

Аннотация

В дипломном проекте рассчитывается ректификационная колонна для отделения легких фракций, являющийся составной частью установки производства уксусной кислоты.

В проект вошли следующие разделы:

- обзор и анализ состояния вопроса;
- технологический раздел;
- расчетно-конструкторский раздел;
- специальный раздел;
- автоматизация оборудования;
- безопасность и экологичность проекта;
- организационно-экономический раздел.

Дипломный проект включает

- страниц –
- рисунков –
- таблиц –
- литературных источников –

1 Обзор состояния вопроса

1.1 Метод выделения уксусной кислоты

В промышленности уксусную кислоту получают различными способами, чаще всего реакционным путем. Продукты реакции представляют собой широкую гамму веществ, из которых необходимо выделить продуктовую уксусную кислоту. Для разделения жидких и газовых промышленных смесей наиболее часто используют массообменные процессы [1]. Для выбора конкретного массообменного процесса применительно к теме дипломного проекта рассмотрим характеристику массообменных процессов.

Массообменный процесс – это перенос вещества из одной фазы в другую без изменения химической структуры самого вещества (см. рисунок 1.1).

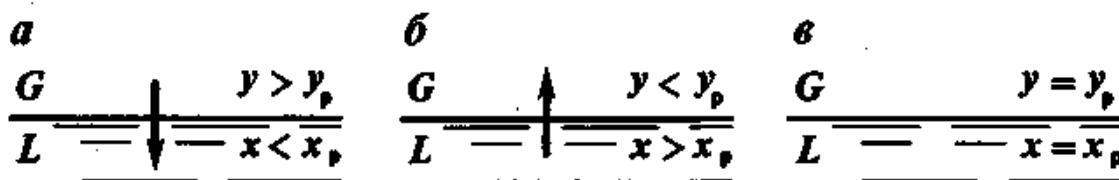


Рисунок 1.1. Схема переноса вещества между двумя фазами

а – из фазы G в фазу L; б – из фазы L в фазу G ; в – равновесие фаз

Массообменные или диффузионные процессы играют важную роль при переработке нефти, различных углеводородных и других смесей. Путем ректификации из нефти получают различные продукты: бензин, керосин, дизельное топливо, мазут, масляные фракции, узкие (по температурам кипения) бензиновые фракции, выделяют некоторые органические кислоты. При ректификации сжиженных газов выделяют этилен, этан, пропан, бутан и другие компоненты. Путем перегонки в вакууме получают специальные масла [1].

Анализ физических свойств уксусной кислоты уксусной кислоты и характеристик свойств массообменных процессов (см. выше) показывает, что для выделения из продуктов реакции уксусной кислоты наиболее целесообразно применение ректификации.

Для отделения образовавшегося ацетата марганца кислоты вновь испаряют при 120 – 125 ° С в испарителе 17, откуда пары ее поступают в насадочную колонну 18. Очищенная кислота (ректификат) является товарным продуктом.

Технологическая схема совместного синтеза уксусной кислоты и уксусного ангидрида изображена на рисунке 1.5. Свежий очищенный воздух, подаваемый воздуходувкой 1 под давлением, немного превышающим атмосферное, смешивают с рециркулирующим газом, содержащим пары ацетальдегида. Полученная смесь поступает под распределительную решетку реактора 2 и барботирует через катализаторный раствор, захватывая с собой пары продуктов [2].

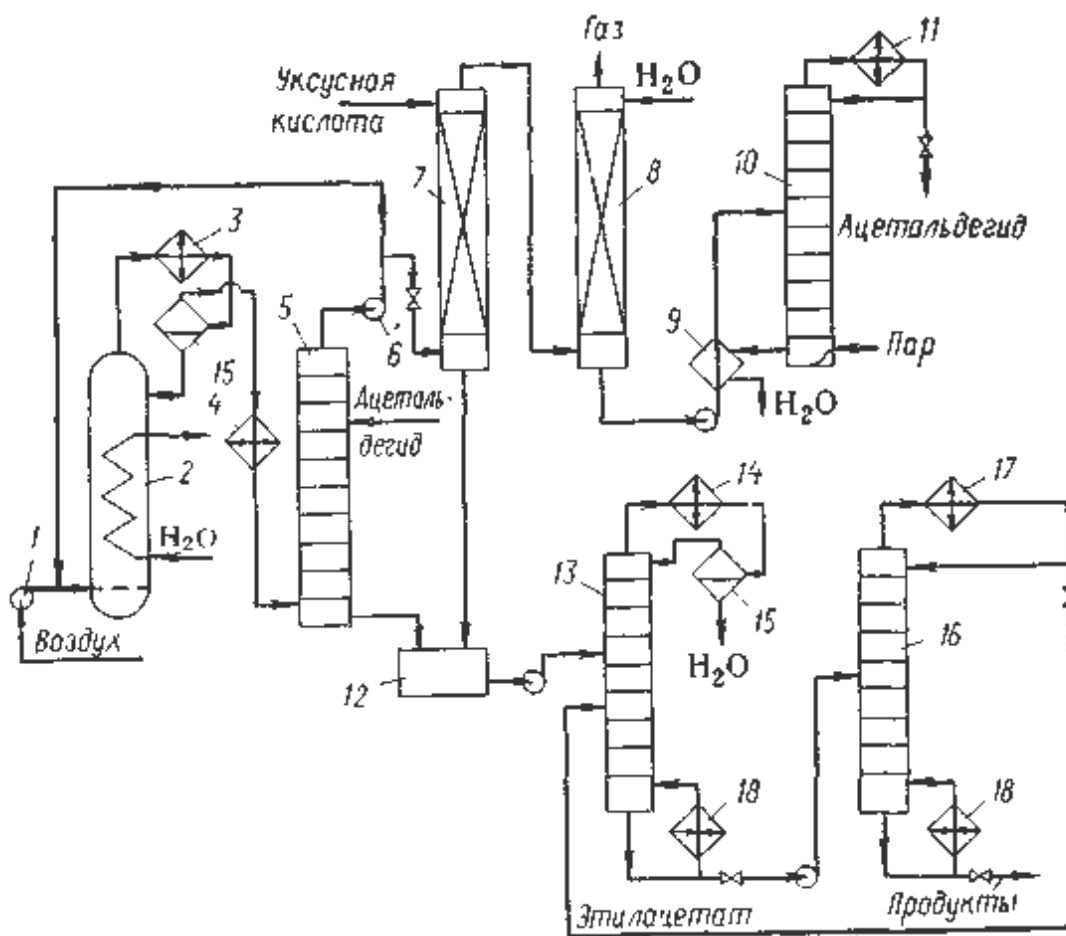
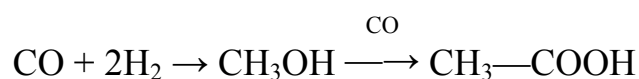


Рисунок 1.5 – Технологическая схема совместного получения уксусной кислоты и уксусного ангидрида:

1 – воздуходувка; 2 – реактор; 3, 4 – холодильники; 5 – сатуратор; 6 – газодувка; 7 – скруббер; 8 – абсорбер; 9 – теплообменник; 10, 16 – ректификационные колонны; 11, 14, 17 – дефлегматоры; 12 – сборник; 13 – колонна азеотропной осушки; 15 – сепаратор; 18 – кипятильники.

Окисление бензиновой фракции более экономичен аналогичный процесс, основанный на использовании дешевой бензиновой фракции, выкипающей при 30 – 70 °С и содержащей н- и изопарафины C₅ – C₇. Окисление проводят воздухом при 170 – 200 °С и давлении 4 – 5 МПа в присутствии ацетата марганца или кобальта. На 100 кг уксусной кислоты получают 20 кг муравьиной и 10 кг пропионовой кислот высокой чистоты. Этим методом в промышленности вырабатывают только те алифатические кислоты, для которых не имеется более экономичных способов производства, а соответствующие им альдегиды являются достаточно доступными веществами [1].

Но наиболее новым и экономичным является синтез из метанола и СО реакцией карбонилирования:



Способы получения уксусной кислоты различны, но предпочтение необходимо делать в сторону уменьшения расходов и сбережения как энергоресурсов так и ресурсов природной среды.

Исходя из описанных выше способов применительно к условиям города Невинномысска был сделан выбор технологической схемы, основанной на оксосинтезе из спиртов. Факторы, определяющие выбор этой технологической схемы: 1) производство по такой схеме является наиболее экономичным; 2) наличие на ОАО «Невинномысский Азот» цехов получения СО и метилового спирта.

1.4 Описание конструкций проектируемого оборудования

1.4.1 Типы колонных аппаратов

Аппараты колонного типа могут быть классифицированы в зависимости от рабочего давления, технологического назначения и типа контактных устройств. В зависимости от применяемого давления колонные аппараты подразделяются на атмосферные, вакуумные и колонны, работающие под давлением.

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

При выборе конструкции контактного устройства учитывают как их гидродинамические и массообменные характеристики, так и экономические показатели работы колонны при использовании того или иного типа контактных устройств.

1.4.2 Классификация тарелок

В настоящее время в промышленной практике известны сотни различных конструкций тарелок, которые можно классифицировать по способу передачи жидкости с тарелки на тарелку, по способу взаимодействия жидкой и паровой (газовой) фаз, по характеру диспергирования взаимодействующих фаз, по конструкции устройства для ввода пара (газа) в жидкость и др.

По способу передачи жидкости различают тарелки со специальными переточными устройствами и тарелки провальные. По характеру диспергирования взаимодействующих фаз различают тарелки барботажного и струйного типов.

В зависимости от конструкции устройств для ввода пара в жидкость различают ситчатые (дырчатые), колпачковые, клапанные, язычковые (чешуйчатые) и другие типы тарелок. Рассмотрим некоторые типы тарелок [3].

Рассмотрим особенности работы барботажной тарелки на примере колпачковой тарелки с круглыми колпачками, схема которой приведена на рисунке 1.8.

Жидкость поступает на полотно тарелки из переливного устройства и течет от приточной стороны тарелки к сточной, при этом на тарелке возникает градиент уровня жидкости. Стенка переливного устройства погружена в жидкость, находящуюся на нижележащей тарелке, что обеспечивает в колонне соответствующий гидравлический затвор, исключающий возможность прохождения паров через переливное устройство.

Уровень жидкости в переливном устройстве выше уровня жидкости на тарелке, что обеспечивает необходимый расход жидкости. Высота слоя жидкости на полотне тарелки определяется высотой сливной перегородки и подпором жидкости над гребнем слива. Изменяя высоту сливной перегородки, можно менять уровень жидкости на тарелке [3].

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

В начале тарелки установлен паровой элемент 3, у слива с тарелки — жидкостный элемент 7. Вертикальная стенка части S-образного элемента 4, выполняющей роль колпачка, снабжена трапециевидными прорезями 12. Паровая часть S-образного элемента с торцов перекрыта заглушками 11, препятствующими выходу пара в этом направлении [3].

Для повышения жесткости конструкции и упрощения монтажа тарелки по длине S-образных элементов привариваются поперечные перегородки 5. При большом числе элементов вдоль потока жидкости в середине тарелки предусматривают разъемный S-образный элемент, что позволяет начинать разборку тарелки также и в средней части. Профиль S-образного элемента имеет повышенную жесткость, что позволяет изготавливать их из стального листа толщиной 2 мм и при диаметре колонны до 4000 мм не применять промежуточных опорных балок.

