

HTTP://BNBARS.MOY.SU

24	Температура на входе сырья в К-7	Поз. 108	Термопара типа ТХК	
25	Количество откачиваемого стабильного катализата с установки	Поз. 72	Расходомер	
26	Температура после Х-13	Поз .398	Термопара типа ТХК	

Уровень в сепараторе С-8 регулируется прибором поз .179, клапан которого расположен на линии подачи (загрузки) нестабильного катализата в колонну К-6. Расход нестабильного катализата, поступающего из сепаратора С-8 в колонну К-6, регистрируется прибором поз. 158.

Расход абсорбента подаваемого наверх абсорбера в качестве орошения регистрируется прибором поз. 70. С верха фракционирующего абсорбера К-6 сухой газ направляется в линию очищенного углеводородного газа. Расход сухого газа регистрируется прибором поз. 249.

Давление в абсорбере К-6 регулируется прибором поз. 134, клапан которого расположен на линии выхода сухого газа из абсорбера.

Температура низа колонны К-6 регулируется прибором поз. 399, клапан которого расположен на линии топливного газа к печи П-2 (левая сторона).

Температура над перевалами левой части печи П-2 регистрируется прибором поз. 399.

Необходимое количество теплоносителя, подаваемого через печь П-2, регулируется прибором поз. 67, клапан которого расположен на линии выкида насосов Н-13, 14 в печь П-2.

Количество избыточного нестабильного катализата, подаваемого в колонну К-7 регистрируется прибором поз. 66.

Уровень в колонне К-7 регулируется прибором поз. 171, клапан которого установлен на линии вывода стабильного катализата из Х-13 с установки. Давление в стабилизационной колонне К-7 регулируется прибором поз 135, регулирующий клапан которого установлен на линии вывода паров бензина с

HTTP://BNBARS.MOY.SU

верха колонны К-7. Температура газо-конденсатной смеси на выходе из конденсатора –холодильника ХК-4, 4а регистрируется прибором поз. 398.

Давление в Е-7 регулируется прибором поз. 140, клапан которого установлен на линии выхода газа из Е-7 в К-6. Количество избытка стабильной головки, откачиваемой с установки, регистрируется прибором поз. 73. Уровень в емкости Е-7 регулируется прибором поз. 183, клапан которого расположен на линии откачки стабильной головки насосами Н-18, 19 в парк ГФУ-2.

Температура верха стабилизационной колонны К-7 регулируется прибором поз. 398а, клапан расположен на линии подачи орошения от н-18, 19 на верх колонны К-7. Количество орошения К-7 регистрируется прибором поз. 69.

Температура над перевалом правой части П-2 регистрируется прибором поз. 399. Температура в колонне К-7регулируется прибором поз. 114, клапан которого расположен на линии подачи топливного газа к печи П-2.

Количество откачиваемого с установки стабильного катализата регистрируется прибором поз. 72, температура после Х-13 прибором поз. 398.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

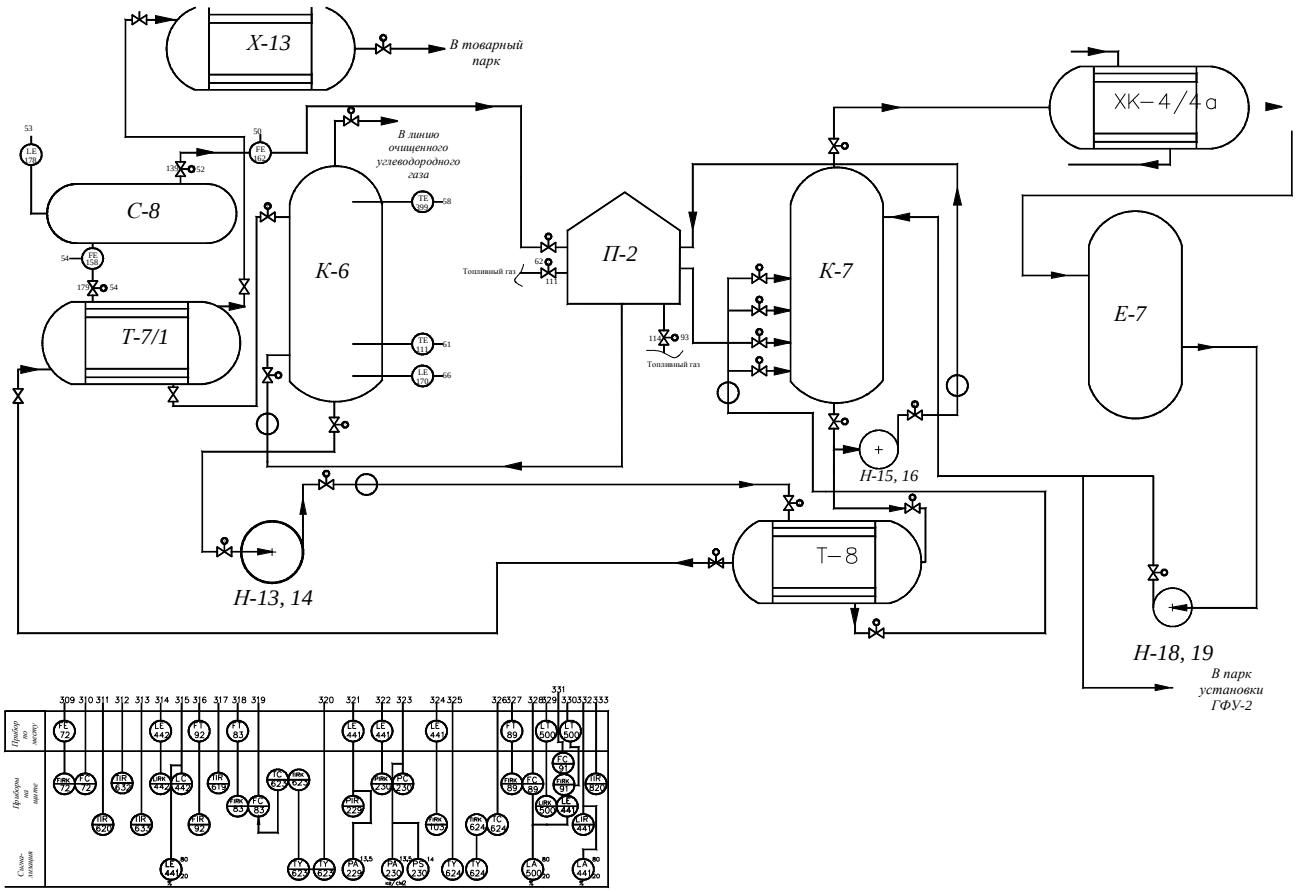

Рис. 6. Функциональная схема автоматизации очистки нестабильного катализата

1.5. Природоохранные мероприятия

ОТХОДЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ, СТОЧНЫЕ ВОДЫ,
ВЫБРОСЫ В АТМОСФЕРУ, МЕТОДЫ ИХ УТИЛИЗАЦИИ, ПЕРЕРАБОТКИ

Твердые и жидкие отходы

Таблица 3

№ п/п	Наименование отхода	Место складирования, транспорт	Периодичность образования	Условие (метод) и место захоронения, обезвреживания, утилизации	Кол-во (кг/сутки, т/год)	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
Неиспользуемые отходы						
1.	Отработанная глина из колонн DB-911 A/B	автомашины	1 раз в 4 месяца	вывозится в отвал или используется в качестве материала, применяемого для нивелировки планшетов на территории ОАО “Омский НПЗ”	195 т/год	

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Сточные воды

Таблица 4

№ п/п	Наименование стока	Кол-во образо-вания сточных вод ($м^3$/час)	Условие (метод) ликвидации, обезвреживания, утилизации	Периодич-ность выбросов	Место сброса	Уста-новленная норма содер-жания загрязне-ний в стоках (мг/л)	Примеча-ние
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Конденсат водяного пара после пропарки колонн с отработанной глиной DB-911 A/B	0,025	сброс	1 раз в квартал, в течении 12 часов	в пром-канализацию	250	
2.	Конденсат водяного пара после пропарки и промыв-ки оборудования	0,15	сброс	1 раз в год, в течении не менее 12 часов, перед ремонтом установки	в пром-канализацию	250	

HTTP://BNBARS.MOY.SU

3.	Вода после смыва полов в помещении насосной станции	0,125	сброс	1 раз в сутки	в пром-канализацию	250	

Выбросы в атмосферу

Таблица 5

№ п/п	Наименование сброса	Кол-во образования выбросов по видам (г/сек)	Условие (метод) ликвидации, обезвреживания, утилизации	Периодичность выбросов	Уста-новленная норма содержания загрязнений в выбросах (г/сек)	Примеча-ние
1	2	3	4	5	6	7
1.	Неорганизованные выбросы блока “А”: секции 100, 200, 300, 400, 500, 900А		сброс в атмосферу	постоянно		
	углеводороды предельные	10,849			15,692	
	бензол	1,03			1,033	
	толуол	0,586			1,672	
	ксилолы	1,323			1,580	
	сульфолан	0,018			0,018	

HTTP://BNBARS.MOY.SU

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

HTTP://BNBARS.MOY.SU

2.1. Техническое задание

1. Колонна установлена во II географическом районе по ветровой нагрузке с нулевой сейсмичностью.
2. Колонна предназначена для очистки нестабильного катализата и получении сухого газа заданного качества водой.
3. Колонна установлена на открытом воздухе.
4. Колонна работает по непрерывному циклу.
5. Состав и характеристика рабочей среды:

-расход газа-3500 нм^3/час;

-$y_н$=78% (C_3-C_4)(масс.)

-степень поглощения $C_п$=0,8;

-$x_н$=0 (масс.);

6. Температура расчетная –160 °С;

Расчетное давление-1,3 МПа;

Пробное избыточное давление-2,05 МПа (в горизонтальном положении);

7. Материал колонны – 09Г2С17+08Х13 (плакирующий слой) ГОСТ 10885-75.
8. Материал патрубков – сталь 16ГС+08Х13 ГОСТ 10885-75.
9. Прибавка на коррозию и эррозию – 3,5мм.
10. Тарелки с S-образными элементами.
11. Колонна теплоизолирована тепловой изоляцией толщиной t=40 мм (на сторону).
12. Колонна полностью автоматизирована и подключена к следящей системе MOD-300.
13. Технические требования к конструированию по СТ СЭВ 800-77 и ОСТ 26-291-79;

HTTP://BNBARS.MOY.SU

2.3 Конструкция и принцип работы аппарата

Колонный аппарат состоит из цилиндрической обечайки и эллиптических днища и крышки. В колонне установлены тарелки S-образного типа. Колонна имеет конический переход связанный с подачей промежуточного орошения.

Нестабильный катализат поступает в нижнюю часть фракционирующего абсорбера К-6 в виде парогазовой смеси. Сверху абсорбера подается абсорбент (в модернизированной колонне – вода). При контакте парогазового нестабильного катализата и воды происходит поглощение углеводородов вида С2-С3-С4. Очищенный нестабильный катализат (сухой газ) выходит сверху колонны и поступает в технологическую систему установки.

Для поддержания вверху абсорбера К-6 оптимальных условий процесса предусмотрена подача промежуточного орошения нестабильного катализата с низа С-8 на 35, 32, 39 тарелки.

Для более полного извлечения углеводородов С-3 и выше, а также для получения сухого газа, требуемого качества, наверх фракционирующего абсорбера К-6 с линии выхода стабильного катализата с установки за счет перепада давления по колоннам К-7 и К-6, подается абсорбент. С верха фракционирующего абсорбера К-6 сухой газ направляется в линию очищенного углеводородного газа.

2.4. Расчет технической характеристики аппарата

Материальный баланс непрерывного процесса абсорбции в установившихся условиях может быть представлен следующей системой уравнений.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

$$\begin{cases} G_н y_н + L_н x_н - G_к y_к - L_к x_к = 0; & (1) \\ G_н(1-y_н) - G_к(1-y_к) = 0; & (2) \\ L_н(1-x_н) - L_к(1-x_к) = 0; & (3) \\ L_н + G_н - L_к - G_к = 0 & (4) \end{cases}$$

Для противоточных аппаратов со ступенчатым контактом фаз уравнения рабочих линий связывают концентрацию распределяемого компонента в фазе выходящей из какой-либо ступени ($ун$, $Cy_{,n}$ или Y_n), с его концентрацией в другой фазе, поступающей на ту же ступень (x_{n+1}, $Cx_{,n+1}$ или X_{n+1}). Эти уравнения могут быть представлены в следующем виде:

$$y_n = \frac{L_{n+1}}{G_n} x + \frac{G_н y_н}{G_n} - \frac{L_к x_к}{G_n} = \frac{L_{n+1}}{G_n} x_{n+1} + \frac{G_к y_к}{G_n} - \frac{L_н x_н}{G_n}.$$

2.4.1. Расчет числа ступеней в аппаратах со ступенчатым контактом фаз.

Существует два основных метода расчета необходимого числа реальных ступеней или тарелок. Первый основан на оценке средней эффективности (среднего коэффициента полезного действия) ступени η. В соответствии с этим методом число реальных ступеней находят из уравнения

$$N = \frac{N_m}{\eta}.$$

Для применения этого метода необходимо знать среднее значение КПД ступени.

