

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Обзор и анализ состояния вопроса	6
1.1 Обзор существующих методов производства	6
1.2 Аппаратурное оформление процесса	11
2 Технологический раздел	16
2.1 Описание технологической схемы и проектируемого оборудования	16
2.2 Технологический расчет	20
3 Расчетно-конструкторский раздел	33
3.1 Конструирование аппарата	33
3.2 Обоснование выбора материала	35
3.3 Расчет цилиндрической обечайки	35
3.4 Расчет фланцевого соединения	37
4 Специальный раздел	42
4.1 Определение массы аппарата	42
4.2 Доставка оборудования на монтажную площадку	44
4.3 Выбор способа монтажа	45
4.4 Выбор кранов и расчёт такелажной оснастки	45
4.5 Приёмка фундамента под монтаж	52
4.6 Выверка и испытание оборудования	52
4.7 Технические условия на эксплуатацию и ремонт	54
5 Автоматизация оборудования	58
5.1 Выбор и обоснование параметров контроля и управления	58
5.2 Выбор и обоснование технических средств и систем автоматизации	60

6 Безопасность и экологичность проекта	67
---	-----------

6.1 Анализ опасных и вредных факторов производства	68
---	-----------

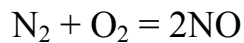
6.2 Мероприятия по предотвращению воздействия опасных и вредных факторов	69
---	-----------

			Конденсационный аппарат производства аммиака			

ВВЕДЕНИЕ

Газообразный азот представляет собой одно из самых устойчивых химических веществ. Энергия связи в молекуле азота составляет 945 кДж/моль; он обладает одной из самых высоких энтропии в расчете на атом, в результате чего элементный азот неактивен. В атмосфере азот находится в свободном состоянии в огромных количествах. Подсчитано, что над 1 га поверхности Земли имеется около 80 тыс. т азота. Элементный азот в клубеньках некоторых растений вступает в реакции с образованием аминокислот и белков. Эти реакции катализируют ферменты, а необходимую энергию обеспечивает фотосинтез.

Некоторое количество азота переходит в биологически усваиваемую форму в результате грозных разрядов по реакции [1]



Большинство организмов легче усваивают соединения азота со степенью окисления -3. Это α -аминокислоты $\text{RCHNH}_2\text{COOH}$ и их полимеры – белки, которые играют важнейшую роль в биохимии. Однако скорость перевода в состояние окисления -3 в естественных процессах слишком мала для поддержания требуемого количества связанного азота при современных темпах его потребления.

В среднем половина необходимого для жизни азота возвращается через атмосферу за 108 лет; для кислорода этот период составляет 3000 лет, для углерода – 100 лет. Эти цифры убедительно показывают необходимость синтеза азотсодержащих соединений для использования их живыми организмами.

Потребителями азотных соединений издавна являлись фармация, военное дело, промышленность, а с начала XIX в. и сельское хозяйство.

Решением проблемы связанного азота явилась реакция синтеза аммиака, промышленное осуществление которой позволило создать мощную сырьевую базу для получения самых разнообразных азотсодержащих соединений.

Сырьем для получения продуктов в азотной промышленности являются атмосферный воздух и различные виды топлива. Одной из составных частей воздуха является азот, который используется в процессах получения аммиака, цианамиды кальция и других продуктов азотной технологии. В некоторых схемах синтеза аммиака не требуется выделять азот из воздуха в чистом виде; воздух дози-

		N				4

1 ОБЗОР И АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Обзор существующих методов производства

Выделяют три группы процессов синтеза аммиака: при низком давлении 10–16 МПа, при высоком давлении 80–100 МПа и при среднем давлении 20–50 МПа. Кроме давления системы различаются способом выделения аммиака из цикла, температурой синтеза, применяемым оборудованием и др.

Установки высокого давления позволяли получать высокую степень превращения азотоводородной смеси в аммиак. На практике при температуре 500–600°C и объемной скорости газа 100000 ч⁻¹ концентрация аммиака на выходе из колонны достигала 25%(об.), что соответствует превращению в аммиак 40% азотоводородной смеси.

Установки среднего давления получили наибольшее распространение во всем мире. По этой схеме синтез проводили под давлением 25 МПа, выделение аммиака - методом конденсации с использованием аммиачного охлаждения. Для наиболее полного выделения аммиака было применено абсорбционное допоглощение остаточного аммиака. Схема предусматривала колонну предкатализа для дополнительной очистки свежего газа. Продукционный аммиак получали в жидком и газообразном виде.

Установки низкого давления. Ранее использовались схемы, характерной особенностью которых являлись низкая температура процесса синтеза аммиака: 400 °С вместо обычных 450–500 °С в схемах среднего давления. При 400 °С, объемной скорости газа 3000 ч⁻¹ и давлении 9 МПа на выходе из аппарата благодаря применению активного катализатора, состоящего из комплексной соли, содержащей цианид железа, получали 8–13% (об.) аммиака. Недостатком процесса являлась низкая стабильность, малая механическая прочность и высокая стоимость катализатора, необходимость усложненной очистки газа, поступающего в систему, сложность выделения аммиака. С развитием технологии в данном направлении были разработаны схемы производства аммиака под давление 9 МПа с использованием рутениевого катализатора на углеродном носителе. Концентрация на выходе их реактора составляет 21,6% об. при температуре реакции 400-450⁰С и объ-

		N				6

Огромные масштабы производства аммиака в нашей стране определяют необходимость выбора наиболее рациональной технологической схемы производства, обладающей самым высоким КПД – возможно полным использованием всех сырьевых и энергетических компонентов процесса.

Агрегат производства аммиака с использованием двухступенчатой паровоздушной конверсии природного газа мощностью 1360 т/сут отвечает всем требованиям развития мировой техники. Для наиболее эффективного использования циркулирующей азотоводородной смеси необходимо возможно полнее выделять из нее аммиак перед тем, как вновь направлять в колонну синтеза. Для удаления аммиака в промышленности обычно используют два метода: вымывание аммиака из газа водой и конденсацию аммиака, содержащегося в газе, путем его охлаждения.

Все современные схемы получения синтетического аммиака предусматривают выделение аммиака из цикла методом конденсации. Конденсацию аммиака в схемах, где применяют давление не ниже 45–50 МПа, нередко осуществляют только водяным охлаждением газа – это схемы с одноступенчатой конденсацией. При давлениях 10–30 МПа обычно наряду с воздушным или водяным охлаждением для конденсации аммиака применяют аммиачное охлаждение. Такие схемы называют схемами с двухступенчатой конденсацией (см. рисунок 1.1), их производительность составляет 1700 т/сут [1].

Синтез-газ с соотношением водорода к азоту равным 3:1, сжатый компрессором К1 в количестве 198000 нм³/час под давлением 28,9 МПа, с содержанием инертных газов (СН₄, Аг) 1,26% подается на воздушный холодильник АВО1, где охлаждается до температуры 71 °С и направляется в сепаратор-смеситель СС1.

Циркуляционный газ поступает на всас циркуляционной ступени компрессора газ из системы синтеза в количестве до 638000 нм³/час с температурой –4°С и давлением до 27,28 МПа. После сжатия газ с содержанием аммиака 3,21% и давлением 29,0 МПа направляется в трубное пространство «холодного» теплообменника ТО1, в котором газ подогревается до температуры 32°С, газом идущим из колонны синтеза. Затем газ поступает в сепаратор –смеситель СС1, где смешивается с циркуляционным газом и с температурой 40°С направляется в систему синтеза поз.КС1и КС1А, и системы одноступенчатой конденсации аммиака.

		N				8

тем поступает в межтрубное пространство «горячего» теплообменника ТО2 и ТО2А, где оба потока охлаждается до 40⁰С и затем смешиваются.

Далее газ охлаждается в воздушном холодильнике АВО2 до температуры 31⁰С и поступает в межтрубное пространство «холодного» теплообменника ТО1, где температура снижается до 21⁰С.

После дальнейшего охлаждения газа до -4⁰С в аммиачных холодильниках АХ1, АХ1А, аммиак, содержащийся в газе, конденсируется. Затем поступает в сепаратор С1, в котором жидкий аммиак отделяется от газа. Газ, содержащий 3,2% аммиака, направляется после сепаратора в циркуляционную ступень компрессора синтеза, и, таким образом цикл циркуляции в системе синтеза замыкается.

Жидкий аммиак из сепараторов С1, С2 с помощью регуляторов подается в первичный сборник жидкого аммиака СА1, откуда поступает в сборник С3 давление в котором 1,58 МПа.