У струйных тарелок контактные элементы (просечки, лепестки и т. п.) расположены таким образом, что пар, выходящий в жидкость под некоторым углом к горизонту, приобретает горизонтальную составляющую скорости, совпадающую с направлением движения жидкости по тарелке или под некоторым углом к нему. Благодаря этому можно создать наиболее благоприятные условия для эффективного контакта фаз при высокой производительности контактного устройства.

Чтобы избежать этого, прибегают к различным приемам, позволяющим локализовать (скомпенсировать) прямоточное движение фаз и не допустить его распространения на всю тарелку, примером может служить установка поперечных секционирующих перегородок; создание движения фаз в пересекающихся направлениях, когда оси соседних лепестков расположены во взаимно перпендикулярном направлении или образуют пучок прямых (рисунок 1.9, в и г) и т.п.

Тарелки провального типа (рисунок 1.9) перекрывают все сечение колонны и состоят из отдельных секций, укрепленных на опорном кольце и балках каркаса. На тарелках провального типа паровая и жидкая фазы контактируют по схеме противотока. Тарелки этого типа гораздо более чувствительны к изменению нагрузок по жидкости и пару и имеют более узкий диапазон рабочих нагрузок,

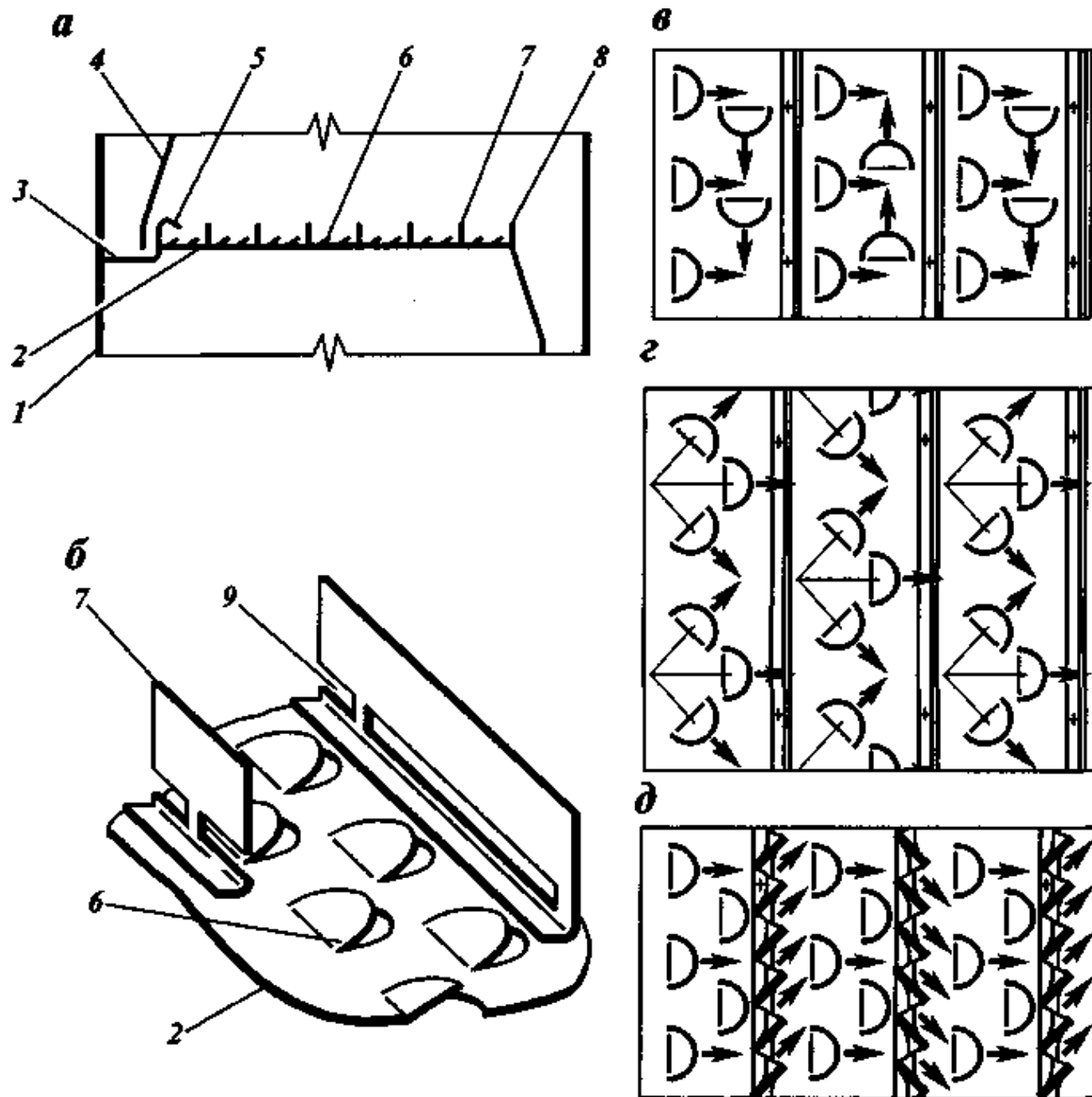


Рисунок 1.9 – Схема струйно-направленной тарелки с вертикальными поперечными секционирующими перегородками:

а – общий вид; б – схема контактной зоны; в – ввод части потока пара поперек потока жидкости; г – ввод части потока пара под углом к потоку жидкости; д – установка поперечных перегородок в форме гребенки: 1 – корпус колонны; 2 – полотно тарелки; 3 – приемный карман; 4 – стенка переливного кармана; 5 – подпорная перегородка; 6 – лепесток (язычок); 7 – вертикальная перегородка; 8 – сливная перегородка; 9 – прорезь в вертикальной перегородке.

Для производства уксусной кислоты принимаем следующую технологическую схему [1, стр. 527], изображенную на рисунке 2.1.

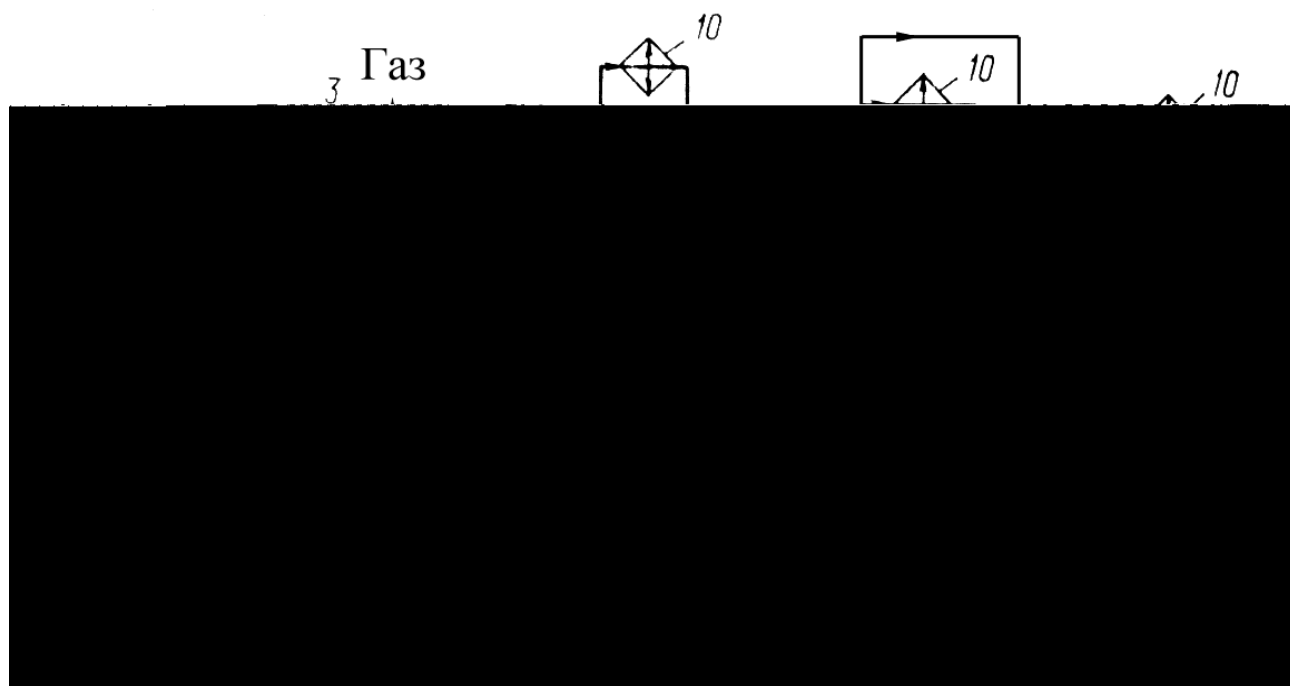


Рисунок 2.1 – Технологическая схема

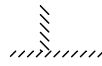
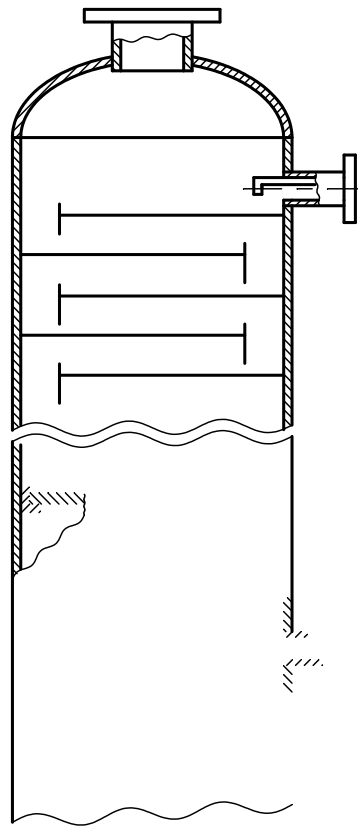
производства уксусной кислоты методом карбонилирования метанола

1 – подогреватель; 2 – реактор; 3 – холодильник; 4, 6, 11 – сепараторы; 5 – дроссельный вентиль; 7 – насосы; 8, 12, 13 – ректификационные колонны; 9 – кипятильники; 10 – дефлегматоры

Метанол подогревают в аппарате 1 и вводят в реактор 2 с мешалкой и барботером для CO . Реакционная масса содержит уксусную кислоту, 15–20% воды, $250\text{--}400 \text{ млн}^{-1} \text{ Rh}$, не более 1,2 моль йода и небольшое количество метанола, не вступившего в реакцию. Избыток окиси углерода вместе с унесенными парами веществ выходит сверху реактора, охлаждается в холодильнике 3, конденсат отделяется от газа в сепараторе 4 и возвращается в реактор, а газ идет на очистку.

Жидкая реакционная масса дросселируется в вентиле 5, за счет чего происходит ее частичное испарение и охлаждение. В сепараторе 6 отделяют жидкость от пара и первую возвращают в реактор насосом 7. Таким образом, отвод тепла реакции осуществляется только за счет испарения части жидкости и ее дроссели-

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				



ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ

N

Давление насыщенных паров компонентов определяем по методу Питцера [6].

$$\tau = T/T_{кр}$$

$$f_0 = 1.69347 \tau^6 - 6.09648 / \tau - 1.28862 \ln(\tau) + 5.92714$$

$$f_1 = 0.43577 \tau^6 - 15.6875/\tau - 13.4721 \ln(\tau) + 15.2518$$

$$P_v = P_{кр} \exp(f_0 + w f_1)$$

где T – температура смеси, К;

$T_{кр}$ – критическая температура компонента, К;

$P_{кр}$ – критическое давление компонента, МПа;

w – фактор ацентричности компонента.

