

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТАНОВКИ.....	8
2 ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ОБОРУДОВАНИЯ.....	11
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ	16
3.1 Исходные данные к расчету.....	16
3.2 Материальный баланс.....	16
3.3 Определение основных размеров реактора окисления аммиака.....	19
3.4 Определение диаметров штуцеров.....	21
3.5 Тепловой расчет	22
3.6 Расчет вспомогательного оборудования.....	23
4 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	27
4.1 Описание конструкции проектируемого оборудования	27
4.2 Расчет обечайки работающей под внутренним давлением	27
4.3 Расчет днища, работающего под внутренним давлением	29
4.4 Расчет толщины стенки конусов	31
4.5 Расчет толщины стенки штуцера ввода аммиачно-воздушной смеси	32
4.6 Выбор опоры.....	32
5 МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ.....	33
5.1 Определение массы оборудования.....	33
5.2 Доставка оборудования на монтажную площадку	33
5.3 Приёмка фундамента под монтаж.....	35
5.4 Выбор способа монтажа	36
5.5 Выбор крана и расчёт такелажной оснастки.....	37
5.6 Выверка и испытание оборудования.....	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	43
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	44

Изм.	Лист	Подрум	Год	Дата	Реактор для получения нитрозных газов						
Разраб.									Лит.	Лист	Листов
Проверил											
Инж.р.											
Утв.											

1 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТАНОВКИ

Технологическая схема производства HNO_3 представлена на рисунке 1.1

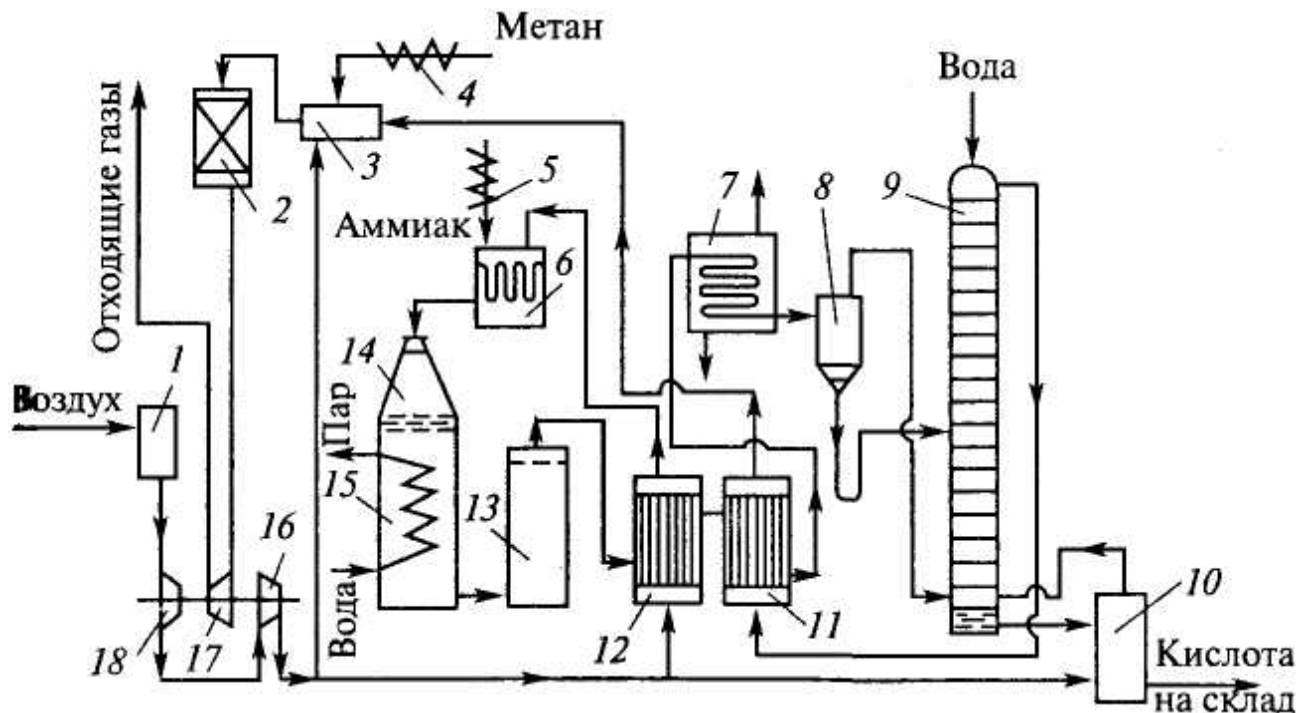


Рисунок 1.1 – Схема производства азотной кислоты под давлением 0,716 МПа

1 – фильтр воздуха; 2 – реактор каталитической очистки; 3 – топочное устройство; 4 – подогреватель метана; 5 – подогреватель аммиака; 6 – смеситель аммиака и воздуха; 7 – холодильник-конденсатор; 8 – сепаратор; 9 – абсорбционная колонна; 10 – продувочная колонна; 11 – подогреватель отходящих газов; 12 – подогреватель воздуха; 13 – сосуд для окисления нитро-зных газов; 14 – контактный аппарат; 15 – котел-утилизатор; 16, 18 – двухступенчатый турбокомпрессор; 17 – газовая турбина

Атмосферный воздух проходит тщательную очистку в двухступенчатом фильтре 1 (первая ступень фильтра выполнена из лавсановой ткани, вторая – из ткани Петрянова). Очищенный воздух сжимают двухступенчатым воздушным компрессором. В первой ступени 18 воздух сжимают до 0,35 МПа, при этом он нагревается до 165–175 °С за счет адиабатического сжатия. После охлаждения воздух направляют на вторую ступень сжатия 16, где его давление возрастает до 0,716 МПа.

абсорбционной колонны. Сверху в колонну подают охлажденный паровой конденсат.