Выделившиеся в результате снижения давления аммиака, в сборнике СА1, танковые газы поступают в холодильник АХ4, где охлаждается до температуры - 23⁰С и поступает в сепаратор С6, где освобождается от жидкого аммиака, который самотеком сливается в сборник аммиака СА1, а газы направляются на технологию или в систему топливного газа.

Большая часть жидкого аммиака из сборника С3 подается последовательно в расширительный сосуд РС1, где подвергаются резкому снижению давлению соответственно до 0,6 МПа и температура 13⁰С. Остальная часть аммиака выдается во второй расширительный сосуд аммиака РС1А и вторичный аммиачный холодильник танковых газов АХ5.

Ввиду того, что в системе синтеза накапливаются инертные газы (СН₄ Ar), часть газа отводится из системы с таким расчетом, чтобы на входе в колонну синтеза суммарное содержание инертных газов не превышало 13,6%. Продувочный газ отводится из системы синтеза после сепаратора С1, проходит аммиачный холодильник АХ2, в котором при температуре - 23⁰С аммиак продувочного газа конденсируется (вымораживается).

Жидкий аммиак после конденсатора АВО4 поступает в сборник аммиака С4 откуда выдается в расширительный сосуд РС1 .

		N				10

2.1 Описание технологической схемы и проектируемого оборудования

2.1.1 Описание технологической схемы

Проектируемая колонна конденсации входит в состав технологической схемы производства аммиака. На основании приведенного анализа состояния вопроса выбираем технологическую схему синтеза аммиака мощностью 1360 т/сут на отечественном оборудовании [1].

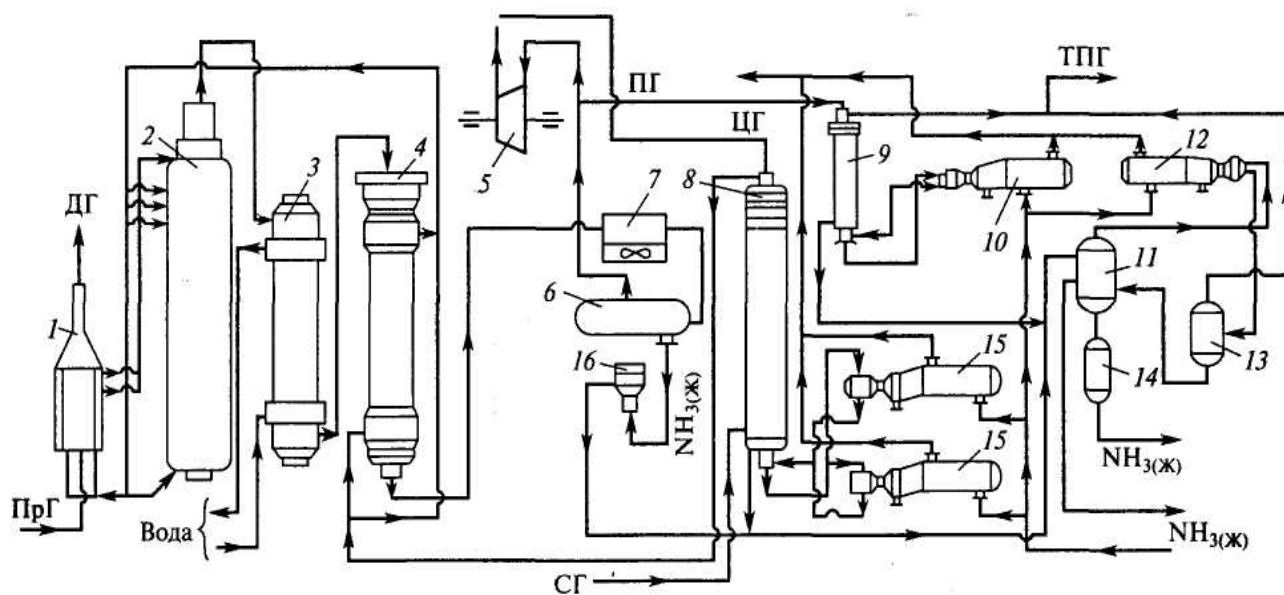


Рисунок 2.1 – Схема производства аммиака мощностью 1360 т/сут:

1 – подогреватель газа, 2 – колонна синтеза аммиака, 3 – подогреватель воды, 4 – выносной теплообменник; 5 – циркуляционное колесо компрессора; 6 – сепаратор жидкого аммиака; 7 – блок аппаратов воздушного охлаждения; 8 – конденсационная колонна; 9 – конденсационная колонна продувочных газов; 10 – испаритель жидкого аммиака на линии продувочных газов, 11 – сборник жидкого аммиака, 12 – испаритель жидкого аммиака на линии танковых газов; 13 – сепаратор; 14 – промежуточная дренажная емкость; 15 – испарители жидкого аммиака; 16 – магнитный фильтр

Свежая азотоводородная смесь после очистки метанированием сжимается в центробежном компрессоре до давления 32 МПа и после охлаждения в воздушном холодильнике (на схеме не показан) поступает в нижнюю часть конденсационной колонны 8 для очистки от остаточных примесей CO_2 , H_2O и следов масла. Свежий газ барботирует через слой сконденсировавшегося жидкого аммиака, освобождается при этом от водяных паров и следов CO_2 и масла, насыщается ам-

миака, поднимается по трубкам теплообменника и направляется в выносной теплообменник 4, а затем в колонну синтеза 2.

Жидкий аммиак из первичного сепаратора проходит магнитный фильтр 16, где из него выделяется катализаторная пыль, и смешивается с жидким аммиаком из конденсационной колонны 8. Затем его дросселируют до давления 4 МПа и отводят в сборник жидкого аммиака 11.

В результате дросселирования жидкого аммиака до 4 МПа происходит выделение растворенных в нем газов H_2 , N_2 , O_2 , CH_4 . Эти газы, называемые танковыми, содержат 16–18% NH_3 . Поэтому танковые газы направляют в испаритель 12 с целью утилизации аммиака путем его конденсации при $-25\text{ }^\circ\text{C}$. Из испарителя танковые газы и сконденсировавшийся аммиак поступают в сепаратор 13 для отделения жидкого аммиака, направляемого в сборник жидкого аммиака 11.

Для поддержания в циркуляционном газе постоянного содержания инертных газов, не превышающего 10%, производится продувка газа после первичной конденсации аммиака (после сепаратора 6).

Продувочные газы содержат 8–9% NH_3 , который выделяется при температуре $25\text{--}30\text{ }^\circ\text{C}$ в конденсационной колонне 9 и испарителе 10 продувочных газов. Смесь танковых и продувочных газов после выделения аммиака используют как топливный газ.

2.1.2 Описание проектируемого оборудования

Конденсационная колонна, применяемая в описанной схеме, изображена на рисунке 2.2.

Аппарат состоит из рулонированной обечайки 1 и двух кованых днищ 2 и 3. Над сепарационным устройством 9 находится отбойник 4, представляющего собой слой из колец Рашига.

Трубная решетка 5 служит для теплообмена между поступающим на конденсацию газом и уже сконденсировавшимся. Свежая АВС подается через специальную трубу 6, погруженную в слой жидкого аммиака 7. Вывод «мокрого» газа из трубной решетки осуществляется через трубу 8.

Аппарат устанавливается на опоре 10.

		N				18

Итого получаем

$$G_{\text{CH}_4} = \frac{V_{\text{CH}_4} M_{\text{CH}_4}}{V_0} = \frac{74811 \times 16}{22.4} = 53436 \text{ кг/ч}$$

$$G_{\text{N}_2} = \frac{V_{\text{N}_2} M_{\text{N}_2}}{V_0} = \frac{112093 \times 28}{22.4} = 140116 \text{ кг/ч}$$

$$G_{\text{H}_2} = \frac{V_{\text{H}_2} M_{\text{H}_2}}{V_0} = \frac{340120 \times 2}{22.4} = 30368 \text{ кг/ч}$$

$$G_{\text{Ar}} = \frac{V_{\text{Ar}} M_{\text{Ar}}}{V_0} = \frac{29726 \times 40}{22.4} = 53082 \text{ кг/ч}$$

$$G_{\text{NH}_3} = \frac{V_{\text{NH}_3} M_{\text{NH}_3}}{V_0} = \frac{62550 \times 17}{22.4} = 47471 \text{ кг/ч}$$

Общий расход газа

$$G_{\text{вх}} = G_{\text{CH}_4} + G_{\text{N}_2} + G_{\text{H}_2} + G_{\text{Ar}} + G_{\text{NH}_3} = \\ = 53436 + 140116 + 30368 + 53082 + 47471 = 324473 \text{ кг/ч}$$