Решение уравнения (2.3) возможно только в числовом виде. График этого уравнения для режимных параметров питательной секции показан на рисунке 2.4.

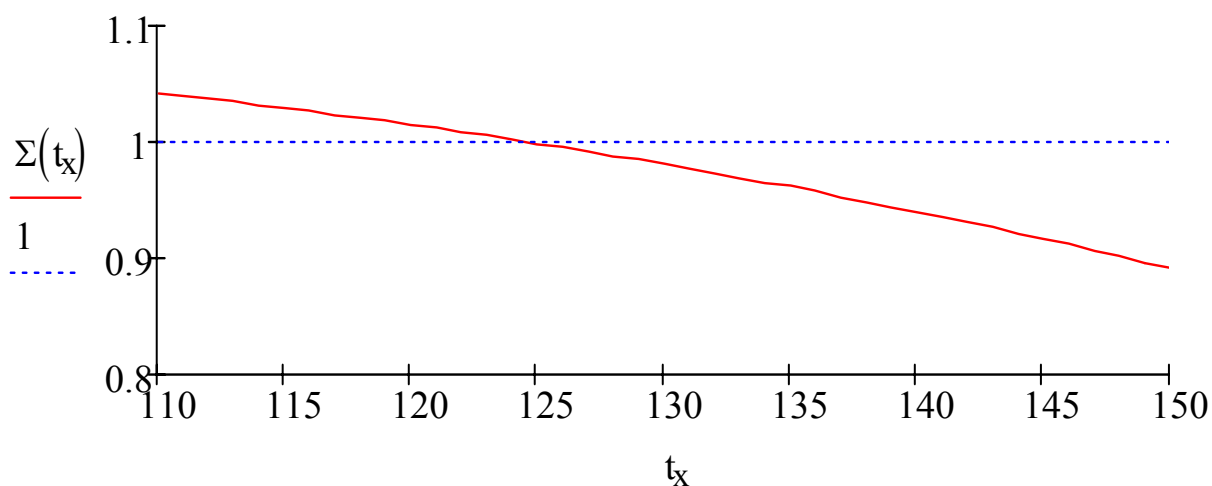


Рисунок 2.4 – График уравнения (2.3) для питательной секции

В соответствии с этим графиком, температура сырья в питательной секции составляет

$$t_L = 124 \text{ °C}$$

Состав жидкой фазы после однократного испарения в питательной секции рассчитывается по уравнению

$$X_{Ci} = \frac{X_{Li}}{1 + e \left(\frac{P_{Vi}}{P_L} - 1 \right)} \quad (2.4)$$

2) в дистиллят уходят практически все НКК, а в остаток – большинство НКК.

Основываясь на указанных соображениях принимаем следующий расход компонентов дистиллята

$$VD = \begin{pmatrix} 1.00 \\ 1.00 \\ 140.00 \\ 0.10 \\ 0.10 \\ 0.10 \end{pmatrix} \frac{\text{кмоль}}{\text{ч}}$$

В результате перебора ряда возможных значений ЭВМ был получен состав дистиллята, при котором невязка по составам в питательной секции не превышает заданной точности (см. ниже).

Уточненный расход компонентов дистиллята

$$VD = \begin{pmatrix} 1.601 \\ 1.087 \\ 149.182 \\ 0.071 \\ 0.098 \\ 0.013 \end{pmatrix} \frac{\text{кмоль}}{\text{ч}}$$

Мольный расход компонентов остатка определяется из материального баланса колонны

$$V_{Ri} = V_{Li} - V_{Di} \quad (2.8)$$

Результаты расчета по формуле (2.8)

$$VR = \begin{pmatrix} 499.32 \\ 531.76 \\ 4.42 \\ 22.53 \\ 1.60 \\ 0.47 \end{pmatrix} \frac{\text{кмоль}}{\text{ч}}$$

Мольный расход дистиллята

$$D = \sum V_{Di}, \quad (2.9)$$

2.2.3 Расчет числа теоретических тарелок

Для определения числа теоретических тарелок рассчитывается коэффициент относительной летучести НКК по отношению к ВКК при режимных параметрах питательной секции по формуле

$$a = \frac{P_{v_{НКК}}}{P_{v_{ВКК}}}, \quad (2.13)$$

где $P_{v_{НКК}}$ – давление насыщенных паров НКК, МПа;

$P_{v_{ВКК}}$ – давление насыщенных паров ВКК, МПа

Минимальное число теоретических тарелок, соответствующее режиму «полного» орошения, определяется по методу Фенске:

$$N_{t_{\min}} = \frac{\ln \frac{X_R (1 - Y_D)}{Y_D (1 - X_R)}}{\ln(\alpha)} \quad (2.14)$$

Число теоретических тарелок, соответствующее рабочим флегмовому и паровому числам, рассчитывается по формуле:

$$N_t = 1,7N_{t_{\min}} + 0,7 \quad (2.15)$$

Полученное значение округляется до целого числа в большую сторону.

2.2.4 Расчет флегмового и парового чисел

Минимальное флегмовое число, соответствующее минимальной разделительной способности тарелок, определяется по формуле:

$$R_{p_{\min}} = \sum \left(\frac{\varphi Y_{Di}}{\alpha_i - \varphi} \right), \quad (2.16)$$

где параметр φ находится из соотношения:

$$\sum \left(\frac{\alpha_i X_{Li}}{\alpha_i - \varphi} \right) = e. \quad (2.17)$$

Рабочее флегмовое число, соответствующее оптимальной способности тарелок, рассчитывается по формуле:

$$R_p = 1,35 R_{p_{\min}} + 0,35 \quad (2.18)$$

Рабочее паровое число рассчитывается из материального баланса питательной секции по формуле:

$$S_p = \frac{D R_p + L (1 - e)}{R} - 1 \quad (2.19)$$

График функции (2.26) при режимных параметрах верха колонны показан на рисунке 2.5.

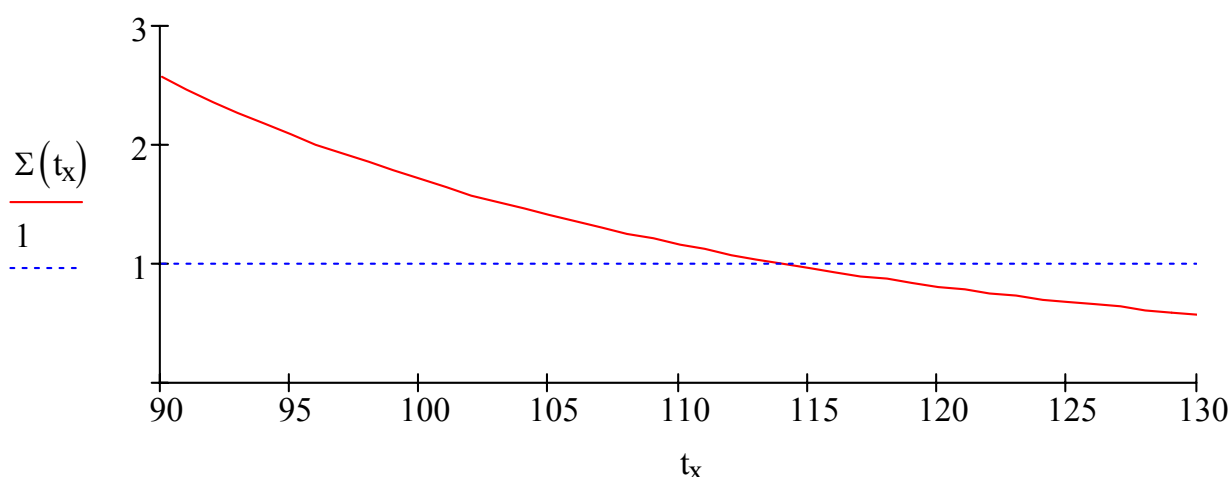


Рисунок 2.5 – График функции (2.26) при режимных параметрах верха колонны

В соответствии с этим графиком, температура верха колонны

$$t_D = 114 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура низа колонны T_R находится аналогично по уравнению состояния изотермы жидкой фазы в виде:

$$\sum X_{Ri} \frac{P_{Vi}}{P_R} = 1 \quad (2.27)$$

График функции при (2.27) режимных параметрах куба колонны показан на рисунке 2.6.

