

Аннотация

В дипломном проекте рассчитывается котел-утилизатор, работающий в составе установки получения слабой азотной кислоты.

В проект вошли следующие разделы:

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

Дипломный проект включает

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

Все достижения в решения этих задач должны применяться и в области технологии получения азотной кислоты, ведь азотная кислота используется во многих целях: в сельском хозяйстве, в химической промышленности, для производства синтетических красителей, взрывчатых веществ, нитролаков, пластических масс, лекарственных синтетических веществ и др.

Рост производства азотной кислоты связан с разработкой и внедрением в эксплуатацию агрегатов большой единичной мощности, новых высокоинтенсивных и высокоэкономических процессов. При этом большое внимание привлечено к созданию более эффективных технологических схем, а также к промышленному освоению способов биологической и низкотемпературной фиксации атмосферного азота.

Одной из стадий производства азотной кислоты является конверсия аммиака, которая осуществляется в контактном аппарате с большим выделением тепла.

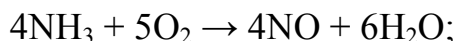
Расчет оборудования для рекуперации тепла нитрозных газов и является заданием данного дипломного проекта.

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

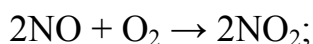
Различают производство слабой (разбавленной) азотной кислоты и производство концентрированной азотной кислоты.

Процесс производства разбавленной азотной кислоты складывается из трех стадий:

1) конверсии аммиака с целью получения оксида азота



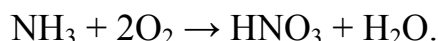
2) окисления оксида азота до диоксида азота



3) абсорбции оксидов азота водой



Суммарная реакция образования азотной кислоты выражается



1.2.2 Производство азотной кислоты по схеме АК-72

Принципиальная технологическая схема процесса приведена на рисунке 1.1.

В основу схемы АК-72, разработанной в СССР, положен замкнутый энерго-технологический цикл с двухступенчатой конверсией аммиака и охлаждением нитрозных газов под давлением 0,42–0,47 МПа и абсорбцией оксидов азота при давлении 1,1—1,26 МПа; продукция выпускается в виде 60%-ной HNO_3 . Первый агрегат АК-72 мощностью 380 тыс. т/год был пущен в 1976 г [1].

Воздух забирают из атмосферы через трубу 25, очищают от пыли в фильтре 24, сжимают воздушным компрессором 23 до 0,42 МПа и, разделив на два потока, подают в контактный аппарат и подогреватель аммиака. Жидкий аммиак (парожидкостная смесь) через ресивер 1 поступает в испаритель 2, где испаряется при 10–16 °С и давлении 0,6 МПа.

После испарителя газообразный аммиак очищают от масла и механических примесей в фильтре 3 и направляют в подогреватель аммиака 4, где он нагревается до 80–120 °С воздухом.

Очищенный воздух и аммиак поступают в смесительную камеру 22 контактного аппарата 20. Образующаяся аммиачно-воздушная смесь содержит 9,6–10,0% NH_3 .

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

Нитрозные газы после котла-утилизатора охлаждаются в экономайзере 18, отдают свою теплоту в подогревателе 15 и затем поступают в водяной холодильник 14 для дальнейшего охлаждения до 55 °С. При охлаждении нитрозных газов происходит конденсация паров воды с образованием 40–45%-ной азотной кислоты, которая подается в газовый промыватель 13. Сюда же поступают нитрозные газы.

В промывателе происходит одновременно с охлаждением промывка нитрозных газов от нитрит-нитратных солей и дальнейшая конденсация азотной кислоты. Кислота из нижней части промывателя подается в абсорбционную колонну 10, а нитрозные газы сжимаются в компрессоре 12 до 11–12,6 МПа, нагреваясь при этом до 210–230 °С. После сжатия нитрозные газы охлаждаются в холодильнике 16 до 155–165 °С. в холодильнике 11 второй ступени до 60–65 °С и подают в абсорбционную колонну 10. На тарелках колонны расположены земеевики для охлаждения кислоты. Сверху в колонну поступает паровой конденсат (H₂O) с температурой не выше 40 °С. Снизу колонны выводится 58–60%-ная азотная кислота; она поступает в продувочную колонну 9 для удаления растворенных в ней оксидов азота и далее направляется в хранилище.

Отходящий газ из абсорбционной колонны нагревается в подогревателе (топочном устройстве) 8, смешивается в смесителе 7 с природным газом и подогретый до 480 °С направляется на каталитическую очистку от оксидов азота в реактор. Катализатором очистки служит алюмопалладиевый катализатор АПК-2. После каталитического разложения выхлопные газы, содержащие до 0,008% оксидов азота при температуре 750 °С, поступают в рекуперационную турбину 5, входящую в состав газотурбинного агрегата. Здесь тепловая энергия выхлопных газов преобразуется в механическую с одновременным снижением давления газа до 0,95–1,05 МПа. Энергия, вырабатываемая в газовой турбине, используется для привода компрессоров 12 и 23 (нитрозного и воздушного).

1.2.3 Производство слабой азотной кислоты под повышенным давлением

В 1960-х годах разработан агрегат по производству азотной кислоты мощностью 120 тыс. т год под давлением 0,716 МПа с использованием высокотемпера-

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

Технологическая схема концентрирования азотной кислоты с применением серной кислоты показана на рисунке 1.2.