Образующаяся в верхней части колонны азотная кислота низкой концентрации перетекает на нижележащие тарелки. За счет поглощения оксидов азота концентрация кислоты постепенно увеличивается и на выходе достигает 55–58%, причем содержание растворенных в ней оксидов азота достигает ~1%. Поэтому кислота направляется в продувочную колонну 10, где подогретым воздухом из нее отдувают оксиды азота, и отбеленная азотная кислота поступает на склад. Воздух после продувочной колонны подается в нижнюю часть абсорбционной колонны 9.

Степень абсорбции оксидов азота достигает 99%. Выходящие из колонны хвостовые газы с содержанием оксидов азота до 0,11% при температуре 35 °С проходят подогреватель 11, где нагреваются до 110–145 °С и поступают в топочное устройство (камера сжигания) 3 установки каталитической очистки. Здесь газы нагреваются до температуры 390–450 °С за счет горения природного газа, подогретого предварительно в подогревателе 4, и направляются в реактор с двухслойным катализатором 2, где первым слоем служит оксид алюминия, с нанесенным на него палладием, вторым слоем – оксид алюминия. Очистку осуществляют при 760 °С.

Очищенные газы поступают в газовую турбину 17 при температуре 690–700 °С. Энергия, вырабатываемая турбиной за счет теплоты хвостовых газов, используется для привода турбокомпрессора 18. Затем газы направляют в котел-утилизатор и экономайзер (на схеме не показаны) и выбрасывают в атмосферу. Содержание оксидов азота в очищенных выхлопных газах составляет 0,005–0,008%, содержание CO₂ – 0,23%.

										Лист
										10
Изм.	Лист	Индокум	Год	Дата						

В верхней части аппарата расположен картонный фильтр 2 для тонкой очистки аммиачно-воздушной смеси. Катализаторные сетки опираются на колосники; ниже на решетке расположен слой металлических колец 5, выполняющих роль аккумулятора теплоты, необходимой для быстрого розжига аппарата после кратковременной остановки; кроме того, эти кольца служат для улавливания наиболее крупных частиц платины, уносимых газом. Конвертор установлен на верхней части котла-утилизатора. Производительность его 48...50 тонн HNO_3 в сутки.

Для сокращения потерь платины производят ее улавливание и возвращение на изготовление катализаторов. Наиболее распространено улавливание частиц платины фильтрованием нитрозных газов. Для этого используют разнообразные конструкции механических фильтров и фильтрующие материалы. В основном для набивки фильтров применяют непрерывное стекловолокно.

В настоящее время разработаны и опробованы массы на основе оксида кальция, которые химически связывают пары платины. При этом способе улавливания сорбент устанавливается непосредственно в контактном аппарате за катализаторными сетками и работает в условиях процесса окисления аммиака.

Платиноидную пыль извлекают из кислоты, из шлама, периодически собирают из аппаратов и газоходов, протирая их внутреннюю поверхность гигроскопической ватой, смоченной спиртом.

Контактный аппарат, изображенный на рисунке 2.2, предназначен для окисления аммиака до оксида азота под давлением 0.73 МПа. Он состоит из двух частей: верхней - в виде усеченного конуса диаметром 2200... 160,0 мм - и нижней цилиндрической части. Между конусообразной и цилиндрической частями в специальной кассете расположены 12 платиновых катализаторных сеток. Кассета с катализаторными сетками установлена на решетке из концентрических колец. Под ними на колосниковой решетке размещен слой керамических колец, уложенных правильными рядами высотой 200 мм. Этот слой колец, с одной стороны, частично улавливает платину, с другой - стабилизирует тепловой режим на катализаторных сетках.

										Лист
Изм	Лист	Индокум	Год	Дата						12

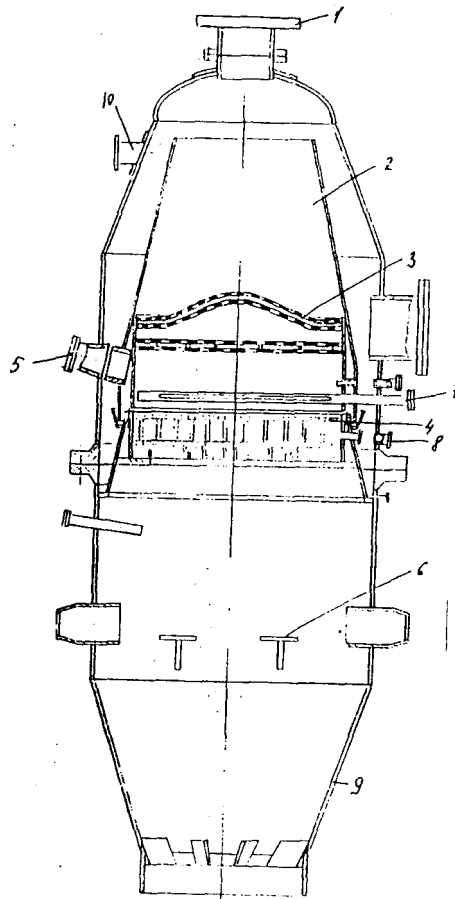


Рисунок 2.3 – Контактный аппарат

1 - предохранительное устройство, 2 - внутренний конус; 3 - распределительная решетка; 4 - катализаторные сетки; 5 - смотровое окно; 6 - опоры под паропрегреватели; 7 - ввод азотоводородной смеси; 8 - ввод термопары; 9 - переходной конус; 10 - монтажный штуцер

Общий вид контактного аппарата, работающего под давлением 0.54 МПа, с двухступенчатым катализатором, в котором первая ступень окисления аммиака осуществляется на платиноидных сетках, приведен на рисунке 2.4.