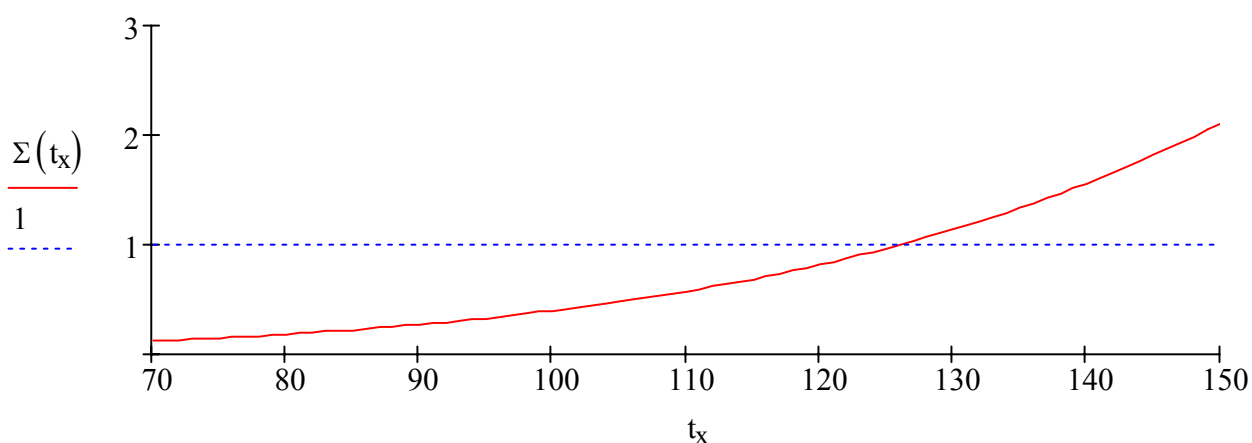


Рисунок 2.6 – График функции (2.27) при режимных параметрах куба колонны

В соответствии с этим графиком, температура куба колонны

$$t_D = 127 \text{ } ^\circ\text{C}$$

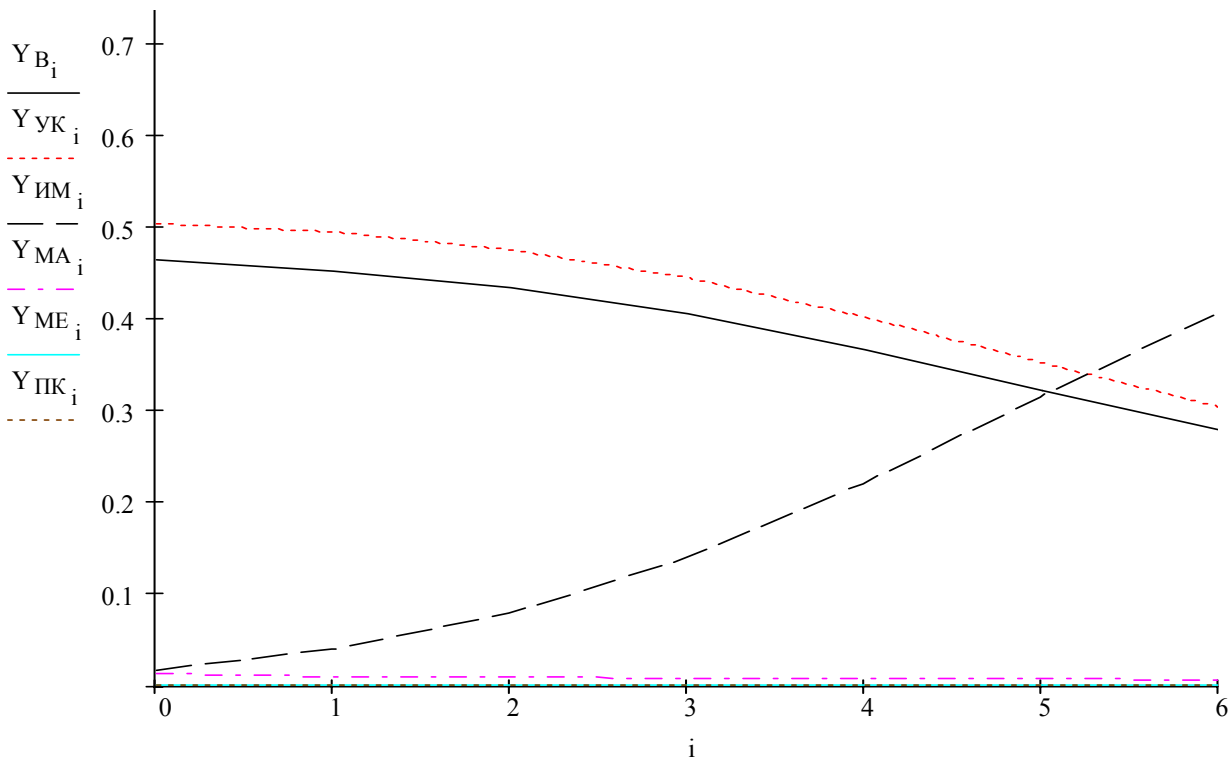


Рисунок 2.8 – Составы паровой фазы на тарелках для нижней секции колонны

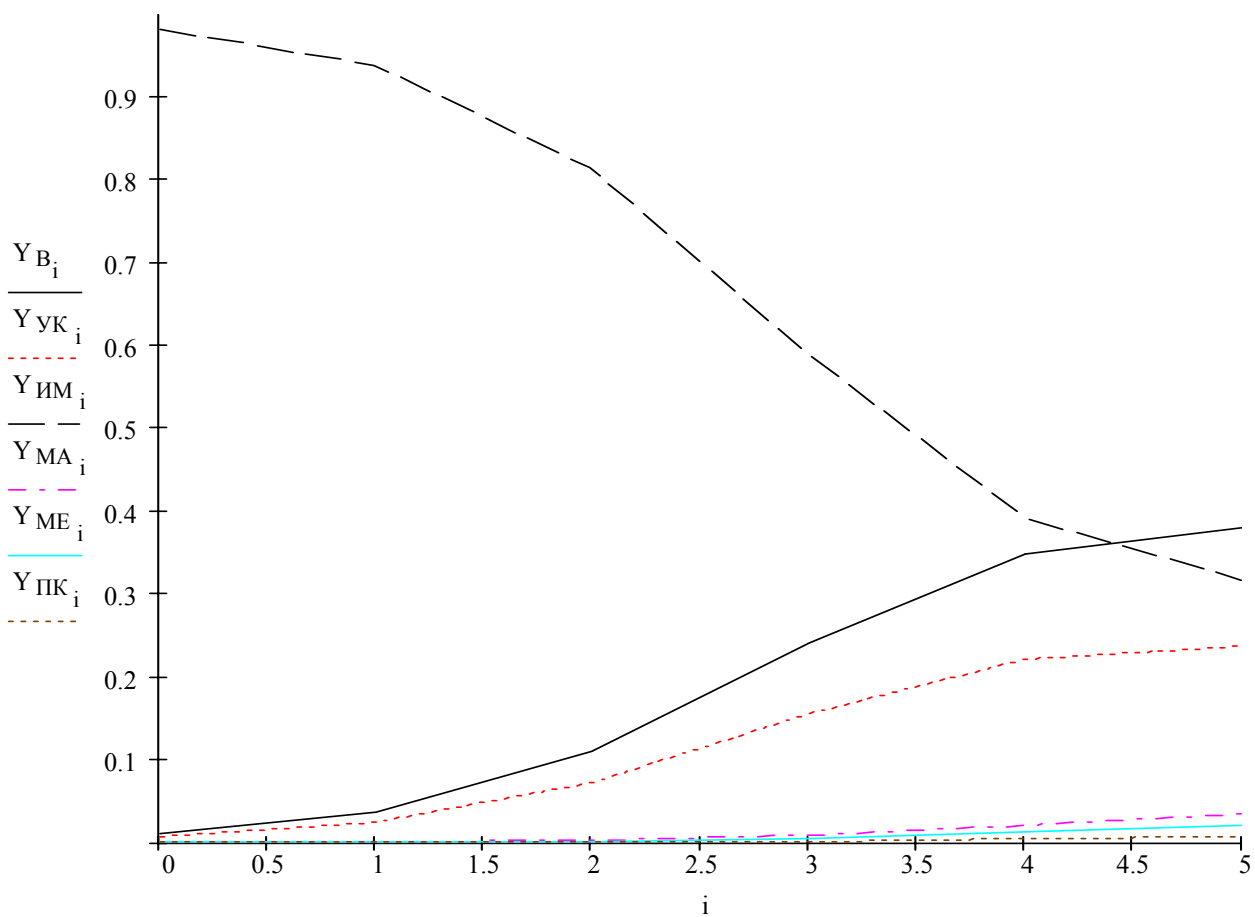


Рисунок 2.9 – Составы паровой фазы на тарелках для верхней секции колонны

2.2.8 Расчет диаметра колонны

Диаметр колонны рассчитывается в трех характерных сечениях: над верхней тарелкой; под нижней тарелкой; в питательной секции.

Диаметр D_K , м, колонны определяется по формуле:

$$D_K = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{\text{СЕК}}}{\pi \cdot w_{\text{доп}}}}, \quad (2.33)$$

где $V_{\text{СЕК}}$ – объемный расход паров в расчетном сечении, $\text{м}^3/\text{с}$;

$w_{\text{доп}}$ – допустимая скорость паров, $\text{м}/\text{с}$.

Величина $w_{\text{доп}}$ определяется по формуле:

$$w_{\text{доп}} = 8,5 \cdot 10^{-5} \cdot C \sqrt{\frac{\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}}}}, \quad (2.34)$$

где $\rho_{\text{п}}$ – плотность паров, $\text{кг}/\text{м}^3$;

C – коэффициент, учитывающий признак условий ректификации, определяемый по аппроксимационным формулам.

2.2.9 Гидравлический расчет тарелок

Гидравлическое сопротивление одной тарелки

$$\Delta P_T = \Delta P_{\text{ст}} + \Delta P_{\sigma} + \Delta P_{\text{гж}} \quad (2.35)$$

где $\Delta P_{\text{ст}}$ – сопротивление сухой тарелки, Па;

ΔP_{σ} – сопротивление от сил поверхностного натяжения, Па.

Сопротивление сухой тарелки

$$\Delta P_{\text{ст}} := \xi \cdot \frac{w_{\text{пр}}^2 \cdot \rho_{\text{г}}}{2} \quad (2.36)$$

где $\xi = 4,7$ – коэффициент сопротивления для колпачковых тарелок [4]

$w_{\text{пр}}$ – скорость газа в прорезях колпачков

$$w_{\text{пр}} := 0,6 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot h_{\text{пр}}}{\rho_{\text{г}}}} \quad (2.37)$$

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

$$Q = L \frac{M_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ж}}} \quad (2.44)$$

где $M_{\text{ж}}$ – мольная масса жидкости кг/кмоль.

2.2.10 Расчет диаметров основных штуцеров

Диаметры основных штуцеров колонны $D_{\text{шт}}$, м вычисляются по формуле:

$$D_{\text{шт}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{\text{с}}}{\pi \cdot W_{\text{шт}}}}, \quad (2.45)$$

где $V_{\text{с}}$ – расход потока среды через соответствующий штуцер, м³/с;

$W_{\text{шт}}$ – рекомендуемая скорость потока в штуцере, м/с.

Рассчитываемые диаметры штуцеров округляются до ближайших стандартных значений.

2.2.11 Расчет высоты колонны

Полная высота колонны вычисляется по формуле

$$H_{\text{к}} = H_{\text{оп}} + H_{\text{куб}} + H_1 + H_{\text{отг}} + H_{\text{пит}} + H_{\text{кон}} + H_2 + H_{\text{дн}}, \text{ м}, \quad (2.46)$$

где $H_{\text{оп}}$ – высота опорной части (мантии), принимаемая равной 2 ... 4 м;

$H_{\text{куб}}$ – высота кубовой части, м;

H_1 – высота от уровня жидкости в кубе до нижней тарелки, принимаемая равной 1 ... 1,5 м, но не менее $0,3 \cdot H_{\text{куб}}$;

$H_{\text{отг}}$ – высота, занимаемая тарелками отгонной секции, м;

$H_{\text{пит}}$ – высота секции питания, принимаемая равной 1 ... 1,5 м;

$H_{\text{кон}}$ – высота, занимаемая тарелками концентрационной секции, м;

$H_{\text{дн}}$ – высота верхнего днища, м.

Высоты отгонной и концентрационной секций определяются по формуле:

$$H = (N - 1) h_{\text{т}}$$

где N – число действительных тарелок в секции; $h_{\text{т}}$ – расстояние между тарелками в секции, м. Высота эллиптического днища $H_{\text{дн}} = 0,25D_{\text{к}}$.

3 Расчетно-конструкторский раздел

3.1 Разработка и описание конструкции проектируемого оборудования

Проектируемая колонна отгонки легких фракция показана на рисунке 3.1. Она представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат колонного типа переменного сечения: нижняя часть диаметром 2.6 м, верхняя 2.0 м.

Корпус колонны состоит из двух обечаек 1 и 2, конического перехода 3, верхнего 4 и нижнего днища 5. Общая высота колонны составляет 20240 мм. В колонне установлены 10 колпачковых тарелок 9 диаметром 2000 мм и 11 колпачковых тарелок 10 диаметром 2600 мм. Ввод и вывод потоков выполняется через штуцера 11-15. Для обслуживания внутренних устройств колонны предусмотрено 4 люк-лаза 7.

Колонна устанавливается на цилиндрической опоре 6. Монтаж колонны выполняется за монтажные штуцеры 8.