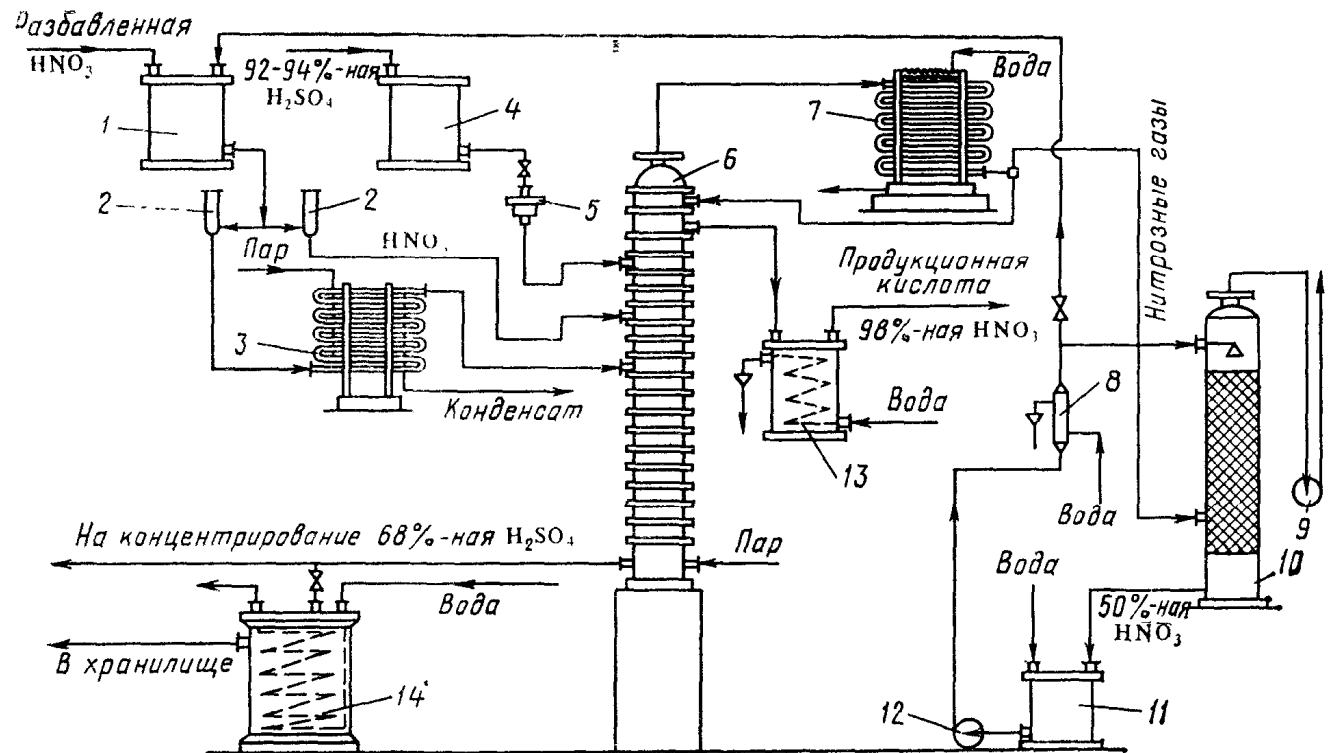


Рисунок 1.2 – Схема концентрирования

разбавленной азотной кислоты в присутствии серной кислоты:

1, 4 – напорные баки для азотной и серной кислоты; 2 – контрольные фонари; 3 – испаритель разбавленной азотной кислоты; 5 – коробка для регулирования подачи кислоты; 6 – концентрационная колонна, 7 – холодильник конденсатор; 8 – холодильник кислоты, циркулирующей в башне; 9 – вентилятор; 10 – поглотительная башня; 11 – сборник; 12 – насос; 13 – холодильник концентрированной азотной кислоты, 14 – холодильник отработанной серной кислоты

Разбавленная азотная кислота из напорного бака 1 подается в колонну 6 через два расходомера 2, включенные параллельно. Один поток кислоты проходит в испаритель 3 и подается в виде смеси жидкости и пара на 10-ю тарелку колонны 6, другой поток без подогрева поступает на вышележащую тарелку.

Серная кислота из напорного бака 4 через регулятор 5 подается в верхнюю часть колонны 6 выше ввода холодного потока азотной кислоты. В нижнюю часть колонны вводится острый пар, при нагревании которым из тройной смеси начинает испаряться азотная кислота. Пары азотной кислоты при температуре 70–85

2 Технологический раздел

2.1 Описание технологической схемы и проектируемого оборудования

Технологическая схема производства HNO_3 представлена на рисунке 1.1.

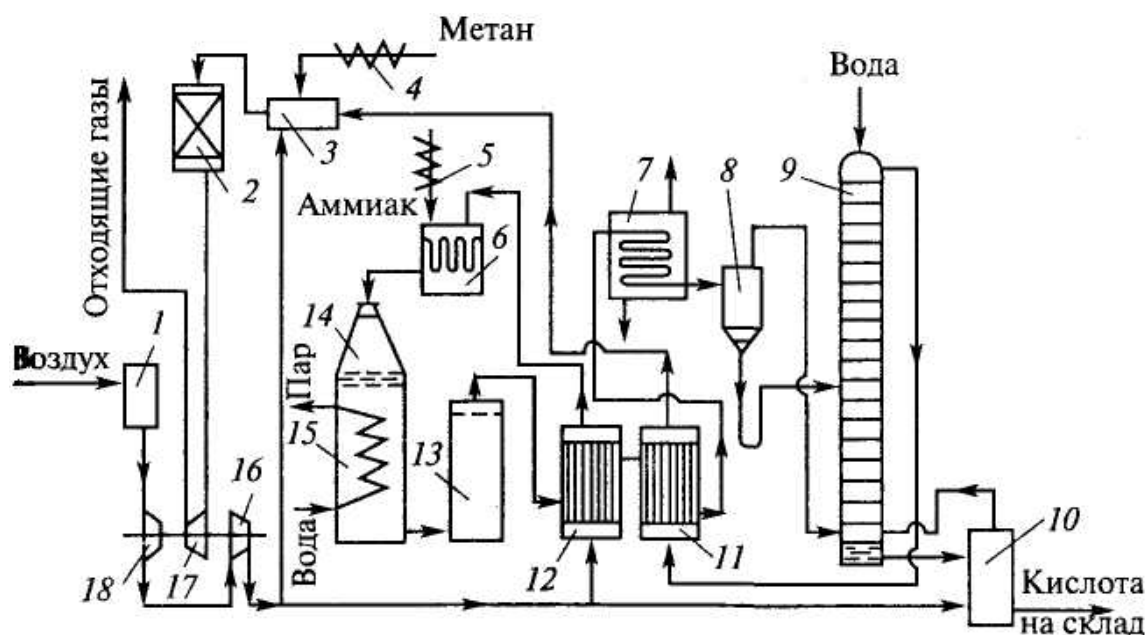


Рисунок 2.1 – Схема производства азотной кислоты под давлением 0,716 МПа

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 нитрозных 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%.

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

22,4 м³/ч - мольный объем газа;

M_i - мольная масса, кг/кмоль.

Определим мольные массы компонентов:

$$M_{\text{NO}} = 14 + 16 = 30 \text{ кг/кмоль};$$

$$M_{\text{O}_2} = 2 \cdot 16 = 32 \text{ кг/кмоль};$$

$$M_{\text{N}_2} = 2 \cdot 14 = 28 \text{ кг/кмоль};$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ кг/кмоль};$$

$$G_{\text{NO}} = 5592 \cdot 30 / 22,4 = 7489 \text{ кг/ч};$$

$$G_{\text{O}_2} = 3475 \cdot 32 / 22,4 = 4964 \text{ кг/ч};$$

$$G_{\text{N}_2} = 40090 \cdot 28 / 22,4 = 50113 \text{ кг/ч};$$

$$G_{\text{H}_2\text{O}} = 9643 \cdot 18 / 22,4 = 7749 \text{ кг/ч}.$$

2.2.2 Тепловой баланс

Температурная схема теплообмена выглядит следующим образом.