Состав газа на входе в КК после компрессора представим в виде таблицы 2.2

Таблица 2.2 – Состав газа на входе в КК после компрессора

Компонент	Объемный состав, %	Расход	
		объемный, м ³ /ч	массовый, кг/ч
CH ₄	12.08	74811	53436
N ₂	18.10	112093	140116
H ₂	54,92	340120	30368
Ar	4.80	29726	53082
NH ₃	10.10	62550	47471
Всего	100.00	619300	324473

Объемный состав свежей АВС согласно справочным данным:

$$\text{CH}_4' - 0.84\%$$

$$\text{N}_2' - 24.2\%$$

$$\text{H}_2' - 74.6\%$$

$$\text{Ar}' - 0.31\%$$

Общее количество подаваемой АВС (P = 0.1013 МПа, T = 273 К) [1]

		N			22

Таблица 2.4 –Суммарное количество и состав газовой смеси на входе в КК

Компонент	Состав		Расход	
	массовый, %	объемный, %	массовый, кг/ч	объемный, кг/ч
CH ₄	14.42	9.71	54451	76232
N ₂	50.39	19.4	190344	152275
H ₂	8.33	59.07	31464	463591
Ar	14.29	3.85	53990	30234
NH ₃	12.57	7.97	47466	62544
Всего	100	100	377715	784876

Производительность конденсационной колонны:

$$V_{ам} = \frac{V_{NH_3}'' (Y_{ам} - Y_{NH_3})}{Y_{ам} (1 - Y_{NH_3})}$$

где $Y_{ам}$ - процентный состав аммиака в смеси на входе в КК;

Y_{NH_3} - процентный состав аммиака в смеси на выходе из КК

$$V_{ам} = \frac{62544 \times (0,0797 - 0,0315)}{0,0797 \times (1 - 0,0315)} = 39055 \text{ м}^3/\text{ч}$$

или в пересчете на жидкий аммиак

$$G_{жидк} = \frac{V_{ам} M_{NH_3}}{V_0 \rho_{NH_3}}$$

где $\rho_{NH_3} = 610 \text{ кг/м}^3$ – плотность жидкого аммиака при 20 °С [3].

$$G_{жидк} = \frac{39055 \times 17}{22,4 \times 610} = 48.59 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Растворимость газов при 20° С и 0.1 МПа, м³/м³ жидкого аммиака [3]

$$R_{H_2} = 0.61$$

$$R_{N_2} = 0.65$$

$$R_{Ar} = 0.88$$

Растворяемость в жидком аммиаке конденсационной колонны:

$$V_{H_2} = P Y_{H_2} V_{жидк} R_{H_2} = 31.4 \times 0.5907 \times 48.59 \times 0.61 = 550 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$V_{N_2} = P Y_{N_2} V_{жидк} R_{N_2} = 31.4 \times 0.1940 \times 48.59 \times 0.65 = 550 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$V_{Ar} = P Y_{Ar} V_{жидк} R_{Ar} = 31.4 \times 0.0385 \times 48.59 \times 0.88 = 550 \text{ м}^3/\text{ч}$$

P - рабочее давление. МПа

$$\lg 7.97 = 4.1856 + 5.98788 / \sqrt{10 \times 31.4} - 1099.544 / (273 + t)$$

Из этого тождества

$$t = 32^\circ \text{C}$$

Температура конденсации аммиака в колонне будет средней между температурами начала и конца конденсации

$$W = (t_0 + t) / 2 = (20 + 32) / 2 = 26^\circ \text{C}$$

Уравнение теплового баланса конденсационной колонны

$$Q_{\text{конд}} = I_{40} - I_{20} + Q_{\text{к}26} - Q_{\text{ж}20} = I_x - I_5$$

где I_{40} — энтальпия газовой смеси на входе в КК, кДж/кмоль;

I_{20} — энтальпия газовой смеси на выходе из колонны, кДж/кг,

$Q_{\text{к}26}$ — теплота конденсации аммиака из газовой смеси, кДж/ч,

$Q_{\text{ж}20}$ — тепло жидкого аммиака на выходе из колонны, кДж/ч,

I_x — энтальпия газовой смеси на выходе из КК, кДж/кг;

I_5 — энтальпия газовой смеси, выходящей из испарителя, кДж/кг;

$$I_{40} = V'' / 22.4 \text{ с } t_{\text{вх}}$$

где с - теплоемкость газовой смеси при 40°C и 7.97 % кДж/(кмоль \times К) [3]

$t_{\text{вх}}$ — температура на выходе из колонны, $^\circ \text{C}$.

$$Q_{\text{к}26} - Q_{\text{ж}20} = V_{\text{ам}} (r_{26} - r_{20})$$

где r_{26} — теплота конденсации аммиака при 26°C , кДж/кмоль;

r_{20} — теплосодержание жидкого аммиака при 20°C , кДж/кмоль.

$$I_5 = V_{\text{исп}} / 22.4 \text{ с}_2 t_{\text{исп}}$$

где с_2 — теплоемкость газовой смеси на выходе из испарителя при -5°C ;

$t_{\text{исп}}$ — температура смеси на выходе из испарителя, $^\circ \text{C}$;

Тогда

$$\begin{aligned} Q_{\text{конд}} &= [784924/22.4 \times 7.59 \times 40 - 745071/22.4 \times 7.6 \times 20 + \\ &\quad + 39059 \times 0.758 \times (279.4 \times 22.4)] \times 4.19 = \\ &= [784924/22.4 I_x - 784924/22.4 \times 7.64 \times (-5)] \times 4.19 \end{aligned}$$

Отсюда

$$Q_{\text{конд}} = 65268115 \text{ кДж/ч}$$

$$I_x = 1161 \text{ кДж/кмоль.}$$

		N				26

$$\rho_{N_2} = 1.25$$

$$\rho_{Ar} = 1.78$$

$$\rho_{CH_4} = 0.72$$

Итого

$$\rho_0 = 0.0315 \times 0.77 + 0.6215 \times 0.0899 + \\ + 0.2041 \times 1.25 + 0.0405 \times 1.78 + 0.1024 \times 0.72 = 0.49 \text{ кг/м}^3$$

При рабочих условиях

$$\rho_p = \rho_0 \frac{T_0 P_p}{T_p P_0} = 0.49 \times \frac{273 \times 31,4}{288 \times 0,1013} = 144 \text{ кг/м}^3$$

Вязкость газовой смеси рассчитывается аналогично

$$\mu_{см} = 0,019 \times 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$$

Теплоемкость газа также по принципу аддитивности

$$C = 2983 \text{ Дж/(кг} \times \text{K)}$$

Теплопроводность газовой смеси

$$\lambda = B C \mu$$

где $B = 1.9$ - коэффициент

$$\lambda = 1.9 \times 2983 \times 0.019 \times 10^{-3} = 0.108 \text{ Вт/(м K)}.$$

Критерий Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega d \rho_{см}}{\mu_{см}} = \frac{1,1 \times 0,01 \times 144}{0,019 \times 10^{-3}} = 83368$$

Критерий Прандтля

$$Pr = \frac{C \mu_{см}}{\lambda_{см}} = \frac{2983 \times 0,019 \times 10^{-3}}{0,108} = 0,525$$

Критерий Нуссельта

$$Nu = 0.021 Re^{0.8} Pr^{0.43} = 0.021 \times 83368^{0.8} \times 0.525^{0.43} = 138$$

Коэффициент теплоотдачи в трубном пространстве

$$\alpha_1 = \frac{Nu \lambda}{d} = 138 \times 0.108 / 0.01 = 1490 \text{ Вт/(м}^2 \times \text{K)}$$

Коэффициент теплоотдачи в межтрубном пространстве принимаем по аналогии с работающим оборудованием

$$\alpha_2 = 1495 \text{ Вт/(м}^2 \times \text{K)}$$

		N				28

2.2.6 Расчет диаметров штуцеров

Диаметр штуцера определим по формуле [4]

$$D_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{4 V_{\text{ш}}}{\pi \omega_{\text{ш}}}}$$

где $V_{\text{ш}}$ – объемный расход смеси при рабочих условиях, $\text{м}^3/\text{с}$;

$\omega_{\text{ш}}$ – рекомендуемая скорость движения среды, принимаем для штуцера ввода «мокрого» газа $\omega_{\text{ш}} = 8 \text{ м/с}$, для штуцера ввода свежей АВС $\omega_{\text{ш}} = 8 \text{ м/с}$.

Диаметр штуцера ввода «мокрого» газа в конденсационную колонну

$$D_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,704}{3,14 \times 8}} = 0,334 \text{ м}$$

Принимаем

$$D_{\text{шВХ}} = 0,300 \text{ м}$$

Диаметр штуцера ввода АВС

$$D_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,157}{3,14 \times 10}} = 0,141 \text{ м}$$

Принимаем

$$D_{\text{шАВС}} = 0,150 \text{ м}$$

2.2.7 Расчет вспомогательного оборудования

Выполним расчет расхода жидкого аммиака в испаритель жидкого аммиака.