При проектировании оборудования необходимо рассчитать толщину стенки колонны, чтобы обеспечить необходимую прочность при эксплуатации колонны, а также необходимо учитывать ветровые нагрузки, которые аппарат может испытывать, так как колонна установлена на открытой площадке.

Колонна работает под технологическим давлением $p_T = 0,22$ МПа при максимальной температуре 140 °С. Среда в колонне является коррозионной - примерно 50% уксусная кислота в кубе.

3.2 Выбор материала

Согласно [7, стр. 322] в сосудах и аппаратах, предназначенных для работы с уксусной кислотой, рекомендуется использовать сталь «Хостелой С». Характеристики выбранного материала при 140 °С определяем интерполированием табличных данных при 20 °С и при 300 °С [7, стр. 97]

$$\sigma_{B20} = 570 \text{ МПа}; \sigma_{B300} = 460 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{T20} = 360 \text{ МПа}; \sigma_{T300} = 300 \text{ МПа}.$$

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

$$\sigma_B = \sigma_{B20} + (140 - 20) \frac{\sigma_{B300} - \sigma_{B20}}{300 - 20} = 570 + 120 \times \frac{460 - 570}{280} = 523 \text{ МПа}; \quad (3.1)$$

$$\sigma_T = \sigma_{T20} + (140 - 20) \frac{\sigma_{T300} - \sigma_{T20}}{300 - 20} = 360 + 120 \times \frac{300 - 360}{280} = 334 \text{ МПа}. \quad (3.2)$$

Определим номинальное допускаемое напряжение. Согласно [7, табл. 14.5] расчет для легированной стали при рабочей температуре менее 525 °С необходимо вести по формулам

$$\sigma^* = \min \left\{ \frac{\sigma_B}{n_B}; \frac{\sigma_T}{n_T} \right\}, \quad (3.3)$$

где n_B – запас прочности по пределу прочности, для стального проката из легированной стали $n_B = 2,6$ [7, табл. 14.6];

n_T – запас прочности по пределу текучести, для стального проката из легированной стали при давлении в аппарате не более 0,9 МПа $n_T = 1,65$ [7, табл. 14.6].

Соответственно нормативное допускаемое напряжение при расчетной температуре и при 20 °С:

$$\sigma^* = \min \left\{ \frac{523}{2,6}; \frac{334}{1,65} \right\} = \min \{201; 202\} = 201 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{20}^* = \min \left\{ \frac{570}{2,6}; \frac{360}{1,65} \right\} = \min \{219; 218\} = 218 \text{ МПа}.$$

Допускаемое напряжение при статических однократных нагрузках для рабочего состояния выбранного материала составляют

$$[\sigma] = \eta \sigma^*; \quad (3.4)$$

$$[\sigma]_{20} = \eta \sigma_{20}^*, \quad (3.5)$$

где η – поправочный коэффициент, учитывающий вид заготовки, для листового проката $\eta = 1,0$ [7, с. 10]. Подставляя числовые значения, получим

$$[\sigma] = 1,0 \times 201 = 201 \text{ МПа};$$

$$[\sigma]_{20} = 1,0 \cdot 218 = 218 \text{ МПа}.$$

Допускаемое напряжение при гидроиспытаниях

$$[\sigma]_{\text{г}} = \sigma_{T20} / 1,1 = 360 / 1,1 = 327 \text{ МПа}. \quad (3.6)$$

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

p_r = гидростатическое давление столба жидкости в аппарате, МПа; в силу особенности конструкции ректификационной колонны $p_r = 0$ МПа;

Поэтому

$$p_p = 0,220 + 0,000 = 0,220 \text{ МПа.} \quad (3.10)$$

Давление при испытаниях

$$p_{\text{и}} = \max \left(\frac{1,25 p_r [\sigma]_{20} / [\sigma]}{p_r + 0,3} \right) = \quad (3.11)$$
$$= \max \left(\frac{1,25 \times 0,220 \times 218 / 201}{0,220 + 0,3} \right) = \max \left(\frac{0,298}{0,520} \right) = 0,520 \text{ МПа.}$$

Соответствующая расчетная толщина стенки

$$s_p = \max \left(\frac{\frac{0,220 \times 2600}{2 \times 1,00 \times 201 - 0,520}}{\frac{0,520 \times 2600}{2 \times 1,00 \times 327 - 0,520}} \right) = \max \left(\frac{1,42}{2,07} \right) = 2,07 \text{ мм.}$$

Прибавка к расчетной толщине обечайки определяется по формуле

$$c = c_1 + c_2 + c_3, \quad (3.12)$$

где c_1 – прибавка для компенсации коррозии и эрозии, мм;

c_2 – прибавка для компенсации минусового допуска, мм;

c_3 – технологическая прибавка, мм.

Прибавка для компенсации коррозии и эрозии

$$c_1 = \Pi \tau + c_3, \quad (3.13)$$

где Π – скорость коррозии, $\Pi = 0,05$ мм/год;

τ - срок службы аппарата, $\tau = 15$ лет;

c_3 – прибавка для компенсации эрозии, $c_3 = 0$ мм.

Соответственно

$$c_1 = 0,05 \times 15 + 0 = 0,75 \text{ мм.}$$

При листовом прокате и сварной обечайке $c_2 = 0$ мм и $c_3 = 0$ мм [8, с. 16]. Поэтому

$$c = 0,75 + 0 + 0 = 0,75 \text{ мм.}$$

Соответственно исполнительная толщина стенки цилиндрической обечайки составит

$$s = 2,07 + 0,75 = 2,82 \text{ мм.}$$

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

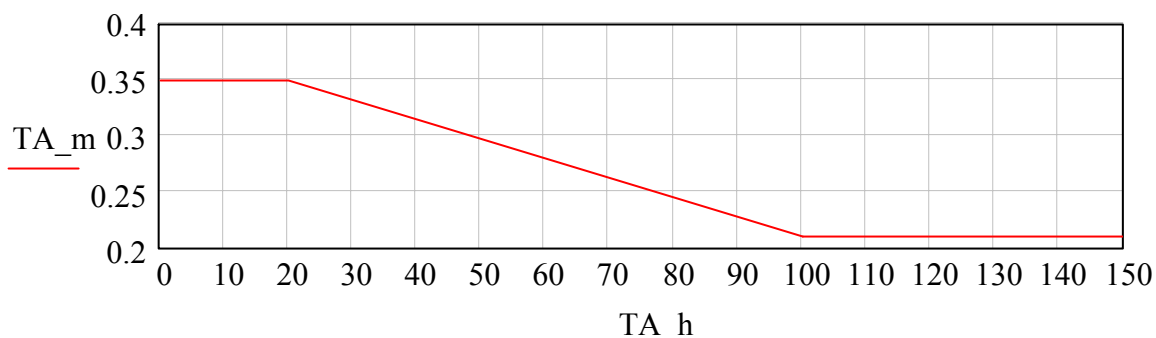


Рисунок 3.6 – График для определения коэффициента пульсаций напора ветра

Коэффициенты пульсации скоростного напора ветра определяется в зависимости от высоты центра масс участка

$$m := \Omega m(h) \quad (3.36)$$

Коэффициент увеличения скоростного напора ветра при монтаже и эксплуатации аппарата

$$\beta_{\text{МОНТ}} := 1 + \varepsilon_{\text{МОНТ}} \cdot m \quad (3.37)$$

$$\beta_{\text{РАБ}} := 1 + \varepsilon_{\text{РАБ}} \cdot m \quad (3.38)$$

График для определения поправочного коэффициента на увеличение скоростного напора ветра приведен на рисунке 3.7.

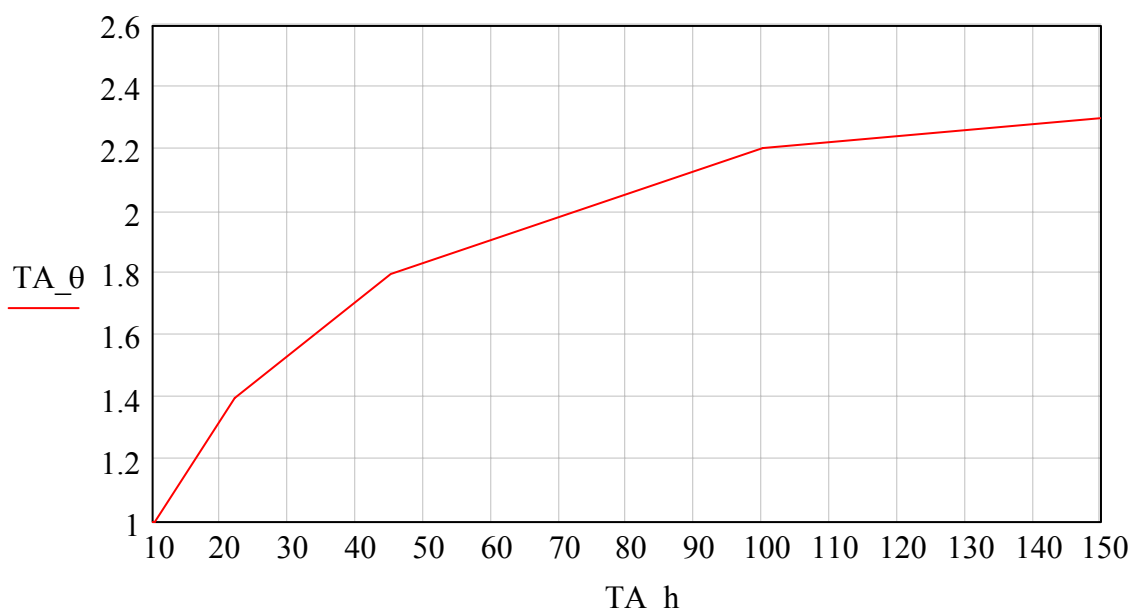


Рисунок 3.7 – График для определения коэффициента пульсаций напора ветра

$$s_k := 1.73 \cdot l_{\text{нар}} \cdot \sqrt{\frac{\sigma}{\sigma_{\text{ид}}}} = 1,73 \times 300 \times \sqrt{\frac{6.408}{450}} = 21.9 \text{ мм.} \quad (3.53)$$

Принимаем толщину фундаментного кольца

$$s_k = 22 \text{ мм.}$$

Наибольшее напряжение на опорной поверхности кольца

$$\sigma_{x1} := \frac{G_{\text{max}}}{F} - \frac{M_{\text{max}}}{W} = \frac{0.165}{3.989} - \frac{15.44}{2.424} = -6,325 \text{ МПа;} \quad (3.54)$$

$$\sigma_{x2} := \frac{G_{\text{min}}}{F} - \frac{M_{\text{mir}}}{W} = \frac{0.096}{3.989} - \frac{15,06}{2.424} = -6,187 \text{ МПа.} \quad (3.55)$$

Поскольку расчетные значения меньше 0, то аппарат является неустойчивым, необходима установка фундаментных болтов. Расчетное напряжение для расчета болтов

$$\sigma_{\text{б}} := \max(|\sigma_{x1}|, |\sigma_{x2}|) = \max(6.325, 6.187) = 6.325 \text{ МПа.} \quad (3.56)$$

Общая условная расчетная нагрузка на фундаментные болты

$$P_{\text{б}} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - D_2^2) \cdot \sigma_{\text{б}} = \frac{3.14}{4} \times (3.220^2 - 2.300^2) \times 6.325 = 25,23 \text{ МН.} \quad (3.57)$$

Количество болтов определяется конструктивно

$$z = 40.$$

Нагрузка на один болт

$$P_{\text{б1}} := \frac{P_{\text{б}}}{z} = 25,23 / 40 = 0,631 \text{ МН.} \quad (3.58)$$

Допускаемое напряжение для материала болтов

$$\sigma_{\text{бд}} := 537 \text{ МПа}$$

Прибавка на коррозию для болтов

$$c_{\text{кб}} := 2 \text{ мм}$$

Расчетный диаметр резьбы болта

$$d_{\text{б}} := \sqrt{\frac{4P_{\text{б1}}}{\pi \sigma_{\text{бд}}}} + c_{\text{кб}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.631}{3.14 \times 537}} + 2 = 40.67 \text{ мм.} \quad (3.59)$$

Принимаем диаметр фундаментных болтов

$$d_{\text{б}} = 42 \text{ мм.}$$

		N			
ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ					

4 Специальный раздел

4.1 Выбор схемы транспортировки оборудования

В практике монтажа технологическое оборудование и конструкции часто перевозятся к месту монтажа и в монтажной зоне по шоссейным и грунтовым дорогам. Для перевозки крупногабаритного и тяжеловесного оборудования применяются прицепы-тяжеловозы различной грузоподъемности, которые буксируются тракторами или специальными колесными тягачами. Если габариты и масса перевозимого оборудования превышают паспортные характеристики прицепов по грузоподъемности и размеры платформ, то оно перевозится на двух и более прицепах.