Неплатиновый катализатор загружают в катализаторную корзину, изготовленную из жаропрочной стали. На опорные ребра, приваренные к корпусу аппарата, укладывают литую колосниковую решетку из жаропрочной стали. Поверх решетки размещают нихромовые сетки, которые перекрывают все зазоры между корпусом и корзиной, чтобы исключить проскок аммиака и унос потоком газа таблеток катализатора.

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

3.1 Исходные данные к расчету

Исходные данные:

- производительность агрегата 120000т/год;
- давление в аппарате 0.8МПа;
- температура конверсии 910°С;
- степень конверсии 96%;
- степень абсорбции 97%;
- содержание NH₃ в АВС 10.0% об [3].

Схема к расчету представлена на рисунке 3.1.

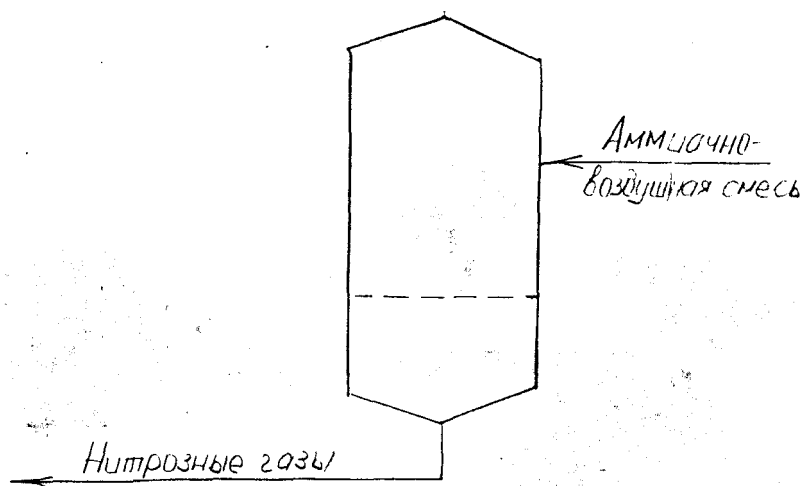
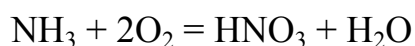


Рисунок 3.1 – Схема к расчету

3.2 Материальный баланс

Вычисляем количество аммиака, необходимое для производства 1000кг HNO₃. Из балансового уравнения производства азотной кислоты:



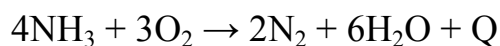
следует, что 1 кмоль HNO₃ образуется из 1 кмоль NH₃. Это позволяет вычислить массу аммиака, необходимую для производства 1000 кг NH₃ по формуле:

$$A_{\text{NH}_3} = M_{\text{NH}_3} / M_{\text{HNO}_3} \times 1000 / (k_1 k_2)$$

где $M_{\text{NH}_3} = 14 + 3 \times 1 = 17$ кг/кмоль – молекулярная масса аммиака;

$M_{\text{HNO}_3} = 1 + 14 + 3 \times 16 = 63$ кг/кмоль - молекулярная масса азотной кислоты;

Изм	Лист	Ндокум	Подп	Дата



азота

$$V_{\text{N}_2} = 1/2 (1 - k_1) V_{\text{NH}_3} = 1/2 \times (1 - 0.96) \times 382 = 7.6,$$

паров воды

$$V_{\text{вод}2} = 6/4 (1 - k_1) V_{\text{NH}_3} = 6/4 \times (1 - 0.96) \times 382 = 23,$$

расходуемого при протекании этой реакции кислорода

$$V_{\text{PH}_2} = 3/4 (1 - k_1) V_{\text{NH}_3} = 3/4 \times (1 - 0.96) \times 382 = 12$$

Вычисляем находящиеся в газе после окисления аммиака объемы, м:

кислорода

$$V_{\text{O}_2} = V_{\text{кис}} - (V_{\text{PH}_1} + V_{\text{PH}_2}) = 692 - (458 + 12) = 222,$$

азота

$$V_{\text{A}_3} = V_{\text{N}_2 1} + V_{\text{N}_2 2} = 2602 + 7.6 = 2609.6,$$

паров воды

$$V_{\text{вод}3} = V_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{вод}1} + V_{\text{вод}2} = 144 + 550 + 23 = 717.$$

Производительность установки

$$Q = 120000 \text{ т/год} = 120000 \times 10^3 / (350 \times 24) = 14286 \text{ кг/ч.}$$

Здесь 350 - число рабочих дней в году с учетом 15 дней простоя на ремонт.

Коэффициент пересчета

$$x = 14286 / 1000 = 14.286.$$

Тогда расход аммиака

$$V'_{\text{NH}_3} = x V_{\text{NH}_3} = 14.286 \times 382 = 5457 \text{ м}^3/\text{ч},$$

расход воздуха

$$V'_B = x V_B = 14.286 \times 3438 = 49115 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

После окисления аммиака образуется кислорода

$$V'_{\text{O}_2} = x V_{\text{O}_2} = 14.286 \times 222 = 3171 \text{ м}^3/\text{ч},$$

азота

$$V'_{\text{аз}} = x \times V_{\text{аз}} = 14.286 \times 2609.6 = 37281 \text{ м}^3/\text{ч},$$

паров воды

$$V'_{\text{вод}3} = x V_{\text{вод}3} = 14.286 \times 717 = 10243 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

										Лист
										18
Изм.	Лист	Ндокум	Год	Дата						

$$F_0 = 1.81 \times 0.8 \times 12 = 17.4 \text{ м}^2.$$

Напряженность катализатора:

$$g = g_{\text{NH}_3} / F_0 = x A_{\text{NH}_3} / F_0 = 14.286 \times 290 / 17.4 = 238 \text{ кг}_{\text{NH}_3} / (\text{ч} \times \text{м}^2)$$

Масса платино-родиевой сетки:

$$g_{\text{pt}} = S_{\text{пр}} \pi^2 / 4 \times 100 \sqrt{n} \times 2 \times 100 \times \rho =$$

$$0,8 \times 3.14 \times 0,0092 / 4 \times 100 \times \sqrt{1024} \times 2 \times 100 \times 21.4 \times 12 = 8364 \text{ г}$$

Наиболее рациональна конструкция контактного аппарата в виде усеченных конусов, соединенных средней цилиндрической частью, в соответствии с рисунком 3.2.