Более точным считают метод расчета числа ступеней, базирующийся на применении основного уравнения массопередачи, позволяющий отдельно оценивать эффективность каждой ступени. Обычно эффективность ступеней характеризуют с помощью коэффициента полезного действия (или эффективности) по Мерфри.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

$$E_{M_y} = \frac{y_{n-1} - y_n}{y_{n-1} - y^*(x_n)}. \qquad (1.1)$$

Эффективность ступени по Мэрфри зависит от коэффициентов массопередачи межфазной поверхности на каждой ступени. Эта зависимость может быть представлена в виде зависимости E_{My} или E_{Mx} от общих чисел единиц переноса, выраженных в следующей форме

$$n_{0y} = \frac{K_y F}{G}; \qquad n_{0x} = \frac{K_x F}{L}. \qquad (1.2)$$

Расчет числа реальных ступеней с учетом эффективности каждой ступени по Мерфри, как и расчет теоретических ступеней, основывается на последовательном определении составов фаз, уходящих со всех ступеней. Удобнее начинать расчет с того конца аппарата, где входит фаза, по которой выражена эффективность ступени. Основное отличие алгоритма расчета числа реальных ступеней от алгоритма расчета числа теоретических ступеней заключается в том, что для каждой ступени требуется определение эффективности. Для этого необходимо иметь данные, позволяющие находить общие числа единиц переноса, а в случае применения сложных моделей структуры потоков (диффузионной, ячеечной и др.) – также данные для определения параметров этих моделей. Исходными данными для расчета чисел единиц переноса обычно служат уравнения, чаще всего эмпирические, из которых можно определить коэффициенты массоотдачи и межфазную поверхность. Значение этих параметров позволяет найти частные (фазовые) числа единиц переноса, определяемые выражениями

$$n_y = \frac{\beta_y F}{G}; \quad n_x = \frac{\beta_x F}{L}.$$

Частные и общие числа единиц переноса связаны уравнениями, являющимися следствием закона аддитивности диффузионных сопротивлений

$$\frac{1}{n_{0y}} = \frac{1}{n_y} + \frac{mG}{L} \cdot \frac{1}{n_x}; \qquad \frac{1}{n_{0x}} = \frac{1}{n_x} + \frac{L}{mG} \cdot \frac{1}{n_y}.$$

Так как колонна имеет ступенчатый переход после 18-ой тарелки расчет

HTTP://BNBARS.MOY.SU

выполним для верхней и нижней частей аппарата.

Для определения эффективности каждой тарелки необходимо оценить эффективность первой (нижней) тарелки колонны. Для этого воспользуемся зависимостью (1.2) и далее определим эффективность нижней тарелки для случая модели идеального смешения (1.3)

$$E_{M_y} = \frac{n_{oy}}{1 + n_{oy}} \tag{1.3}$$

Коэффициент массопередачи по газовой фазе определим по формуле (1.4)

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}} \tag{1.4}$$

Коэффициенты массоотдачи для газовой β_y и для жидкой β_x фаз в интенсивных гидродинамических режимах определяются по формулам (1.5) и (1.6)

$$\beta_x = 6{,}24 \cdot 10^5 D_x^{0,5} \left(\frac{U}{1-\varepsilon} \right)^{0,5} h_0 \left(\frac{\mu_y}{\mu_x + \mu_y} \right)^{0,5} \tag{1.5}$$

$$\beta_y = 6{,}24 \cdot 10^5 D_y^{0,5} \left(\frac{\omega}{\varepsilon} \right)^{0,5} h_0 \left(\frac{\mu_y}{\mu_x + \mu_y} \right)^{0,5} \tag{1.6}$$

где D_x, D_y – коэффициенты диффузии в жидкости и газе соответственно, м^2/с;

$\left(\frac{U}{1-\varepsilon} \right)$ - средняя скорость жидкости в барботажном слое, м/с ;

$\left(\frac{\omega}{\varepsilon} \right)$ - средняя скорость газа в барботажном слое, м/с;

h_0 – высота слоя светлой (неаэрированной) жидкости на тарелке, м;

μ_x, μ_y – динамические коэффициенты вязкости жидкости и газа, Пас.

Плотность орошения определим по формуле (1.7)

HTTP://BNBARS.MOY.SU

$$U = \frac{L}{\rho_x (0{,}785 d^2 - \frac{4}{3} \Pi b)} \qquad (1.7)$$

где Π- периметр слива, м;

b- см. рис. 1.3.

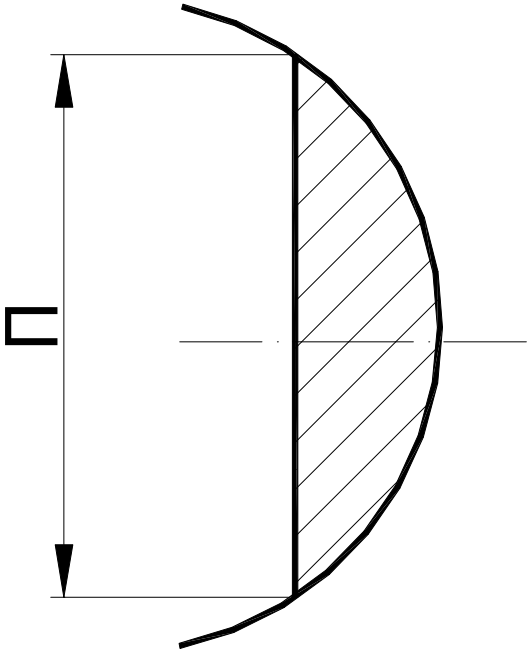

Рис. 1.3. Схема определения площади переливных перегородок

Для нижней части

$$U = \frac{20000}{950(0{,}785 \cdot 2^2 - \frac{4}{3} 1{,}364 \cdot 0{,}281)3600} = 0{,}0022 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{с}).$$

Для верхней части

$$U = \frac{26140}{950 \cdot 0{,}62 \cdot 3600} = 0{,}012 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{с}).$$

По экспериментальным данным коэффициент диффузии в газе при нормальном давлении D_y=12,6·10^{-4} м^2/с. Для пересчета при рабочих условиях воспользуемся формулой (1.8)

HTTP://BNBARS.MOY.SU

$$D = D_0 \frac{p_0}{p}\left(\frac{T}{T_0}\right)^{3/2} = 12{,}6\cdot 10^{-5}\frac{0{,}1\cdot 10^6}{1{,}3\cdot 10^6}\left(\frac{403}{273}\right)^{3/2} = 1{,}74\cdot 10^{-5}\ \text{м}^2/\text{с}. \qquad (1.8)$$

Коэффициент диффузии в жидкости D_x = 2,1·10^{-9} м^2/с. При других температурах коэффициент диффузии определим по формуле (1.9)

$$D_t = D_{20}[1+0{,}02(t-20)] = 2{,}1\cdot 10^{-9}[1+0{,}02(130-20)] = 6{,}72\cdot 10^{-9}\ \text{м}^2/\text{с}. \qquad (1.9)$$

Для верхней части

$$\beta_x = 6{,}24\cdot 10^5\cdot\left(6{,}72\cdot 10^{-9}\right)^{0{,}5}\left(\frac{0{,}0022}{1-0{,}812}\right)^{0{,}5} 0{,}01504\left(\frac{0{,}013\cdot 10^{-3}}{0{,}232\cdot 10^{-3}+0{,}013\cdot 10^{-3}}\right)^{0{,}5};$$

β_x=0,0192 м/с.

$$\beta_y = 6{,}24\cdot 10^5(1{,}74\cdot 10^{-5})^{0{,}5}\left(\frac{0{,}477}{0{,}812}\right)^{0{,}5} 0{,}01504\left(\frac{0{,}013\cdot 10^{-3}}{0{,}013\cdot 10^{-3}+0{,}232\cdot 10^{-3}}\right)^{0{,}5};$$

β_y=5,526 м/с.

Для нижней части

$$\beta_x = 6{,}24\cdot 10^5\cdot\left(6{,}72\cdot 10^{-9}\right)^{0{,}5}\left(\frac{0{,}012}{1-0{,}812}\right)^{0{,}5} 0{,}01504\left(\frac{0{,}013\cdot 10^{-3}}{0{,}232\cdot 10^{-3}+0{,}013\cdot 10^{-3}}\right)^{0{,}5};$$

β_x=0,05 м/с.

$$\beta_y = 6{,}24\cdot 10^5(1{,}74\cdot 10^{-5})^{0{,}5}\left(\frac{0{,}5}{0{,}812}\right)^{0{,}5} 0{,}01504\left(\frac{0{,}013\cdot 10^{-3}}{0{,}013\cdot 10^{-3}+0{,}232\cdot 10^{-3}}\right)^{0{,}5};$$

β_y=7,87 м/с.

Коэффициент массопередачи определим по формуле (1.4)

Для нижней части

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{5{,}526}+\frac{1{,}7}{0{,}0192}} = 0{,}01127\ \text{м/с}.$$

Для верхней части

HTTP://BNBARS.MOY.SU

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{7,87} + \frac{1,7}{0,05}} = 0,0293$$

Число единиц переноса

Для нижней части

$$n_{oy} = \frac{0,01127 \cdot 1,64}{0,078} = 0,236.$$

Для верхней части

$$n_{oy} = \frac{0,0293 \cdot 0,62}{0,0618} = 0,294.$$

Эффективность нижней тарелки по Мэрфри

Для нижней части

$$E_y = \frac{0,236}{(1+0,236)} = 0,19.$$

Для верхней части

$$E_y = \frac{0,294}{(1+0,294)} = 0,208$$

Дальнейший расчет сведем в таблицу 1. (начиная с верхней тарелки)

табл. № 6

№ тарелки (начиная с верхней)	***x***, массовые доли	***y***, массовые доли	$y_{рав}$, массовые доли	Расход сухого газа, кг/час	Расход абсорбента, кг/час	Эффективность по Мэрфри (КПД тарелки)
1	0,0000013	0,00012	0,00001	5070.62	26000.12	0.21062
2	0,0000046	0,00015	0,00002	5070.77	26000.30	0.21061
3	0,0000115	0,00019	0,00003	5070.95	26000.51	0.21060
4	0,0000195	0,00023	0,00005	5071.16	26000.75	0.21060
5	0,0000288	0,00028	0,00007	5071.40	26001.03	0.21059
6	0,0000396	0,00033	0,00009	5071.68	26001.36	0.21058

HTTP://BNBARS.MOY.SU

7	0,0000522	0,0004	0,00011	5072.01	26001.74	0.21057
8	0,0000669	0,00047	0,00014	5072.39	26002.18	0.21056
9	0,000084	0,00056	0,00018	5072.83	26002.70	0.21054
10	0,0001039	0,00066	0,00022	5073.35	26003.30	0.21053
11	0,000127	0,00078	0,00026	5073.95	26004.00	0.21051
12	0,000154	0,00092	0,00032	5074.65	26004.82	0.21048
13	0,0001853	0,00108	0,00038	5075.47	26005.77	0.21046
14	0,0002218	0,00126	0,00045	5076.42	26006.87	0.21042
15	0,0002643	0,00148	0,00053	5077.52	26008.16	0.21039
16	0,0003136	0,00173	0,00063	5078.81	26009.65	0.21035
17	0,0003711	0,00203	0,00074	5080.30	26011.39	0.21030
18	0,000438	0,00237	0,00088	5082.04	26013.42	0.21024
19	0,0005158	0,00277	0,00103	5084.07	26015.77	0.21017
20	0,0006063	0,00323	0,00121	5086.42	26018.51	0.21010
21	0,0007115	0,00377	0,00142	5089.16	26021.70	0.21001
22	0,0008339	0,00439	0,00166	5092.35	26025.41	0.20990
23	0,0009763	0,00511	0,00194	5096.06	26029.72	0.20978
24	0,0011419	0,00596	0,00227	5100.37	26034.74	0.20964
25	0,0013344	0,00693	0,00265	5105.39	26040.58	0.20948
26	0,0015582	0,00807	0,00309	5111.23	26047.36	0.20929
27	0,0018183	0,00938	0,0036	5118.01	26055.25	0.20907
28	0,0021205	0,01091	0,0042	5125.90	26064.42	0.20882
29	0,0024715	0,01267	0,00489	5135.07	26075.07	0.20852
30	0,0028792	0,01472	0,0058	5145.72	26088.97	0.20818
31	0,0034102	0,01737	0,00686	5159.62	26105.38	0.22927
32	0,0040367	0,02048	0,00812	5176.03	26124.76	0.22871
33	0,0047754	0,02414	0,0096	5195.41	26147.63	0.22805
34	0,0056459	0,02841	0,01134	5218.28	26174.60	0.22728
35	0,0066706	0,03341	0,01339	5245.25	26206.39	0.22637
36	0,0078756	0,03923	0,0158	5277.04	26243.84	0.22532

HTTP://BNBARS.MOY.SU

37	0,0092912	0,046	0,01862	5314.49	26287.90	0.22409
38	0,0109517	0,05385	0,02192	5358.55	26339.68	0.22265
39	0,0128963	0,0629	0,02579	5410.33	26400.48	0.22099
40	0,0151693	0,07332	0,03029	5471.13	26471.73	0.21908
41	0,0178203	0,08523	0,03554	5542.38	26555.11	0.21687
42	0,0209042	0,09879	0,04162	5625.76	26652.48	0.21434
43	0,024481	0,11412	0,04865	5723.13	26765.92	0.21147
44	0,0286154	0,13134	0,05674	5836.57	26897.73	0.20821
45	0,0333757	0,15052	0,06601	5968.38	27050.42	0.20456
46	0,038832	0,17171	0,07659	6121.07	27226.68	0.20048
47	0,0450544	0,1949	0,08859	6297.33	27429.35	0.19597
48	0,0521	0,22	0,1028	6500.00	27580.23	0.19

2.4.2. Гидравлический расчет абсорбера

Гидравлический расчет колонны проведем для верхней и нижней части аппарата.

