

ВВЕДЕНИЕ

Производство органических веществ зародилось очень давно, но первоначально оно базировалось на переработке растительного или животного сырья — выделение ценных веществ (сахар, масла) или их расщепление (мыло, спирт и др.). На основных трех видах ископаемого сырья (нефть, природный газ и каменный уголь) главным образом и базируется промышленность органического синтеза. В процессах их физического разделения, термического или каталитического расщепления (коксование, крекинг, пиролиз, риформинг, конверсия) получают пять главных групп исходных веществ для синтеза многих тысяч других соединений: 1) парафины (от метана CH_4 до углеводородов C_{15} — C_{40}); 2) олефины (C_2H_4 , C_3H_6 , C_4H_8 , C_5H_{10}); 3) ароматические углеводороды (бензол, толуол, кислоты, нафталин); 4) ацетилен; 5) оксид углерода и синтез-газ.

В своем развитии промышленность органического синтеза разделилась на ряд отраслей (технология красителей, лекарственных веществ, пластических масс, химических волокон и др.), среди которых важное место занимает промышленность основного органического и нефтехимического синтеза. Термин «основной» (или «тяжелый») органический синтез охватывает производство многотоннажных продуктов, служащих основой для всей остальной органической технологии.

Одним из химических продуктов органического синтеза является уксусная кислота. Безводная (ледяная) уксусная кислота плавится при $16,6^\circ\text{C}$ и кипит при 118°C , полностью смешивается с водой и многими органическими растворителями. Она является важнейшей из алифатических кислот и широко применяется в пищевых целях, в качестве растворителя, промежуточного продукта для синтеза монохлоруксусной кислоты, растворителей — сложных эфиров уксусной кислоты (этилацетат, бутилацетат), мономеров (винилацетат) и других ценных веществ.

Собственно синтез уксусной кислоты из ингредиентов происходит в специальном реакторе с перемешивающим устройством.

Дипломный проект посвящен проектированию реактора синтеза уксусной кислоты, работающего в составе установки производства уксусной кислоты.

					ДП МАХП МД-011 РСК 00.00.00 ПЗ	4
		N				

Раствор катализатора, приготовленный в аппарате путем растворения ацетата марганца в уксусной кислоте, вместе с охлажденным ацетальдегидом подают в нижнюю часть окислительной колонны 4. Кислород вводят в 3 – 4 нижние царги колонны. Для разбавления парогазовой смеси (чтобы не допустить накопления надуксусной кислоты) в верхнюю часть колонны непрерывно подают азот. В процессе окисления в нижней части колонны поддерживают температуру 60 ° С и избыточное давление 0,38 – 0,4 МПа, в верхней - соответственно 75 ° С и 0,28 – 0,3 МПа. Тщательное регулирование температуры имеет очень большое значение, так как уменьшение ее ниже 60 – 70 ° С приводит к накоплению надуксусной кислоты, а повышение – к усилению побочных реакций, в частности реакции полного окисления ацетальдегида [1].

Парогазовая смесь из окислительной колонны поступает в конденсатор 5, где при 20 – 30 ° С конденсируются пары уксусной кислоты и воды; конденсат, в котором растворена большая часть непрореагировавшего ацетальдегида, после отделения от газов в сепараторе 6 возвращается в нижнюю часть окислительной колонны. Газы после отмывки в скруббере 7 от остатков альдегида и кислоты выводят в атмосферу.

Уксусная кислота (сырец), непрерывно отбираемая из расширенной части окислительной колонны 4, поступает в ректификационную колонну 8, в которой из сырца отгоняются низкокипящие соединения. Освобожденная от низкокипящих примесей уксусная кислота непрерывно поступает в кипятильник 13 ректификационной колонны 14, где при 125 ° С уксусная кислота испаряется, отделяясь от катализатора, паральдегида, кретоновой кислоты и продуктов осмоления.

Пары уксусной кислоты конденсируются в дефлегматоре 15, откуда часть кислоты возвращается на орошение колонны 14, некоторое количество направляется в аппарат 1 для приготовления катализаторного раствора, а большая часть поступает для очистки от примесей в реактор 16. Здесь уксусную кислоту обрабатывают перманганатом калия для окисления содержащихся в ней примесей.

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

					ДП МАХП МД-011 РСК 00.00.00 ПЗ	6
		N				

Парогазовую смесь с верха сатуратора 5 забирают циркуляционной газодувкой 6 и возвращают на смешение со свежим воздухом и затем в реактор. Однако часть циркулирующего газа приходится выводить из системы, чтобы не допустить чрезмерного разбавления. Этот отходящий газ, содержащий большое количество ацетальдегида, промывают в скруббере 7 небольшим количеством уксусной кислоты (для поглощения паров уксусного ангидрида) и затем в абсорбере 8 водой, которая улавливает весь ацетальдегид.