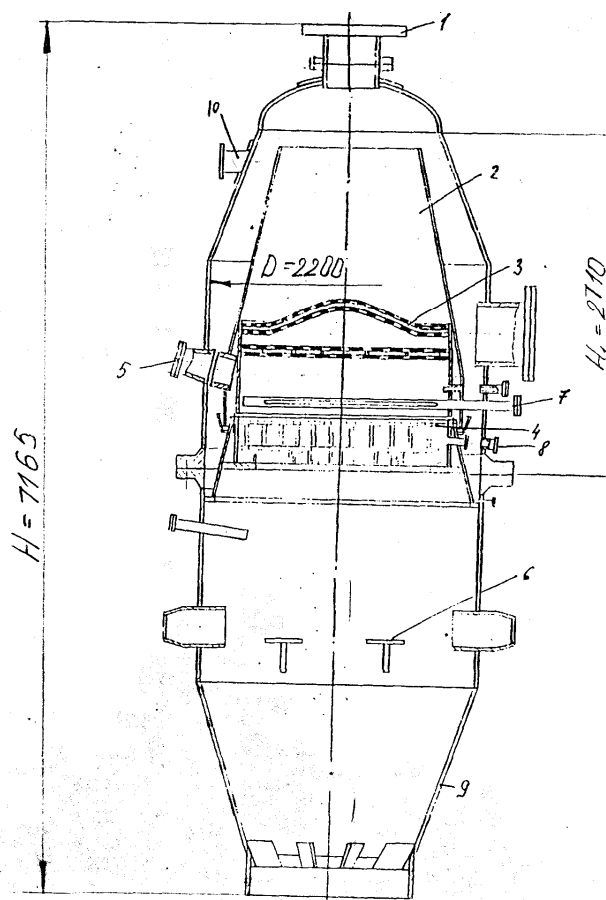


Рисунок 3.2 – Реактор конверсии аммиака

1 - предохранительное устройство, 2 - внутренний конус; 3 - распределительная решетка; 4 - катализаторные сетки; 5 - смотровое окно; 6 - опоры под пароперегреватели; 7 - для ввода азотоводородной смеси; 8 - ввод термопары; 9 - переходной конус; 10 - монтажный штуцер

Высотные размеры аппарата, в соответствии с рисунком 3.2, принимаем по аналогии с производственными данными [3]:

$$D = 2200 \text{ мм}, H = 7165 \text{ мм}, H_1 = 2710 \text{ мм}.$$

Изм.	Лист	Ндокум	Год	Дата

3.5 Тепловой расчет

Найдем температуру t_x до которой необходимо нагревать аммиачно-воздушную смесь для обеспечения автотермичности процесса окисления аммиака.

Вычисляем общий объем аммиачно-воздушной смеси, необходимой для производства 14286 кг/ч HNO_3 :

$$V_{\text{см}} = V'_{\text{NH}_3} + x V_{\text{св}} + x V_{\text{H}_2\text{O}} = 5457 + 14.286 \times 3294 + 14.286 \times 144 = 54572 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Определяем концентрацию компонентов аммиачно-воздушной смеси:

аммиака

$$\Pi_{\text{ам}} = V'_{\text{NH}_3} / V_{\text{см}} \times 100\% = 5457 / 54572 \times 100\% = 10\%,$$

сухого воздуха

$$\Pi_{\text{св}} = x V_{\text{св}} / V_{\text{см}} \times 100\% = 14.286 \times 3294 / 54572 \times 100\% = 86.2\%,$$

воды

$$\Pi_{\text{H}_2\text{O}} = x V_{\text{H}_2\text{O}} / V_{\text{см}} \times 100\% = 14.286 \times 144 / 54572 \times 100\% = 3.8\%.$$

Рассчитаем среднюю теплоемкость аммиачно-воздушной смеси [6]:

$$\begin{aligned} C_{\text{ср}} &= 0.01 \times (C_{\text{NH}_3} \Pi_{\text{ам}} + C_{\text{св}} \Pi_{\text{св}} + C_{\text{H}_2\text{O}} \Pi_{\text{H}_2\text{O}}) = \\ &= 0.01 (35.8 \times 10 + 28.7 \times 86.2 + 32.6 \times 3.8) = 29.6 \text{ кДж}/(\text{кмоль} \times \text{К}), \end{aligned}$$

где C_{NH_3} , $C_{\text{св}}$, $C_{\text{H}_2\text{O}}$ – теплоемкости соответственно аммиака, сухого воздуха и паров воды [6, с. 189].

Определяем теплоту, вносимую аммиачно-воздушной смесью:

$$Q_1 = C_{\text{ср}} V_{\text{см}} / 22.4 t_x = 29.6 \times 54572 / 22.4 \times t_x = 72113 t_x \text{ кДж}/\text{ч}.$$

Вычисляем теплоты, необходимые для протекания реакции:

$$\begin{aligned} Q_2 &= q_1/4 \times V_{\text{NO}}/22.4 + q_2/2 \times V_{\text{N}_2} / 22.4 = \\ &= 905800/4 \times 14.286 \times 367/22.4 + 1266960/2 \times 14.286 \times 7.6/22.4 = 56073569 \text{ кДж}/\text{ч} \end{aligned}$$

где q_1 , q_2 – теплоты, выделяющиеся при образовании 1 кмоль оксида азота и азота [7].