Гидравлическое сопротивление тарелок абсорбера определяют по формуле

$$\Delta Pa = n\Delta P$$

Полное гидравлическое сопротивление одной тарелки ΔP складывается из трех слагаемых

$$\Delta P = \Delta P_c + \Delta P_П + \Delta P_\sigma$$

Для нижней части

Гидравлическое сопротивление сухой (неорошаемой) тарелки

$$\Delta P_{сух} = \xi \cdot \omega^2 \cdot \rho_n / 2$$

где ξ - коэффициент сопротивления неорошаемых тарелок;

ξ=1,5 (для S-образной тарелки);

ω - средняя фиктивная скорость газа в колонне;

$$\omega = V / F ,$$

HTTP://BNBARS.MOY.SU

где V- объемный расход газа в колонне м^3/с;

F- площадь щели для прохода паров, м^2;

$$\omega = \frac{352}{0{,}205 \cdot 3600} = 0{,}477 \text{ м/с;}$$

$$\Delta P_{сух} = 1{,}5 \cdot 0{,}477^2 \cdot 23{,}39/2 = 3{,}99 \text{ Па.}$$

Гидравлическое сопротивление газожидкостного слоя (пены) на тарелке

$$\Delta P_{П} = g\rho_x h_0$$

$h_0=(1-\varepsilon)h_n$=(1-0,812)·0,08=0,01504 м.

$$\Delta P_{П} = 9{,}81 \cdot 950 \cdot 0{,}01504 = 96 \text{ Па.}$$

Гидравлическое сопротивление, обусловленное силами поверхностного натяжения

$$\Delta P_{\sigma} = 4\sigma / d_э$$

σ - поверхностное натяжение жидкости на тарелке, Нм;

$d_э$ – диаметр отверстия для прохода газа, м;

$d_э$ =0,51 м;

$$\Delta P_{\sigma} = 4 \cdot 58{,}9 \cdot 10^{-3} / 0{,}51 = 0{,}462 \text{ Па;}$$

Полное гидравлическое сопротивление

$\Delta P=3{,}99+96+0{,}462=100{,}45$ Па.

Гидравлическое сопротивление тарелок нижней части абсорбера

$\Delta P_a=100{,}45 \cdot 18=1808{,}136$ Па.

Для верхней части

$$\omega = \frac{220{,}8}{0{,}124 \cdot 3600} = 0{,}495 \text{ м/с;}$$

$$\Delta P_{сух} = 1{,}5 \cdot 0{,}495^2 \cdot 23{,}39/2 = 4{,}29 \text{ Па.}$$

Гидравлическое сопротивление газожидкостного слоя (пены) на тарелке

$$\Delta P_{П} = g\rho_x h_0$$

$h_0=(1-\varepsilon)h_n$=(1-0,812)·0,08=0,01504 м.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

$$\Delta P_{П} = 9{,}81 \cdot 950 \cdot 0{,}01504 = 96 \text{ Па.}$$

Гидравлическое сопротивление, обусловленное силами поверхностного натяжения

$$\Delta P_{\sigma} = 4\sigma / d_{э}$$

σ - поверхностное натяжение жидкости на тарелке, Нм;

$d_э$ – эквивалентный диаметр отверстия для прохода газа, м;

$d_э$ =0,397 м;

$\Delta P_{\sigma} = 4 \cdot 58{,}9 \cdot 10^{-3} / 0{,}397 = 0{,}593$ Па;

Полное гидравлическое сопротивление

ΔP=4,29+96+0,593=100,883 Па.

Гидравлическое сопротивление тарелок верхней части абсорбера

$\Delta P_a = 100{,}883 \cdot 30 = 3026{,}49$ Па.

Общее сопротивление колонны

$\Delta P_{a\Sigma} = 1808{,}14 + 3026{,}49 = 4834{,}63$ Па

2.5. Расчет на прочность

2.5.1. Расчет цилиндрической обечайки

Материал аппарата сталь 16ГС.

$[\sigma]_{20}$ – допускаемое напряжение для материала аппарата при температуре 20 °С, МПа;

$[\sigma]_{20}$ = 180 МПа.

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение для материала аппарата при рабочей температуре, МПа;

$[\sigma]$ = 154 МПа.

φ - коэффициент прочности сварных соединений;

φ = 1.

Прибавка на коррозию С=2,5 мм.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Толщина стенки $s_p = \max\left\{\begin{array}{c}\dfrac{P_p \cdot D}{2\cdot\varphi\cdot[\sigma]-P_p}\\ \dfrac{P_u \cdot D}{2\cdot\varphi\cdot[\sigma]_u-P_u}\end{array}\right\}$,

где P , P_p – рабочее и расчетное внутреннее давление, МПа;

P_u - давление при гидравлических испытаниях, МПа;

Допускаемое напряжение при статическом нагружении для испытаний

$$[\sigma]_u = \frac{\sigma_{\text{т}20}}{n_{\text{т}}} = \frac{280}{1{,}1} = 254{,}5 \text{ МПа}$$

где $\sigma_{\text{Т}20}$ – предел текучести при температуре 20 °С, МПа;

$\sigma_{\text{Т}20}$ = 280 МПа.

для гидравлических испытаний коэффициент запаса прочности $n_{\text{т}}$ = 1,1.

Т.к. $P \geq 0{,}5$ МПа, следовательно

$$P_u = \max\left\{1{,}25\cdot P\cdot\frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]};\ (P+0{,}3)\right\},$$

$$P_u = \max\left\{1{,}25\cdot 1{,}3\cdot\frac{180}{154};\ (1{,}3+0{,}3)\right\} = \{1{,}89;1{,}6\} = 1{,}89 \text{ МПа.}$$

$$s_p = \max\left\{\begin{array}{c}\dfrac{1{,}3\cdot 2000}{2\cdot 1\cdot 154-1{,}3}\\ \dfrac{1{,}89\cdot 2000}{2\cdot 1\cdot 254{,}5-1{,}89}\end{array}\right\} = \max\left\{\begin{array}{c}8{,}48\\ 7{,}49\end{array}\right\} = 8{,}48 \text{ мм.}$$

$$s = s_p + c + c_0 = 8{,}48 + 2{,}5 = 10{,}95 \text{ мм.}$$

Принимаем исполнительную толщину стенки обечайки

s=16 мм.

Допускаемое давление:

в рабочем состоянии $[P] = \dfrac{2\cdot\varphi\cdot[\sigma]\cdot(s-c)}{D+s-c} = \dfrac{2\cdot 1\cdot 154\cdot(16-2{,}5)}{2000+16-2{,}5} = 2{,}07$ МПа;

при испытаниях $[P]_u = \dfrac{2\cdot\varphi\cdot[\sigma]_u\cdot(s-c)}{D+s-c} = \dfrac{2\cdot 1\cdot 254{,}5\cdot(16-2{,}5)}{2000+16-2{,}5} = 3{,}41$ МПа.

Условия применимости формул при D > 200 мм - $(s-c)/D \leq 0{,}1$;

HTTP://BNBARS.MOY.SU

$(16-2{,}5)/2000 = 0{,}00675 \le 0{,}1$.

2.5.2. Эллиптическая крышка и днище

Толщина стенки. $s_{э.р} = \max\left\{\begin{array}{c}\dfrac{P_p \cdot D}{2\cdot\varphi\cdot[\sigma]-0{,}5\cdot P_p}\\ \dfrac{P_и \cdot D}{2\cdot\varphi\cdot[\sigma]_и-0{,}5\cdot P_и}\end{array}\right\}$

$$s_{э.р} = \max\left\{\begin{array}{c}\dfrac{1{,}3\cdot 2000}{2\cdot 1\cdot 154-0{,}5\cdot 1{,}3}\\ \dfrac{1{,}89\cdot 2000}{2\cdot 1\cdot 254{,}5-0{,}5\cdot 1{,}89}\end{array}\right\} = \max\left\{\begin{array}{c}8{,}48\\ 7{,}49\end{array}\right\} = 8{,}48 \text{ мм.}$$

$s_э = s_{э.р} + c + c_0 = 8{,}48 + 2{,}5 = 10{,}96$ мм.

Принимаем исполнительную толщину стенки эллиптических днища и крышки

s=16 мм.

Допускаемое давление

в рабочем состоянии $[P] = \dfrac{2\cdot\varphi\cdot[\sigma]\cdot(s_э - c)}{D+0{,}5\cdot(s_э - c)} = \dfrac{2\cdot 1\cdot 154\cdot(16-2{,}5)}{2000+0{,}5(16-2{,}5)} = 2{,}07$ МПа.

при испытаниях $[P]_и = \dfrac{2\cdot\varphi\cdot[\sigma]_и\cdot(s_э - c)}{D+0{,}5\cdot(s_э - c)} = \dfrac{2\cdot 1\cdot 254{,}5\cdot(16-2{,}5)}{2000+0{,}5\cdot(16-2{,}5)} = 3{,}42$ МПа .

Условия применимости формул

$(s_э - c)/D \le 0{,}1$ $(16-2{,}5)/2000 = 0{,}006575 \le 0{,}1$

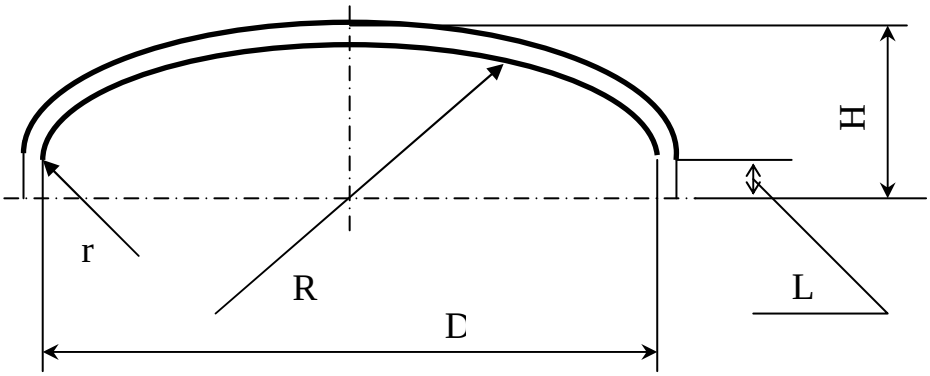

Рис. . Расчетная схема эллиптического днища

HTTP://BNBARS.MOY.SU

2.5.3. Расчет аппарата на ветровую нагрузку.

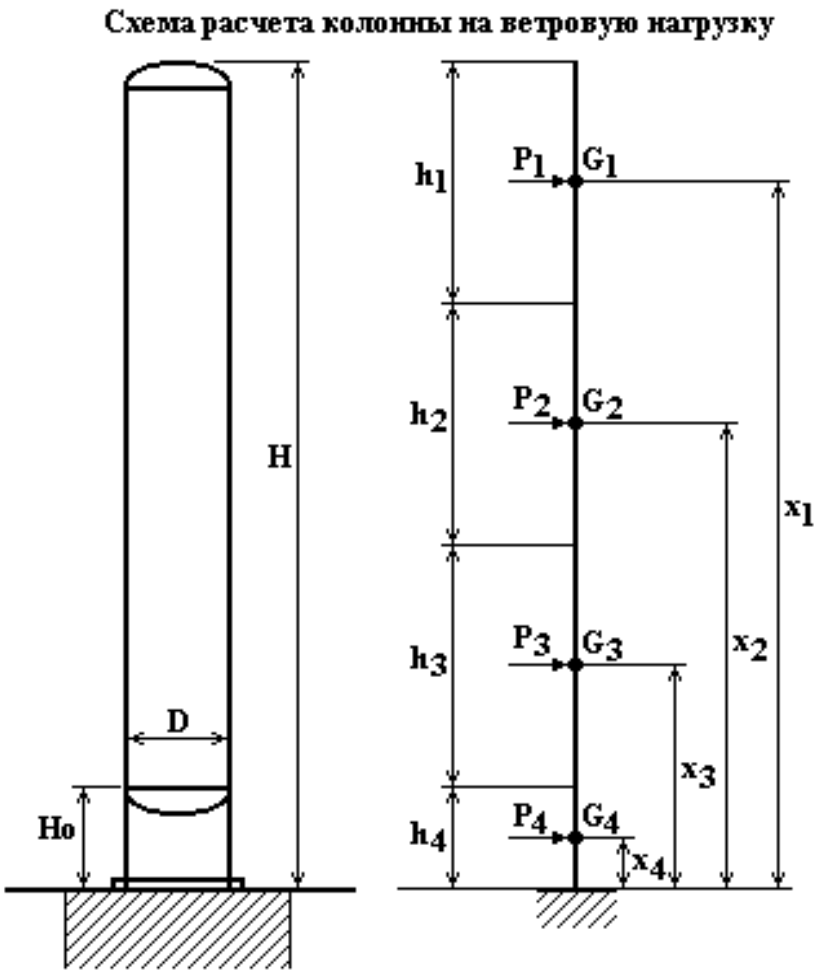

Рис. . Расчетная схема колонного аппарата на ветровую нагрузку

Диаметр колонны, м	D	2,00
Высота колонны, м	H	43,45
Высота опоры, м	h	4,40
Рабочая температура, °С	t	130
Толщина стенки колонны, мм	s	16,0
Материал	09Г2С	
Допускаемое напряжение, МПа	[σ]	174,0
Модуль продольной упругости, Па	E^t	1,90E+11
Ускорение силы тяжести	g	9,81

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Вес колонны минимальный, Н	G_{min}	466010,8
Вес колонны максимальный, Н	G_{max}	1620594,2
Вес опоры, Н	G_o	7803,7
Плотность материала, кг/м^3	ρ	7850
Момент инерции верхнего поперечного сечения, м^4	J	0,050
Нормативное значение ветрового давления, Н/м^2	q_0	350
Число тарелок, шт.	n	64
Масса тарелок, кг	$m_т$	150

1. Период собственных колебаний колонны [2, 3, 4, 7, 9]

$$H / D = 22 \geq 15, \Rightarrow T_{min} = 1{,}79H\sqrt{\frac{G \cdot H}{E^t \cdot J \cdot g}} = 1{,}15 \text{ с}$$

$$T_{max} = 1{,}79H\sqrt{\frac{G \cdot H}{E^t \cdot J \cdot g}} = 2{,}14 \text{ с}$$

2. Силы ветрового напора

$$P_i = 0{,}6 \cdot \beta_i \cdot q_i \cdot D_i \cdot h_i$$

где β_i - коэффициент увеличения скоростного напора;

q_i - нормативный скоростной напор ветра в *Мн/м*^{2};

D_i - наружный диаметр *i-го* участка аппарата в *м*, при наличии снаружи аппарата изоляции принимается наружный диаметр изоляции;

h_i - высота *i-го* участка аппарата в *м*.