Учитывая массу и габариты оборудования или конструкций, состояние и характеристику дороги (подъемы, уклоны и радиусы закруглений), выбирают прицепы-тяжеловозы и тип тягачей, устанавливают их количество. В некоторых случаях можно идти от обратного, т. е. зная технические данные прицепов и тягачей и дорожные условия, определять максимально допустимые массы и габариты транспортируемого оборудования.

Транспортировка колонны от завода-изготовителя к месту установки производится отдельными фрагментами. Наиболее трудоемкая часть операции – транспортировка обечайки. На заводе-изготовителе осуществляют сборку отдельных фрагментов этих секций – царг. Царги представляют собой свернутые в трубу листы проката. Из этих фрагментов в дальнейшем и собираются секции. На заводе производят контрольную сборку колонны прихватками. Далее – колонну разрезают по прихваткам и везут к месту дальнейшей сборки.

4.2 Выбор транспортных средств

Рассчитаем тягач для транспортировки царги диаметром 1000 мм. Высота фрагмента – 1,6 м, масса – 0,697 т. Согласно этим данным ориентировочно подбираем тягач без прицепа МАЗ-504 [9, т. 28]. Груз переводится непосредственно в кузове тягача, куда укладываются две царги общей массой $G_0 = 2 \times 0,697 = 1,394$ т.

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

4.3 Обоснование выбора схемы монтажа

Колонна доставляется на место в разобранном состоянии. На месте производится укрупненная сборка. Вследствие относительной дороговизны монтажных работ на высоте (полная высота колонны в сборе около 20 м) сборка корпуса производится в горизонтальном состоянии. Тарелки монтируются на завершающей стадии, когда колонна уже поставлена в рабочее вертикальное положение.

Масса и размеры оборудования позволяют выполнить монтаж одним краном. Такой способ дешевле, чем монтаж при использовании мачт, поэтому выбираем его. Схема монтажа показана на рисунке 4.1.

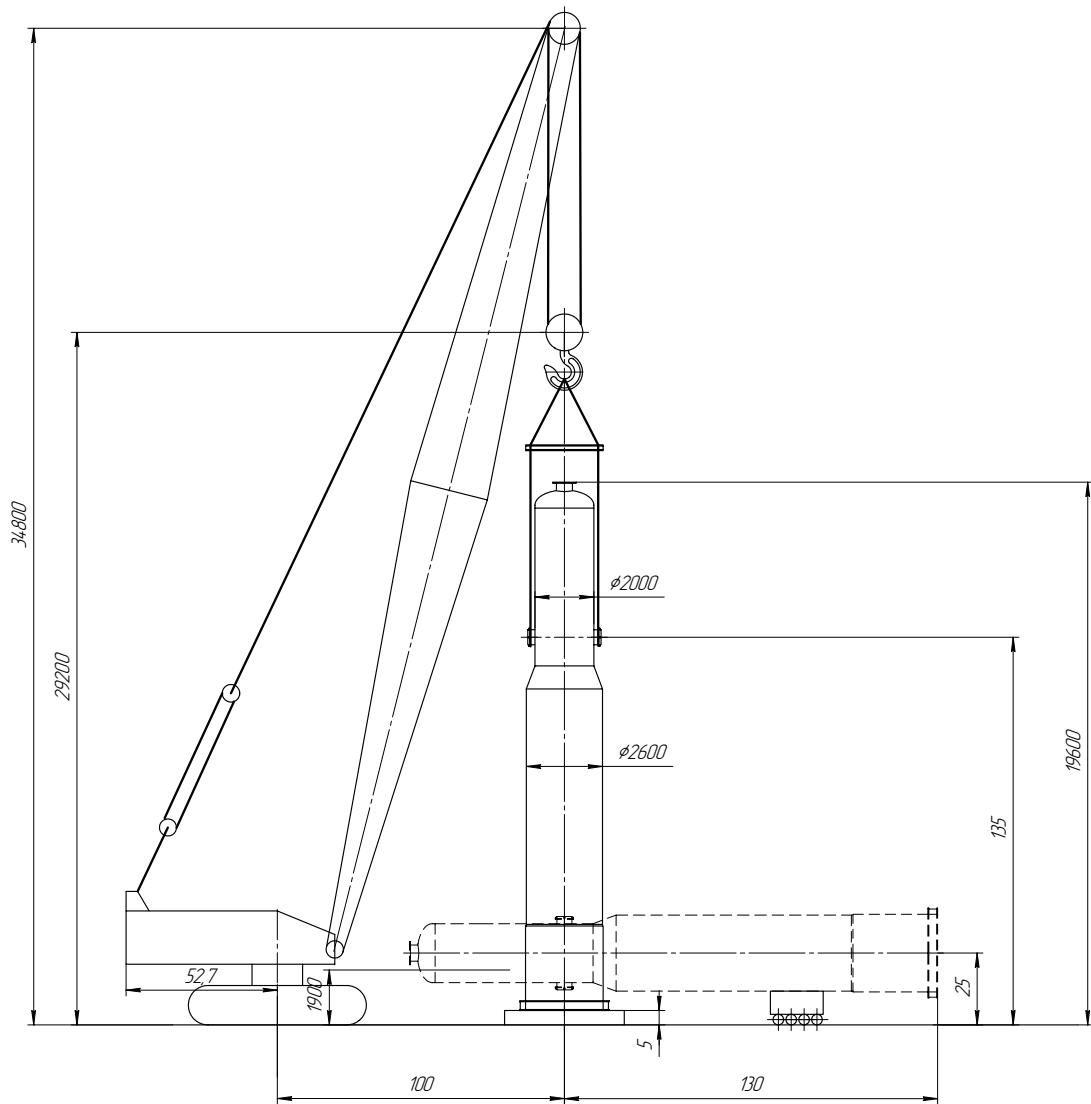


Рисунок 4.1. Схема монтажа колонны

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
	N					

Для подтверждения возможности размещения поднятого над фундаментом блока аппарата в подстреловом пространстве вычерчивается монтажная схема в масштабе.

4.4.2 Выбор и расчёт траверсы

Траверса представляет собой жёсткое грузозахватное приспособление, предназначенное для подъёма крупногабаритного оборудования при необходимости строповки его за несколько точек. Выбираем траверсу, работающую на изгиб, расчётная схема которой приведена на рисунке 4.2.

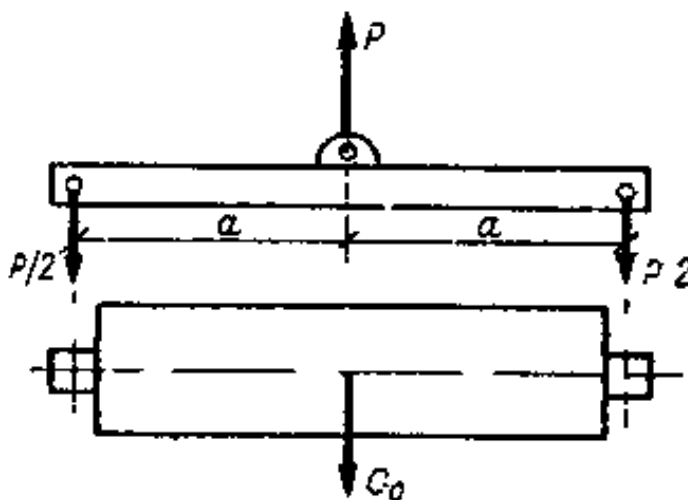


Рисунок 4.2 – Расчётная схема траверсы, работающей на изгиб

Масса траверсы незначительна по сравнению с массой поднимаемого груза, поэтому в расчётах её можно не учитывать.

Определяем нагрузку, действующую на траверсу по формуле:

$$P = 10 \cdot G_0 \cdot \kappa_n \cdot \kappa_d \quad (4.8)$$

$$P = 10 \cdot 14 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 170 \text{ кН.}$$

Определяем изгибающий момент в траверсе по формуле:

$$M = \frac{P \cdot a}{2}, \quad (4.9)$$

где $a = \frac{B}{2} + 0,12 = \frac{1}{2} + 0,12 = 0,62$ м – длина плеча траверсы.

Натяжение в одном витке стропа определяется по формуле:

$$S = \frac{P}{m \cdot n \cdot \cos \alpha}, \quad (4.10)$$

где $P = 52,7/2 = 26$ кН – усилие, приложенное к стропу;

$m = 2$ – количество ветвей витого стропа;

$n = 1$ – число канатных витков в сечении одной ветви;

$\alpha = 15^\circ$ – угол между ветвью стропа и направлением усилия P (рекомендуется $\leq 30^\circ$).

$$S = \frac{26}{2 \cdot 1 \cdot 0,97} = 11 \text{ кН.}$$

Разрывное усилие в одном канатном витке определяется с учётом коэффициента запаса по формуле:

$$R_H = S \cdot k_3, \quad (4.11)$$

где $k_3 = 5$ – коэффициент запаса прочности. [8, Приложение XI]

$$R_H = 11 \cdot 5 = 55 \text{ кН.}$$

Выбираем для канатного витого стропа стальной канат типа ЛК-РО. Расчётный диаметр поперечного сечения ветви стропа определяется по формуле:

$$d_c = 3 \cdot d, \quad (4.12)$$

где $d = 0,0115$ м – выбранный диаметр каната для витков стропа.

$$d_c = 3 \cdot 0,0115 = 0,0345 \text{ м.}$$

Минимальный диаметр захватного устройства определяется по формуле:

$$D_c = k_c \cdot d_c, \quad (4.13)$$

где $k_c = 4$ – коэффициент соотношения диаметров захватного устройства цилиндрической формы и поперечного сечения ветви стропа ($k_c \geq 4$).

$$D_c = 0,0345 \cdot 4 = 0,138 \text{ м.}$$

4.4.4 Расчет монтажных штуцеров

Для строповки вертикальных цилиндрических аппаратов при их подъеме и установке на фундамент часто применяются монтажные (ложные) штуцера. Для увеличения жесткости внутри штуцера могут быть вварены ребра из листовой

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

По таблице [9, приложение V] определяем с запасом сечение патрубка для монтажного штуцера с моментом сопротивления 290 см^3 .