Находим общий объем нитрозного газа, поступающего в котел-утилизатор:

$$\begin{aligned} V_{\text{нит}} &= x V_{\text{NO}} + V'_{\text{O}_2} + V'_{\text{аз}} + V'_{\text{вод3}} = \\ &= 14.286 \times 367 + 3171 + 37281 + 10243 = 55938 \text{ м}^3/\text{ч} \end{aligned}$$

Определяем концентрацию компонентов нитрозного газа:

$$\text{NO: } \Pi_{\text{NO}} = x V_{\text{NO}} / V_{\text{нит}} \times 100\% = 14.286 \times 367/55938 \times 100\% = 9.4\%$$

										Лист
										22
Изм	Лист	Ндокум	Подп	Дата						

Принимаем $D = 1600\text{мм}$. Остальные размеры смесителя определяются конструктивно, в соответствие с рисунком 2.4.

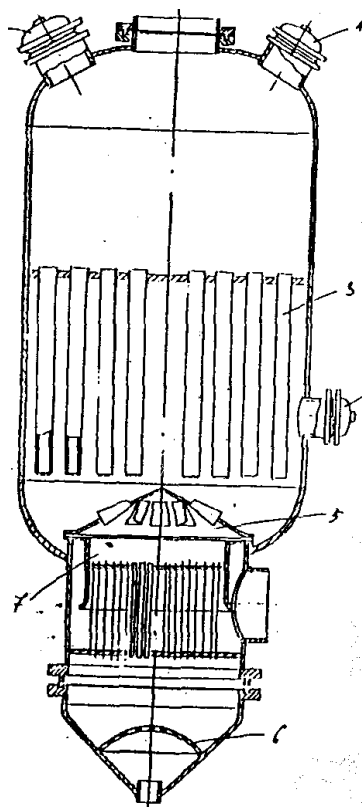


Рисунок 3.3 – Смеситель

1, 2, 4 – люки; 3 – фильтры; 5 – завихритель; 6 – распределительная решетка; 7 – смеситель

Аппарат снабжен восемнадцатью стаканами с базальтовым волокном, представляет собой вертикальный сосуд, в нижней части которого происходит смешение аммиака с воздухом, а в средней - очистка, необходимая для предотвращения отравления катализатора сеток и повышения степени конверсии.

3.6.2 Расчет подогревателя азота

Исходные данные:

- производительность по NH_3 : $V_{\text{NH}_3}^1 = 1.583 \text{ м}^3/\text{с}$ при $P = 0.1013\text{МПа}$ и $t=0^\circ\text{C}$;
- начальная температура аммиака $t'_1 = 30^\circ\text{C}$;
- конечная температура аммиака $t''_1 = 150^\circ\text{C}$;
- теплоагент водяной пар с $P = 0.6 \text{ МПа}$.

Схема к расчету представлена на рисунке 3.4.

Изм	Лист	Ндокум	Год	Дата

$$g_n = Q/i,$$

где i - удельная энтальпия пара, кДж/кг.

Тогда

$$g_n = 1863.5 / 2768 = 0.67 \text{ кг/с.}$$

Тогда площадь теплопередачи подогревателя составит

$$F = Q/(K \Delta t_{cp}) = 1863.5 \times 10^3 / (280 \times 99.7) = 67 \text{ м}^2.$$

Принимаем кожухотрубчатый теплообменник с характеристиками:

- площадь теплообменника $F = 73 \text{ м}^2$;

- диаметр аппарата 800 мм.

										Лист
										26
Изм	Лист	Ндокум	Год	Дата						

Допускаемое напряжение в рабочем состоянии:

$$[\sigma] = \eta \sigma^*$$

где η – поправочный коэффициент, для листового проката $\eta = 1$;

σ – нормативное допускаемое напряжение при расчетной температуре;

$$[\sigma] = 1 \times 121 = 121 \text{ МПа.}$$

При гидравлических испытаниях:

$$[\sigma]_{\text{и}} = \sigma_{\text{т}20} / 1.1$$

где $\sigma_{\text{т}20}$ – предел текучести для стали при температуре 20°C;

$$[\sigma]_{\text{и}} = 240/1.1 = 218 \text{ МПа}$$

Расчетное значение внутреннего давления равно рабочему давлению, так как среда в аппарате газовая

$$P_p = P = 0.8 \text{ МПа.}$$

Пробное давление при гидравлическом испытании [11, таблица 1.1]:

$$P_{\text{и}} = \max \begin{cases} 1.25P[\sigma]_{20} / [\sigma] = 1.25 \cdot 0.8 \cdot 160 / 121 = 1.32 \text{ МПа} \\ P + 0.3 = 0.8 + 0.3 = 1.1 \text{ МПа} \end{cases} = 1.32 \text{ МПа}$$

где $[\sigma]_{20}$ – допускаемое напряжение для стали 12X18H10T при температуре 20°C.