При испарении воды:

$$t_1' = 770 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow t_1'' = 270 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\underline{t_2'' = 201 \text{ }^\circ\text{C} \leftarrow t_2' = 140 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$\Delta t_6 = 569 \quad \Delta t_m = 140$$

Здесь $t_2'' = 201 \text{ }^\circ\text{C}$ - температура насыщенного водяного пара при $p=1,6 \text{ МПа}$ [6, с. 533].

При перегреве пара:

$$t_1' = 770 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow t_1'' = 270 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\underline{t_2''' = 250 \text{ }^\circ\text{C} \leftarrow t_2'' = 201 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$\Delta t_6' = 520 \quad \Delta t_m' = 79$$

Средняя разность температур при испарении, так как $\Delta t_6' / \Delta t_m' = 520 / 79 = 6,58$, определится по формуле

$$\Delta t_{\text{cp}}' = (\Delta t_6' - \Delta t_m') / (2,3 \cdot \lg(\Delta t_6' / \Delta t_m')) = (520 - 79) / (2,3 \cdot \lg(520 / 79)) = 306 \text{ К}. \quad (2.2)$$

Средняя температура воды

$$t_2 = (t_2' + t_2'') / 2 = (140 + 201) / 2 = 170,5 \text{ }^\circ\text{C}. \quad (2.3)$$

Средняя температура газов

		N				

Сумма коэффициентов местных сопротивлений всасывающей линии:

$$\Sigma \xi_{\text{пвс}} = \xi_1 + 2 \cdot \xi_2 + 4 \cdot \xi_3 = 0,5 + 2 \cdot 0,65 + 4 \cdot 0,09 = 2,16.$$

Потерянный напор во всасывающей линии:

$$h_{\text{пвс}} = (\lambda \cdot L/d + \Sigma \xi_{\text{пвс}}) \cdot w^2 / (2 \cdot g) = (0,026 \cdot 10 / 0,064 + 2,16) \cdot 1,6^2 / (2 \cdot 9,81) = 0,8 \text{ м.} \quad (2.32)$$

Для нагнетательной линии:

- 1) отводы $\xi_1 = 0,09$;
- 2) нормальные вентили $\xi_2 = 4,5$;
- 3) выход из трубы $\xi_3 = 1$.

Сумма коэффициентов местных сопротивлений в нагнетательной линии:

$$\Sigma \xi_{\text{н}} = \xi_3 + 2 \cdot \xi_2 + 10 \cdot \xi_1 = 1 + 2 \cdot 4,5 + 10 \cdot 0,09 = 10,9. \quad (2.33)$$

Потерянный напор в нагнетательной линии:

$$h_{\text{пн}} = (\lambda \cdot L_{\text{н}}/d + \Sigma \xi_{\text{н}}) \cdot w^2 / (2 \cdot g) = (0,026 \cdot 40 / 0,064 + 10,9) \cdot 1,6^2 / (2 \cdot 9,81) = 3,5 \text{ м.} \quad (2.34)$$

Общие потери напора:

$$h_{\text{п}} = h_{\text{пвс}} + h_{\text{пн}} = 0,8 + 3,5 = 4,3 \text{ м.} \quad (2.35)$$

Потребный напор насоса:

$$H = \Delta p / (\rho \cdot g) + h_{\text{п}} + H_{\text{г}}, \quad (2.36)$$

где Δp - перепад давления, Па;

$H_{\text{г}}$ - геометрическая высота подъема жидкости.

Тогда:

$$H = 4,3 + 10 = 14,3 \text{ м.}$$

Принимаем насос с характеристиками [8]:

- тип X20/18;
- $Q = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$;
- $H = 18 \text{ м}$.

Наибольшее распространение в химическом аппаратостроении получили цилиндрические обечайки, отличающиеся простотой изготовления, рациональным расходом материала и хорошей сопротивляемостью давлению среды.

Днища закрывают обечайку с торцов. Они соединяются с обечайкой без разъема - сваркой. Для аппаратов химических предприятий днища изготавливают из того же материала, что и обечайки и приваривают к ним чаще всего встык. Форма применяемого днища зависит от особенностей процессов, для осуществления которых предназначен аппарат, а также от размеров аппарата, давления среды в нем и конструктивных соображений. По форме различают эллиптические, полушаровые, сферические, конические и плоские днища. Диаметр аппарата $D_v < 4$ м, поэтому применено эллиптическое днище [11, с.64].

Фланцевое соединение – наиболее применяемый вид разъемных соединений в химическом машиностроении, обеспечивающий герметичность и прочность конструкции, а также простоту изготовления, разборки и сборки. Соединение состоит из двух фланцев, шпилек и прокладки, которая устанавливается между уплотнительными поверхностями и позволяет обеспечить герметичность при небольшом усилии затяжки шпилек. По рекомендации [11, с. 91] при $P_p = 0,73$ МПа и $D = 1200$ мм принимаем фланец плоский приварной.

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. Аппарат имеет одну подвижную и одну неподвижную опоры.

Так как проектируемый аппарат устанавливается на нулевой отметке [5], то в качестве опор применяем опоры типа ОГ по МН 5132-74 с размерами $L=2150$ мм, $H=855$ мм, $B=400$ мм [10].

Проектируемый котёл - двухбарабанного типа. Нижний барабан - испаритель полностью заполнен дымогарными трубами, верхний – горизонтальный – является сепаратором.

Люки-лазы , диаметром 400 мм ,предназначены для технического обслуживания и ремонта котла-утилизатора.

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

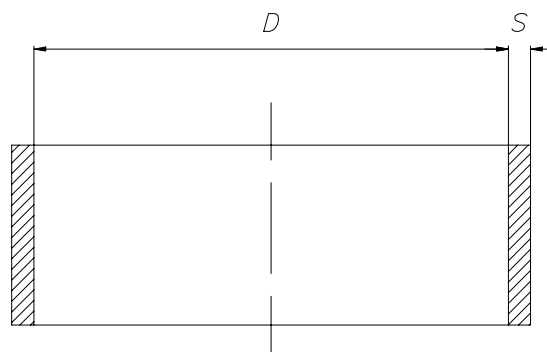


Рисунок 3.1 – Расчетная схема обечайки

$\varphi = 1$ – коэффициент прочности продольных сварных швов обечайки.

Швы с двусторонним сплошным проваром выполняются автоматической сваркой [11, таблица 1.7].

Исполнительная толщина стенки:

$$S = S_p + C + C_0 + C_1 + C_2 = 6,66 + 1 + 5,34 + 0 + 0 = 13 \text{ мм}, \quad (3.2)$$

где $C = 1$ мм – прибавка на коррозию;

$$C = П \cdot \tau_0 = 10 \cdot 0,1 = 1 \text{ мм},$$

$П = 10$ лет – срок службы аппарата;

$\tau_0 = 0,1$ – скорость коррозии, мм/год;

$C_0 = 5,34$ мм – прибавка на округление размера до стандартного;

$C_1 = 0$ мм – прибавка на минусовой допуск толщины листа;

$C_2 = 0$ мм – прибавка на эрозию.