Результаты расчета представлены в таблице № 1

Таблица 2

i	h_i	x_i	ε	m_i	β_i	θ_i	q_i	P_i
1	13,02	36,94	1,65	0,337	1,556	1,58	553,0	13440,9
2	13,02	23,93	1,65	0,350	1,578	1,37	479,5	11815,1
3	13,02	10,91	1,65	0,350	1,578	1,00	350,0	8624,2
4	4,40	2,20	1,65	0,350	1,578	1,00	350,0	2915,2

HTTP://BNBARS.MOY.SU

3. Момент от ветровой нагрузки относительно основания колонны

$$M_в = \sum_{i=1}^{n-n_0} P_i x_i = 879697{,}2 \text{ Нм}$$

4. Расчет опоры

Внутренний диаметр кольца D_2 = D - 0,06 = 1,94 м

Наружный диаметр кольца D_1 = D + 2*s + 0,2 = 2,23 м

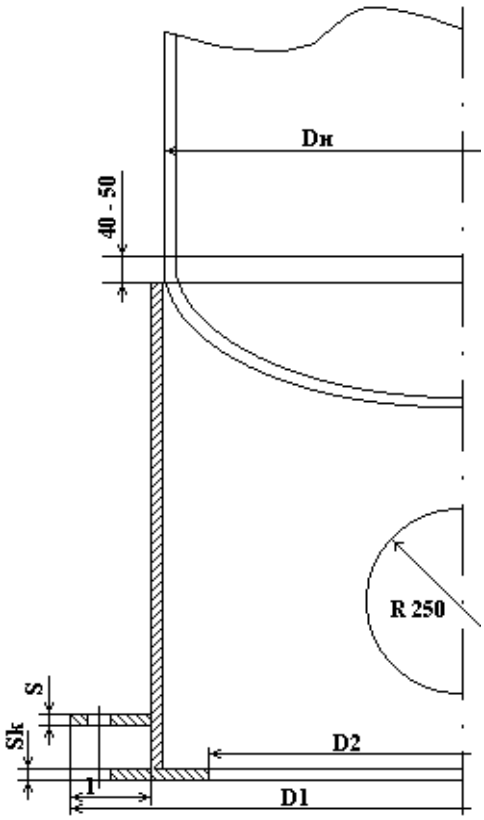

Рис. . Опора типа II

Опорная площадь кольца в м^2

$$F = \frac{\pi}{4}\left(D_1^2 - D_2^2\right) = 0{,}96 \text{ м}^2$$

Момент сопротивления опорной площадки кольца

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D_1^4 - D_2^4}{D_1} = 0{,}47 \text{ м}^3$$

Максимальное напряжение сжатия на опорной поверхности

HTTP://BNBARS.MOY.SU

$$\sigma_{\max} = \frac{G_{\max}}{F} + \frac{M_{в.о\max}}{W} \le [\sigma]_{доп}$$

$\sigma_{\max}$ = 3,58 МПа <174,00 МПа $\Rightarrow$ условие выполняется

Номинальная расчетная толщина опорного кольца

$$s'_к = 1{,}73l\sqrt{\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{ид}}} = 24{,}8 \text{ мм}$$

Наименьшие напряжения на опорной поверхности

$$\sigma = \frac{G_{\max}}{F} - \frac{M_{в.о\max}}{W} = -0{,}18 \text{ МПа}$$

$$\sigma = \frac{G_{\min}}{F} - \frac{M_{в.о\min}}{W} = -1{,}38 \text{ МПа}$$

$$\Rightarrow \sigma_{\min} = -1{,}38 \text{ МПа}$$

Общая условная расчетная нагрузка на фундаментные болты

$$P'_б = 0{,}785\left(D_1^2 - D_2^2\right)\sigma = 1{,}322 \text{ МН}$$

Выбираем количество болтов z = 14

Нагрузка на один болт

$$P'_{б1} = \frac{P'_б}{z} = 94{,}403 \text{ кН}$$

Расчетный внутренний диаметр болта

$$d'_1 = \sqrt{\frac{4P'_{б1}}{\pi\sigma_д}} + C_к = 31{,}3 \text{ мм},$$

где прибавка на коррозию c_k = 2,0 мм

$[\sigma]_д$ для болтов из Вст3 - 140 МПа

Окончательный диаметр болтов принимаем М 36

Диаметр болтовой окружности.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

При $d_б \leq 30$ мм $Dб \approx D+2S+0,12$ = 2,15 м

2.6. Технология изготовления обечайки колонны

Технологический процесс изготовления обечайки колонного аппарата представлена в табл. Приложение 2.

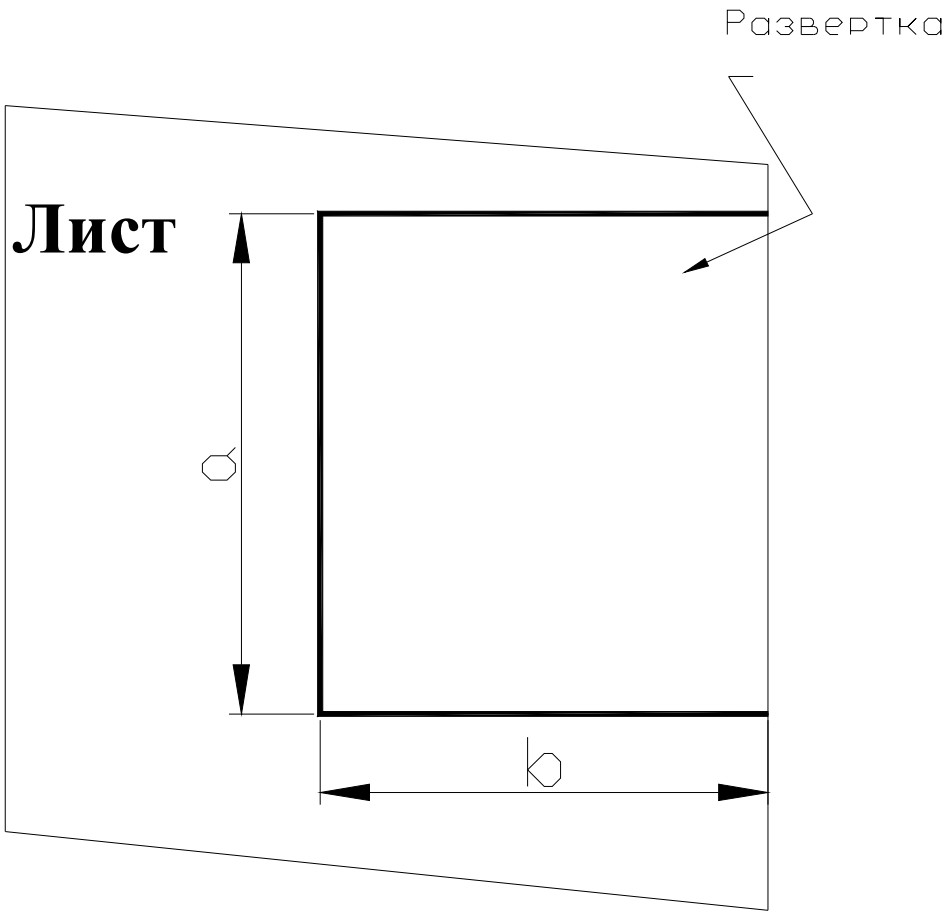

Рис. Разметка заготовки

HTTP://BNBARS.MOY.SU

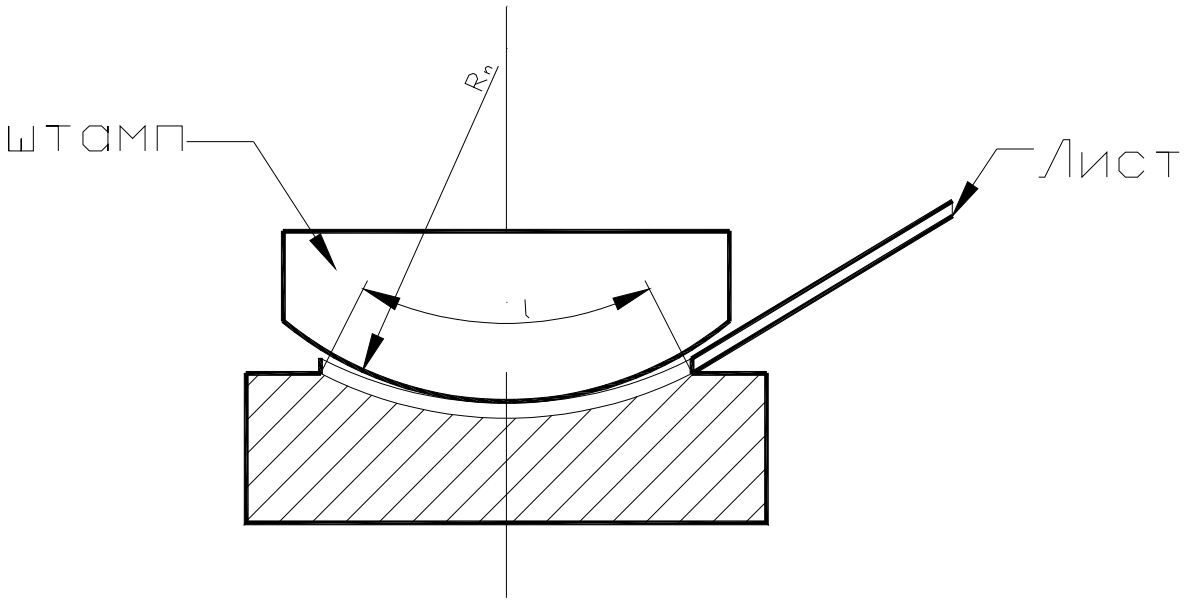

Рис. Подгибка кромок

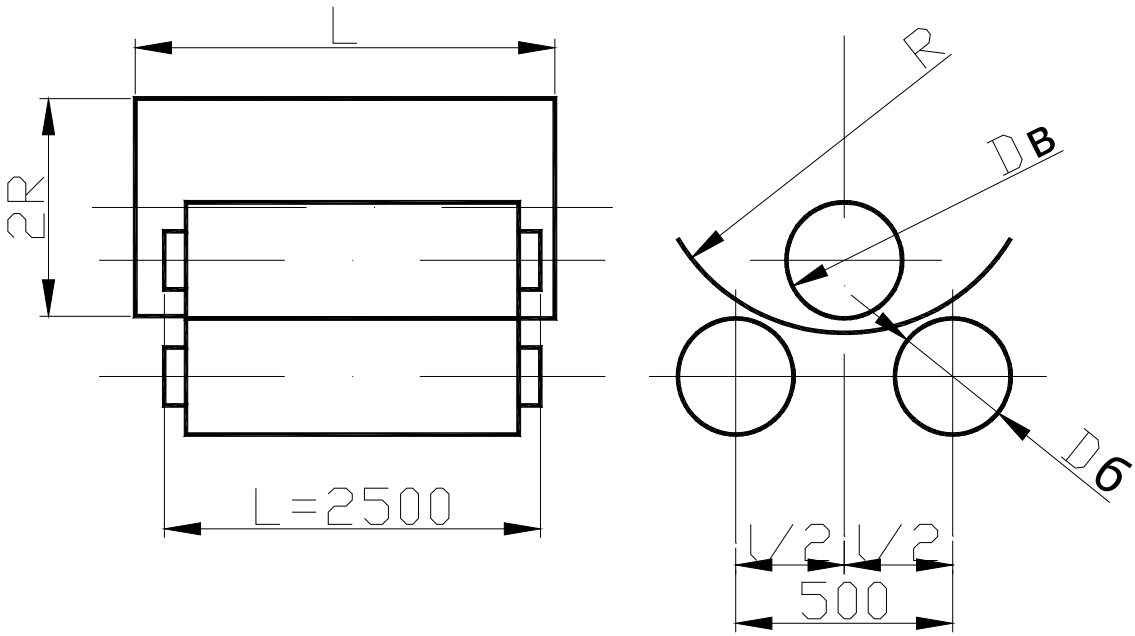

Рис. Вальцевание без подгибки кромок

HTTP://BNBARS.MOY.SU

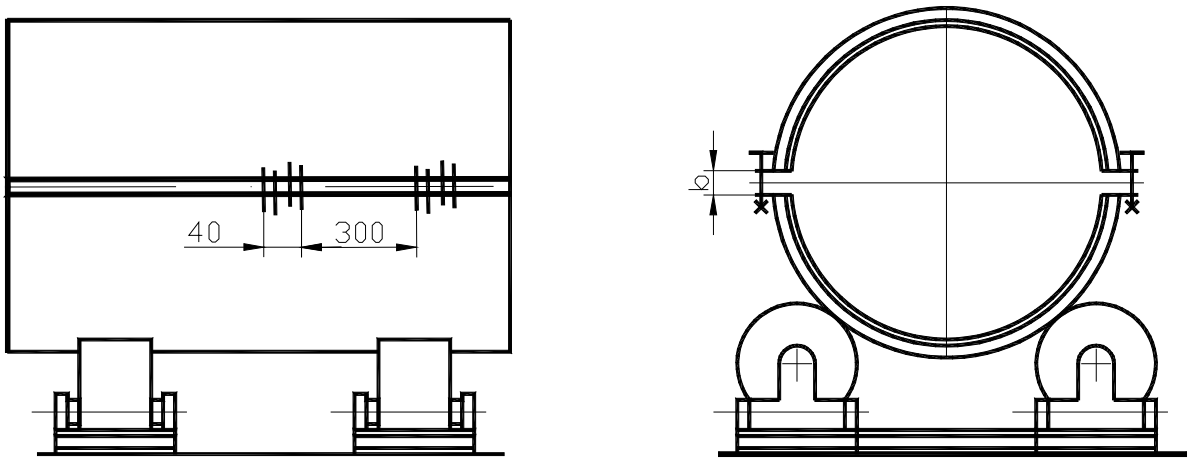

Рис. Вальцевание с подгибкой кромок

HTTP://BNBARS.MOY.SU

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

HTTP://BNBARS.MOY.SU

3.1. Подбор и компоновка оборудования установки

3.1.1. Подбор подогревателя абсорбента (вода)

Исходные данные:

1. м/т пространство – вода
2. трубное пространство – бензин;
3. начальная температура воды $t_{1н}$= 100 °С;
4. конечная температура воды $t_{1к}$= 130 °С;
5. начальная температура бензина $t_{2н}$= 160 °С;
6. конечная температура бензина $t_{2к}$= 150 °С;
7. расход воды Gв=5,55 кг/с;
8. расход бензина Gб=15,5 кг/с.