Схема к расчету приведена на рисунке 2.4.

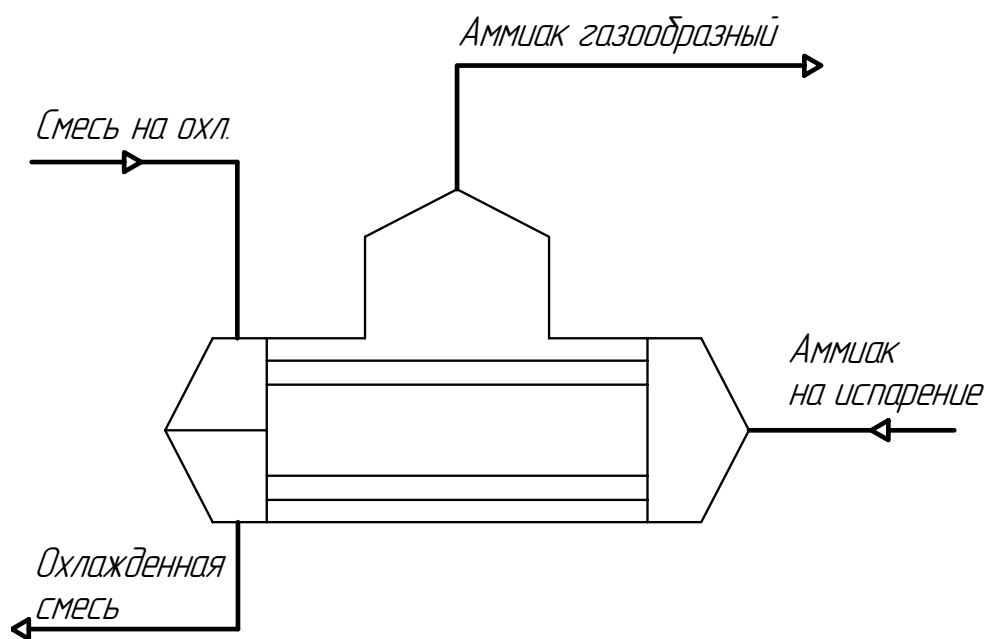


Рисунок 2.4 – Схема к расчету испарителя жидкого аммиака

		N					30

Согласно расчету колонны конденсации, расход газообразного аммиака, выходящего из аппарата, равен

$$G_{\text{жидк}} = 48.59 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Из емкости аммиак направляется на выдачу потребителю и в испаритель жидкого аммиака для охлаждения смеси, подлежащей конденсации.

Расход аммиака в испаритель рассчитан выше

$$V_{\text{и}} = 3.347 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Принимаем 20-минутный запас в емкости для обеспечения работы установки. Тогда объем аммиака, подлежащего хранению, составит

$$V_{\text{хр}} = 20/60 \times (V_{\text{ам}} - V_{\text{и}}) = 5/60 \times (48.59 - 3.347) = 15.1 \text{ м}^3$$

Принимаем максимальное заполнение емкости $\psi = 80\%$, тогда объем емкости

$$V_{\text{емк}} = V_{\text{хр}} / \psi = 15.1 / 0.8 = 18.9 \text{ м}^3$$

Принимаем отношение диаметра емкости к высоте $\alpha = 4$. Соответственно диаметр емкости

$$D_{\text{емк}} = \sqrt[3]{\frac{4 V_{\text{емк}}}{\pi \alpha}} = \sqrt[3]{\frac{4 \times 18.9}{3.14 \times 4}} = 1.98 \text{ м}$$

Принимаем стандартный диаметр

$$D_{\text{емк}} = 2,0 \text{ м}$$

Тогда высота емкости

$$H_{\text{емк}} = \alpha D_{\text{емк}} = 4 \times 2 = 8,0 \text{ м}$$

		N				32

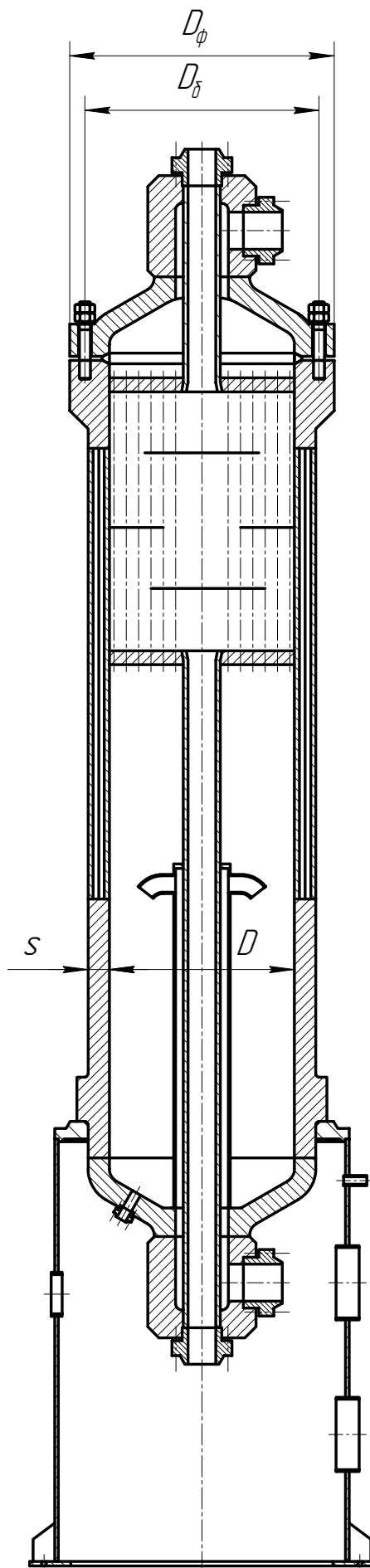


Рисунок 3.1 – Конструируемый аппарат

		N			

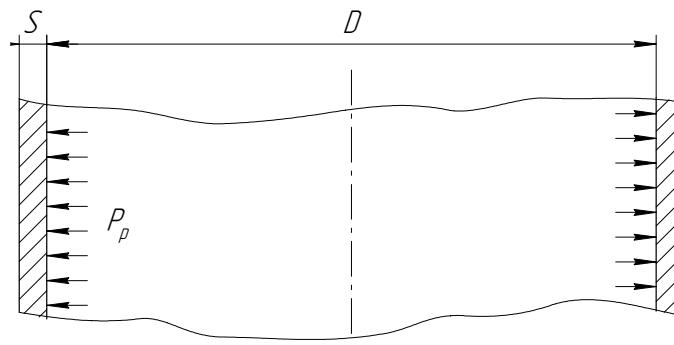


Рисунок 3.2 – Схема к расчету обечайки реактора

Расчетная толщина стенки толстостенной обечайки [7]

$$s_p = (0.5D + c_k) (\beta - 1)$$

где c_k – прибавка для компенсации коррозии в аппарате;

β – коэффициент толстостенности.

Принимаем срок службы аппарата $\tau = 15$ лет, тогда значение c_k будет

$$c_k = \Pi \tau$$

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

$$c_k = 15 \times 0,05 = 0,75 \text{ мм}$$

Коэффициент толстостенности связан с давлением в аппарате p и допускаемым напряжением для материала $[\sigma]$ обечайки соотношением

$$\frac{1}{\ln \beta} = \frac{[\sigma]}{p} \varphi_{ш}$$

где $\varphi_{ш}$ – коэффициент прочности сварного шва, для рулонированной обечайки сварного шва нет, поэтому $\varphi_{ш} = 1$. Тогда

$$\beta = \exp\left(\frac{p}{[\sigma] \varphi_{ш}}\right) = \exp\left(\frac{32}{170 \times 1,0}\right) = 1,207$$

Соответственно расчетная толщина стенки

$$s_p = (0.5 \times 2000 + 0,75) (1,207 - 1) = 207 \text{ мм}$$

Принимаем исполнительную толщину стенки

$$s = 230 \text{ мм.}$$

Допускаемое давление для аппарата

$$[p] = [\sigma] \varphi_{ш} \ln \frac{D + 2s}{D + 2c_k} = 170 \times 1,0 \times \ln \frac{2000 + 2 \times 230}{2000 + 2 \times 0,75} = 41,2 \text{ МПа}$$

Диаметр окружности расположения шпилек

$$D_{\delta} = \varphi D_y^{0,933}$$

где φ – коэффициент, зависящий от давления среды в аппарате, для $p > 10$ МПа $\varphi = 1.21$.