Проверяем прочность сварного кольцевого шва, крепящего монтажный штуцер к аппарату:

$$\frac{N_r}{\beta h_{\text{ш}} l_{\text{ш}}} + \frac{M}{\beta h_{\text{ш}} \pi r^2} \leq m R_y^{\text{св}}, \quad (4.17)$$

где β - коэффициент, учитывающий глубину провара (для автоматической сварки $\beta = 1,0$ [9, с. 68]);

r – радиус штуцера, $r = 50 \text{ см}$;

$h_{\text{ш}}$ —толщина шва, $h_{\text{ш}} = 12 \text{ мм}$ [9, с. 68];

N_r – горизонтальная составляющая усилия N ,

$$N_r = N \sin(15) = 71,5 \times 0,259 = 23,3 \text{ кН}$$

Итого

$$\frac{23,3}{1,0 \times 12 \times 0,3} + \frac{27}{0,7 \times 12 \times \pi \times 0,5^2} \leq 1 \times 50$$
$$13,3 \leq 50$$

Следовательно монтажный шов выдержит.

4.4.5 Выверка и испытание оборудования

Выверкой называют процесс установки оборудования в положение, предусмотренное проектом, с помощью специальных выверочных опорных элементов, центровочных приспособлений и грузоподъемных средств.

Выверку оборудования производят в плане, по высоте и по горизонтали (вертикали), а также относительно ранее установленного оборудования с контролем отклонения от соосности перпендикулярности и параллельности в зависимости от требований технической документации завода-изготовителя и проекта производства работ [12].

Предварительную выверку в плане осуществляют путем совмещения отверстий в опорной части оборудования с ранее установленными фундаментными болтами. При окончательной выверке оборудование устанавливают в проектное положение относительно осей фундаментов или строительных конструкций путем перемещения оборудования грузоподъемными механизмами, домкратами или

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

хе для на предприятии. Кроме того, должны разрабатываться и вводиться в действие приказом по предприятию инструкции по эксплуатации, регламентирующие безотказную работу оборудования на данном предприятии.

Мастер цеха обязан помогать эксплуатационному персоналу совершенствовать производственные навыки по эксплуатации оборудования, предотвращению аварий и предупреждению преждевременного износа.

Ответственность за неправильную эксплуатацию оборудования, тем более приведшую к поломкам и авариям, наряду с непосредственными виновниками, несут мастер и начальник цеха (участка).

4.5.2 Основные причины отказа оборудования

Одной из основной причин отказа оборудования является коррозия. Причина – производственные среды относятся к разряду агрессивных. Азотная кислота и ее производные при высокой температуре и избыточном давлении образуют азотнокислые среды, являющиеся сильноагрессивными. Такие рабочие среды вызывают усиленный коррозионный износ металлов и сплавов, из которых изготовлено оборудование и коммуникации, несмотря на то, что они изготавливаются из кислотостойкой стали.

4.5.3 Подготовка к ремонту и ремонт оборудования

Основанием для остановки оборудования на ремонт служит месячный график планово-периодического ремонта. На подготовку и остановку на ремонт крупного технологического оборудования издается приказ по предприятию, в котором указываются: сроки подготовки и ремонта; исполнители работ; ответственные за технику безопасности; ответственные за подготовку оборудования к ремонту; руководители ремонта по объектам (отделениям, участкам, комплексам и т. п.); ответственные (комиссия) за качество и выполнение ремонта в установленные сроки. Подготовка и остановка основного технологического оборудования на ремонт осуществляется по письменному распоряжению начальника цеха, в котором указывается лицо, ответственное за остановку и подготовку оборудования к ремонту [9].

довании, коммуникациях, колодцах и приемках путем проведения соответствующих анализов; д) подготовить места для установки заглушек и установить их.

Подготовка оборудования к ремонту производится эксплуатационным и дежурным ремонтным персоналом технологического цеха. Ответственность за подготовку мест установки заглушек, за их установку и снятие, а также за своевременную запись об этом в журнале несет лицо, ответственное за вывод оборудования в ремонт. После установки заглушек ответственное лицо должно указать их номера на схеме установки заглушек и сделать об этом запись в журнале учета установки и снятия заглушек. Ответственность за качество устанавливаемых заглушек несет механик цеха. Схему на установку заглушек подписывает заместитель начальника цеха. Дежурный ремонтный персонал на подготовительные работы может привлекаться -только по письменному распоряжению начальника цеха. Во всех остальных случаях дежурному ремонтному персоналу запрещается самостоятельно проводить установку и снятие технологических заглушек.

Состояние работ по подготовке оборудования к ремонту записывается в журнале приема и сдачи смен. Работы по подготовке к ремонту, не законченные предыдущей сменой, оформляются в журнале приема и сдачи смен ответственным за подготовку и продолжаются следующей сменой. О выполненных подготовительных работах и принятых мерах по технике безопасности ответственное лицо за вывод оборудования в ремонт делает отметку в журнале начальников смен.

Полностью подготовленное к ремонту оборудование сдается лицом, ответственным за вывод оборудования в ремонт, руководителю ремонта (мастеру ремонтно-механического или энергоремонтного цеха, мастеру цеха централизованного ремонта и т. п.).

Без двухстороннего подписания документов на сдачу оборудования в ремонт руководитель ремонта не имеет права приступить к ремонту, а ответственное лицо за вывод и подготовку оборудования к ремонту не имеет права допускать ремонтников к началу работ на оборудовании.

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

Выбираем пневматическую систему передачи сигнала на расстояние, так как она может применяться при взрывоопасных производствах. Схема автоматизации реализована с помощью приборов пневматической ветви государственной системы, которые обеспечивают необходимую точность и достаточную дальность передачи сигнала (до 300 м).

При нормальном протекании процесса ректификации необходимо поддерживать постоянную температуру исходной смеси она составляет $T = 145 \text{ }^\circ\text{C}$, этого можно достигнуть, регулируя расход греющего пара в теплообменнике (подогревателе).

Расход исходной смеси не является параметром контроля и регулирования так как смесь поступает в колонну с колонны осушки уксусной кислоты.

Температура сверху колонны ($T = 105 \text{ }^\circ\text{C}$) регулируется расходом заходящей воды в дефлегматор, что влияет на температуру флегмы и, соответственно, на температуру сверху колонны.

Давление сверху колонны ($P=0,25 \text{ МПа}$) связано с температурой, соответственно при рабочих режимных параметрах оно будет находится в допустимых пределах. Для возможности анализа работы установки выполняется только регистрация давления сверху колонны.

Уровень остатка в кубе колонны ($L=1,3 \text{ м}$) регулируется отбором остатка.

Основным продуктом колонны является дистиллят (уксусная кислота), поэтому необходимо контролировать концентрацию паров и регулировать ее, поддерживая постоянной ($Q=99,8 \text{ } \%$), регулирование происходит за счет изменения количества флегмы.

5.2 Выбор и обоснование технических средств и систем автоматизации

Все приборы были выбраны на основании справочных данных, приведенных в [17].

Датчиком для измерения расходов выбрана камерная диафрагма типа ДК, создающая перепад давления на трубопроводе. Диафрагма работает в комплекте с дифманометром ДМ-П1, который преобразует перепад давления в стандартный

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

Таблица 5.1 – Заказная спецификация приборов и средств автоматизации

Заказная спецификация приборов и средств автоматизации						
СевКавГТУ		Производство уксусной кислоты.				
НТИ		Отделение ректификации				
						Дипломный проект
				Лист 1	Листов 5	
Позиция	Наименование параметра, среда, место отбора импульса	Предельное значения па-	Место установки	Наименование и характеристика	Тип, модель	Завод- изготовитель
1	2	3	4	5	6	7
2-1	Температура сырья	145 °С	На трубопроводе	Термопара хромель копелевая с пределом измерения 800 °С, сталь 12Х18Н10Т	ТХК-0515	Приборостроительный завод г. Луцк
2-2			Щит оператора	Милливольтметр, предназначенный для показания и регулирования температуры, класс точности 1,5	ТГС-711	ОАО «Челябинский завод «Теплоприбор»
2-3			Щит преобразователей	Электропневматический преобразователь с выходным сигналом 0,02 – 0,1 МПа	ЭПП – 63	«Энергоприбор» г. Москва
4-1	Температура верха колонны	105 °С	В аппарате	см. пункт 2-1		

Продолжение таблицы 5.1.

ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ

Продолжение таблицы 5.1.

1	2	3	4	5	6	7
1-5			На трубопроводе	Обратный клапан, предназначенный для регулирования расхода различных сред. Пропускает пневматический сигнал только в одном направлении, пропускная способность через открытый дроссель не менее 1.0 м ³ /ч, D _y 80 P _y 1.6 МПа	П-ДК-10-1	ООО «ПРИБОР-СЕРВИС»
3-1	Расход сырья	0,75 м ³ /с		см. пункт 1-1		
3-2				см. пункт 1-2		
3-3			Щит оператора	Вторичный прибор, показывающий, регистрирующий	ПВ2.2	«Тизприбор» г. Москва
5-1	Расход воды	0,64 м ³ /с		см. пункт 1-1		
5-2				см. пункт 1-2		
5-3				см. пункт 1-3		
5-4				см. пункт 1-4		
5-5				см. пункт 1-5		
7-1	Расход флегмы	0,38 м ³ /с		см. пункт 1-1		
7-2				см. пункт 1-2		
7-3				см. пункт 1-3		
7-4				см. пункт 1-4		
7-5				см. пункт 1-5		

ДЛ МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ

Продолжение таблицы 5.1.

1	2	3	4	5	6	7
8-1	Уровень остатка	1,3 м	Низ колонны	Буйковый уровнемер для контроля уровня жидкости с пневматическим унифицированным сигналом 0,02 – 0,1 МПа	УБ ПА	«Теплоприбор» г. Рязань
8-2				см. пункт 1-3		
8-3				см. пункт 1-4		
8-4				см. пункт 1-5		

ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ

Для эффективности реализации результатов проектирования необходимо выполнение следующих требований:

- СНиП 11-89-80*. Генеральные планы промышленных предприятий.
- СНиП 2.01.01-99. Строительная климатология.
- СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
- СНиП 2.01.15-90. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов.
- СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
- СНиП 2.2.4/2.1.8562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

И законов Российской Федерации:

- а) «Об экологической экспертизе».
- б) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
- в) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»

6.1 Анализ опасных и вредных факторов

При нештатных ситуациях на персонал могут воздействовать:

- уксусная кислота, метанол;
- пар давлением 2,9 : 1,4 : 0,4 МПа температурой до 350°C;
- высокотемпературный пар, конденсата, способные вызывать ожоги незащищенных участков тела;
 - повышенный уровень шума, что приводит к увеличению кровяного давления, учащению пульса, дыхания, снижению остроты слуха, ослабления внимания, снижению работоспособности, некоторым нарушения координации движения;
 - высокое напряжение 6000, 380, для электрического освещения – 220В;
 - поражение эклектическим током вследствие удара молнии.

