

возможные проскоки на основных фильтрах и поддерживает неизменное значение величины рН обессоленной воды. На обессоливающую установку подается осветленная вода, с содержанием взвешенных веществ не более 20 мг/л. В зависимости от качества исходной воды и требований, предъявляемых к обессоленной воде, приведенная схема может претерпевать значительные изменения. Первая группа фильтров обессоливающей установки принципиально работает так же, как Н-катионитовые фильтры в цикле умягчения воды с той лишь разницей, что при полном ионитовом обессоливании Н-катионитовые фильтры должны задерживать не только катионы Ca^{2+} но и катионы Na^+ и все прочие, которые растворены в воде (обычно катионный состав воды практически исчерпывается указанными тремя катионами).

Из-за необходимости задержания Na^+ в схемах полного обессоливания воды рабочий цикл фильтрования на Н-катионитовых фильтрах короче, чем на Н-катионитовых фильтрах водоумягчительной установки (при прочих равных условиях) и, следовательно, рабочая обменная способность Н-катионита при полном обессоливании соответственно ниже.

При пропуске обессоливаемой воды через вторую группу фильтров происходит обмен анионов сильных кислот (SO_3^- , Cl^-) на ионы OH^- , CO_3^{2-} или HCO_3^- анионита (в зависимости от того, каким реагентом отрегенирован анионит).

Аниониты бывают сильноосновные и слабоосновные. Первые способны к обмену анионов в нейтральной, кислой и щелочной средах, вторые – только в кислых, при значениях рН обессоливаемой воды ниже 7.

Кроме того, сильноосновные аниониты, в отличие от слабоосновных, способны задерживать анионы слабых кислот (например, SiO_3^{2-}).

Анионы кремниевой кислоты не достаточно поглощаются анионитом совместно с анионами сильных кислот. Поэтому при наличии в исходной воде кремниевой кислоты, пропуском воды через две группы указанных фильтров (Н-катионитовых и анионитовых) не удастся достигнуть полного обессоливания воды.

		N				10

2 Обзор конструкций проектируемого оборудования

Катионитовые фильтры выпускаются серийно шести различных диаметров и с различной высотой загрузки катионитом, рассчитанные на рабочее давление от 0,3 до 0,6 МПа.

На рисунке 2.1 показан типовой катионитовый фильтр диаметром 2500 мм.