Соответственно

$$D_{\delta} = 1,21 \times 2,0^{0,933} = 2,528 \text{ м}$$

Принимаем

$$D_{\delta} = 2530 \text{ мм}$$

Расчетная сила от давления среды

$$P_c = \frac{\pi D_k^2}{4} p = \frac{3.14 \times 2.02^2}{4} \times 32.0 = 103 \text{ МН}$$

Принимаем изгибающий момент от действия внешних нагрузок

$$M_{и} = 0 \text{ МН} \times \text{м}$$

Константа жесткости соединения при металлической прокладке

$$\alpha = 1.1$$

Расчетное растягивающее усилие в шпильках при затяжке соединения

$$P_{\delta 1} := \alpha \cdot P_c + P_n + \frac{4M_{и}}{D_n} = 1.1 \times 103 + 3.30 + \frac{4 \times 0}{2.02} = 116 \text{ МН}$$

В рабочих условиях

$$P_{\delta 2} := P_c + P_n + \frac{4M_{и}}{D_n} = 103 + 1.21 + \frac{4 \times 0}{2.02} = 106 \text{ МН}$$

Расчетный диаметр шпилек

$$d_{\delta} = 0,25 \left(\sqrt{\frac{10P_{\delta}}{[\sigma]_{\delta}} + D_k^2} - D_k \right)$$

где $[\sigma]_{\delta}$ – допускаемое напряжение материала шпилек, принимаем шпильки из стали марки 40Х, для которой $[\sigma]_{\delta} = \sigma_{T20}/n_T$;

σ_{T20} – предел текучести для выбранного материала при 20 °С, $\sigma_{T20} = 805$ МПа;

n_T – нормативный коэффициент запаса прочности, $n_T = 1,5$.

Соответственно

$$[\sigma]_{\delta} = 805 / 1.5 = 537 \text{ МПа}$$

		N				38

Нагрузка в стержне рабочих условиях

$$\sigma_{62} = \frac{P_{62}}{F_6 z} = \frac{106}{5808 \times 10^{-4} \times 52} = 350 \text{ МПа}$$

Условие прочности шпилек при затяжке

$$\sigma_{61} < [\sigma]_6$$

$$384 < 537$$

Условие прочности шпилек в рабочих условиях

$$\sigma_{61} < \sigma_{T20}$$

$$350 < 805$$

Оба условия прочности выполняются.

Расчетный диаметр фланца

$$D_{\phi} = D_6 + 1,8d_6 = 2530 + 2,5 \times 86 = 2745 \text{ мм}$$

Принимаем

$$D_{\phi} = 2750 \text{ мм}$$

Принимаем уклон горловины

$$i = 1:3$$

Тогда эквивалентная толщина стенки горловины

$$s_3 = \chi s$$

где χ – коэффициент, зависящий от уклона горловины i и соотношения s/D .

Для проектируемого фланца

$$i = 1:3$$

$$s/D = 230/2000 = 0.115$$

Соответственно

$$\chi = 2.5$$

$$s_3 = 2,5 \times 230 = 575 \text{ мм}$$

Приведенная нагрузка на фланец при затяжке соединения

$$P_1 = \frac{K}{K-1} \frac{D_y}{D_6} \left(\frac{D_6}{D_K} - 1 \right) P_{61}$$

где $K = D_{\phi}/D_B = 2750 / 2000 = 1.38$.

Соответственно

$$P_1 = \frac{1.38}{1.38-1} \frac{2.00}{2.53} \left(\frac{2.53}{2.02} - 1 \right) \times 116 = 84 \text{ МН}$$

		N				40

4.1 Определение массы аппарата

Масса толстостенного аппарата складывается в основном из массы обечайки и днищ и наиболее металлоемких внутренних устройств. Схема к определению массы аппарата приведена на рисунке 4.1.

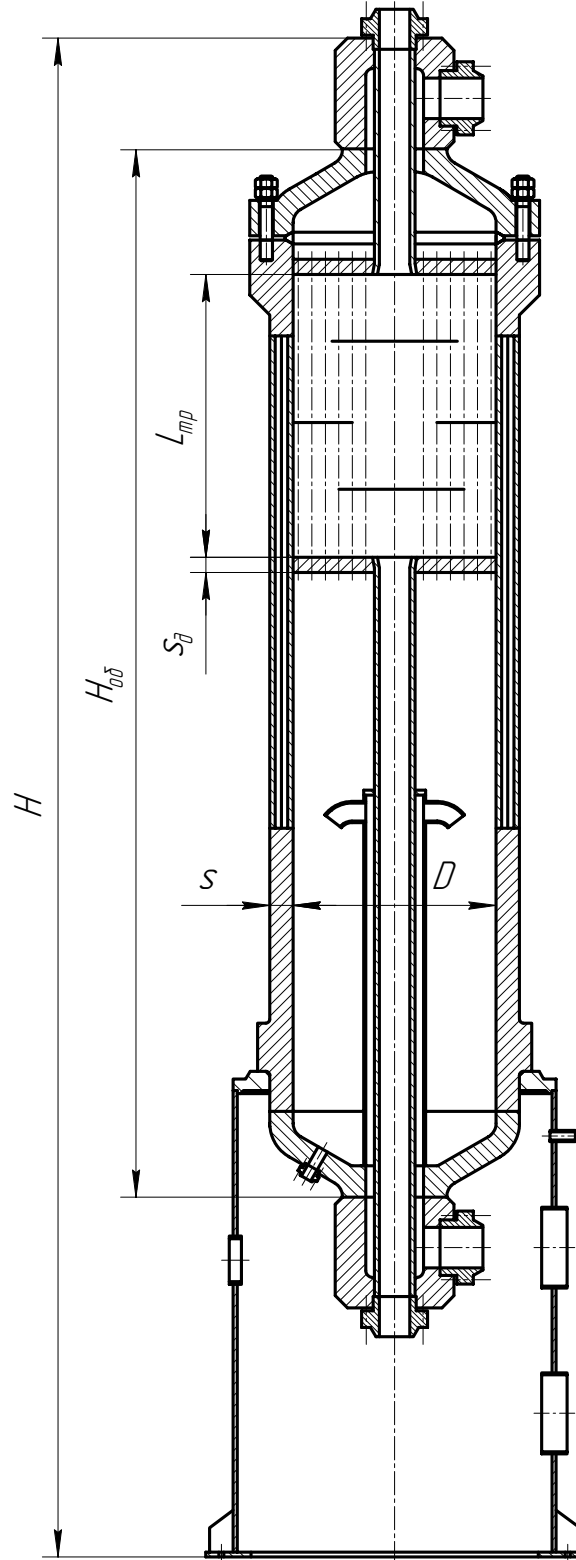


Рисунок 4.1 – Схема к определению массы аппарата

	N			

4.2 Доставка оборудования на монтажную площадку

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 [8].

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 работы производится полностью в собранном виде.

Предварительно принимаем для транспортирования аппарата - пневмоколесный прицеп-тяжеловоз ВНИИМСС, при транспортировании по сухой грунтовой дороге с максимальным подъёмом 3% и скоростью $v=2,6$ км/ч; для буксировки прицепа с аппаратом – трактор марки ДЭТ-250 мощностью двигателя $N = 184$ кВт и скоростью $v=2...20,5$ км/ч.

Суммарное сопротивление движению всего транспорта определяется по формуле:

$$F = 10 \cdot G_T \cdot f_T + 10 \cdot (G_{\Pi} + G_0) \cdot f_{\Pi} + 10 \cdot (G_T + G_{\Pi} + G_0) \cdot f_y$$

где $G_T = 47$ т – масса тягача;

$f_T = 0,075$ – удельное сопротивление движению тягача; [8, Таблица 30]

$G_{\Pi} = 41$ т – масса выбранного для транспортирования оборудования прицепа;

$G_0 = 165$ т – масса транспортируемого оборудования;

$f_{\Pi} 0,05$ – удельное сопротивление движению прицепа; [8, Таблица 32]