Из полученного раствора в ректификационной колонне 10 с рассольным дефлегматором 11 регенерируют ацетальдегид, возвращаемый затем в сатуратор 5 и на реакцию. Отработанный воздух после абсорбера 8 сбрасывают в атмосферу.

Конденсат после сатуратора 5 и скруббера 7 стекает в сборник 12. Этот сырой продукт содержит уксусный ангидрид, уксусную кислоту, воду, этилидендиацетат, немного ацетальдегида и формальдегида.

Ввиду возможности гидролиза ангидрида (особенно при повышенной температуре) в первую очередь осуществляют азеотропную отгонку воды с этилацетатом в колонне 13 с дефлегматором 14 и сепаратором 15. Затем от смеси продуктов в колонне 16 отгоняют этилацетат, возвращаемый на азеотропную отгонку. Уксусную кислоту и уксусный ангидрид получают в чистом виде после дополнительной ректификации, на схеме не изображенной. Выход продуктов 95 % от теоретического.

При окислении н-бутана жидкофазное окисление этих углеводородов при 160–170 °С в присутствии катализаторов (органические соли марганца или кобальта) протекает более избирательно с деструкцией углеродной цепи и образованием в качестве главного продукта уксусной кислоты.

Окисление бензиновой фракции более экономичен аналогичный процесс, основанный на использовании дешевой бензиновой фракции, выкипающей при 30 – 70 °С и содержащей н- и изопарафины $C_5 - C_7$. Окисление проводят воздухом при 170 – 200 °С и давлении 4 – 5 МПа в присутствии ацетата марганца или кобальта. На 100 кг уксусной кислоты получают 20 кг муравьиной и 10 кг пропионовой кислот высокой чистоты. Этим методом в промышленности вырабатывают только те алифатические кислоты, для которых не имеется более экономичных способов

Существуют следующие основные способы перемешивания:

- механическое – обеспечивается с помощью различных вращающих устройств;
- барботажное – осуществляется за счет пропуска газа через слой жидкости;
- гидравлическое – осуществляется при совместном движении смешиваемых потоков в трубопроводе, насосе или специальных смесителях.

При механическом перемешивании интенсивность движения сред в аппарате обеспечивается специальным перемешивающим устройством, получающим вращательное или более сложное движение от внешнего привода, и связана с передачей механической энергии перемешиваемой среде.

Процесс, осуществляемый перемешивающими устройствами, характеризуется обтеканием элементов этого устройства жидкой средой.

1.3 Аппараты для механического перемешивания

Аппараты для механического перемешивания называются мешалками, основными узлами которых являются корпус, привод и перемешивающее устройство. Для охлаждения или подогрева перемешиваемых сред корпус мешалки может иметь наружную рубашку (гладкостенную или из полутруб), а внутри мешалки может быть помещен трубчатый змеевик. Для герметизации вывода вала из корпуса мешалки применяют гидрозатворы, сальниковые и торцовые уплотнения. В качестве привода мешалки используют электродвигатель с зубчатым редуктором или ременной передачей или специальный мотор-редуктор. На рисунке 1.3 приведена конструкция якорной мешалки [2].

Перемешивающие устройства, применяемые в мешалках, разнообразны по конструктивному оформлению и условно разделяются на быстроходные и тихоходные (рисунок 1.4). Первые работают преимущественно при турбулентном и переходном режимах движения жидкости, вторые – при ламинарном. К быстроходным относятся лопастные, турбинные открытого и закрытого типов, пропеллерные, к тихоходным – якорные, рамные, ленточные и шнековые перемешивающие устройства.

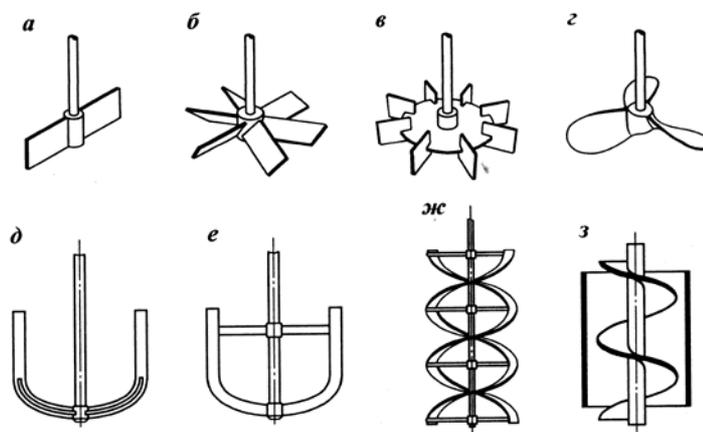


Рисунок 1.4 – Перемешивающие устройства:

а - г – быстроходные; д - з – тихоходные; а – лопастное; б – шестилопастное с наклонными лопастями; в – турбинное открытого типа; г – пропеллерное; д – якорное; е – рамное; ж – ленточное; з – шнековое

По преобладающему характеру движения жидкости выделяют мешалки с круговым потоком (лопастные с вертикальными лопастями, турбинные открытого типа, якорные, рамные), осевым потоком (лопастные с наклонными лопастями, пропеллерные, ленточные, шнековые), радиальным потоком (турбинные закрытые). Применяют также мешалки со сложным планетарным движением перемешивающих устройств [2].