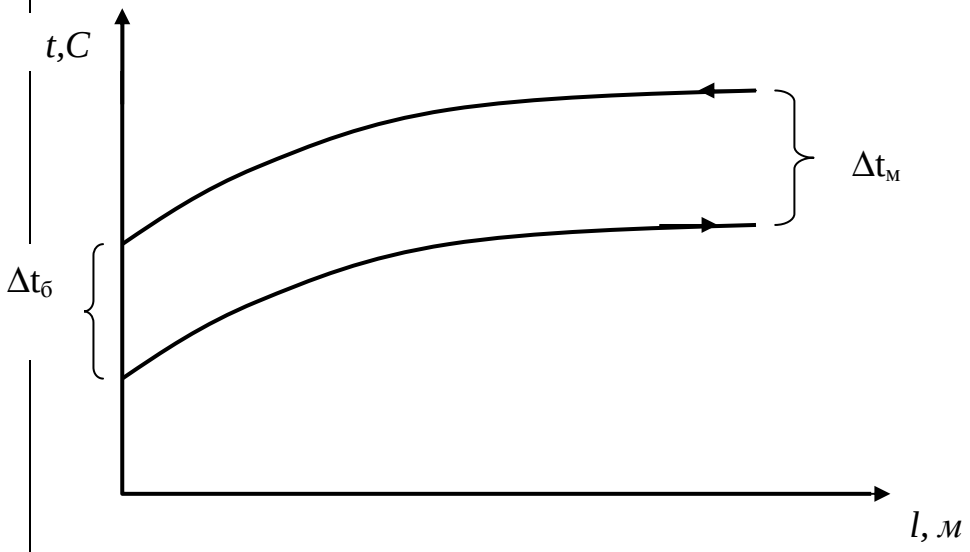

Рис. 3.1. Расчетная схема теплообменника

Схема аппарата противоточная.

Определим среднюю логарифмическую разность температур по формуле

$$\Delta t_{ср} = \frac{\Delta t_б - \Delta t_м}{\ln \frac{\Delta t_б}{\Delta t_м}}$$

где Δtб = 150-100 = 50 °С; Δtм = 160-130 = 30 °С.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

$$\Delta t_{ср} = \frac{50-30}{\ln\frac{50}{30}} = 39{,}15 \ ^{\circ}\text{C}.$$

Определяем тепловую нагрузку на теплообменник по формуле

$$Q_{в} = G \cdot c \cdot (t_{2н} - t_{1н}) = 5{,}55 \cdot 4{,}19 \cdot 10^{3}(130-100) = 697{,}6 \ \text{кВт}.$$

Определяем ориентировочную площадь теплообменника, задаваясь ориентировочным коэффициентом теплопередачи $K_{ор}$ = 150 Вт/м^{2}К

$F_{ор} = Q/K_{ор}/\Delta t$ = 697600 /150/39,15 =118,7 м^2 .

Принимаем стандартный теплообменник со следующими параметрами: F=150 м^2; D=800 мм; z=1; $d_н$=20 мм; l=4000 мм.

Определяем скорость течения воды в трубах

$$\omega = V/f_{тр} = 0{,}0057/14{,}8 \cdot 10^{-2} = 0{,}0385 \ \ м/с .$$

$f_{тр}$ – площадь проходного сечения труб, м^2

Определяем критерий Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{\omega \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{0{,}0385 \cdot 0{,}016 \cdot 950}{0{,}23 \cdot 10^{-3}} = 2523$$

ρ - плотность воды при рабочих условиях, кг/м^3;

μ - коэффициент динамической вязкости воды при рабочих условиях, Пас.

При переходном режиме течения (2300<Re<10000) коэффициент теплоотдачи определим по формуле

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{d};$$

λ - коэффициент теплопроводности воды при рабочих условиях, Вт/мК.

Критерий Нуссельта определится из соотношения $Nu/Pr^{0,43}$=4.

Критерий Прандтля при рабочих условиях Pr=1.

Nu=4.

$$\alpha = \frac{4 \cdot 0{,}6 \cdot 1{,}163}{0{,}016} = 174{,}45 \ \ Вт/м^2К$$

Определяем коэффициент теплоотдачи со стороны бензина.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Определяем скорость течения бензина в трубах

$$\omega = V / f_{мт} = 0{,}02 / 7{,}7 \cdot 10^{-2} = 0{,}265 \quad м/с.$$

$f_{мт}$ – площадь проходного площадь межтрубного пространства, м^2

Определяем критерий Рейнольдса

$$\mathrm{Re} = \frac{\omega \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{0{,}265 \cdot 0{,}02 \cdot 740}{0{,}219 \cdot 10^{-3}} = 17909$$

ρ - плотность бензина при рабочих условиях, кг/м^3;

ρ = 740 кг/м^3;

μ - вязкость бензина при рабочих условиях, Пас.

μ = 0,219 10^{-3} Пас.

При турбулентном режиме течения (Re>10000) критерий Нуссельта определим по формуле (при поперечном омывании пучка труб)

$$Nu = C \cdot \mathrm{Re}^n \cdot \mathrm{Pr}^{0{,}36} \varepsilon_\varphi$$

где $C = 0{,}21$ и $n=0{,}65$ – при размещении труб по вершинам треугольников;

ε_φ – коэффициент угла атаки для стандартизированных теплообменников 0,6.

Критерий Прандтля для бензина Pr=6.

$$Nu = 0{,}21 \cdot 17909^{0{,}65} \cdot 6^{0{,}36} \cdot 0{,}6 = 139{,}6$$

$$\alpha = \frac{139{,}6 \cdot 0{,}1 \cdot 1{,}163}{0{,}02} = 811{,}7 \quad Вт/м^2К;;$$

λ - коэффициент теплопроводности бензина при рабочих условиях, Вт/мК.

Уточненный коэффициент теплопередачи определяем по формуле

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_в} + \frac{1}{\alpha_б} + r_1 + r_2 + \frac{\delta}{\lambda_{ст}}} = \frac{1}{\frac{1}{174{,}45} + \frac{1}{811{,}7} + 2 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 10^{-4} + \frac{0{,}02}{48}} = 128{,}5 \quad Вт/м^2К$$

Уточненная поверхность теплопередачи

$$F_{ут} = \frac{Q}{K \Delta t} = \frac{697600}{128{,}5 \cdot 39{,}15} = 138{,}6 \quad м^2;$$

Принимаем стандартный теплообменник F=138 м^2

HTTP://BNBARS.MOY.SU

$$\frac{800 \quad ТНГ-1-20-Б9}{20Г3-1}.$$

3.1.2. Подбор газового подогревателя

Исходные данные:

9. м/т пространство – нестабильный катализат (НК);
10. трубное пространство – стабильный бензин (СБ);
11. начальная температура НК $t_{1н}$= 110 °С;
12. конечная температура НК $t_{1к}$= 130 °С;
13. начальная температура СБ $t_{2н}$= 200 °С;
14. конечная температура бензина $t_{2к}$= 190 °С;
15. расход газа $G_г$=1,81 кг/с;
16. расход бензина Gб=10,5 кг/с.

Схема аппарата противоточная.

Определим среднюю логарифмическую разность температур

где Δtб = 190-110 = 80 °С; Δtм = 200-130 = 70 °С.

$$\Delta t_{ср} = \frac{80-70}{\ln\frac{80}{70}} = 74{,}9 \ ^\circ\text{C}.$$

Определяем тепловую нагрузку на теплообменник

$$Q_в = G \cdot c \cdot (t_{2н} - t_{1н}) = 10{,}5 \cdot 3{,}78 \cdot 10^3 (200-190) = 397{,}3 \ \text{кВт}.$$

Определяем ориентировочную площадь теплообменника, задаваясь ориентировочным коэффициентом теплопередачи $K_{ор}$ = 60 Вт/м^{2}К

$F_{ор}$ = Q/$K_{ор}$/Δt = 397300 /60/74,9 =88,4 м^2 .

Принимаем стандартный теплообменник со следующими параметрами: F=91 м^2; D=800 мм; z=1; $d_н$=20 мм; *l*=2000 мм.

Определяем скорость течения бензина в трубах

$$\omega = V / f_{тр} = 0{,}0135 / 14{,}8 \cdot 10^{-2} = 0{,}09 \ м/с.$$

$f_{тр}$ – площадь проходного сечения труб, м^2

Определяем критерий Рейнольдса

HTTP://BNBARS.MOY.SU

$$\mathrm{Re} = \frac{\omega \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{0{,}09 \cdot 0{,}016 \cdot 780}{1{,}71 \cdot 10^{-4}} = 6545$$

ρ - плотность СБ при рабочих условиях, кг/м^3;

μ - коэффициент динамической вязкости СБ при рабочих условиях, Пас.

При переходном режиме течения (2300<Re<10000) коэффициент теплоотдачи определим по формуле

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{d};$$

λ - коэффициент теплопроводности воды при рабочих условиях, Вт/мК.

Критерий Нуссельта определится из соотношения Nu/Pr^{0,43}=18.

Критерий Прандтля при рабочих условиях Pr=6.

Nu=38,9.

$$\alpha = \frac{38{,}9 \cdot 0{,}1 \cdot 1{,}163}{0{,}016} = 287{,}2 \ \ Вт / м^2 К$$

Определяем коэффициент теплоотдачи со стороны нестабильного катализата.

$$\omega = V / f_{мт} = 0{,}078 / 7{,}7 \cdot 10^{-2} = 1 \ \ м / с.$$

$f_{мт}$ – площадь проходного площадь межтрубного пространства, м^2

Определяем критерий Рейнольдса

$$\mathrm{Re} = \frac{\omega \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{1 \cdot 0{,}02 \cdot 23{,}1}{6 \cdot 10^{-6}} = 77000$$

ρ - плотность НК при рабочих условиях, кг/м^3;

ρ = *23,1* кг/м^3;

μ - вязкость НК при рабочих условиях, Пас.

μ = 6 10^{-6} Пас.

При турбулентном режиме течения (Re>10000) критерий Нуссельта определим по формуле (при поперечном омывании пучка труб)

$$Nu = C \cdot \mathrm{Re}^n \cdot \mathrm{Pr}^{0,36} \varepsilon_\varphi$$

где C = *0,21* и n=*0,65* – при размещении труб по вершинам треугольников;

HTTP://BNBARS.MOY.SU

ε_φ – коэффициент угла атаки для стандартизированных теплообменников 0,6.

Критерий Прандтля для НК Pr=1.

$$Nu = 0{,}21 \cdot 77000^{0{,}65} \cdot 1^{0{,}36} \cdot 0{,}6 = 189$$

$$\alpha = \frac{189 \cdot 0{,}031}{0{,}02} = 293 \quad Вт/м^2К;;$$

λ - коэффициент теплопроводности НК при рабочих условиях, Вт/мК.

Уточненный коэффициент теплопередачи определяем по формуле

$$K == \frac{1}{\frac{1}{287{,}2} + \frac{1}{293} + 2 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 10^{-4} + \frac{0{,}02}{48}} = 128{,}8 \quad Вт/м^2К$$ Уточненная поверхность теплопередачи

$$F_{ут} = \frac{Q}{K\Delta t} = \frac{397300}{128{,}8 \cdot 74{,}9} = 41 \ м^2;$$

Принимаем стандартный теплообменник F=49 м^2

$$\frac{600 \quad ТНГ-1-20-Б9}{20Г2-1}.$$

3.1.3. Подбор насоса откачки абсорбента с низа колонны К-6

Исходные данные для расчета:

1. расход воды Q=0,0076 м^3/с;
2. перепад давления P_2-P_1=0,2 МПа;
3. Геометрическая высота подъема воды Hг=15 м;
4. Длина трубопровода на линии всасывания 30 м;
5. Длина трубопровода на линии нагнетания 45 м;

Выбор трубопровода.

Для всасывающего и нагнетательного трубопровода примем одинаковую скорость ω=2 м/с.

Диаметр трубопровода

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}0076}{2\pi}} = 0{,}0695 \ м;$$

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Принимаем диаметр трубопровода d=0,08 м.