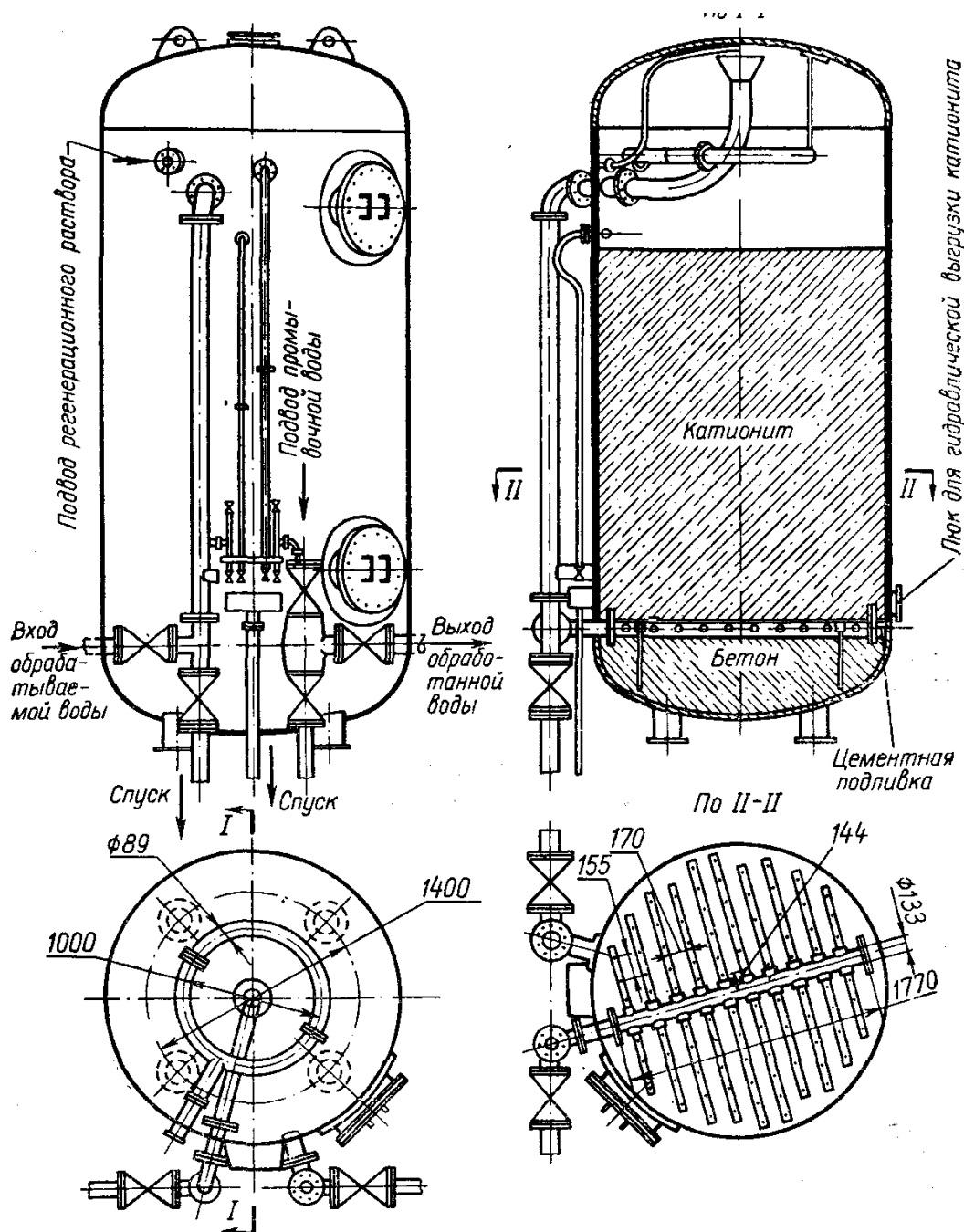


Рисунок 2.1 – Типовой катионитовый фильтр диаметром 2500 мм

1 – обечайка; 2, 7 – люк-лаз; 3, 4, 5, 6 – вентили; 8 – крышка; 9 – опора; 10 – решетка; 11 – катионит;

На рисунке 2.3 показан катионитовый фильтр, приспособленный для работы по методу скоростного противоточного катионирования.

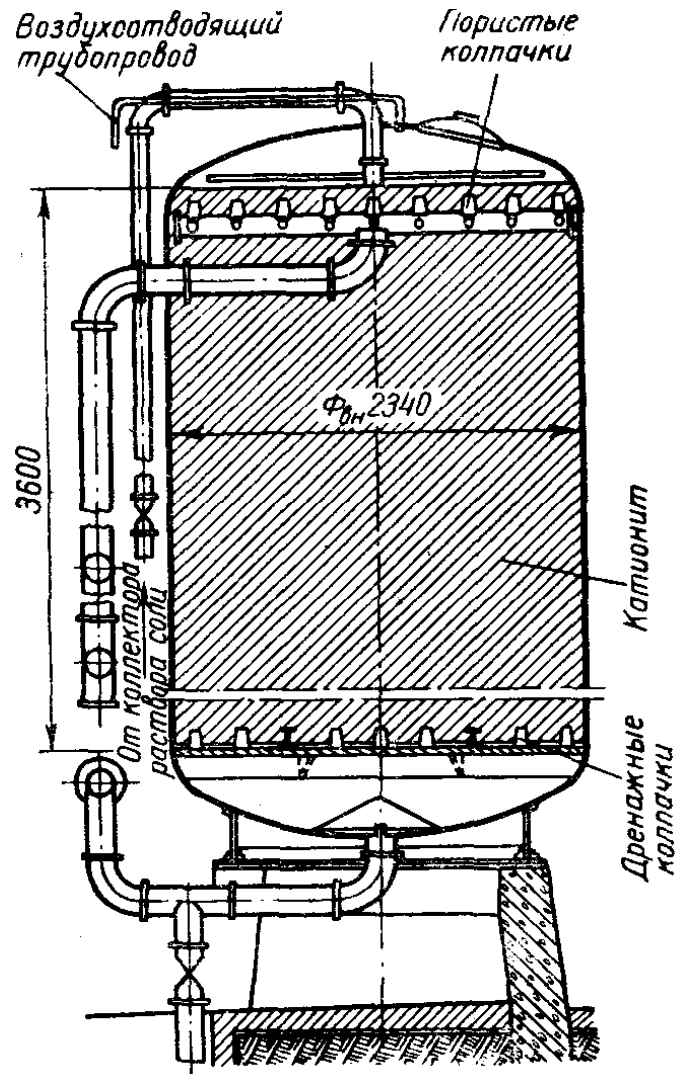


Рисунок 2.3 – Противоточный катионитовый фильтр МОЦКТИ

1 – пористые колпачки; 2 – воздухоотводящий трубопровод; 3 – дренажные колпачки; 4 – опора; корпус