При попадании кислоты на тело человека ионы водорода активно отнимают воду у тканей, обезвоживание приводит к свертыванию белков, возникает так называемый сухой некроз тканей. Кроме того, под воздействием водорода

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

6.2 Мероприятия по предотвращению воздействия опасных и вредных факторов

Для предотвращения разрушения оборудования необходимо выполнение требований «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячего водоснабжения» ПБ 10-573-03:

- 1) правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением ПБ 10-115-96;
- 2) межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок;
- 3) для предотвращения шума санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562 -96, утвержденные постановлением Госсантехнадзора РФ от 31 октября 1996 г. №36.

Для защиты персонала от воздействия опасных и вредных факторов предусмотрены средства индивидуальной защиты.

При производстве уксусной кислоты используются взрывоопасные вещества (метанол, окись углерода, природный газ), а также необходимо учесть, что процессы происходят преимущественно под давлением выше атмосферного, то мероприятия, проводимые по предупреждению взрывов на производстве являются одними из главных.

Методика расчета взята из [13]. Степень разрушения при взрыве можно охарактеризовать величиной избыточного давления ударной волны. Прежде всего необходимо рассчитать эмпирический коэффициент К:

$$K = 0,24 \cdot \frac{R}{17,3 \cdot \sqrt{Q}}, \quad (6.1)$$

где R – расстояние от места взрыва до емкости со взрывчатым веществом, м;
Q – количество взрывоопасной смеси, т.

Предположим, что взрыв произошел в полутора километрах (R = 1500 м) от промежуточной емкости с метанолом Q = 60 т. Тогда

$$K = 0,24 \cdot \frac{1500}{17,3 \cdot \sqrt{60}} = 2,69.$$

При $K \geq 2$ ориентировочное избыточное давление ΔP_{ϕ} , кПа ударной волны определяется по формуле:

$$\Delta P_{\phi} = \frac{22}{K \cdot \sqrt{\lg K + 0,158}}; \quad (6.2)$$

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

$\sigma_{вр}$ – временное сопротивление материала при растяжении (предел прочности), МПа/м²;

r – радиус купола, м.

Минимальный на пределе разрыва мембраны) радиус купола, r , м:

$$r = \frac{D}{4} \cdot \sqrt{(1 + \delta)} / (\sqrt{1 + \delta} - 1), \quad (6.4)$$

где D – рабочий диаметр мембраны, м;

δ – относительное удлинение при разрыве, %.

Принимаем материал мембраны 08X18H10T [7], тонколистовая коррозионно-стойкая сталь, исходя из этого $\delta = 50\%$ [21]. При рабочем диаметре мембраны $D=400$ мм. Тогда:

$$r = \frac{400 \cdot 10^{-3}}{4} \cdot \sqrt{(1 + 0,5)} / (\sqrt{1 + 0,5} - 1) = 544,9 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Принимаем толщину листа $\Delta_0 = 2$ мм, также $\sigma_{вр} = 670$ МН/м² для материала мембраны [21]. Тогда:

$$P_c = 2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 670 \cdot 544,9 \cdot 10^{-3} = 3,46 \text{ МПа.}$$

Определим время полного раскрытия τ_0 , с:

$$\tau_0 = 0,75 \cdot a; \quad (6.5)$$

$$a = \sqrt{\frac{\pi \cdot D \cdot \rho \cdot \Delta_0}{P_c}}, \quad (6.6)$$

где ρ – плотность материала мембраны, $\rho = 7900$ кг/м³ [8].

Тогда

$$a = \sqrt{\frac{3,14 \cdot 400 \cdot 10^{-3} \cdot 7900 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{1,46}} = 3,68$$

$$\tau_0 = 0,75 \cdot 3,68 = 2,8 \text{ с}$$

Время срабатывания мембраны составляет 2,8 с, что дает основания полагать безопасность и практичность внедрения такой степени взрывозащиты.

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

7 Организационно-экономический раздел

7.1 Технико-экономическая характеристика

Экономическая эффективность определена на основе серии последовательно выполненных расчетов показателей (себестоимости продукции, срока окупаемости, прибыли, чистой дисконтированной стоимости дохода, дополнительных капиталовложений и др.).

Оценка эффективности проектных решений осуществлена путем сопоставления стоимостных и натуральных показателей, характеризующих различные варианты решений. К основным стоимостным показателям относятся себестоимость продукции, срок окупаемости, прибыль, чистая дисконтированная стоимость дохода и дополнительные капиталовложения. К натуральным показателям относятся: производительность труда, расход сырья и материалов, топлива и энергии, использование оборудования и производственных площадей и др. Стоимостные показатели дают комплексную оценку экономической эффективности производства.

7.2 Себестоимость продукции

Для расчета себестоимости производства использованы данные практики и проектных расчетов. Определяется полная себестоимость продукции, предназначенной к реализации. Для выявления резервов снижения себестоимости в дипломном проекте сопоставлена общая сумма и состав затрат по проектируемому оборудованию и аналогу. Себестоимость продукции – это выраженные в денежной форме затраты на производство и реализацию продукции (работ, услуг). Это один из важнейших показателей, характеризующий производство и реализацию инженерных проектов.

Для выявления резервов снижения себестоимости продукции необходимо знать не только общую сумму затрат по тому или иному продукту, но и величину расходов в зависимости от места их возникновения. Такую возможность дает

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

7.4 Организация труда и расчет заработной платы.

Расчет штатов и фонда заработной платы произведен отдельно по:

- 1) рабочим основного производства;
- 2) рабочим вспомогательного производства, которые включают в себя: рабочих ремонтных цехов, рабочих, обслуживающих оборудование, кладовщиков, лаборантов и т.д.

Отдельно производится расчет по инженерно-техническим работникам и служащим (по штатному расписанию).

Далее производится расчет годовой заработной платы. Для этого необходимо определить:

- 1) Дневную тарифную ставку, Тс;
- 2) Численность рабочих, Чр;
- 3) Годовой фонд времени (в днях и часах)Фгвр
- 4) Годовой фонд заработной платы по тарифу, который определяется:

$$\Phi_{зпг} = Тс \cdot Чр \cdot \Phi_{гвр}$$

- 5) Премии, П;
- 6) Оплата за работу в ночное время, Он;
- 7) Фонд основной заработной платы, Фзпо, рассчитываемый по формуле

$$\Phi_{зпо} = \Phi_{зпг} + П + Он + Оп$$

Данные сведены в таблицу 7.1 и таблицу 7.2.

Таблица 7.1 – Расчет годового фонда оплаты труда рабочих

Наименование	Средний разряд	Кол-во рабочих	Средняя часовая тарифная ставка	Баланс рабочего времени	Тарифная заработная плата в месяц	Процент премии	Сумма премии	Оплата за работу в ночное время	Фонд оплаты труда за месяц	Фонд оплаты труда за год
Основные рабочие	4	36	29,4	188	198979	30	59694	29847	288520	3462238
Ремонтный персонал	5	8	21,2	166	28154	30	8446	4223	40823	489873
Вспомогательные рабочие	4	7	17,1	166	19870	30	5961	2981	28812	345741
Итого		51			247003		74101	37050	358154	4297852

Расчет себестоимости производства до и после внедрения оборудования произведен в таблице 7.3.

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

7.5 Прибыль

Различают балансовую (валовую) и чистую (остаточную). Балансовая прибыль определяется по формуле:

$$\Pi = В - С$$

где В – выручка от реализации продукции (работ, услуг);

С – затраты на производство и реализацию продукции (работ, услуг);

Чистая прибыль определяется путем вычитания из балансовой прибыли налогов, отчислений, штрафов, и других первоочередных платежей.

Прибыль определяется по проектируемому цеху как разница между выручкой от реализации и себестоимостью годового выпуска:

$$В = 2150 \times 212000 = 455800000 \text{ руб.}$$

$$С = 1716,8 \times 212000 = 363961600 \text{ руб.}$$

$$\Pi = 455800000 - 363961600 = 91838400 \text{ руб.}$$

7.6 Расчет эффективности использования основных средств

Основные средства – это средства труда, которые неоднократно участвуют в производственном процессе, сохраняя при этом свою натуральную форму, а их стоимость переносится на производимую продукцию частями по мере снашивания. По принципу вещественно-натурального состава они подразделяются на: здания, сооружения, передаточные устройства, машины и оборудование (рабочие и силовые машины и оборудование, измерительные и регулирующие устройства), транспортные средства, инструмент.

Фондовооруженность труда (W) определяется:

$$W = \frac{\Phi}{N} = 541200000 / 82 = 6600000 \text{ руб/ч,}$$

где Φ – среднегодовая стоимость основных фондов, руб.;

N - среднегодовая численность ППП, чел.

Фондоотдача:

$$W = \frac{В}{\Phi} = 455800000 / 541200000 = 0,842 \text{ руб/руб}$$

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

Заключение

В данном дипломном проекте была спроектирована ректификационная колонна для отделения легких фракций, работающая в составе установки производства уксусной кислоты.

В разделе, посвященном обзору и анализу состояния вопроса, выполнен краткий анализ существующих схем производства уксусной кислоты и приведены конструкции типовых колонных аппаратов, используемых на производстве. На основании анализа выбрана технологическая схема и аппарат, в котором выполняется процесс ректификации.

Технологический раздел посвящен детальному описанию выбранной схемы производства и ректификационной колонны. Раздел содержит технологические расчеты по проектируемому аппарату и вспомогательному оборудованию. Определены геометрические размеры аппарата и его составных частей.

Технологический расчет выполнен с использованием ЭВМ. Программа на MathCAD приведена в приложении 1.

Расчетно-конструкторский раздел содержит описание конструкции аппарата и прочностной расчет его основных элементов: обечайки, фланцевого соединения, укрепления отверстия, расчета на ветровую нагрузку.

Специальный раздел описывает выбранный способ монтажа и необходимые расчеты для безопасной установки оборудования на фундамент. Также приведены указания по безопасной эксплуатации оборудования и организации его ремонта.

Раздел, посвященный автоматизации оборудования, описывает используемые средства регулирования и контроля, применяемые в производстве для обеспечения эффективности процесса и его технологичности.

Безопасность и экологичность проекта подтверждается расчетами и указаниями соответствующего раздела. При соблюдении указанных требований гарантируется долговременная и безопасная работа колонны конденсации.

Организационно-экономический раздел содержит расчет величин, показывающих экономическую эффективность проекта.

Спроектированная ректификационная колонна удовлетворяет техническому заданию и может быть использована в производстве уксусной кислоты.

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				

14. Кукин П.П., Лапин В.Л., Пономарев Н.Л. Безопасность технологических процессов производств (Охрана труда). – М.: Высш. шк., 2001. – 319 с.

15. Тимошенко Н.К., Сандрыкина О.С. Методические рекомендации по выполнению организационно-экономической части дипломного проекта по инженерным специальностям: 250200 «Химическая технология неорганических веществ» 170500 «машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов» 180400 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов». – Невинномысск: НТИ Сев Кав ГТУ, 2003. – 26 с.

					ДП МАХП МД-031 КР 00.00.00 ПЗ	
		N				