Уточненная скорость $\omega = \dfrac{4 \cdot 0{,}0076}{\pi 0{,}08^2} = 1{,}5$ м/с.

Определение потерь на трение и местные сопротивления.

$\mathrm{Re} = \omega d \rho / \mu = 1{,}5 \cdot 0{,}08 \cdot 950 / 0{,}232 \cdot 10^{-3} = 491379$.

e=Δ/d=2 10^{-4}/0,08=0,0246 – относительная шероховатость трубы.

При автомодельном режиме работы (Re>560/e) коэффициент трения

λ=0,11e0,25=0,11 0,0246 ^{0,25}

Местные сопротивления на линии всасывания

ξ_1 = 0,5 – вход с острыми краями;

ξ_2 = 4 – нормальный вентиль;

ξ_3 = 1,1 - колено 90°

ξ_Σ = 0,5+4+1,1 = 5,6;

Потерянный напор на всасывании

$$hпвсас = (\lambda l / d_э + \xi_\Sigma)\frac{\omega^2}{2g} = (0{,}0246 \cdot 30 / 0{,}08 + 5{,}6)\frac{1{,}5^2}{2 \cdot 9{,}81} = 1{,}7 \text{ м.}$$

Местные сопротивления на линии нагнетания

ξ_1 = 1,0 – выход;

ξ_2 = 4 – нормальный вентиль;

ξ_3 = 1,1 - колено 90° (2 поворота)

ξ_Σ = 4+2,2+1= 7,6;

Потерянный напор на нагнетании

$$hпнаг = (0{,}0246 \cdot 45 / 0{,}08 + 7{,}6)\frac{1{,}5^2}{2 \cdot 9{,}81} = 2{,}66 \text{ м.}$$

Суммарный потерянный напор 4,36 м.

Необходимый потребный напор насоса

$$H = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g} + Hг + h_{пот\Sigma}$$

$$H = \frac{0{,}2 \cdot 10^6}{950 \cdot 9{,}81} + 15 + 4{,}36 = 40{,}82 \text{ м.}$$

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Такому напору и производительности соответствует насос марки

Х 45/54 Н=54 м; Q=1,25 10^{-2} $м^3/с$;

Параметры э/двигателя: АОГ – 72 – 2; N=30 кВт; n=48 $с^{-1}$.

Характеристика технологического оборудования

(Теплообменное оборудование)

Обозначение на схеме	Наименование объекта	Количество	Техническая характеристика	Материал и способ защиты
Т-1/1	Теплообменник сырьевой	4	Расчетная температура: трубное пространство-320-385; корпуса-260-345; расчетное давление: трубное пространство-4,9 МПа; корпуса-4,9 МПа; среда: трубное пространство-бензин ВСГ; корпус-бензин ВСГ	Трубное пространство-17102; корпуса-15123.1
Т-2	Теплообменник гидрогонизата	1	Расчетная температура: трубное пространство-до 100; корпуса-до 100; расчетное давление: трубное пространство-4,0 МПа; корпуса-4,0 МПа; среда: трубное пространство-нестабильный гидрогенизат; корпус- стабильный гидрогенизат	трубное пространство-ст.10; корпуса-09Г2С-10

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Т-3,3а	Подогреватель	2	Расчетная температура: трубное пространство-420; корпуса-270; расчетное давление: трубное пространство-4,9 МПа; корпуса-1,4 МПа; среда: трубное пространство- бензин ВСГ; корпус-бензин ВСГ	трубное пространство-12021.1; корпуса-АКТР
Т-6/1	Теплообменник продуктовый	2	Расчетная температура: трубное пространство-340-170; корпуса-240-120; расчетное давление: трубное пространство-5,3 МПа; корпуса-5,3 МПа; среда: трубное пространство- пары бензина +ВСГ; корпус-пары бензина + ВСГ	Трубное пространство-17102; корпуса-15123.1АКТР
Т-7	Теплообменнкик нестабильного катализата	2	Расчетная температура: трубное пространство-до 100; корпуса-до 100; расчетное давление: трубное пространство-2,5 МПа; корпуса-2,5 МПа; среда: трубное пространство-стабильный катализат; корпус-нестабильный катализат	Трубное пространство-ст. 10; корпуса-09Г2С-10
Т-6/2	Теплообменник продуктовый	2	Расчетная температура: трубное пространство-530-340; корпуса-460-420; расчетное давление: трубное пространство-5,3 МПа; корпуса-5,3 МПа; среда: трубное пространство- пары бензина +ВСГ; корпус-пары бензина + ВСГ	трубное пространство-17102; корпуса-15120+АКТР

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Т-8	Теплообменник деэтанизированного катализата	1	Расчетная температура: трубное пространство-250; корпуса-200; расчетное давление: трубное пространство-1,9 МПа; корпуса-2,1 МПа; среда: трубное пространство- бензин; корпус- бензина	Трубное пространство-ст.10; корпуса-11416.1А
Х-1	Холодильник продуктов гидроочистки	1	Расчетная температура: трубное пространство-45; корпуса-115; расчетное давление: трубное пространство-0,3 МПа; корпуса-4,9 МПа; среда: трубное пространство- вода; корпус-смесь паров бензина + ВСГ	трубное пространство-423242+А; корпуса-11416.1
Х-6	Холодильник продуктовый	2	Расчетная температура: трубное пространство-45; корпуса-170; расчетное давление: трубное пространство-0,3 МПа; корпуса-5,3 МПа; среда: трубное пространство- вода; корпус-смесь паров бензина + ВСГ	Трубное пространство-17102; корпуса-15123.1АКТР
Х-106, 106а	Воздушный холодильник	4	Расчетная температура: трубное пространство-100;расчетное давление: трубное пространство-1,6 МПа; среда: трубное пространство- смесь паров бензина + ВСГ; корпус –воздух	Трубное пространство-12Х18Н10Т;

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Х-13	Холодильник стабильного катализата	1	Расчетная температура: трубное пространство-100; корпуса-100; расчетное давление: трубное пространство-0,6 МПа; корпуса-1,6 МПа; среда: трубное пространство- вода; корпус- бензин	Трубное пространство-10Х17Н13М2Т; Корпуса-09Г2С
ХК-1	Холодильник-конденсатор отпарной колонны	2	Расчетная температура: трубное пространство-25-45; корпуса-35-150; расчетное давление: трубное пространство-0,3 МПа; корпуса-1,4 МПа; среда: трубное пространство- вода; корпус-легкий бензин + пары воды	Трубное пространство-423242.2; Корпуса-11416.1АКТР
ХК-4	Холодильник – кондесатор колонны К-7	1	Расчетная температура: трубное пространство-100; корпуса-100; расчетное давление: трубное пространство-0,6 МПа; корпуса-1,6 МПа; среда: трубное пространство- вода; корпус-рефлюкс	Трубное пространство-ЛАМ-77-2-0,06; Корпуса-ст. 16ГС
ХК-4а	Холодильник – кондесатор колонны К-7	1	Расчетная температура: трубное пространство-100; корпуса-100; расчетное давление: трубное пространство-0,6 МПа; корпуса-1,6 МПа; среда: трубное пространство- вода; корпус-рефлюкс	Трубное пространство-ЛАМ-77-2-0,05; Корпуса-ст. 09Г2С-12

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Т-9	Подогреватель топливного газа	1	Расчетная температура: трубное пространство-400; корпуса-400; расчетное давление: трубное пространство-1,6 МПа; корпуса-1,6 МПа; среда: трубное пространство- УВ-газ; корпус-острый пар	Трубное пространство-ст. 3; Корпуса-ст.-3
Т-10	Подогреватель жидкого топлива	1	Расчетная температура: трубное пространство-40; корпуса-400; расчетное давление: трубное пространство-1,6 МПа; корпуса-1,6 МПа; среда: трубное пространство- мазут; корпус-острый пар	Трубное пространство-ст. 3; Корпуса-ст.-3
Т-9а	Воздухоподогреватель	1	Расчетная температура: трубное пространство-470-250; корпуса-80-230; расчетное давление: трубное пространство-2 кПа; корпуса-5 кПа; среда: трубное пространство- продукты сгорания; корпус-воздух	Трубное пространство-ст. 3кп; Корпуса-ст 15к

(Насосное, компрессорное оборудование, дымососы и воздуходувки)

продолжение табл. 4

Обозначение на схеме	Наименование объекта	Количество	Техническая характеристика (марка)	Материал и способ защиты

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Н-1,2	Центро-бежный насос по-дачи сырья	2	5НС-6×8; производительность: 120 $м^3$/час; напор: 7,6 кПа; э/дв: марка А113-2; число оборотов 2970 об/мин.; мощность-320 кВт/час;	Исполне-ние взры-возащиты-ПОД
Н-3	Центро-бежный насос по-дачи гид-рогенизата	1	5НС-6×8; производительность: 121 $м^3$/час; напор: 8,85 кПа; э/дв: марка А113-2; число оборотов 2970 об/мин.;мощность-320 кВт/час;	Исполне-ние взры-возащиты-ПОД
Н-4	Центро-бежный насос по-дачи гид-рогенизата	1	5НС-120/65-750; производитель-ность: 120 $м^3$/час; напор: 8,85 кПа; э/дв: марка ВАО5004-2уч-5; число оборотов 2910 об/мин.;мощность-400 кВт/час;	Исполне-ние взры-возащиты-ВЗГ-4
Н-8, 9	Центро-бежный насос по-дачи флегмы в К-1	2	4НГК-5-1; производительность: 15 $м^3$/час; напор: 2,76 кПа; э/дв: марка КОМ 12-2; число оборотов 2950 об/мин.;мощность-11 кВт/час;	Исполне-ние взры-возащиты-ВЗГ

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Н-13, 14	Центро-бежный насос пи-тания К-7 и цирку-лирующе-го продук-та К-6	2	8НГД-9×2; производительность: 166 $м^3$/час; напор: 3,5 кПа; э/дв: марка КО 52-2; число оборотов 2970 об/мин.;мощность-100 кВт/час;	исполне-ние взры-возащиты-ВЗГ
Н-15, 16	Центро-бежный насос цир-куляции продукта К-7	2	8НГФ-9×2; производительность: 102-173 $м^3$/час; напор: 2,72-3,80 кПа; э/дв: марка КО 51-2; число оборотов 2970 об/мин.;мощность-75 кВт/час;	Исполне-ние взры-возащиты-ВЗГ
Н-18, 19	Центро-бежный насос орошения	2	6НГ-7×2; производительность: 68-100 $м^3$/час; напор: 3,33-3,95 кПа; э/дв: марка КО 51-2; число оборотов 2950 об/мин.;мощность-75 кВт/час;	Исполне-ние взры-возащиты-ВЗГ
Н-32, 33	Насос для смазочно-го масла	2	РЗ-3×8; производительность: 1,1 $м^3$/час; напор: 0,145 кПа; э/дв: марка АО 42-4; число оборотов 1420 об/мин.;мощность-2,8 кВт/час;	исполне-ние взры-возащиты-ВЗГ

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Н-34	Глубинный насос для откачки н/продукта подачи сырья	1	2НВ-6×1; производительность: 30 $м^3$/час; напор: 0,4 кПа; э/дв: марка КО 52-2; число оборотов 1500 об/мин.;мощность-11 кВт/час;	исполнение взрывозащиты-ВЗГ
Н-136, 137	Центробежный насос подачи хлорорганики	2	ДГ-160; производительность: 01 $м^3$/час; напор: 1,6 кПа; э/дв: марка КОМ 21-4; число оборотов 1420 об/мин.;мощность-1,7 кВт/час;	Исполнение взрывозащиты-ВЗГ
Н-142, 143	Насос пенотушения	2	6НДВ-60; производительность: 250 $м^3$/час; напор: 4,9 МПа; э/дв: марка СНКП16-41-16; число оборотов 375 об/мин.;мощность-1000 кВт/час;	Исполнение взрывозащиты-ПОДВ4Т
ПК-1	Циркуляционный газовый компрессор гидроочистки	1	2М6-32/35-50; производительность: 56700 $м^3$/час; напор: 7,6 кПа; э/дв: марка СНКП16-41-16; число оборотов 2970 об/мин.;мощность-320 кВт/час;	Исполнение взрывозащиты-ПОД
ПК-2, 3, 4	Циркуляционный газовый компрессор риформинга	3	НМ6-45/35-50; производительность: 80000, цикл регенерации 15900 $м^3$/час; напор: 5,3 кПа; э/дв: марка СДКП17-49-16; число оборотов 375 об/мин.;мощность-2000 кВт/час;	Исполнение взрывозащиты-ПОДВ4Т

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Д-1	Дымосос с колонкой дистанционного управления	1	Д-20; производительность: 50-180 $м^3$/час; напор: 2,2-2,4 кПа; э/дв: марка А0-113-10; число оборотов 590 об/мин.;мощность-160 кВт/час;	
В-2	Дымосос с колонкой автоматического управления	1	ВД-18; производительность: 50-180 $м^3$/час; напор: 2,2-2,4 кПа; э/дв: марка АО-113-10; число оборотов 590 об/мин.;мощность-160 кВт/час;	
В-1	Вентилятор с колонкой дистанционного управления	1	ВД-18; производительность: 20-140 $м^3$/час; напор: 5,04 кПа; э/дв: марка АО-104-8; число оборотов 740 об/мин.;мощность-150 кВт/час;	

Колонное оборудование

Продолжение табл. 4

К-6	Фракционный абсорбер	1	Температура расчетная –160 °С; Расчетное давление-1,3 МПа; Пробное избыточное давление-2,05 МПа (в горизонтальном положении); диаметр-1200/2000 мм; длина высот-43450 мм;среда-бензин γ-20; количество тарелок-48; тип тарелок-с S-образными элементами;	11416.1

HTTP://BNBARS.MOY.SU

К-7	Стабили-зирующая колонна	1	Температура расчетная –235 °С; Расчетное давление-1,7 МПа; Пробное избыточное давление-2,25 МПа; среда-0,01% H_2S-бензин; при-пуск на коррозию-4 мм; диаметр-1200/2000 мм; длина высот-43450 мм; количество тарелок-40; тип тарелок-с S-образными элементами;	11418.1

3.2. Монтаж, эксплуатация и ремонт аппарата

При каждом ремонте измеряют фактическую толщину стенки корпуса колонного аппарата.