Умягчаемая вода подается снизу в междудонное пространство и при помощи дренажных колпачков, закрепленных в ложном днище, равномерно распределяется по всей площади фильтров. Сбор умягченной воды и подача отмывочной воды производятся через верхний трубчато-колпачковый дренаж, располагаемый в слое катионита у его поверхности. Распределитель регенерирующего раствора размещается непосредственно над слоем катионита. Конструкция распределителя

- 3) подавать воду для взрыхления катионита (задвижка 3);
- 4) отводить воду после взрыхления катионита (задвижка 4);
- 5) подавать регенерирующий раствор (задвижка 5);
- 6) отводить его в канализацию (задвижка 6);
- 7) подавать воду для отмывки катионита (задвижка 7);
- 8) сбрасывать первые порции отмывочной воды в канализацию (задвижка 6);
- 9) подавать следующие порции отмывочной воды в бак в целях последующего использования этой воды для взрыхления катионита (задвижка 3);
- 10) брать пробы воды до и после фильтра (вентили 7);
- 11) снимать данные о расходе воды, проходящей через фильтр (расходомер 8);
- 12) контролировать потерю напора в фильтре (по показаниям манометров 9).

На рисунке 2.5 показан фильтр смешанного действия. Сжатый воздух для перемешивания сначала подают через нижнюю дренажную систему, а затем через промежуточный коллектор. Перед регенерацией фильтра иониты взрыхляют обратным током обессоленной воды, которая подается также через нижнюю дренажную систему, а отводится верхним распределительным устройством. Иониты для загрузки в фильтр подбирают так, чтобы насыпной вес анионита во влажном состоянии был заметно меньше насыпного веса катионита. Тогда при взрыхлении ионитов обратным током воды происходит послойное их разделение по высоте, — сверху оказывается слой более легкого анионита, а снизу — более тяжелый катионит.

После взрыхления ионитов начинают регенерацию катионита. Для этой цели раствор кислоты подают через нижнее дренажное устройство. Раствор кислоты проходит через слой катионита снизу вверх и собирается промежуточным коллектором. Одновременно, для того, чтобы кислота не попадала в анионит, пропускают через анионит обессоленную воду сверху вниз, которая отводится также через промежуточный коллектор. Отмывку катионита совмещают с регенерацией анионита. При этом раствор щелочи (NaOH) подают через распределительное устройство, расположенное над анионитом

		N				16

3 Технологический расчет

3.1 Исходные данные к расчету

Выполним расчет установки для ионообменной очистки воды производительностью $3700 \text{ м}^3/\text{сут}$ ($155 \text{ м}^3/\text{час}$). Процесс выполняется при давлении $0,3 \text{ МПа}$ и температуре $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Исходная вода имеет следующие показатели:

- жесткость общая – $5,35 \text{ мг/л}$;
- жесткость карбонатная – $3,22 \text{ мг/л}$

Содержание в мг/л :

- Ca^{2+} – 86 ;
- Cl^- – 62 ;
- Mg^{2+} – 13 ;
- SO_4^{2-} – 192 ;
- Na^+ – 21 ;
- HCO_3^- – $19,5$;
- SiO_3^{2-} – 8 .

В качестве активного вещества выбираем катионит КУ-2-8. Схема к расчету установки показана на рисунке 3.1.

3.2 Расчет катионитового фильтра

Н-катионитовые фильтры первой ступени отмываются исходной водой; анионитовые фильтры первой ступени – Н-катионированной водой. Н-катионитовые и анионитовые фильтры второй ступени – водой после анионитовых фильтров первой ступени.