C_0 определяется по ГОСТ 19903 – 74.

Для тонкостенных обечаек должно выполняться условие $(S - C)/D_B < 0,1$, то есть $(13-1)/2200 = 0,005 < 0,1$ – условие выполняется. Таким образом, при толщине стенки $S = 13$ мм обеспечивается прочность цилиндрической обечайки как в рабочем состоянии, так и при гидроиспытаниях.

3.3 Расчет днища

Для материала днища сталь 12X18H10T ГОСТ 5632-72*, как показано выше, нормативное допускаемое напряжение при расчетной температуре $\sigma^*_{400} = 121$ МПа.

Допускаемое напряжение в рабочем состоянии:

$$[\sigma] = \eta \cdot \sigma^*_{400},$$

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

Исполнительная толщина стенки:

$$S = S_p + C + C_0 + C_1 = 6,65 + 1 + 5,35 + 0 = 13 \text{ мм,}$$

где $C = 1$ мм – прибавка на коррозию;

$C_0 = 5,35$ мм – прибавка на округление размера до стандартного;

$C_1 = 0$ мм – прибавка на минусовой допуск толщины листа.

Допускаемое давление при гидроиспытании:

$$[P]_{\text{и}} = 2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_{\text{и}} \cdot (S - C) / (D_{\text{в}} - 0,5 \cdot (S - C)) = 2 \cdot 1 \cdot 218,2 \cdot (13 - 1) / (2200 + 0,5 \cdot (13 - 1)) = 2,37 \text{ МПа.}$$

3.4 Расчет толщины стенки обечайки греющей камеры

Так как среда в межтрубном пространстве коррозионная выбираем сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72*.

Расчетное давление $P_p = 1,6$ МПа [5].

Расчетная температура $t = 250$ °С [5].

Допускаемое напряжение в рабочем состоянии:

$$[\sigma] = \eta \cdot \sigma_{250}^*$$

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

$\sigma_{250}^* = 120$ МПа – нормативное допускаемое напряжение при расчетной температуре [11, с.11];

$$[\sigma] = 1 \cdot 120 = 120 \text{ МПа.}$$

При гидравлических испытаниях:

$$[\sigma]_{\text{и}} = \sigma_{\text{т}20} / 1,1 = 210 / 1,1 = 191 \text{ МПа,}$$

где $\sigma_{\text{т}20} = 210$ МПа – предел текучести для стали 12Х18Н10Т при температуре 20 °С [11, с.284].

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

$$P_{\text{и}} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1,25 \cdot P \cdot [\sigma]_{20} / [\sigma] = 1,25 \cdot 1,6 \cdot 140 / 120 = 2,33 \text{ МПа} \\ P + 0,3 = 1,6 + 0,3 = 1,9 \text{ МПа} \end{array} \right. = 2,33 \text{ МПа}$$

где $[\sigma]_{20}$ – допускаемое напряжение для стали 12Х18Н10Т при температуре 20 °С.

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

Для штуцера ввода аммиачно-воздушной смеси $D_{\text{вх}}=1200$ мм.

$$S_{\text{ш.р.}} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{0,73 \cdot 1200}{2 \cdot 1,21 - 0,73} = 3,63 \\ \frac{1,21 \cdot 1200}{2 \cdot 1,218,2 - 1,21} = 3,3 \end{array} \right. = 3,63 \text{ мм}$$

$$S_{\text{ш}} = S_{\text{ш.р.}} + C + C_0 = 3,63 + 1 + 3,37 = 8 \text{ мм.} \quad (3.8)$$

Необходимо чтобы выполнялось условие:

$$(S_{\text{ш}} - C)/D \leq 0,1, \quad (3.9)$$

$0,006 < 0,1$ – условие применения формулы выполняется.

3.6 Расчет фланцевого соединения

Расчет фланца штуцера ввода нитрозного газа.

Исходные данные для расчета:

диаметр $D = 1200$ мм;

расчетное давление $P_p = 0,73$ МПа;

прибавка на коррозию $c = 1$ мм;

температура обрабатываемой среды $t = 400$ °С;

толщина стенки $s = 8$ мм;

коэффициент прочности сварных швов $\varphi = 1$.

Схема к расчету представлена на рисунке 3.4

Толщину втулки фланца принимаем $s_0 = 11$ мм.

Высота втулки фланца рассчитывается по формуле:

$$h_b = 0,5 \cdot \sqrt{D \cdot (s_0 - c)}, \quad (3.10)$$

$$h_b = 0,5 \cdot \sqrt{1200 \cdot (11 - 1)} = 54,7 \text{ мм,}$$

принимаем $h_b = 55$ мм.

Наружный диаметр шпильки при $D = 1200$ мм, $d_6 = 20$ мм [11, таблица 1.40].

Нормативный зазор $u = 4$.

$s_1 = \cdot s_0$ – толщина у основания втулки

$$n_{\text{б}} = \pi \cdot D_{\text{б}} / t_{\text{ш}} = \pi \cdot 1270 / 84 = 47,5 \text{ шт.}, \quad (3.18)$$

принимаем $n_{\text{б}} = 48$ шт.

Высота (толщина) фланца:

$$h_{\text{ф}} = \lambda_{\text{ф}} \cdot \sqrt{D \cdot s_{\text{ЭК}}}, \quad (3.19)$$

где $\lambda_{\text{ф}} = 0,48$ [11, рисунок 1.40],

$s_{\text{ЭК}} = 11$ мм,

$$h_{\text{ф}} = \lambda_{\text{ф}} \cdot \sqrt{D \cdot s_{\text{ЭК}}} = 0,48 \cdot \sqrt{1200 \cdot 11} = 55,2 \text{ мм}, \quad (3.20)$$

принимаем $h_{\text{ф}} = 60$ мм при толщине прокладки $h_{\text{п}} = 2$ мм.

Расчетная длина шпильки:

$$l_{\text{б}} = l_{\text{б0}} + 0,28 \cdot d_{\text{б}}, \quad (3.21)$$

$$l_{\text{б0}} = 2 \cdot (h_{\text{ф}} + h_{\text{п}}) = 2 \cdot (60 + 2) = 124 \text{ мм} - \text{расстояние между опорными поверх-}$$

ностями гаек шпильки,

$$l_{\text{б}} = 124 + 0,28 \cdot 20 = 129,6 \text{ мм.}$$

Определим нагрузки, действующие на фланец.