Если аппарат относится к тонкостенному, (толщина стенки не превышает 10% от внутреннего диаметра аппарата), то фактическая толщина стенки не должна быть ниже величины определяемой по формуле

$$S = \frac{PD_{cp}}{2[\sigma]\varphi} + c\ ,$$

где S - толщина стенки корпуса, см;

P - внутреннее, наружное избыточное давление кг/см^2

D_{cp} - средний диаметр корпуса, см;

$[\sigma]$ - допускаемое напряжение материала корпуса при температуре эксплуатации колонны кг/см^2;

φ - коэффициент прочности сварного шва;

C - поправка на коррозию и эррозионный износ.

Надежность аппарата оценивают по оставшейся прибавке по сравнению с расчетной величиной

$$C = S_1 - {PD_{cp}}/{2[\sigma]\varphi}$$

S_1 - толщина корпуса по результатам фактического замера.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Величина С должна быть такой, чтобы до очередного ремонта соблюдалось условие С≥0.

3.2.1. Характер износа.

Корпуса внутренних аппаратов и их внутренних устройства могут изнашиваться в результате коррозии, эрозии, термического воздействия среды.

Скорость износа зависит от многих факторов, в первую очередь от физико-химического свойства среды. Коррозионная стойкость корпусов ректификационных колонн должна быть не выше 7 баллов при оценки по 10 бальной шкале, а в случае больших диаметров и высот не выше 5 баллов (скорость коррозии не должна быть выше 0,1 мм в год)

Электрохимической коррозии подвержены участки ректификационных колонн, на которых возможны образования гальванических пар и возникновение электрического тока.

Эрозионный износ корпусов колонн является следствием воздействия сильных струй жидкостей и паровых потоков содержащих абразивные включения.

3.2.2. Подготовка колонных аппаратов к ремонту.

Колонные аппараты ремонтируют при ППР ремонтах технологической установки. При подготовке колонны к ремонту давление в ней доводят до атмосферного, удаляют рабочую среду, после чего аппарат пропаривают водяным паром, который вытесняет оставшиеся в колонне пары и газы. После пропарки колонну промывают водой. Время операции оговаривается инструкцией в каждой технологической установке. Промывка колонн водой способствует также более быстрому их остыванию. Нельзя приступать к ремонту, если температура промывают воды выше +50 С. Пропаренную и промытую колонну отсоединяют от всех коммуникаций глухими заглушками. Установку каждой заглушки и последующее ее снятие регистрирует в специальном журнале.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

3.2.3. Технология ремонта.

Ремонт аппарата начинается со вскрытия, который производят, строго соблюдая следующие правила:

- ✓ открывают верхний люк, причем перед этим в течение некоторого времени подают водяной пар, чтобы избежать возможного подсоса воздуха, в результате которого может образоваться взрывоопасная смесь;
- ✓ далее последовательно сверху вниз все люки. Категорически запрещается открывать одновременно верхний и нижний люки, нельзя также открывать сначала нижний, а потом верхний люк, т.к. за счет разности температур происходит сильный приток воздуха в колонну, что может привести к образованию взрывоопасной смеси. После открывания люков колонна некоторое время проветривается;
- ✓ Возможность ремонтных работ в колонне устанавливают исходя из результатов лабораторного анализа пробы воздуха взятого из нее;
- ✓ Продолжительность работы в колонне не более 15 минут;
- ✓ При первых признаках появления внутри ремонтируемого аппарата взрывоопасных, горючих или токсичных жидкостей, паров и газов всякую работу следует прекратить. Для освещения внутри колонны использовать лампы 12 В;
- ✓ Выявление дефектов корпуса включает визуальный осмотр;
- ✓ Измерение остаточной толщины корпуса с помощью ультразвуковых дефектоскопов и контрольных просверленных отверстий, проверку на проверку на плотность сварных швов и разъемных соединений. По характеру обнаружения дефекта устанавливают содержания всего ремонта корпуса. Не плотные сварные швы вырубают, защищают и заваривают соответственно электродом, изношенные штуцера и люки вырезают и заменяют новыми, с обязательной установкой укрепляющих колец - ремонту подвергают все штуцера, конструктивные отверстия которых во время эксплуатации были заменены пробками.
- ✓ Наиболее изношенные участки корпуса колонны вырезают, а на их место ставят участок заранее свальцованный по радиусу колонны. Сварку про-

HTTP://BNBARS.MOY.SU

изводят встык. Вырезания больших участков корпуса могут привести к ослаблению сечения и нарушению устойчивости. Поэтому до вырезания дефектного участка его укрепляют стойками проставленными внутри или снаружи.

3.2.4. Ремонт внутри устройства.

При ремонте внутри устройства колоны очищают от грязи кокса и других отложений.

Твердую и тестообразную массу выгребают лопаточками или скребками. Кокс удаляют с помощью пневматических отбойных молотков. Удаление отколоткой всегда сопровождается повышением концентраций вредных газов в колоне.

В этот период внутри колонны рекомендуется работать в противогазе. Определение износа и отбраковки внутри устройства – просматривать согласно действующим методикам и нормам. Изношенные детали и узлы не ремонтируются, а заменяются новыми.

Ремонт сосудов и их элементов должны выполняться специализированными организациями, располагающими техническими средствами, необходимыми для качественного выполнения работ.

3.2.5. Сварка

Перед началом сварки д.б. проверено качество сборки соединяемых элементов, а также стыкуемых кромок и прилегающих к ним поверхностей. При сборке не допускается подгонка кромок ударным способом или местным нагревом.

Технология сварки при ремонте и монтаже сосудов допускается к применению после подтверждения ее в технологичности на реальных изделиях, проверки всего комплекта требуемых свойств сварных соединений и освоения эффективных методов контроля их качества.

3.2.6. Термическая обработка.

Термической обработке подлежат сосуды, в стеках которых после изго-

HTTP://BNBARS.MOY.SU

товления возможно появление недопустимых остаточных напряжений, а также сосуды прочность которых достигается термообработкой. Вид термообработки и ее режимы принимаются по нормативной документации.

3.2.7. Контроль сварных соединений.

Основными видами неразрушающего контроля металлических и сварных соединений являются:

- визуальный и измерительный (выявление трещин всех видов и направлений, свищей, подрезов, наплывов, прожогов);
- радиографический и ультрозвуковой (внутренние дефекты);
- радиоскопический;
- стилоскопирование (подтверждение соответствия легирования металлических деталей);
- измерение твердости (проверка качества выполнения термической обработки сварных соединений);
- гидравлические испытания;
- пневматические испытания.
-

4.8. Установка сосудов.

Сосуды должны устанавливаться на открытых площадках в местах, исключающих скопление людей, или в отдельно стоящих зданиях.

Установка сосудов должна обеспечить возможность осмотра, ремонта и очистки их с внутренней и наружной сторон.

Установка сосудов должна исключать возможность их опрокидывания.

4.9. Требования к монтажу.

Выполнение монтажных работ производить в соответствии СниП-3.05.05.-84, СниП-III-4-80 и ведомственным инструкциям по монтажу и эксплуатациям изделий.

Аппараты поставлять на место монтажа в полностью собранном виде или крупными блоками.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Установку аппаратов производить на фундаментах или несущих перекрытиях.

Аппараты надежно заземлить в соответствии с требованиями правил ВСН10-72 и обеспечить достаточным освещением в соответствии с требованиями правил ПУ7-76.

Перед сборкой фланцевых соединений произвести внешний осмотр уплотнительных поверхностей фланцев, прокладок и крепежа. Каждую разборку фланцевых соединений зарегистрировать в журнале осмотра и ремонта аппаратов под давлением.

Требования к монтажу колонны К-6.

Монтаж аппарата производить согласно инструкции по монтажу сосудов и аппаратов ВСН351-75. Выверку вертикальности аппарата производить по приспособлениям с помощью теодолита.

Перед монтажем произвести расконсервацию:

- опорной поверхности и кромок монтажного разъема надрезом покрытия и его удалением;
- крепежных изделий промыванием горячей водой и моющим раствором с пассиваторами и последующей сушкой.

Детали установленные на время транспортировки снять.

Штуцеры монтажные работоспособны при температуре окружающего воздуха от 313 К (+40 °С) до 233 К (-40 °С). Максимальное усилие, действующее на один штуцер – 1000 кН. Усилие, действующее на штуцера, может отклоняться от вертикали не более чем на 5°.

Установка аппарата на открытой площадке разрешается в районах со средней температурой самой холодной пятидневки не ниже 236 К (-37 °С), с ветровой нагрузкой по II географическому району.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

3.4. Охрана труда

Основными факторами, создающими опасность, при работе на установке Л-35/11-600 и в операторном помещении блока являются:

1. Опасность поражения электрическим током
2. Статическое электричество
3. Пожарная опасность
4. Загрязнения рабочей зоны и неудовлетворительный микроклимат
5. Электромагнитное излучение
6. Недостаточная освещенность

Для обеспечения комфортной работы операторам и обслуживающему персоналу, необходимо провести следующие мероприятия по вышеуказанным факторам.

Электробезопасность.

При работе в операторном помещении необходимо соблюдать общие требования по электробезопасности ГОСТ 12.1.019-79.

Электробезопасность в соответствии с данным стандартом обеспечивается конструкцией электроустановок: техническими способами и средствами защиты; организационными и техническими мероприятиями. Конструкции электродвигателей используемых на установке изготовлены в используемых на установке изготовлены в исполнении «ВЗГ» и имеют I класс защиты в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75.200 соответствует условиям их эксплуатации и обеспечивает защиту персонала от соприкосновения с токоведущими и движущими частями. На установке все оборудование заземлено согласно ПУЭ-76 (контурное заземляющее устройствоR=4 Ом до 1000 В).

Организационные мероприятия включают в себя инструктаж и обучение безопасным методом труда, проверку знаний правил техники безопасности и инструкции.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Технические мероприятия предусматривают отключение агрегата от источника питания, снятие предохранителей, обеспечивающие невозможность ошибочной подачи напряжения к месту работы, установку знаков безопасности и ограждения остающихся под напряжением токоведущих частей.

Статическое электричество.

Интенсификация технологического процесса увеличение скоростей осаждения и транспортирования продукта приводит к образованию электрических зарядов на продукте и электрических газовых разрядов в аппаратах.

Основная опасность, создаваемая электризацией различных материалов, состоит в возможности искрового разряда. Электростатическая искробезопасность объектов в соответствии с ГОСТ 12.1.018-86 должна обеспечиваться созданием условий предупреждающих возникновение разрядов статического электричества, способных стать источником зажигания объекта или окружающей и проникающей в него среды.

Средства защиты от статического электричества в соответствии с «Правилами защиты от статического электричества в производствах нефтехимической нефтеперерабатывающей промышленности» необходимо применять в помещениях и в зонах установки.

Для предупреждения возможности возникновения опасных искровых разрядов с поверхности образования перерабатываемых продуктов необходимо обеспечивать стекание возникающих зарядов статического электричества. Это достигается применением заземляющих устройств (коллективная защита) согласно ГОСТ 12.4.124-83.

Отвод зарядов заземляющими устройствами – наиболее простое средство защиты от статического электричества. Все металлические и электропроводные неметаллические части технического оборудования заземляются.

Заземляющее устройство для защиты от статического электричества объединено с заземляющим устройством для электрооборудования, и должно быть выполнено в соответствии с правилами устройства электроустановок.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 100 Ом.

Металлическое и электропроводное неметаллическое оборудование, трубопроводы, вентиляционные короба, расположенные в операторной, на установке, эстакадах должны присоединяется к контуру заземления не менее чем в двух точках.

Обслуживающий персонал ежевахтно визуально проверяет видимое заземление. При обнаружении порыва принимает меры к ликвидации порыва.

Пожарная безопасность.

Процесс воздействия сил и средств, а также использование методов и приемов для ликвидации пожара определяется ГОСт 12.1.003-81 ССБТ как тушение пожара.

Тушение пожара сводится к активному воздействию на зону горения для нарушения устойчивости реакции средствами пожаротушения. При возникновении пожара необходимо устранить условия, способствующие горению. Прекращение горения может быть достигнуто разными способами, а именно:

1. Охлаждение горящего вещества до температуры более низкой, чем температура воспламенения.

2. Прекращение доступа кислорода воздуха.

3. Устранение горящего вещества из среды горения.

4. Химическое торможение процесса горения с помощью специальных веществ.

5. Первичные средства пожаротушения применяются при ликвидации небольших загораний до прибытия пожарной команды.

К первичным средствам относятся: ручные огнетушители, песок, асбестовое одеяло, подручные средства (носилки, вода, пар).

1. Огнетушители марки ОХВП-10 применяются для ликвидации небольших очагов загорания.

Запрещается тушить огнетушителями ОХВП-10 электрооборудование и человека.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

2. Огнетушители углекислотные типа ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8 используются для тушения различных жидкостей и материалов, а также электрооборудования, ценных бумаг.

3. Сухой песок, асбестовое одеяло используются для тушения небольших очагов пожара.

Производство катализатора относится к категории невзрывоопасных, а пожароопасных объектов. По пожароопасности установка относится к категории «В».