В Н-катионитовые фильтры загружается катионит КУ-2; в анионитовые фильтры первой ступени — анионит АН-2Ф, в анионитовые фильтры второй ступени – анионит ЭДЭ-10П. Расход Н-катионированной и частично обессоленной воды на собственные нужды установки принимаем в размере $\alpha = 20\%$ от полезной

		N				18

$$\Sigma K = \Sigma \frac{\omega_k}{M_k} = \frac{86}{23} + \frac{13}{12} + \frac{21}{23} = 6,3 \text{ г.э/м}^3$$

n – число фильтроциклов в сутки

$$n = \frac{T}{t + t_1} \quad (3.2)$$

T – продолжительность работы установки в течение суток, $T = 24$ часа;

t – полезная продолжительность фильтроциклов, принимаем $t = 10,5$ часа;

t_1 – продолжительность операций, связанных с регенерацией фильтра, принимаем $t_1 = 1,5$ часа.

$$n = \frac{24}{10,5 + 1,5} = 2$$

$E_{\text{раб}}$ – рабочая обменная способность ионообменного фильтра

$$E_{\text{раб}} = \alpha_3 E_{\text{полн}} - 0,5 q \Sigma K \quad (3.3)$$

α_3 – коэффициент эффективности регенерации, определяемый по рисунку [4, рис. XIV-17] в зависимости от удельного расхода серной $G_{\text{СКрег}}$ кислоты на регенерацию катионита, принимаем $G_{\text{СКрег}} = 70$ г/г, тогда $\alpha_3 = 0,78$;

$E_{\text{полн}}$ – полная обменная способность катионита, согласно справочным данным для КУ-2-8 $E_{\text{полн}} = 1500$ г/м³ [4, табл. XIV-2];

q – удельный расход отмывочной воды, принимаем $q = 5$ м³/м³.

$$E_{\text{раб}} = 0,78 \times 1500 - 0,5 \times 5 \times 6,3 = 569 \text{ г/м}^3$$

$$V = \frac{4465 \times 6,3}{2 \times 569} = 24,8 \text{ м}^3$$

Принимаем высоту загрузки в соответствии с рекомендациями [4, стр. 458] $h = 2,8$ м, тогда необходимая площадь рабочих фильтров будет:

$$F = \frac{V}{h} = 24,8 / 2,8 = 8,85 \text{ м}^2 \quad (3.4)$$

Соответственно диаметр аппарата

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 8,85}{3,14}} = 3,35 \text{ м} \quad (3.5)$$

Принимаем внутренний диаметр аппарата

$$D = 3,4 \text{ м.}$$

		N				20

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 2,78}{3,14}} = 1,88 \text{ м} \quad (3.9)$$

Принимаем внутренний диаметр аппарата

$$D = 2,0 \text{ м.}$$

Расчетная скорость фильтрования

$$\omega_{\phi} = \frac{G}{F} = \frac{155}{2,78} = 55,8 \text{ м/ч,} \quad (3.10)$$

3.4 Расчет диаметров основных штуцеров аппарата

Выполним расчет штуцера ввода и вывода воды. Расчетный диаметр штуцера определяется следующим образом:

$$D_{\text{шп}} = \sqrt{\frac{4V}{\pi\omega_p}} \quad (3.11)$$

где V – объемный расход среды, $\text{м}^3/\text{с}$;

ω_p – рекомендуемая скорость среды в штуцере, м/с .

Объемный расход воды для обоих штуцеров одинаковый:

$$V = Q = 4465 \text{ м}^3/\text{сут} = 0,0517 \text{ м}^3/\text{с}$$

Принимаем для скорость ввода $\omega_{\text{вх}} = 1,8 \text{ м/с}$, а для вывода $\omega_{\text{вых}} = 1,5 \text{ м/с}$. Соответственно

$$D_{\text{вх}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,0517}{3,14 \times 1,8}} = 0,191 \text{ м}$$

$$D_{\text{вых}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,0517}{3,14 \times 1,6}} = 0,209 \text{ м}$$

Принимаем стандартные значения

$$D_{\text{вх}} = 200 \text{ мм}$$

$$D_{\text{вых}} = 200 \text{ мм}$$

Тогда действительные скорости жидкости на входе и на выходе

$$\omega_{\text{вх}} = \frac{4V}{\pi D_{\text{вх}}^2} = \frac{4 \times 0,0517}{3,14 \times 0,200^2} = 1,64 \text{ м/с} \quad (3.12)$$

$$\omega_{\text{вых}} = \frac{4V}{\pi D_{\text{вых}}^2} = \frac{4 \times 0,0517}{3,14 \times 0,200^2} = 1,64 \text{ м/с} \quad (3.13)$$

		N			22

твора едкого натра концентрированный раствор последнего из мерника 8 нагнетается в трубопровод 11, идущий к фильтру. Соотношение между количеством воды, подаваемой по трубопроводу 11, и раствором концентрированного едкого натра, подаваемого насосом 9, для получения заданной концентрации раствора, может устанавливаться по показаниям расходомера на трубе 11 и по расходу концентрированного раствора из мерника 8 (по водомерному стеклу).