$$[\sigma]_{20} = \eta \sigma^*$$

Схема к расчету показана на рисунке 4.1

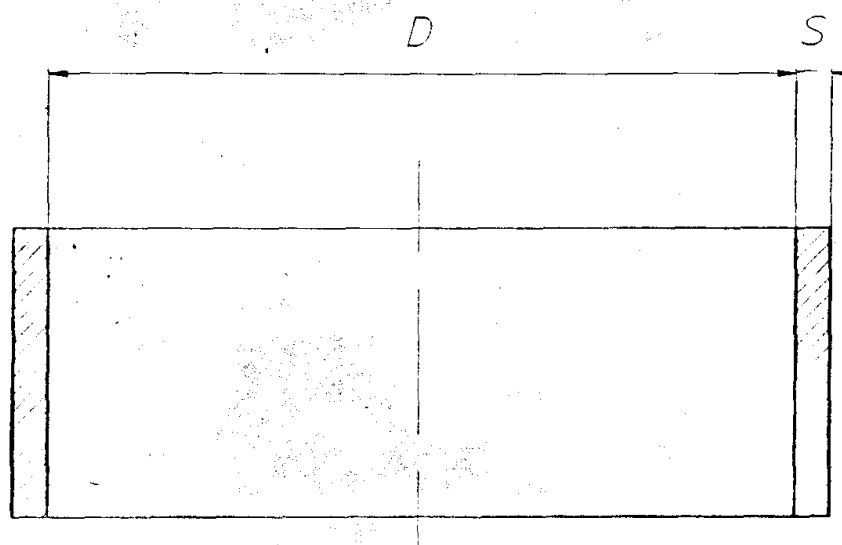


Рисунок 4.1 – Расчетная схема обечайки

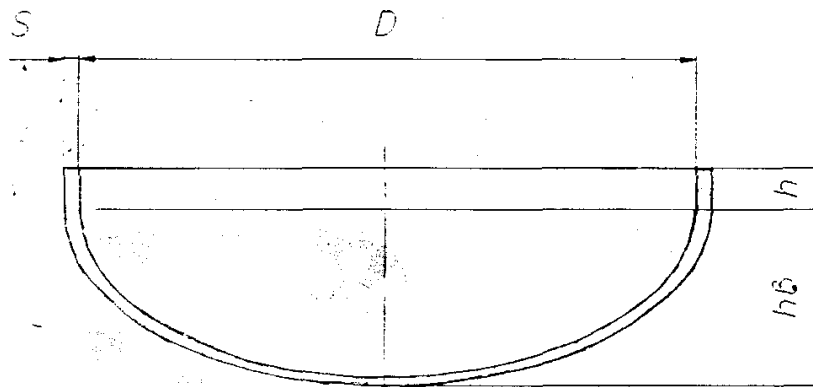


Рисунок 4.2 – Днище эллиптическое

Допускаемое напряжение в рабочем состоянии:

$$[\sigma] = \eta \sigma^*$$

где $\eta = 1$ – поправочный коэффициент,

σ^* – нормативное допускаемое напряжение при расчетной температуре [11].

$$[\sigma] = 1 \times 121 = 121 \text{ МПа.}$$

При гидравлических испытаниях:

$$[\sigma]_{\text{и}} = \sigma_{\text{т}20} / 1.1,$$

$\sigma_{\text{т}20}$ – предел текучести материала при 20°C [11, таблица 1.1],

$$[\sigma]_{\text{и}} = 240 / 1.1 = 218 \text{ МПа}$$

Исполнительную толщину стенки рассчитывают с учетом всех прибавок.

Номинальная толщина стенки днища определяется по формуле:

$$S_p = \max \left\{ \begin{array}{l} P_p \cdot R / (2\phi[\sigma] - 0.5P_p) \\ P_u R / (2\phi[\sigma]_{\text{и}} - 0.5 \cdot P_u) \end{array} \right\}$$

где R - радиус кривизны в вершине. Для стандартных днищ R = D

Пробное давление при гидроиспытаниях [11, таблица 1.1]:

$$P_{\text{и}} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1.25P[\sigma]_{20} / [\sigma] = 1.25 \cdot 0.8 \cdot 160 / 121 = 1.32 \text{ МПа} \\ P + 0.3 = 0.8 + 0.3 = 1.1 \text{ МПа} \end{array} \right\} = 1.32 \text{ МПа}$$

где $[\sigma]_{20}$ – допускаемое напряжение стали при 20°C,

$$[\sigma]_{20} = \eta \sigma_{20}^*$$

здесь σ_{20}^* – нормативное допускаемое напряжение при 20°C

$$S_k = S_{кр} + C + C_0 = 7.8 + 1 + 0.2 = 9 \text{ мм}$$

Так как $(S - C)/D = (9 - 1)/2200 = 0.004 < 0.25/\cos(20) = 0.27$, то условие применимости формулы выполняется.

4.5 Расчет толщины стенки штуцера ввода аммиачно-воздушной смеси

Исполнительная толщина стенки штуцера рассчитывается по формулам

$$S_{ш.р.} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{P_p \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - P_p} \\ \frac{P_{и} \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_{и} - P_{и}} \end{array} \right.$$

Для штуцера ввода аммиачно-воздушной смеси $D_{вх} = 600$ мм:

$$S_{ш.р.} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{0.8 \cdot 600}{2 \cdot 1 \cdot 121 - 0.8} = 2 \\ \frac{1.32 \cdot 600}{2 \cdot 1 \cdot 218.2 - 1.32} = 1.8 \end{array} \right. = 2 \text{ мм},$$

$$S_{ш} = S_{ш.р.} + C + C_0 = 2 + 1 + 1 = 4 \text{ мм},$$

Так как $(S_{ш} - C)/D < 0.1 = 0.001 < 0.1$, то условие применения формулы выполняется.

4.6 Выбор опоры

Выбор типа опоры зависит от ряда условий: места установки аппарата (в помещении или на открытой площадке), соотношения высоты к диаметру аппарата, массы его и т.д.

Так как проектируемый аппарат устанавливается на этажерке [3], то в качестве опор применяем лапы по ОН 26-01-69-68.

Используем четыре лапы с нагрузкой на каждую 0.02 МН, тогда геометрические размеры лапы: $H = 310$ мм; $h = 20$ мм; $s = 8$ мм; $B = 255$ мм [12].

Изм	Лист	Ндокум	Подл	Дата

тягачами. Выберем прицеп-тяжеловоз и тип тягача с учётом массы и габаритов транспортируемого оборудования.