		N				44

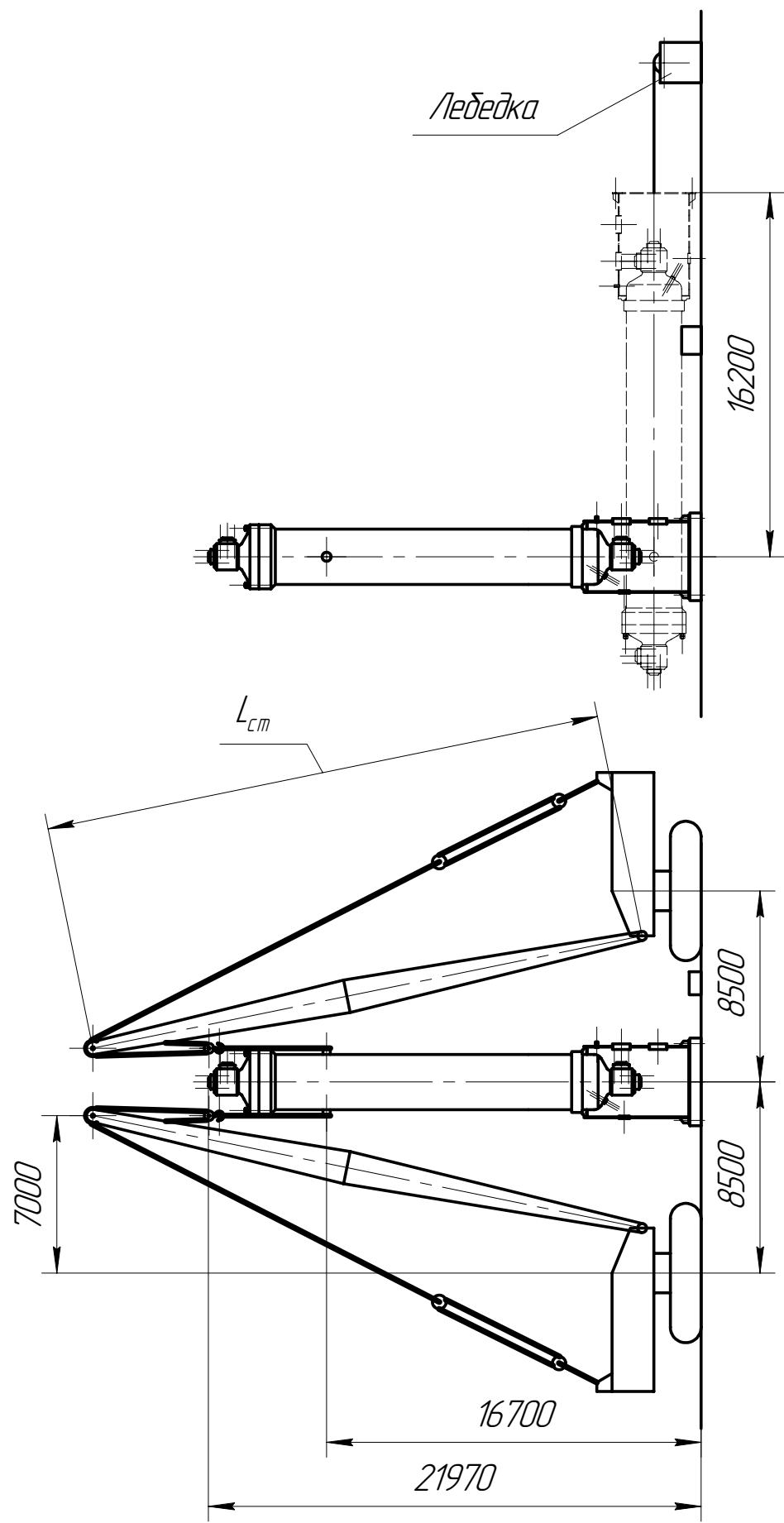


Рисунок 4.2 – Схема монтажа конденсационной колонны

	N						

$$F_T = 10 \cdot 165 \cdot 10^3 \cdot 0,02 \cdot \left(1 + \frac{9}{19}\right) = 49 \text{ кН.}$$

По усилию F_T определяем разрывное усилие в канате по формуле:

$$R_k = F_T \cdot k_3$$

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

$$R_k = 49 \cdot 5 = 73,5 \text{ кН.}$$

Выбираем для лебёдки гибкий канат типа ЛК-РО по ГОСТ 7668-80 конструкции 6 х 36 (1 + 7 + 7/7 + 14) + 1 о.с. со следующими характеристиками: [9, Приложение I]

- временной сопротивлении разрыву, МПа.....1666;
- разрывное усилие, кН..... 963,3;
- диаметр каната, мм..... 13,5;
- масса 1000 кг каната, кг..... 697.

По усилию F_T выбираем электролебёдку типа ЛМ-8 с тяговым усилием 80 кН. [8, Приложение XVIII]

4.4.3 Расчёт монтажных штуцеров

Монтажные штуцера представляют собой стальные патрубки различного сечения, привариваемые к корпусу аппарата, предназначенные для строповки аппарата при его подъёме и установке на фундамент. Для предотвращения строба от соскальзывания к внешнему торцу штуцера приваривают ограничительный фланец.

Схема к расчёту монтажных штуцеров приведена на рисунке 4.3.

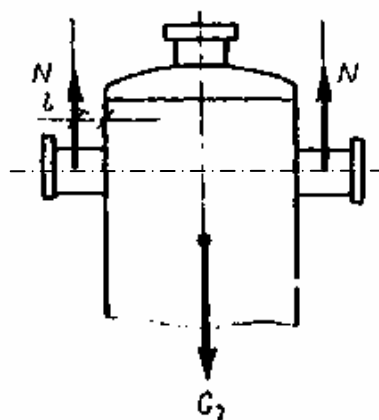


Рисунок 4.3 – Схема к расчёту монтажных штуцеров

$$\frac{M}{\beta \cdot h_{ш} \cdot \pi \cdot r^2} \leq m \cdot R_{св}^y$$

где $\beta = 0,7$ – коэффициент, учитывающий глубину провара, для ручной сварки;

$r = 0,1625$ м – радиус штуцера;

$h_{ш} = 0,012$ м – толщина шва по ГОСТ 1414-85;

$R_{св}^y = 150$ МПа – расчётное сопротивление сварного соединения для угловых швов при проверке на срез. [9, Приложение XV]

$$\frac{143,7 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 0,012 \cdot 3,14 \cdot 0,1625^2} \leq 0,85 \cdot 150 \cdot 10^6$$

$$34 \text{ МПа} \leq 128 \text{ МПа} .$$

Условие прочности сварного шва выполняется.

4.4.4 Расчёт канатных строп

Стропы из стальных канатов применяются для строповки поднимаемого оборудования с грузозахватными приспособлениями для подъёма различного оборудования.

Для строповки тяжеловесного оборудования преимущественно применяют инвентарные витые стропы, выполняемые в виде замкнутой петли путём последовательной параллельной плотной укладки перевитых между собой витков каната вокруг начального центра витка.

Схема к расчёту канатного стропа приведена на рисунке 4.4

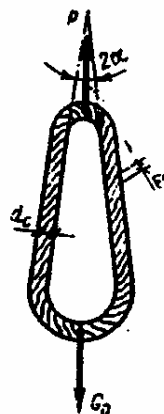


Рисунок 4.4 – Расчётная схема витого канатного стропа

	N			

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

$$D_c = 0,0765 \cdot 4 = 0,306 \text{ м.}$$

Длина каната для изготовления стропа определяется по формуле:

$$L_k = 2,2 \cdot n \cdot l + 2 \cdot t$$

где $l = 4$ м – требуемая длина стропа по центральному витку, принимается по конструктивным соображениям;

$t = 30 \cdot d = 0,765$ м – шаг свивки стропа.

$$L_k = 2,2 \cdot 7 \cdot 4 + 2 \cdot 0,765 = 63,13 \text{ м.}$$

4.5 Приёмка фундамента под монтаж

Готовность фундаментов к производству монтажных работ оформляют актом приемки-сдачи, подписанным представителями строительной и монтажной организации и технадзора заказчика.

К акту прилагают составленные строительной организацией исполнительные схемы: а) основных и привязочных размеров, отметок фундамента, расположения фундаментных болтов, шанцев и анкерных колодцев; б) расположения металлических плашек и реперов, заделанных в тело фундамента и фиксирующих его оси и высотные отметки; в) данные о качестве фундамента.

Готовые фундаменты принимают при условии соответствия фактических размеров проектным величинам, правильного расположения их поверхностей, закладных деталей, анкерной арматуры, фундаментных болтов и колодцев под них.

4.6 Выверка и испытание оборудования

Процесс установки оборудования в положение, предусмотренной проектом, с помощью специальных выверочных опорных элементов, центровочных приспособлений и грузоподъёмных средств, включая операции измерения и контроля в плане, по высоте и по горизонтали (вертикали), а также относительно ранее установленного оборудования с контролем отклонения от соосности, перпендикулярности и параллельности.