Для подачи 0,2% раствора едкого натра используется насос-дозатор 10, который подает необходимую дозу, концентрированной щелочи для получения в трубе 11 раствора едкого натра концентрацией 0,2%.

Элементы едконатрового хозяйства, изображенного на рис. 3.2, можно рассчитывать следующим образом:

емкость бака 1 и цистерны 5 по формуле

$$W = 0,0024 \times 10^{-6} \frac{q_{\text{час}} A a m}{b \gamma} \quad (3.14)$$

где $q_{\text{час}}$ – расход обессоливаемой воды м³/час, $q_{\text{час}} = 155$ м³/час;

A – суммарная концентрация анионов, задерживаемых анионитом,

$$A = \Sigma K = 6,3 \text{ г/м}^3;$$

a – удельный расход едкого натра на регенерацию, принимаем $a = 70$ г/г;

m – количество дней, на которые предусматривается запас раствора едкого натра, принимаем для бака $m = 2$, для цистерны $m = 35$ дней;

b – концентрация раствора едкого натра, принимаем $b = 0,08$.

γ – удельный вес раствора едкого натра, для $b = 0,08$ будет $\gamma = 0,00121$ м³/кг

$$W_{\text{бак}} = 0,0024 \times 10^{-6} \times \frac{155 \times 6,3 \times 70 \times 2}{0,08 \times 0,00121} = 3,38 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{цис}} = 0,0024 \times 10^{-6} \times \frac{155 \times 6,3 \times 70 \times 35}{0,08 \times 0,00121} = 59,3 \text{ м}^3$$

$$[\sigma] = 1,0 \times 120 = 120 \text{ МПа}, [\sigma]_{20} = 1,0 \times 167 = 167 \text{ МПа}.$$

Допускаемое напряжение при гидроиспытаниях

$$[\sigma]_{и} = \sigma_{Т20} / 1,1 = 250 / 1,1 = 227 \text{ МПа} \quad (4.2)$$

4.2 Расчет толщины стенки цилиндрической обечайки

Задачей расчета является определение толщины стенки корпуса. Схема к расчету приведена на рисунке 4.1. В качестве исходных данных к расчету выступают рассчитанное допускаемое напряжение, определенный диаметр обечайки и давление

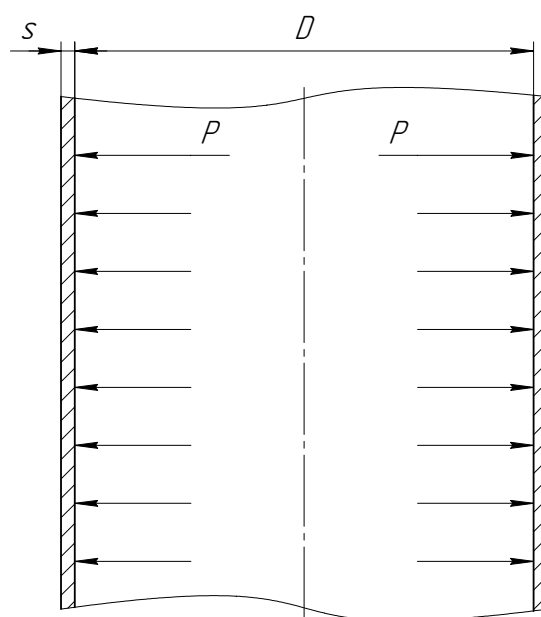


Рисунок 4.1 – Схема к расчету толщины стенки цилиндрической обечайки

Исполнительную толщину стенки s цилиндрической обечайки определяют по формуле

$$s = s_p + c ,$$

где s_p – расчетная толщина стенки

$$s_p = \max \left(\frac{p_p D}{2\varphi[\sigma] - p_p} ; \frac{p_{и} D}{2\varphi[\sigma]_{и} - p_{и}} \right), \quad (4.3)$$

где p_p и $p_{и}$ – расчетное давление в аппарате и давление при гидроиспытаниях соответственно, МПа;

D – внутренний диаметр обечайки;

$$[p] = \frac{2\phi[\sigma](s-c)}{D+s-c} = \frac{2 \times 1,0 \times 120 \times (6 - 0,75)}{3400 + 6 - 0,75} = 0,43 \text{ МПа} \quad (4.7)$$

$$[p]_{и} = \frac{2\phi[\sigma]_{и}(s-c)}{D+s-c} = \frac{2 \times 1,0 \times 167 \times (6 - 0,75)}{3400 + 6 - 0,75} = 0,67 \text{ МПа} \quad (4.8)$$

4.3 Расчет толщины стенки эллиптического днища

Выполним расчет толщины стенки стандартного эллиптического днища. Схема к расчету изображена на рисунке 5.2.