Равнодействующая внутреннего давления:

$$F_{\text{д}} = P_{\text{р}} \cdot \pi \cdot D_{\text{сп}}^2 / 4 = 0,73 \cdot 3,14 \cdot (1225 \cdot 0,001)^2 / 4 = 0,86 \text{ МН.} \quad (3.22)$$

Определим реакцию прокладки:

$$b_0 = 15 \text{ мм,}$$

$$k_{\text{пр}} = 2,5 \text{ [11, таблица 1.44],}$$

$$R_{\text{п}} = \pi \cdot D_{\text{сп}} \cdot b_0 \cdot k_{\text{пр}} \cdot P_{\text{р}} = 3,14 \cdot 1225 \cdot 15 \cdot 2,5 \cdot 0,73 \cdot 0,001^2 = 0,105 \text{ МН.} \quad (3.23)$$

Определим коэффициент жесткости фланцевого соединения:

$$k_{\text{ж}} = [y_{\text{б}} + 0,5 \cdot y_{\text{ф}} \cdot (D_{\text{б}} - D - s_{\text{ЭК}}) \cdot (D_{\text{б}} - D_{\text{сп}})] / [y_{\text{п}} + y_{\text{б}} + 0,5 \cdot y_{\text{ф}} \cdot (D_{\text{б}} - D_{\text{сп}})^2], \quad (3.24)$$

где $y_{\text{б}}$, y_0 , $y_{\text{ф}}$ – податливость, соответственно шпилек, прокладки, фланцев.

Податливость шпилек вычисляется по формуле:

$$y_{\text{б}} = l_{\text{б}} / (E_{\text{б}} \cdot f_{\text{б}} \cdot n_{\text{б}}), \quad (3.25)$$

где $E_{\text{б}} = 1,82 \cdot 10^5$ МПа – для материала шпилек из стали 12X18H10T,

$f_{\text{б}} = 2,35 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ – для шпилек диаметром $d_{\text{б}} = 20$ мм,

$$y_{\text{б}} = 0,1296 / (1,82 \cdot 10^5 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4} \cdot 48) = 6,3 \cdot 10^{-5} \text{ м/МН.}$$

Податливость прокладки:

		N				
ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ						

Расчетная температура $t=400\text{ C}$

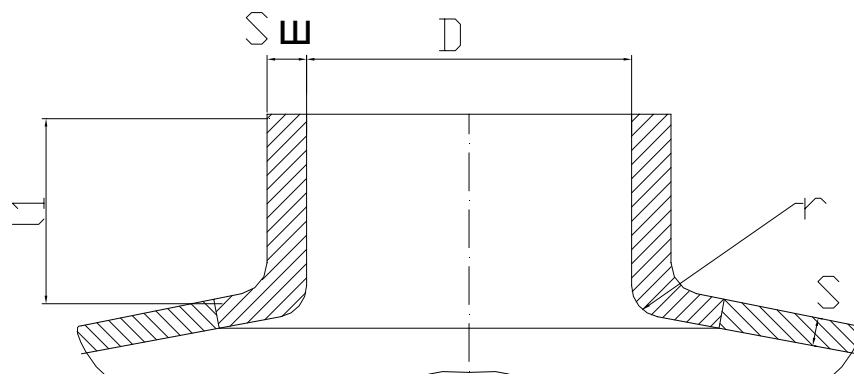


Рисунок 3.4 – Схема укрепления отверстия штуцера

Минимальное расстояние между отверстиями, когда их еще можно считать одиночными

$$\Delta > 2L_0 = 2\sqrt{D(S-C)} = 2\sqrt{2,2 \cdot (0,013 - 0,001)} = 0,25 \text{ м}, \quad (3.41)$$

где C – прибавка на коррозию к расчетной толщине стенки.

Наибольший допускаемый диаметр одиночного отверстия, не требующего дополнительного укрепления:

$$d_0 = 2 \left\{ \left[\frac{(S-C)}{S_p} - 0,8 \right] \sqrt{D \cdot (S-C)} - C \right\} = 2 \left\{ \left[\frac{(13-2)}{6,66} - 0,8 \right] \cdot \sqrt{2200 \cdot (13-1)} - 1 \right\} = 323 \text{ мм}.$$

Расчетная толщина стенки штуцера:

$$S_{ш} = P_p \cdot d / (2[\sigma]_{ш} \cdot \phi - P_p) = 0,73 \cdot 600 / (2 \cdot 121 \cdot 1 - 0,73) = 1,82 \text{ мм},$$

где $[\sigma]_{ш} = \eta \cdot \sigma_{ш}^* = 1 \cdot 121 = 121 \text{ МПа}$ – допускаемое напряжение для стали 12X18H10T;

$\sigma_{ш}^*$ – нормативное допускаемое напряжение при температуре 400°C [11];

$\eta = 1$ – поправочный коэффициент;

$\phi = 1$ – коэффициент прочности сварных швов для листового проката.

Исполнительная толщина стенки штуцера:

$$S_{ш} = S_{ш}' + \Sigma C = 1,82 + 1 + 2,18 = 5 \text{ мм}.$$

Толщину торовой вставки принимаем равной $S_{ш} = 16 \text{ мм}$.

Расчетная длина внешней части штуцера, участвующая в укреплении отверстия:

		N				
ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ						

где D_n, D_b – наружный и внутренний диаметр греющей камеры, мм

$P_{тр}$ – давление в трубном пространстве, МПа;

$[\sigma]_и$ – допускаемое напряжение на изгиб материала решетки, МПа;

$\varphi = 1$ – коэффициент ослабления решетки.

$$h = 0,13 \cdot (2440 + 2400) / 2 \cdot \sqrt{\frac{1,6}{70 \cdot 1}} + 1 = 35 \text{ мм.}$$

Высота средней части трубной решетки:

$$h = 0,62 \cdot t \cdot \sqrt{\frac{P_{тр}}{(1 - 0,7 \cdot d_n / l) \cdot [\sigma]_и}} + c = 0,62 \cdot 64 \cdot \sqrt{\frac{0,73}{(1 - 0,7 \cdot 50 / 64) + 70}} + 1 = 40 \text{ мм.} \quad (3.45)$$

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

Визуальному осмотру подлежат только крышки, концы и внутренние каналы труб, штуцера на корпусе и крышках. Дефекты остальных частей аппарата могут быть обнаружены только при опрессовке.

4.2 Определение сроков и содержания ремонта

Сроки и содержание ревизий и ремонтов определяют исходя из конкретных эксплуатационных условий. Необходимость в досрочном ремонте может быть обусловлена резким ухудшением теплообмена (в соответствии с технологической картой), а также смешением обменивающихся теплом сред. В первом случае возможно загрязнение внутренних или внешних поверхностей (или и тех, и других) труб, во втором — разрыв одной или нескольких труб или же нарушение плотности в местах соединения труб с трубными решетками. Сквозной износ самих трубных решеток практически исключается из-за их большой толщины. Нарушение плотности корпуса аппарата и его соединений легко обнаружить визуально по появлению течи. В этих случаях следует немедленно отключить аппарат от действующей системы, закрыв задвижки и вентили.

4.3 Ревизия и ремонт котла-утилизатора

Последовательность операций при ревизии и ремонте теплообменников жесткой конструкции примерно одинакова.