Положение оборудования при выверке контролируют оптико-геодезическими способами, а также с помощью специальных инструментов, при-

		N				52

4.7 Технические условия на эксплуатацию и ремонт

4.7.1 Организация производственной эксплуатации оборудования

Техническая эксплуатация оборудования – это совокупность всех фаз существования и использования оборудования с момента взятия его на балансовый учет до списания, включая периоды хранения, транспортирования потребителям, использования по назначению и проведения всех видов технического обслуживания и ремонта. Производственная эксплуатация – это одна из фаз технической эксплуатации, заключающаяся в использовании оборудования по назначению [9].

К эксплуатации технологического оборудования (конденсационной колонны) допускаются лица, прошедшие обучение по устройству, эксплуатации и техническому обслуживанию оборудования со сдачей экзаменов цеховой комиссии и признанные медицинской комиссией годными для выполнения данной работы. Участие в приеме экзаменов механика цеха и представителя отдела главного механика предприятия обязательно.

Эксплуатация оборудования должна проводиться в строгом соответствии с требованиями технической документации заводов-изготовителей. При отсутствии заводской техдокументации (паспорта, правила технической эксплуатации, руководства по эксплуатации и др.) последняя разрабатывается непосредственно в цехе 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 [9].

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

4.7.2 Основные причины отказа оборудования

Одной из основной причин отказа оборудования является коррозия. Причина – производственные среды относятся к разряду агрессивных. Аммиак и его

		N				54

ха, в котором проводятся работы; б) по организации и ведению работ в газоопасных местах и порядку оформления разрешений на право выполнения этих работ на предприятии; в) о порядке проведения огневых работ; г) о порядке работы сторонних цехов и служб предприятия в технологических цехах [9].

Оборудование останавливают на ремонт в соответствии с действующей инструкцией по эксплуатации (пуску, обслуживанию и остановке) этого оборудования.

При подготовке оборудования к ремонту необходимо выполнить следующие работы: а) отключить электроэнергию, снять напряжение на сборках и щитах, отсоединить ремонтируемый объект от всех подходящих к объекту и отходящих от него коммуникаций с помощью заглушек; б) освободить оборудование и коммуникации от остатков технологических материалов, грязи и шлама с соответствующей уборкой от них помещения, освободить оборудование от вредных, ядовитых и горючих газов и продуктов (промыть, пропарить, продуть и проветрить); в) очистить приемки, каналы, лотки, промыть канализационные трубопроводы, очистить оборудование от осадка, накипи и твердых отложений; г) проверить содержание инертных, горючих, ядовитых газов и кислорода в ремонтируемом оборудовании, 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.

		N				56

5 АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Автоматизация – применение методов и средств автоматизации для управления производственными процессами [10].

Управление технологическими процессами с использованием автоматических устройств включает в себя решение следующих основных задач: контроль параметров процессов, регулирование параметров, сигнализацию об отклонениях значений за допускаемые пределы, защиту оборудования в аварийных ситуациях.

Автоматическое регулирование позволяет получить высокую производительность при наименьших производственных затратах и высоком качестве продуктов.

В химической промышленности комплексной механизации и автоматизации уделяется большое внимание. Это объясняется высокой скоростью протекания технологических процессов, их сложностью, а также чувствительностью их к нарушению режима, вредностью условий работы.

5.1 Выбор и обоснование параметров контроля и управления

Управлению и контролю подлежит следующий фрагмент технологической схемы производства аммиака.

Газообразная смесь при температуре 50 °С и давлении 32 МПа поступает из циркуляционного колеса компрессора в межтрубное пространство конденсационной колонны, где охлаждается до 18 °С и поступает в аммиачный испаритель. В этом аппарате за счет испарения жидкого аммиака происходит дальнейшее охлаждение смеси до –5 °С.

Из испарителя газообразная смесь возвращается в колонну конденсации, где происходит отделение жидкого аммиака из смеси. Несконденсировавшиеся пары направляются в трубное пространство аппарата, где забирают часть теплоты у газа, поступающего на конденсацию.

Также в аппарат подается свежая АВС.

Жидкий аммиак выводится из колонны и направляется в сборник. Из него идет отбор в испаритель и на выдачу. Из испарителя пары чистого аммиака направляются в колонну конденсации продувочных газов.

		N				58

она составляет $T = -5 \text{ }^\circ\text{C}$, этого можно достигнуть, контролируя расход жидкого аммиака на входе в испаритель.

Температура и расход исходной смеси фиксируются приборами для последующего анализа в случае возникновения сбоев в работе установки.

Температура смеси на выходе из трубного пространства испарителя жидкого аммиака определяет задачу для блока регулировки расхода жидкого аммиака, направляемого в испаритель. Цель регулирования – поддержание температуры газообразного аммиака на выходе из испарителя в строго заданных пределах для обеспечения возможно большей эффективности процесса (контроль прибором 5–1, регулирование прибором 4–5).

Количество жидкого аммиака, поступающего в сборник, регистрируется прибором.

Уровень жидкого аммиака должен быть постоянным ($L=2,5 \text{ м}$) в емкости для обеспечения возможности охлаждения смеси, поступающей на конденсацию, и регулируется отбором готового продукта.

Также контролируется расход свежей АВС.

5.2 Выбор и обоснование технических средств и систем автоматизации

Все приборы были выбраны на основании справочных данных, приведенных в [11].

Датчиком для измерения расхода исходной смеси выбрана камерная диафрагма ДК400-150, создающая перепад давления на трубопроводе. Диафрагма работает в комплекте с дифманометром ДМ-П1, который преобразует перепад давления в стандартный унифицированный пневматический сигнал с давлением сжатого воздуха 0,02-0,1 МПа, который передается на показывающий и регистрирующий пневматический прибор ПВ10.1Э.

Контроль температуры сырья ведется с помощью хромель копелевой термопары ТХК, установленном на трубопроводе. Индикация и регистрация осуществляется с помощью милливольтметра М64.

Уровень жидкости в емкости колонны регулируется расходом готового продукта. Первичным прибором является буйковый уровнемер УБ-ПА для агрессивных сред с унифицированным пневматическим выходным сигналом, который по-

		N				60

Таблица 5.1 – Заказная спецификация приборов и средств автоматизации

Заказная спецификация приборов и средств автоматизации						
СевКавГТУ НТИ		Производство аммиака Отделение конденсации			Дипломный проект	
					Лист 1	Листов 5
Позиция	Наименование параметра, среда, место отбора импульса	Предельное значения параметра	Место установки	Наименование и характеристика	Тип, модель	Завод- изготовитель
1	2	3	4	5	6	7
1-1	Расход газа, подлежащего конденсации	1935 м ³ /ч	На трубопроводе	Диафрагма камерная, условное давление 40 МПа	ДК400 – 150	«Монометр», г. Москва
1-2			По месту	Дифманометр преобразует перепад давления и расхода газа в пневматический унифицированный сигнал с дистанционной передачей 0,02 – 0,1 МПа	ДМ – П1	«Теплоприбор» г. Рязань

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7
4-1	Расход аммиака в испаритель	3.347 м ³ /ч		см. пункт 1-1		
4-2				см. пункт 1-2		
4-3			Щит оператора	Вторичный прибор, показывающий, регистрирующий со станцией управления, расход воздуха 420 л/ч	ПВ 10.1Э	«Тизприбор» г. Москва
4-4			Щит оператора	Регулятор системы «СТАРТ», объемный расход воздуха 12 л/мин	ПР 3.26	Завод приборов г. Устькаменогорск
4-5			На трубопроводе	Обратный клапан Р _y 40 Ду 500	П 40 К	Завод приборов г. Устькаменогорск
5-1	Температура АВС после испарителя	-5 °С	На трубопроводе	Термопара хромель копельевая с пределом измерения 600 °С, сталь 12Х18Н10Т	ТХК	Приборостроительный завод г. Луцк

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7
7-3			Щит оператора	Многоточечный потенциометр, количество точек измерения до 6	КСП4	«Электроавтоматика» г. Йошкар - Ола
8-1	Уровень жидкого аммиака в емкости	6,0 м	В аппарате	Буйковый уровнемер для контроля уровня жидкости с пневматическим унифицированным сигналом 0,02 – 0,1 МПа	УБ ПА	«Теплоприбор» г. Рязань
8-2				см. пункт 4-3		
8-3				см. пункт 4-4		

Скорость ветра (V) по средним многолетним данным, повторяемость превышения которой составляет 5 %, равна 8-9 м/с. Господствующее направление ветра - восточное, составляет 26%.

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 производства

При нештатных ситуациях на персонал могут воздействовать:

- азотная кислота;
- 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;

8. На коллекторе сброса газов на факел предусмотрена емкость (сепаратор) для улавливания всей жидкости, которая может быть выброшена из системы синтеза в случае аварийных ситуаций.
9. Для предотвращения коррозии аппаратов и трубопроводов они изготовлены из материалов, стойких в средах, содержащих аммиак.