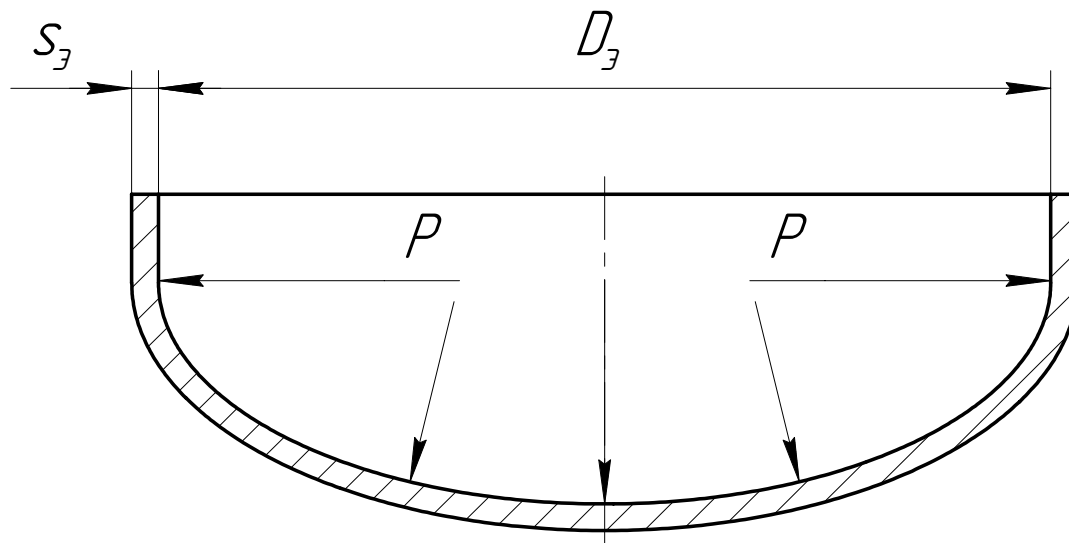


Рисунок 4.2 – Схема к расчету толщины стенки эллиптического днища

Исполнительную толщину стенки с цилиндрической обечайки определяют по формуле

$$s_з = s_{эп} + c, \quad (4.9)$$

где $s_{эп}$ – расчетная толщина стенки

$$s_{эп} = \max \left(\frac{p_p D_з}{2\phi[\sigma] - 0,5p_p}; \frac{p_{и} D_з}{2\phi[\sigma]_{и} - 0,5p_{и}} \right) \quad (4.10)$$

Расчетная толщина стенки

$$s_{эп} = \max \left(\frac{0,327 \times 3400}{2 \times 1,0 \times 120 - 0,5 \times 0,327}; \frac{0,600 \times 3400}{2 \times 1,0 \times 167 - 0,5 \times 0,600} \right) = \max \left(\begin{matrix} 3,97 \\ 4,81 \end{matrix} \right) = 4,81 \text{ мм}$$

Толщина стенки эллиптического днища с учетом прибавки

$$s_з = 4,81 + 0,75 = 5,56 \text{ мм.}$$

									28
		N

$$b = 14 \text{ мм}$$

Средний диаметр уплотнения

$$D_n = D_2 - b = 354 - 14 = 340 \text{ мм}$$

Эффективная ширина уплотнения для $b < 15 \text{ мм}$

$$b_3 = b = 14 \text{ мм}$$

Допускаемая удельная нагрузка на прокладку

$$q = 20 \text{ МПа}$$

Расчетная сила осевого сжатия

$$P_n = \pi D_n b_3 k q, \quad (4.13)$$

где k – коэффициент, зависящий от материала и конструкции уплотнения, для комбинированной прокладки $k = 2,5$ [6, табл. 20.27].

$$P_n = 3,14 \times 0,340 \times 0,014 \times 2,5 \times 20 = 1,21 \text{ МН}$$

Расчетная сила от давления среды

$$P_c := \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} p = \frac{3,14 \times 0,340^2}{4} \times 0,327 = 1,19 \text{ МН} \quad (4.14)$$