4.3.1 Промывка аппарата

Из трубного и межтрубного пространств через штуцера или специальные спускные муфты на крышках и корпусе удаляют содержимое. Далее в течение времени, определяемого физико-химическими свойствами рабочей среды, их промывают водой, затем пропаривают, для чего в трубопроводной обвязке теплообменников предусматривается возможность подключения паровой линии, надежно отглушаемой при работе аппаратов в рабочем режиме.

Промывкой и пропаркой достигают две цели: подготовку аппарата к вскрытию путем удаления взрыво- и пожароопасных или токсичных веществ и очистку поверхностей от отложений. Следует иметь в виду, что промывка — единственно

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

Обычно применяют соляную кислоту в смеси с ингибитором «уникол». Продолжительность промывки определяют на основании накопленного опыта для котла.

Трубопроводная обвязка котла-утилизатора предусматривает возможность одиночного отключения его от системы. Такая обвязка (байпасирование) позволяет отключить котел-утилизатор от остальных аппаратов работающей технологической установки или блока.

Аналогично промывают трубное пространство, т. е. внутренние поверхности теплообменных труб и крышек аппарата.

4.3.2 Разборка

После промывки аппарат надежно отсоединяют от коммуникации глухими заглушками и приступают к его разборке. Для разборки днищ иногда приходится демонтировать часть трубопроводной обвязки. Масса крышек жестких кожухотрубчатых теплообменников значительна, поэтому для их съема и последующей установки пользуются кранами, треногами, стационарными подъемными устройствами.

4.3.3 Выявление и устранение дефектов

Фактическую толщину стенки днищ и секционных перегородок в них измеряют путем высверливания отверстий, а также с помощью ультразвуковых толщиномеров. Качество приварки секционных перегородок к днищам проверяют заливом воды в каждую из секций в отдельности.

Особой тщательности требует проверка состояния концов труб в трубных решетках. Проверку производят визуальным осмотром, измерениями диаметров и толщин и опрессовкой. Сложно определить состояние развальцованного соединения; его оценивают по результатам замеров внутреннего диаметра развальцованного конца трубы. Для новых соединений он должен превосходить исходный диаметр на 15—30% толщины трубы.

Поскольку котел-утилизатор находится в эксплуатации, это может быть и следствием износа, а значит, не свидетельствует о фактическом состоянии соединения. Поэтому визуальный осмотр и измерения могут позволить определить це-

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

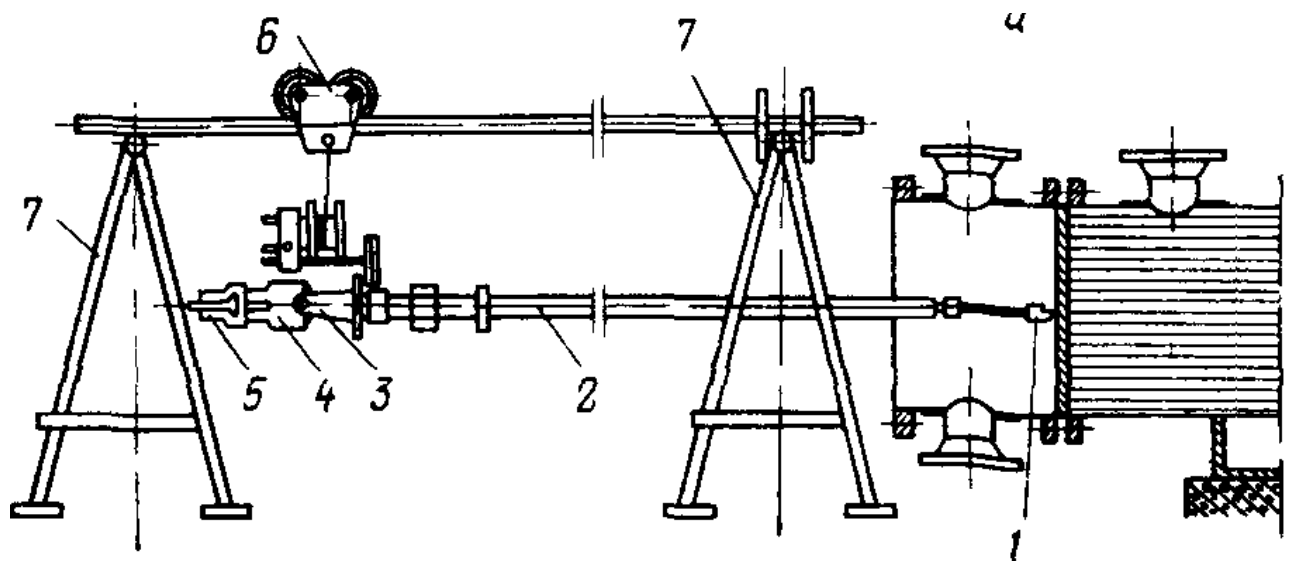


Рисунок 4.2 – Приспособление для механической чистки котла-утилизатора

1 – бур; 2 – полый вал; 3 – распределительный золотник; 4 – привод; 5 – упор; 6 – кошка; 7 – треноги.

Совершенным способом чистки поверхностей труб от отложений является чистка с помощью высоконапорной водяной струи. Для этой цели разработана специальная передвижная насосная установка, развивающая давление до 32 МПа, подающая воду через гибкий шланг к пистолету с наконечником, плотно прижимаемым к открытому концу трубы или проталкиваемым сквозь очищаемую трубу с помощью шланга-удлинителя. Производительность установки $4 \text{ м}^3/\text{ч}$, мощность электродвигателя 55 кВт. Вода к наконечнику поступает по шлангу высокого давления, рассчитанному на разрушающее давление 75 МПа. Установка снабжена автоматическим регулятором давления и предохранительным клапаном.

На ряде заводов для чистки теплообменников, а также других аппаратов применяют стационарные или передвижные трехплунжерные насосы высокого давления, отличающиеся высокими эксплуатационными характеристиками. Они развивают рабочие давления 180–250 МПа при производительности до $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ и снабжены двигателем мощностью 130 кВт.

Автоматическое бесступенчатое регулирование давления в системе обеспечивает оптимальную связь насоса с потребителем; она мгновенно сбрасывает давление при отсутствии расхода через потребляющее устройство, т. е. при перекрытии струйного пистолета. Специальный электромагнитный байпасный клапан

На практике вышедшую из строя трубу заглушают с двух концов металлическими конусными пробками. Число отглушаемых труб не должно превышать 10% от общего числа труб в пучке, приходящихся на один поток, иначе значительно возрастет гидравлическое сопротивление и заметно уменьшится поверхность теплообмена. В общем случае обнаружение нескольких дефектных труб в пучках давно работающих теплообменников указывает на возможность выхода из строя всех труб, поскольку они работают в одинаковых условиях. Поэтому отглушив изношенные трубы, можно поддержать эксплуатационную пригодность теплообменника до ближайшего капитального или среднего ремонта, во время которого теплообменник или трубный пучок полностью заменяют новым.