Предварительно принимаем для транспортирования пневмоколёсный прицеп-тяжеловоз ЧМЗАП-5212, при транспортировании по сухой грунтовой дороге с максимальным подъёмом 3% и скоростью $v=2,6$ км/ч; для буксировки прицепа с аппаратом – трактор марки Т-140 мощностью двигателя $N = 103$ кВт и скоростью $v=2\dots 20,5$ 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 $G_T = 25$ т – масса тягача;

$f_T = 0,075$ – удельное сопротивление движению тягача;

$G_{\Pi} = 14$ т – масса выбранного для транспортирования оборудования прицепа;

$G_0 = 20$ т – масса транспортируемого блока оборудования;

$f_{\Pi} = 0,05$ – удельное сопротивление движению прицепа;

$f_y = 0,03$ – сопротивление движению от уклона дороги, равное показателю уклона, соответствующему 0,01 на каждый процент уклона (с плюсом при подъёме дороги, с минусом – при спуске).

$$F = 10 \cdot 25 \cdot 0,075 + 10 \cdot (14 + 20) \cdot 0,05 + 10 \cdot (25 + 14 + 51) \cdot 0,03 = 68 \text{ кН}$$

Необходимое тяговое усилие для страгивания автопоезда с места с учетом увеличения тяговой нагрузки примерно на 50 % определяется по формуле:

$$F_T = 1,5F.$$

$$F_T = 1,5 \times 68 = 102 \text{ кН.}$$

По F_T подбираем тягач – трактор марки Т-100 с тяговым усилием 120 кН. Определяем силу тяги подобранного тягача по мощности двигателя на гусеницах трактора:

$$F_d = \frac{3,67 \cdot N \cdot \eta}{v}$$

где $\eta = 0,8$ – КПД двигателя и силовой передачи трактора;

Изм	Лист	Ндокум	Год	Дата

ного мусора. Раковины, пористость, наслоения и другие дефекты недопустимы. Проемы и отверстия должны иметь соответствующее ограждение, каналы и люки должны быть закрыты, выступающие из бетона арматура и проволока, а также металлические кондукторы – обрезаны. На фундаментные болты должны быть установлены гайки и шайбы, а их нарезанные части защищены от коррозии и предохранены от повреждений.

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

5.4 Выбор способа монтажа

Выбираем монтаж одним краном с отрывом от земли. Схема монтажа показана на рисунке 5.1.

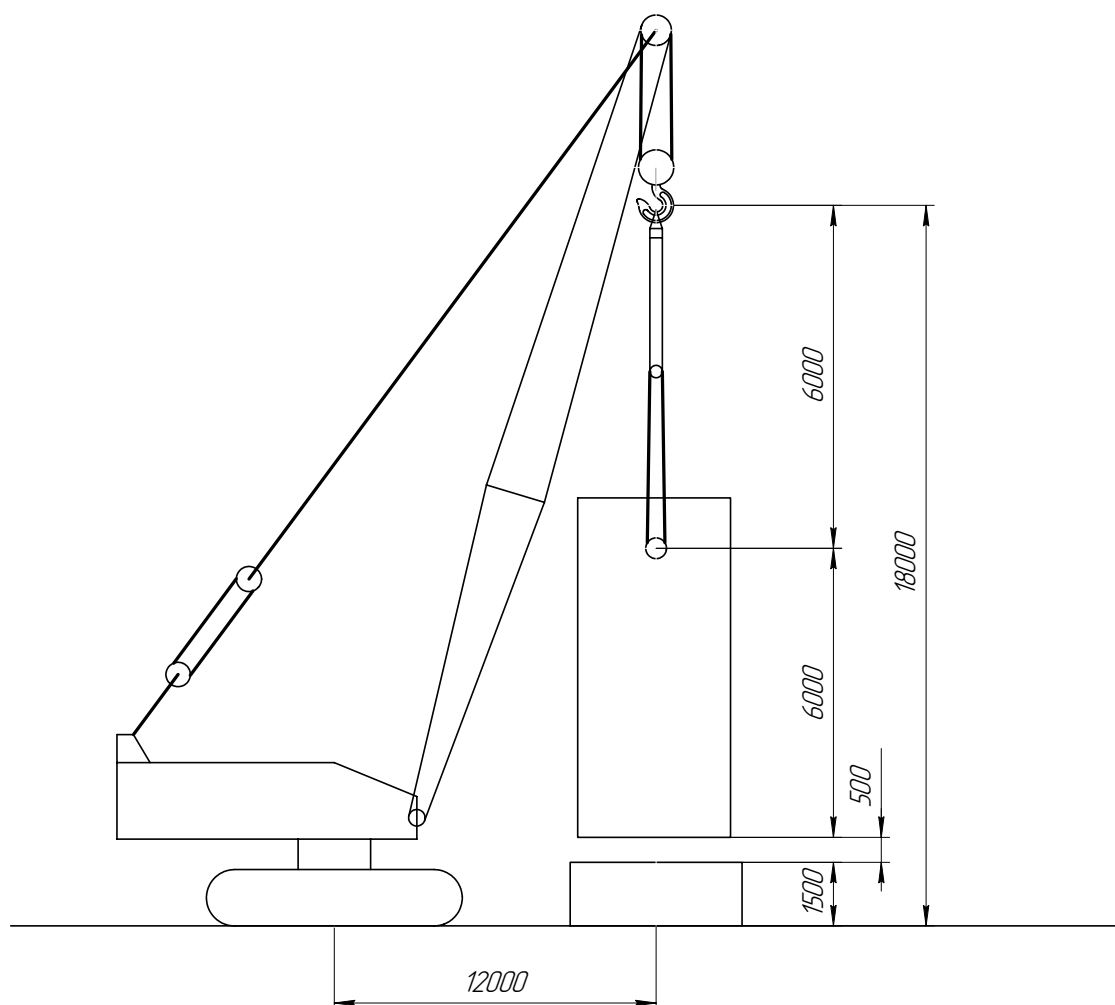


Рисунок 5.1 – Схема монтажа реактора

Изм	Лист	Ндокум	Год	Дата

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

5.5.2 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 5.2.