Принимаем изгибающий момент от действия внешних нагрузок

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

Константа жесткости соединения при неметаллической прокладке в металлической оболочке [6, табл. 20.28].

$$\alpha := 1.45$$

Расчетное растягивающее усилие в шпильках при затяжке соединения

$$P_{\text{б1}} := \alpha \cdot P_c + P_n + \frac{4M_{\text{и}}}{D_n} = 1,45 \times 1,19 + 1,21 + \frac{4 \times 0}{0,340} = 2,93 \text{ МН} \quad (4.15)$$

В рабочих условиях

$$P_{\text{б2}} := P_c + P_n + \frac{4M_{\text{и}}}{D_n} = 1,45 + 1,21 + \frac{4 \times 0}{0,340} = 2,66 \text{ МН} \quad (4.16)$$

Диаметр окружности размещения шпилек для выбранного фланца [6, табл. 21.9]

$$D_6 = 430 \text{ мм}$$

		N				30

Условие укрепления

$$(52,5 + 130) \times 1,0 + 1872 \times 1,0 + 477 \geq 2740$$

$$2531 \geq 2440$$

Условие укрепления выполняется.

		N	.	.		34

Масса аппарата складывается в основном из массы обечайки, двух эллиптических днищ и трех лап. Массу обечайки определим по формуле:

$$G_{об} = h_{об} \frac{\pi [(D+2s)^2 - D^2]}{4} \rho \quad (5.1)$$

где h_1 – высота цилиндрической части обечайки, $h_1 = 2700$ мм.

ρ – плотность материала аппарата, $\rho = 7.850$ т/м³.

$$G_{об} = 2,7 \times \frac{3,14 \times [(3,4 + 2 \times 0,006)^2 - 3,4^2]}{4} \times 7,85 = 1,36 \text{ т}$$

Масса стандартного эллиптического днища ориентировочно может быть определена по формуле

$$G_{дн} = 0,785 h_{дн} \frac{\pi [(D+2s)^2 - D^2]}{4} \rho = \quad (5.2)$$

$$= 0,785 \times 0,95 \times \frac{3,14 \times [(3,4 + 2 \times 0,006)^2 - 3,4^2]}{4} \times 7,85 = 0,38 \text{ т}$$

Масса одной опорной лапы согласно справочным данным

$$G_{л} = 0,08 \text{ т}$$

Массу прочих штуцеров и вспомогательных устройств учтем 10% надбавкой.

Итого масса корпуса аппарата:

$$G_a = 1.1 [G_{об} + 2G_{дн} + 3G_{л}] = 1.1 \times (1.36 + 2 \times 0.38 + 3 \times 0.08) = 2.58 \text{ т}$$

Принимаем монтажную массу фильтра

$$G_0 = 2,6 \text{ т}$$

Вес монтируемого аппарата

$$Q = g G_0 = 9.81 \times 2.6 = 25.5 \text{ кН}$$

5.2 Выбор способа доставки оборудования на монтажную площадку

Масса и габариты аппарата позволяют воспользоваться для его транспортировки простой техникой – автомобиль КамАЗ с надставленными бортами. Грузоподъемность прицепа составляет 6.5 т, а максимальная длина груза 5,8 м. Ограничений на скорость движения нет.

		N				36

В соответствии со схемой монтажа число канатов равно 2. Разрывное усилие каната

$$S_c := \frac{R_c}{n_k} = 92,5 / 2 = 46,3 \text{ кН} \quad (5.5)$$

Выбираем канат стальной двойной свивки ГОСТ 3079-80 диаметром $d_c = 10,5$ мм маркировочной группы 170 с разрывным усилием $[S] = 51.6$ т.

Определим необходимую длину каната для изготовления строп. Расстояние от монтажных штуцеров до траверсы будет

$$l_c := (H - h_{шт}) + h_{зап} \quad (5.6)$$

где $h_{зап} = 0,5$ м – расстояние от верхней точки аппарата до траверсы. Итого

$$l_c = (5.2 - 3,5) + 0,5 = 2,2 \text{ м}$$

Тогда расчетная длина каната для изготовления строп

$$L_c := l_c \cdot n_c \cdot n_k = 2,2 \times 2 \times 2 = 8,8 \text{ м}$$

5.5 Расчет монтажных штуцеров

Схема к расчету монтажных штуцеров показана на рисунке 5.3. Принимаем вылет монтажного штуцера $l_{шт} = 100$ мм, тогда в соответствии с выбранной схемой монтажа изгибающий момент, действующий на каждый штуцер

$$M_{шт} = P_c l_{шт} = 16,8 \times 0,10 = 1,68 \text{ кН} \times \text{м} \quad (5.7)$$