Группа и категория взрывоопасности применяемых продуктов по ПЭУ-76.

№	Наименование веществ, образующих взрывоопасную смесь с воздухом	Категория и группа взрывоопасной смеси
1.	Топливный газ	II А - Т I

В соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-85 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» здание операторной обеспечено первичными средствами пожаротушения: а) внутренний пожарный кран – элемент внутреннего пожарного водопровода. Расположен на высоте 1,35 м от пола на лестничной клетке у входа, в коридорах. Пожарный кран снабжен рукавом диаметром50 мм длиной 20 метров. Производительность не менее 5 л/с (2 крана×1 помещение).

б) огнетушители ручные химические пенные ОХВП-10. Количество не менее 4 штук, огнетушители углекислостойкие типа ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8. Количество не менее 2 шт. табл.

С целью своевременного оповещения о возникновении пожара, вызова пожарных команд действует система пожарной связи и оповещения ЩИТ-1: Охранно-пожарная сигнализация для оповещения пожарной охраны предприятия; диспетчерская связь, которая обеспечивает управление и взаимодействие пожарных частей со службами скорой помощи, милиции, снабже-

HTTP://BNBARS.MOY.SU

ния установки электротеплоэнергией, сырьем. Наряду с этим здание операторной снабжается электрической пожарной сигнализацией с кольцевой схемой подключения сигнализацией с кольцевой схемой подключения извещателей со станцией. На установке непосредственно монтируется ручная пожарная сигнализация. Ручные пожарные извещатели установлены на высоте 1,5 м от уровня земли и на расстоянии до 150 м друг от друга. Ручные извещатели устанавливаются в здании операторной. Расстояние между ними не более 50 м. Места установки извещателей необходимо освещать искусственным освещением.

Загрязнение рабочей зоны.

Опасность и вредность работы на установке обусловлена применением вредных и токсичных продуктов: топливного газа, нестабильного катализата, нестабильного бензина и т.д.

На установке ведется процесс подогрева в печи за счет сгорания топливного газа.

Опасность процесса заключается в выделении влаги, газа и паров вредных веществ.

Показатели пожароопасности и токсичности.

Наименование вещества	Класс опасности в соответствии с ГОСТ	Температура самовоспламенения °С	Концентрированный предел воспламенения %		Характеристика токсичности (воздействие на органы человека)	ПДК в воздухе рабочей зоны производственных помещений ГОСТ 12.1.005-76
			нижний предел	верхний предел		
1. Топливный газ	4	460	1,3	28,6	Вызывает паралич ЦНС	100 мг/м^3

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Индивидуальные средства защиты.

Для работы с вредными условиями труда, связанными с агрессивными средами, загрязнениями, повышенными температурами, влажностью, рабочим установки в соответствии с ГОСТом 12.4.034-85 выдается спец. одежда, спец. обувь и другие средства индивидуальной защиты.

Для защиты тела.

При работе с кислотами:

спец. одежда – суконный костюм

спец. обувь – ботинки или сапоги

При работе со щелочами:

спец. одежда – костюм ХБ

спец. обувь – ботинки или сапоги

В зимнее время дополнительно – куртка ватная.

Для защиты рук от воздействия вредных и агрессивных сред применяются рукавицы или голицы с кислостойкой пропиткой.

Для защиты головы – каски защитные типа «Труд».

Для защиты органов дыхания используют противогазы и респираторы:

а) фильтрующие противогазы марки «БКФ»;

б) фильтрующие противогазы марки «КД»;

в) шланговые противогазы;

г) противопылевые респираторы.

Для предохранения кожи открытых частей тела от производственных вредностей необходимо применять защитные мази.

Для работы внутри технологического оборудования в обязательном порядке использовать только шланговые противогазы. Каждый противогаз за обслуживающим противогазом закреплен индивидуально.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Микроклимат

Метеорологические условия в операторном помещении определяются следующими параметрами:

1. Температура воздуха, °С;
2. Относительная влажность, %;
3. Атмосферное давление, мм. рт. ст.;
4. Скорость движения воздуха на рабочем месте, м/с.

Атмосферное давление влияет на парциальное давление составляющих воздуха, а следовательно и на процесс дыхания. Нормальное атмосферное давление в нашем регионе является 760 мм рт ст.

Нормальное тепловое самочувствие (комфортные условия) обеспечиваются при температуре внутренних органов человека 36, 6 °С.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды расширяются , при этом происходит повышенный приток крови к поверхности, нарушается тепловой баланс организма. При понижении температуры окружающего воздуха реакция организма человека обратная.

Влажность воздуха также оказывает большое влияние на терморегуляцию организма.

Повышенная влажность φ> 85 %, затрудняет терморегуляцию из-за снижения испарения пота, а слишком низкая φ<20%, вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей. Оптимальное значение относительной влажности составляет φ=40-70%.

Движение воздуха в помещении является важным фактором влияющим на тепловое самочувствие человека. Минимальная скорость движения воздуха ощущаемая человеком 0,2 м/с. В соответствии с ГОСТ 12.1.005-76 устанавливаются оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. В операторной допустимые параметры: температура 19-25 °С, относительная влажность до 75%, скорость движения воздуха в помещении не более 0,2 м/с.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Организация рабочего места

Организация рабочего места предполагает оптимизацию деятельности человека в системе «человек-машина-среда», с учетом всех факторов и взаимосвязей между ними.

Целью такой оптимизации, кроме повышения производительности, точности, является также и улучшение условий труда и снижения травматизма.

Для лучшей организации труда на рабочем месте необходимо рационально выбирать движения и перемещения в процессе труда.

Одним из основных факторов увеличения работоспособности, уменьшения травматизма является цвет и функциональная окраска.

Основные задачи, решаемые с помощью цвета – обеспечения ориентации в производственной среде, психофизиологического комфорта. Не допускается окраска оборудования столов, стен операторной в цвета, которые раздражают зрение.

Электромагнитное излучение

В настоящее время предельно допустимые уровни ионизирующего излучения определяются «Норма радиационной безопасности НРБ-76».

В соответствии с НРБ-76 операторы установки относятся к категории Б группа I.

При использовании мониторов системы контроля и регулирования оператор за 1 год работы получает дозу ≈400 мбэр. Пределы внешнего облучения для категории Б группы I составляет 0,5 бэр/год (НРБ-76).

Защита от внешних потоков излучения достигается изменением фактора времени, изменением расстояния доя источника излучения и экранированием.

Продолжительность пребывания оператора в неблагоприятной зоне воздействия электромагнитного излучения должна ограничиваться времени (не

HTTP://BNBARS.MOY.SU

менее 1 раза выхода на установку за период 40-50 минут работы в операторной).

Освещение

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает возможность нормальной деятельности. Сохранность зрения человека, состояния его нервной системы и безопасность на производстве в значительной мере зависят от условий освещения.

Расчет искусственного освещения

При проектировании освещения необходимо решить следующие вопросы:

1. Выбор системы освещения;
2. Тип источника света;
3. определение мощности источника света;
4. Выбор типа светильника;

Величина минимальной освещенности устанавливается по характеристике зрительной работы, которую определяют наименьшим размером объекта различения, контрастом объекта с фоном и характеристикой фона. По рекомендациям изложенными в табл 2.3. СНиП-79 выбираем:

- характеристика зрительной работы – высокой точности;
- разряд зрительной работы III;
- Подразряд зрительной работы – В.

В соответствии с выбранной системой освещения (система общего освещения) и источником света (лампа накаливания) по этим же таблицам находим минимальную нормируемую освещенность Е=200 люкс.

Световой поток одного источника света рассчитывается по формуле

HTTP://BNBARS.MOY.SU

$$F = \frac{E * K_3 * S * Z}{N * \eta};$$

где E=200 люкс – нормируемая освещенность;

Кз – коэффициент запаса, учитывающий старение ламп и загрязнение светильников, Кз=1,3;

S – площадь помещения, $м^2$;

S=а*б=10*13=130 $м^2$;

z – 1,15 – коэффициент минимальной освещенности для ламп накаливания;

N – число источников света в помещении, N=22$

η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока зависит от типа светильника, коэффициентов отражения R от стен, потолка, пола и от геометрической характеристики помещения, определяемой индексом помещения по формуле

$$i = \frac{S}{H(a+b)}$$

где H – высота помещения, H=3,5 м;

$$i = \frac{130}{3{,}5(10+13)} = 1{,}62$$

По таблицам определяем коэффициенты отражения поверхностей Ri и за тем коэффициент использования светового потока η=58%.

$$F = \frac{200*1{,}3*130*1{,}15}{22*0{,}58} = 3046{,}2 \text{ лм}$$

По таблице выбираем ближайшую стандартную лампу накаливания (ГОСТ 2239-79) мощностью W=220 Вт и световой поток F=2950 лм.

В качестве светильников применить для данного типа ламп светильник марки НСП 06-4×200-0103-У4 в количестве 6 штук.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

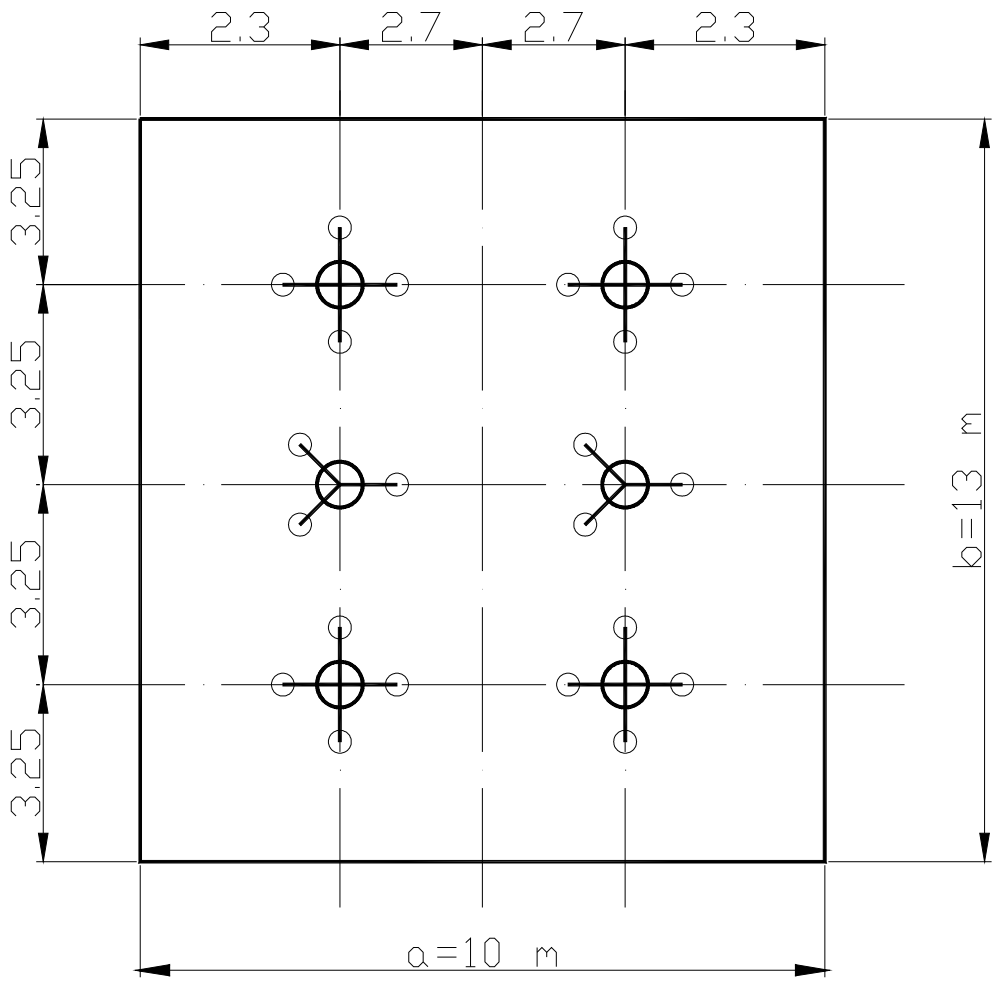

Рис. Схема размещения источников света в операторной

HTTP://BNBARS.MOY.SU

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

HTTP://BNBARS.MOY.SU

Заключение

Темой дипломного проекта является «модернизация колонны очистки нестабильного катализата установки Л-35/11-600 ОАО «Сибнефть-ОНПЗ».

Диплом состоит из 8 листов формата А1 и 95 листов пояснительной записки формата А4.

В проекте выполнены поверочный расчет абсорбционной колонны для очистки нестабильного катализата от углеводородных газов C_2 и выше. Определено , что количество тарелок установленных в колонне достаточно при переходе со стабильного катализата на воду в качестве абсорбента.

Выполнены необходимые прочностные расчеты: расчет толщины стенки частей колонны толщины стенок эллиптической крышки и эллиптического днища. Выполнен расчет на ветровую нагрузку.

В разделе «Технология машиностроения» предложена технология изготовления обечайки колонны. В приложении приведен полный технологический процесс изготовления цилиндрической обечайки.

В разделе «Автоматизация производства» предложена функциональная схема автоматизации процесса очистки нестабильного катализата. Выполнен аппаратный подбор оборудования.

В разделе «Охрана труда» выявлены опасные факторы производства и предложены методы и средства борьбы с ними. В качестве специального задания выполнен расчет искусственного освещения производственного помещения (операторной).

В разделе «Экономика» выполнены расчеты экономического эффекта от перехода на новый абсорбент.

В заключении дипломного проекта приведены список использованной литературы и приложение к чертежам проекта.

HTTP://BNBARS.MOY.SU

ПРИЛОЖЕНИЕ

HTTP://BNBARS.MOY.SU