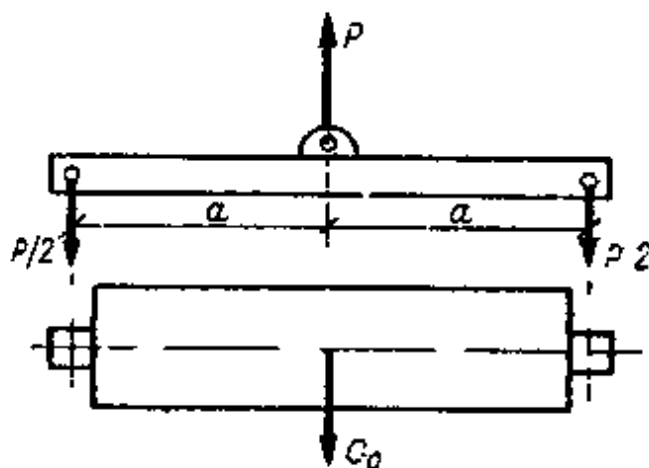


Рисунок 5.2 – Расчётная схема траверсы, работающей на изгиб

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

Определяем нагрузку, действующую на траверсу по формуле:

$$P = 10 \cdot G_0 \cdot k_n \cdot k_d$$

$$P = 10 \cdot 20 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 242 \text{ кН.}$$

Определяем изгибающий момент в траверсе по формуле:

$$M = \frac{P \cdot a}{2}$$

где $a = \frac{B}{2} + 0,12 = \frac{3}{2} + 0,12 = 1,62$ м – длина плеча траверсы.

$$M = \frac{242 \cdot 1,62}{2} = 196 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$S = \frac{P}{m \cdot n \cdot \cos \alpha}$$

где $P = 242/2 = 121$ кН – усилие, приложенное к стропу;

$m = 2$ – количество ветвей витого стропа;

$n = 7$ – число канатных витков в сечении одной ветви;

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

$$S = \frac{121}{2 \cdot 7 \cdot 0,97} = 11 \text{ кН.}$$

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

$$R_H = S \cdot k_3$$

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:

$$d_c = 3 \cdot d$$

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:

$$D_c = k_c \cdot d_c$$

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

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

5.6 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

									Лист
									40
Изм	Лист	Ндокум	Год	Дата					

При опускании оборудования на фундамент отжимные регулировочные винты должны выступать ниже установочной поверхности оборудования на 10 – 30 мм.

Положение оборудования по высоте и горизонтали (вертикали) регулируют поочередно всеми отжимными винтами, не допуская в процессе выверки отклонения оборудования от горизонтали (вертикали) более чем на 3 мм на 1 м. После завершения выверки плотности прилегания регулировочных винтов к опорным пластинам проверяют щупом толщиной 0,1 мм, а положение фиксируют контргайками.

Перед окончательной затяжкой фундаментных болтов регулировочные винты должны быть вывернуты на два-три оборота. При повторном использовании винты вывёртывают полностью. Оставшиеся отверстия во избежание попадания масла и других веществ, разъедающих бетон, заглушают резьбовыми пробками или цементным раствором, поверхность которого покрывают маслостойкой краской. Гидравлическому испытанию подлежат все сосуды после их изготовления и монтажа.

При заполнении сосуда водой воздух должен быть удалён полностью. Для гидравлических испытаний применяется вода не ниже с температурой 5⁰C и не выше 40⁰C. Давление следует повышать плавно. Давление контролируется манометрами.

Сосуд считается выдержавшим гидравлическое испытание, если не обнаружено течи, трещин, потения в сварных швах и на оси металла, течи в разъёмных соединениях, видимых остаточных деформаций, а также падения давления по манометру.

						Лист
						42
Изм.	Лист	Идокум	Год	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Атрощенко В.И. , Каргин СИ. Технология азотной кислоты. М.: Химия, 1970 - 496 с.
2. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. - М.: Высш. шк., 1985. - 448с.
3. Технологический регламент цеха 5 «Производство слабой азотной кислоты». - Невинномысск, 1998. - 560с.
4. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник/ Под ред. В.А. Григорьева. - М.: Энергоатомиздат, 1983.- 552с.
5. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ Под ред. Ю.И. Дытнерского. - М.: Химия , 1983 - 272с.
6. Справочник азотчика. Том 2 - М.: Химия, 1986. - 512с.
7. Методы расчета по технологии связанного азота / Под ред. В. И. Атрощенко. - К.: Вища школа, 1978. - 312с.
8. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. - Л.: Химия, 1981 - 560с.
9. Плановский А. Н., Рамм В. М. Процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1967 -848 с.
10. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи/ Под ред. М.Ф. Михалева. - Л.: Машиностроение, 1984 -301с.
11. Лощинский А.А., Толчинский А.Р. Основы проектирования и расчета химической аппаратуры.- М.: Машиздат., 1973.-470с.
12. Монтаж технологического оборудования. Под ред. В.З.Маршева. -М.: Стройиздат, 1983.-584с.
13. Гальперин М.И. Монтаж технологического оборудования нефтеперерабатывающих заводов. - М.: Стройиздат, 1982-351с.
14. Матвеев В.В., Крупин Н.Ф. Примеры расчета такелажной оснастки.-Л.: Стройиздат, 1987. -320с.

										Лист
										44
Изм	Лист	Идокум	Год	Дата						