В зависимости от конструктивного решения неплотные соединения концов труб с трубными решетками подвальцовывают или подваривают. Следует избегать чрезмерной подвальцовки: она не только не устранит неплотность, но может привести к потере прочности соединения. Сварка концов одних труб может ослабить развальцовку рядом расположенных труб, поэтому последние профилактически подвальцовывают.

4.5 Ремонт корпуса котла-утилизатора

Необходимость ремонта корпуса котла устанавливают по результатам измерений толщин и проверки сварных швов. Учитывая значительно большую толщину корпусов по сравнению с толщиной теплообменных труб, ремонтные работы обычно ограничивают подваркой неплотных швов, выявленных при опрессовке. Ремонт корпусов аппаратов, работающих под давлением, производят в порядке, установленном Госгортехнадзором.

Перед полной сборкой аппарата следует произвести опрессовку межтрубного пространства. При этом обнаружатся неплотности в корпусе, в местах соединения труб с трубными решетками, а также изношенные теплообменные трубы (по появлению в них опрессовочной воды). Аппарат окончательно опрессовывают после сборки крышек. Из выдержавшего испытание аппарата сливают воду, а затем снимают заглушки.

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

5.1 Выбор и обоснование параметров контроля и управления

В качестве объекта управления процессом конверсии аммиака (синтеза нитрозных газов) принята установка, состоящая из контактного аппарата, двух подогревателей, смесителя, окислителя и котла - утилизатора.

Показателем эффективности процесса является концентрация оксида азота в нижней части контактного аппарата, а целью управления - достижение определенного значения этой концентрации.

Аммиак, после подогрева в теплообменнике Т, смешивается с воздухом, поступающим из компрессорной установки, и направляется в контактный аппарат. После реакции на платиновом катализаторе, образуется компонент целевого продукта оксид азота.

Основными возмущениями для рассматриваемого процесса является изменение нагрузки контактного аппарата, изменение пропорции между подачей аммиака и воздуха в смеситель, а также изменение температуры исходных реагентов.

Так как концентрация оксида азота зависит от соотношения расходов аммиака, поступающего на подогреватель Т, и воздуха, поступающего от компрессора, то целесообразно поддерживать соотношение этих расходов постоянным, путем стабилизации расхода аммиака. Изменять расход воздуха с целью регулирования показателя эффективности нецелесообразно, так как при этом падает коэффициент использования компрессорной установки, обычно с номинальной, нерегулируемой производительностью.

Так как процесс конверсии аммиака является экзотермическим, и протекает при температуре 910 °С, то для использования выделившейся энергии нитрозные газы проходят через котел – утилизатор, где охлаждаются до 230 °С за счет испарения воды.

Температура исходной смеси, поступающей в контактный аппарат из смесителя, регулируется температурой аммиака, подаваемой в смеситель. Для управления температурой аммиака используется контур регулирования расхода греющего пара в теплообменник Т.

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

зующего прибора ЭПП–63 осуществляется подача сигнала на регулирование расхода греющего пара в теплообменник Т и воды в котел-утилизатор КУ.

Для контроля и сигнализации температуры в контактном аппарате использован термоэлектрический термометр.

Датчиком для измерения давления использован преобразователь давления с пневматическим выходным сигналом, который поступает на показывающий прибор.

Выбранные средства автоматизации приведены в заказной спецификации.

Функциональная схема автоматизации приведена в графическом приложении к дипломному проекту.

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7
7-1	Температура смеси, после смесителя	180°C	На трубопроводе	Термопара хромель копелевая с пределом измерения 800 °С, сталь 12Х18Н10Т	ТХК-0515	Приборостроительный завод г. Луцк
7-2				см. прибор 5-2		
7-3				см. прибор 5-3		
8-1	Температура, нитрозные газы, контактный аппарат	910°C	В аппарате	Хромель-алюмелевый термоэлектрический термопреобразователь, материал защитной арматуры сталь Х25Т, предел измерения 0...1000°C	ТХА-0806	Луцкий приборостроительный завод
8-2			ЦПУ	Вторичный прибор с измерением параметра одной точки. Показывающий, регистрирующий	КСП2	Завод КИП, г. Харьков
8-3			Щит преобразователей	Милливольтметр, показывающий, сигнализирующий	АСК	ЗИП, г. Ереван
8-4, 8-5				Сигнальные лампы		
9-1	Давление	0.8МПа	В аппарате	Датчик давления с пневматическим выходным сигналом, предел измерения 1МПа, чувствительный элемент - сильфон	МС-П2	Казанское ПО «Теплоконтроль»

ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7
2-5			На трубопроводе	Обратный клапан, предназначенный для регулирования расхода в трубопроводах различного назначения. Пропускает пневматический сигнал только в одном направлении, пропускная способность через открытый дроссель не менее 1.0 м ³ /ч.	П-ДК-10-1	ООО «ПРИБОР-СЕРВИС»
4-1	Расход воды, котел-утилизатор	0,32 м ³ /с	На трубопроводе	Диафрагма камерная, условное давление 0,6 МПа	ДК-150	«Монометр», г. Москва
4-2			По месту	Дифманометр преобразует перепад давления и расхода газа в пневматический сигнал с дистанционной передачей 0,02-0,1 МПа	ДМ – П1	«Теплоприбор» г. Рязань
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	см. прибор 2-5		

ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ

6 Безопасность и экологичность проекта

Цель дипломного проекта – разработка котла-утилизатора тепла нитрозных газов. Проектируемый аппарат, по сравнению с аналогичным оборудованием, позволит более эффективно использовать экзотермический эффект реакции образования оксидов азота.

Для достижения этой цели в дипломном проекте предусмотрены следующие мероприятия:

1) проанализированы существующие схемы производства азотной кислоты и выбрана установка, обеспечивающая наиболее полное превращение оксидов азота в кислоту (см. раздел 1);

2) выполнены расчеты, определяющие оптимальные параметры для процесса утилизации тепла нитрозных газов в котле (см. раздел 2);

3) для предотвращения разрушения аппарата в рабочих условиях выполнены соответствующие расчеты на прочность (см. раздел 3);

4) для обеспечения безопасного монтажа выполнены расчеты и в соответствии с ними выбрана такелажная оснастка (см. раздел 4);

5) разработана система контроля и автоматизации оборудования, что обеспечивает безопасность обслуживающего персонала и достижение заданной степени очистки при изменяющихся условиях работы аппарата (см. раздел 5);

6) выполнены экономические расчеты, показывающие эффективность принятых решений (см. раздел 7).