Монтажный штуцер изготавливаем из стали, для которой допускаемое напряжение $[\sigma] = 160$ МПа. Тогда минимальный расчетный момент сопротивления сечения штуцера составит

$$W_{\min} = \frac{M_{шт}}{[\sigma]} = \frac{1,68 \times 10^6}{160} = 10,52 \text{ см}^3 \quad (5.8)$$

Методом подбора выбираем трубу $D \times s = 70 \times 6$. Тогда момент сопротивления сечения штуцера составит

$$W_{шт} := \frac{\pi \cdot [D_{шт}^4 - (D_{шт} - 2s_{шт})^4]}{32 \cdot D_{шт}} = \frac{3.14 \times [70^4 - (70 - 2 \times 6)^4]}{32 \times 70} = 17,80 \text{ см}^3 \quad (5.9)$$

Длина сварного шва

		N				38

$$R_3 := P_3 \cdot k_3 = 22,0 \times 5,5 = 120,8 \text{ кН} \quad (5.13)$$

Принимаем общее число канатов в захвате $n_3 = 1$, тогда разрывное усилие в канатах для захвата

$$S_3 := \frac{2R_3}{n_3} = 102,8 / 1 = 120,8 \text{ кН} \quad (5.14)$$

Выбираем канат стальной двойной свивки ГОСТ 3079-80 диаметром $d_3 = 16,5$ мм маркировочной группы 160 с разрывным усилием $[S] = 128$ кН.

Определим необходимую длину каната для изготовления захвата траверсы. Суммарная длина ветвей захвата

$$l_3 := \frac{l_{\text{тр}}}{\sin(\alpha)} = 3,6 / \sin(40) = 5,6 \text{ м} \quad (5.15)$$

Длина каната для изготовления захвата

$$L_3 := l_3 \cdot n_3 = 5,6 \times 2 = 11,2 \text{ м} \quad (5.16)$$

Траверса работает под действием сжимающего усилия, которое можно определить по формуле

$$R_{\text{тр}} := P_c \cdot \tan(\alpha) = 16,80 \times \tan(40) = 14,1 \text{ кН} \quad (5.17)$$

Траверса изготовлена из стали, поэтому допускаемое напряжение для нее составит $[\sigma] = 160$ МПа. Тогда расчетная площадь сечения траверсы

$$F_p := \frac{2R_{\text{тр}}}{\sigma_0} = 2 \times 14,1 / 160 = 1,75 \text{ см}^2 \quad (5.18)$$

Выбираем трубу 36×4 , у которого площадь поперечного сечения составляет $F = 2,4 \text{ см}^2$, радиус инерции $i = 36$ мм. Гибкость траверсы

$$\lambda := \frac{l_{\text{тр}}}{i} = 3600 / 36 = 100 \quad (5.19)$$

Коэффициент продольного изгиба φ для гибкости $\lambda = 100$ составляет

$$\varphi = 0,85$$

Тогда напряжение сжатия в сечении траверсы будет

$$\sigma := \frac{R_{\text{тр}}}{F \cdot \varphi} = \frac{2 \times 14,1}{2400 \times 0,65} \times 1000 = 138 \text{ МПа} \quad (5.20)$$

Поскольку $138 < 160$, то траверса выдержит нагрузку при монтаже

		N				40

Список использованных источников

1. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Под ред. Ю. И. Дытнерского. – М.: Химия, 1983. – 272 с.
2. Скобло А. И., Трегубова И. А., Молоканов Ю. К. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. Учебник для вузов. – 3-е изд., переаб. и доп. – М.: ООО «Недрабизнесцентр», 2000. – 677 с. ил.
3. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии, М.: Химия, 1970. – 624 с.
4. Абрамов Н. Н. Водоснабжение, издание третье, перераб. и доп., М.: Стройиздат, 1982. – 440 с., ил.
5. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Лацинский А. А., Толчинский А. Р., Л., Машиностроение, 1970. – 752 с.
6. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учебное пособие для студентов вузов /под редакцией М. Ф. Михалева. – Л.: Машиностроение, 1984. – 301 с., ил.
7. Матвеев В. В., Крупин Н. Ф. Примера расчёта такелажной оснастки. – Л.: Стройиздат., 1987 – 320с.

		N				42