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

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

Для защиты от удара молнией рекомендуется устанавливать молниеотводы на высоком оборудовании. Молниеотвод устанавливаем на колонне конденсации высотой $h = 23$ с наружным диаметром 2,2 м.

Молниеотвод состоит из молниеприёмника, воспринимающего удар молнии, токоотвода, соединяющего молниеприёмник с землёй, и заземлителя, отводящего ток линии в землю. Схема к расчёту молниеотвода приведена на рисунке 6.1.

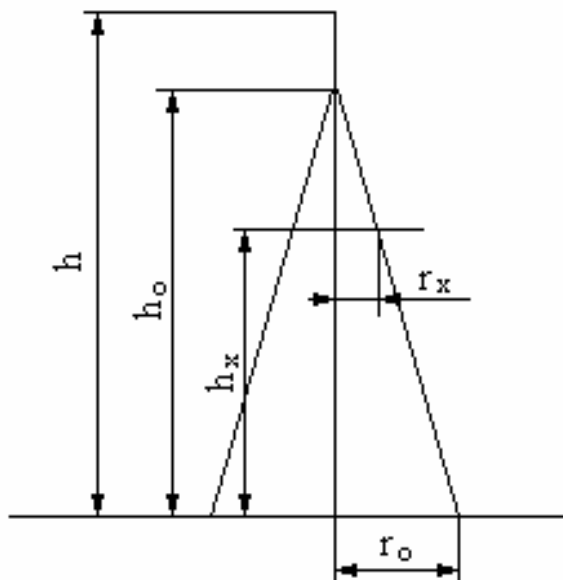


Рисунок 6.1 Схема к расчёту молниеотвода

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h до 150 м представляет собой конус. Вершина конуса находится на высоте зоне защиты над

$h = 1.95$ м. – расстояние от поверхности земли до середины электрода;

$b = 0.05$ м. – ширина полки.

Тогда сопротивление заземления составит

$$R_{\text{СТО}} = \frac{0.16 \cdot 100}{2.5} \cdot \ln \frac{2 \cdot 2.5}{0.95 \cdot 0.05} + 0.5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 1.95 + 2.5}{4 \cdot 1.95 - 2.5} = 31.94 \text{ Ом}$$

В соответствии с главой 1.7.64 «Правила устройства электроустановок» сопротивление стержней заземления не должно превышать 30 Ом, соответственно один стержень не достаточно. Определим необходимое количество стержней по формуле

$$n_{\text{СТ}} = \frac{R_{\text{СТО}}}{R_{\text{СТ}} \cdot \eta_{\text{СТ}}}$$

где $R_{\text{СТ}} = 30$ Ом – максимально допустимое сопротивление стержня;

$\eta_{\text{СТ}} = 0.86$ – коэффициент использования стержневых электродов, при расстоянии между ними 5 м. и длине $L = 2.5$ м.

Тогда

$$n_{\text{СТ}} = \frac{31.94}{30 \cdot 0.86} = 1.2$$

Выбираем ближайшее целое число – 2, то есть заземляющее устройство состоит из двух электродов длиной 2.5 м., зарытых вертикально в грунт на расстоянии друг от друга – 5 метров на глубину 1.95 м. от поверхности земли до середины электрода.

6.3 Защита персонала и территории в чрезвычайных ситуациях

В соответствии с законами Российской Федерации: «О гражданской обороне», «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», Постановлением Правительства Российской Федерации «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» необходимо: создание системы подготовки персонала к адекватным действиям в чрезвычайной ситуации, а также материальных и финансовых резервов.

Подготовка персонала в действиях чрезвычайной ситуации в мирное время производят через систему гражданской обороны.

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 аммиака.

7.2 Себестоимость продукции

Для расчета себестоимости производства аммиака 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 классификация затрат по калькуляционным статьям. Для исчисления себестоимости отдельных видов продукции затраты группируются по статьям калькуляции. Для планирования, учета и калькулирования себестоимости продукции использо-

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:

$$B = 580 \times 495400 = 287332000 \text{ руб.}$$

$$C = 465,9 \times 495400 = 230800396 \text{ руб.}$$

$$\Pi = 287332000 - 230800396 = 56531604 \text{ руб.}$$

$$\text{Пед} = \Pi / M = 56531604 / 496400 = 113.8 \text{ руб./т}$$

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:

$$W = \frac{\Phi}{N} = 10437000/271 = 38513 \text{ руб/ч}$$

где Φ – среднегодовая стоимость основных фондов, руб.;

N - среднегодовая численность ППП, чел.

Фондоотдача:

$$W = \frac{V}{\Phi} = 28733200/10437000 = 27.5 \text{ руб/руб}$$

где V – стоимость произведенной за год продукции в натуральном или стоимостном выражении.

V_2 – объем выпуска продукции после использования капитальных вложений.

Результаты расчетов сведены в таблицу 7.4.

Таблица 7.4 – Сводная таблица экономических показателей

Наименование показателя	Ед. измерения	По аналогу	Проектное	Отклонения	
				асб	отн
Годовой выпуск продукции	т	495670	496400	730	0,15%
Капитальные вложения	руб.	15170000	14910000	-260000	-1,71%
Удельные капитальные вложения	руб./т	30,61	30,04	-0,57	-1,86%
Численность персонала	чел.	274	271	-3	-1,09%
Средняя заработная плата	руб./чел.	4309	4397	88	2,04%
Производительность труда	т/чел.	1809	1832	23	1,26%
Себестоимость на единицу	руб.	477,6	465,9	-11,7	-2,44%
Себестоимость на весь выпуск	руб.	236709669	231266283	-5443386	-2,30%
Оптовая цена реализации на единицу	руб.	568	568	0	0,00%
Прибыль на единицу	руб.	90,4	102,1	12	12,90%
Прибыль на весь выпуск	руб.	44830891	50688917	5858026	13,07%
Рентабельность		37%	38,8%	2%	5,26%
Срок окупаемости капитальных вложений	год	2,72	2,58	-0,14	-5,00%
Фондоотдача		2,615	2,696	0,081	3,09%
Фондовооруженность		373575	385129	11554	3,09%
Годовой экономический эффект	руб.				

7.8 Построение графика

К переменным издержкам относят те, общая сумма которых на годовой выпуск продукции изменяется, тогда как в себестоимости единицы продукции они остаются неизменными. К ним относятся затраты на материальные и топливно-энергетические ресурсы, заработную плату основных рабочих-сдельщиков с отчислениями в соцстрах по проекту 60957920 руб. Удельные переменные издержки

$$\text{ПИ}_y = \text{ПИ} / \text{ОП} = 60957920 / 496400 = 122,8$$

Постоянными (точнее условно-постоянными) называются расходы, общая сумма которых на годовой выпуск продукции не изменяется, тогда как в себестоимости единицы продукции они изменяются в обратной зависимости от изменения объема производства. К этим расходам относят все накладные расходы (не обусловленные технологическим процессом производства), расходы на подготовку и освоение производства, заработная плата с начислениями основных рабочих-повременщиков. Они равны 170308363 руб.

Точка безубыточности (ТБ) – это минимальный объем производства продукции, при котором обеспечивается нулевая прибыль, т. е. доход от продаж равен издержкам производства. Она определяется по формуле:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте была спроектирована конденсационная колонна, используемая в производства аммиака и предназначенная для конденсации NH_3 из азото-водородной смеси.

В разделе, посвященном обзору и анализу состояния вопроса, выполнен краткий анализ существующих схем производства аммиака и приведены конструкции типовых теплообменных аппаратов, используемых при производстве. На основании анализа выбрана технологическая схема и аппарат, в котором выполняется конденсация аммиака.

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

Расчетно-конструкторский раздел содержит описание конструкции аппарата и прочностной расчет его основных элементов: обечайки, фланцевого соединения.

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.

Экономичная работа современного агрегата производства аммиака большой единичной мощности (1360 т/сут) возможна только в том случае, если повседневно поддерживается высокая производственная дисциплина, обеспечена соответствующая степень надежности работы всей аппаратуры и оборудования, своевременно и качественно проводятся планово-предупредительные ремонты.

Спроектированная колонная конденсации аммиака колонна удовлетворяет техническому заданию и может быть использована в производстве аммиака.

					ДП МАХП МД-011 КК 00.00.00 ПЗ	82
		N				

13. Кукин П.П., Лапин В.Л., Пономарев Н.Л. Безопасность технологических процессов производств (Охрана труда). – М.: Высш. шк., 2001. – 319 с.
14. 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». – Новинномысск: НТИ Сев Кав ГТУ, 2003. – 26 с.