Результаты дипломного проекта будут реализованы в природно-климатических условиях города Невинномысска, где климатические факторы, влияющие на рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере, приняты согласно данным Ставропольского краевого центра по гидрометеорологии: средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца $T_{л} = 29,1^{\circ} \text{C}$; средняя максимальная температура наиболее холодного $T_3 = -4^{\circ} \text{C}$.

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

рез час или несколько часов снова нарастает отдышка, появляются кашель, боли в груди, всё более усиливающееся затруднение дыхания, развиваются синюшность и тяжёлые, опасные для жизни явления отёка лёгких.

Тетроксид, ангидрид азотной кислоты, пары и аэрозоль азотной кислоты действуют тоже раздражающе-удушающим образом на органы дыхания человека. Низшие окислы азота: закись азота и ангидрид азотной кислоты обладают преимущественно сосудорасширяющим и метгемоглобинообразующим свойствами, а отчасти и наркотическим свойством.

Систематическое воздействие превышающих предельно допустимые концентрации, но ещё не способных острое отравление концентраций двуокиси азота и других высших окислов азота ведёт к развитию тяжёлых хронических заболеваний дыхательных путей – хронических бронхитов, бронхиолитов, токсических пневмосклерозов, часто осложнённых астмоидными приступами, бронхоэктазиями и явлениями вторичной слабости сердца.

При нештатных ситуациях на персонал могут воздействовать:

- 1) повышенное давление и температура;
- 2) растворы азотной кислоты, нитрозные газы;
- 3) кислые стоки;
- 4) пар давлением 2,9 : 1,4 : 0,4 МПа температурой до 350°C;
- 5) высокотемпературный пар, конденсата, способные вызывать ожоги незащищенных участков тела;
- 6) повышенный уровень шума, что приводит к увеличению кровяного давления, учащению пульса, дыхания, снижению остроты слуха, ослабления внимания, снижению работоспособности, некоторым нарушения координации движения;
- 7) высокое напряжение 6000, 380, для электрического освещения – 220В;

6.2 Мероприятия по предотвращению воздействия опасных и вредных факторов

С целью обеспечения безопасных условий работы обслуживающего персонала и предохранения оборудования от разрушения, а также для уменьшения последствий аварий, предусмотрен ряд мероприятий по технике безопасности:

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

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

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 абсорбере нитрозных газов высотой $h = 23$ м 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.

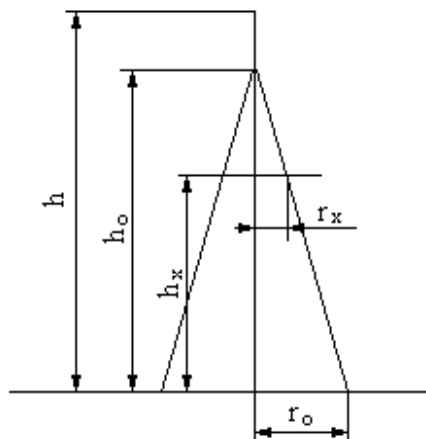


Рисунок 6.1 Схема к расчёту молниеотвода

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h до 150 м представляет собой конус. Вершина конуса находится на высоте зоне защиты над землёй $h_o < h$. На уровне земли зона защиты образует круг радиусом r_o . Горизонтальное сечение защиты на высоте защищенного сооружения h_x представляет со-

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 $R_{\text{С.О}} = 30 \text{ Ом}$ – максимально допустимое сопротивление стержня;

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

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.

Основные задачи гражданской обороны:

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

7 Организационно-экономический раздел

7.1 Технико-экономическая характеристика

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

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

7.2 Себестоимость продукции

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

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

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

7.4 Организация труда и расчет заработной платы.

Расчет штатов и фонда заработной платы произведен отдельно по:

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

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

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

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

$$\text{Фзпг} = \text{Тс} \cdot \text{Чр} \cdot \text{Фгвр}$$

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

$$\text{Фзпо} = \text{Фзпг} + \text{П} + \text{Он} + \text{Оп}$$

Данные сведены в таблицу 7.1 и таблицу 7.2.

Таблица 7.1 – Расчет годового фонда оплаты труда рабочих

Наименование	Средний разряд	Кол-во рабочих	Средняя часовая тарифная ставка	Баланс рабочего времени	Тарифная заработная плата в месяц	Процент премии	Сумма премии	Оплата за работу в ночное время	Фонд оплаты труда за месяц	Фонд оплаты труда за год
Основные рабочие	4	32	22,8	188	137 164,80р.	20	27 432,96р.	13 716,48р.	178 314,24р.	2 139 770,88р.
Ремонтный персонал	5	6	16,1	166	16 035,60р.	20	3 207,12р.	1 603,56р.	20 846,28р.	250 155,36р.
Вспомогательные рабочие	4	3	12,9	166	6 424,20р.	20	1 284,84р.	642,42р.	8 351,46р.	100 217,52р.
Итого		41			159 624,60р.		31 924,92р.	15 962,46р.	207 511,98р.	2 490 143,76р.

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

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

7.5 Прибыль

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

$$\Pi = В - С$$

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

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

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

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

$$В = 260 \times 1100000 = 286000000 \text{ руб.}$$

$$С = 220,7 \times 1100000 = 242770000 \text{ руб.}$$

$$\Pi = 286000000 - 242770000 = 43230000 \text{ руб.}$$

7.6 Расчет эффективности использования основных средств

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

Фондовооруженность труда (W) определяется:

$$W = \frac{\Phi}{N} = 131200000 / 52 = 2523077 \text{ руб/ч,}$$

где Φ – среднегодовая стоимость основных фондов, руб.;

N - среднегодовая численность ППП, чел.

Фондоотдача:

$$W = \frac{В}{\Phi} = 286000000 / 131200000 = 2,180 \text{ руб/руб}$$

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

Заключение

В данном дипломном проекте был спроектирован котел-утилизатор тепла нитрозных газов, применяемый в производстве азотной кислоты.

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

Технологический раздел посвящен детальному описанию выбранной схемы производства и конструкций котлов, применяемых в промышленности. 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, укрепления отверстий.

Специальный раздел описывает технологию изготовления котла. 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.

Спроектированный котел-утилизатор тепла нитрозных газов удовлетворяет техническому заданию и может быть использован в производстве азотной кислоты.

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				

ний. Справочник. – М.: Химия, 1991. – 384 с.

16. Полоцкий Л.М., Лапшенков Г.И. Автоматизация химических производств. Теория, расчет и проектирование систем автоматизации. – М.: Химия, 1982. – 296 с.

17. Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы. Справочное пособие./Под ред. Б.Д. Кошарского. – Л.: Машиностроение, 1976. – 488 с.

18. Сборник законодательных и других нормативных правовых актов по охране труда./Под ред. В.С. Шевцова. – Пятигорск: «Спецпечать», 2002.

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

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

					ДП МАХП МДУ-051 КУ 00.00.00 ПЗ	
		N				