Основным элементом перемешивающего устройства лопастного типа является вертикальный вал, на котором может быть установлено несколько лопастей вертикально или наклонно под углом к горизонту от 45 до 60°. Вертикальные лопасти сообщают жидкости в основном вращательное движение, а наклонные способствуют перемещению жидкости вверх в вертикальном направлении. Окружная скорость на концах лопастей обычно не превышает 5 м/с.

При вращении лопастей на поверхности жидкости может образоваться воронка, снижающая эффективность перемешивания контактирующих фаз. Для разрушения воронок к внутренней стенке корпуса крепят отражательные вертикальные перегородки шириной H , примерно равной $0,1D$. Число перегородок обычно равно 4. Перегородки препятствуют горизонтальному вращению кольца жидкости и способствуют тем самым ее циркуляции в вертикальном направлении.

Для обеспечения интенсивного перемешивания во всем объеме аппарата за счет внутренней рециркуляции применяют пропеллерные мешалки. Пропеллер-

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Описание технологической схемы и проектируемого оборудования

2.1.1 Описание технологической схемы

Для производства уксусной кислоты принята технологическая схема, изображенная на рисунке 2.1.

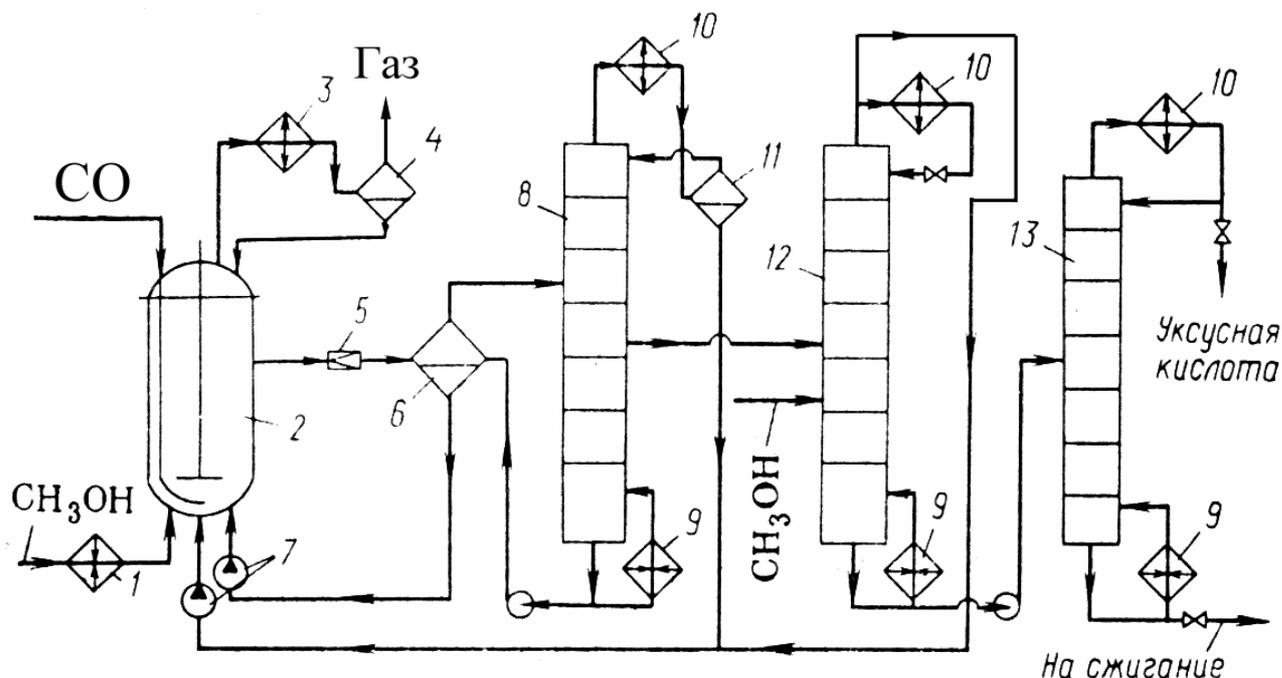


Рисунок 2.1 – Технологическая схема

производства уксусной кислоты методом карбонилирования метанола

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

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

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

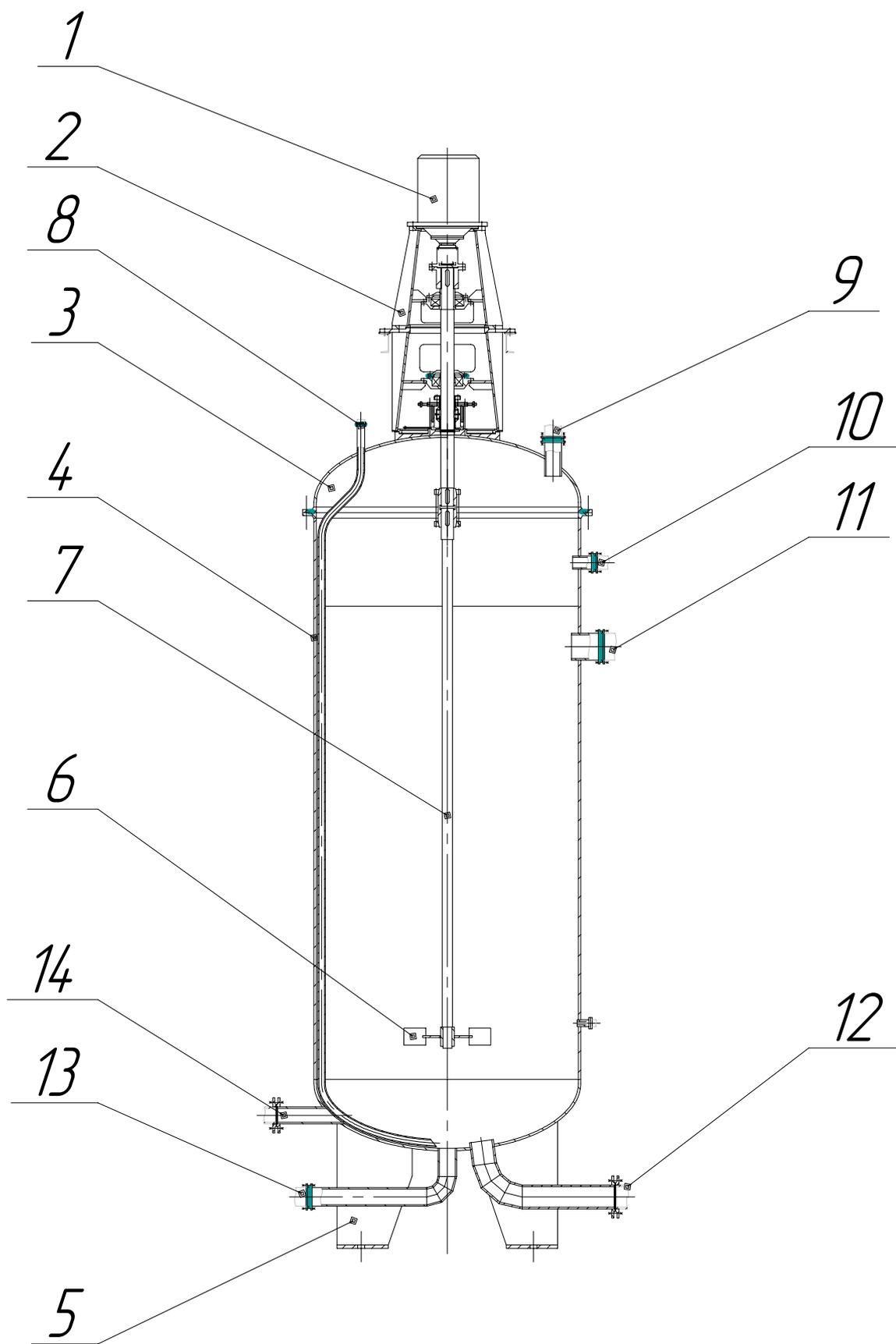


Рисунок 2.2 – Реактор синтеза уксусной кислоты:

1 – электродвигатель; 2 – опора привода; 3 – днище; 4 – обечайка; 5 – опора; 6 – турбина; 7 – вал; 8 – штуцер вода двуокиси углерода; 9 – штуцер вывода избытка двуокиси углерода; 10 – штуцер ввода ретура из сепаратора; 11 – штуцер вывода реакционной массы; 12 – ретур реакционной массы; 13 – ретур тяжелых фракций; 14 – штуцер ввода метанола.

	N			

ДП МАХП МД-011 РСК 00.00.00 ПЗ

2.2.3 Материальный баланс

Схема к расчету материального баланса представлена на рисунке 2.3.

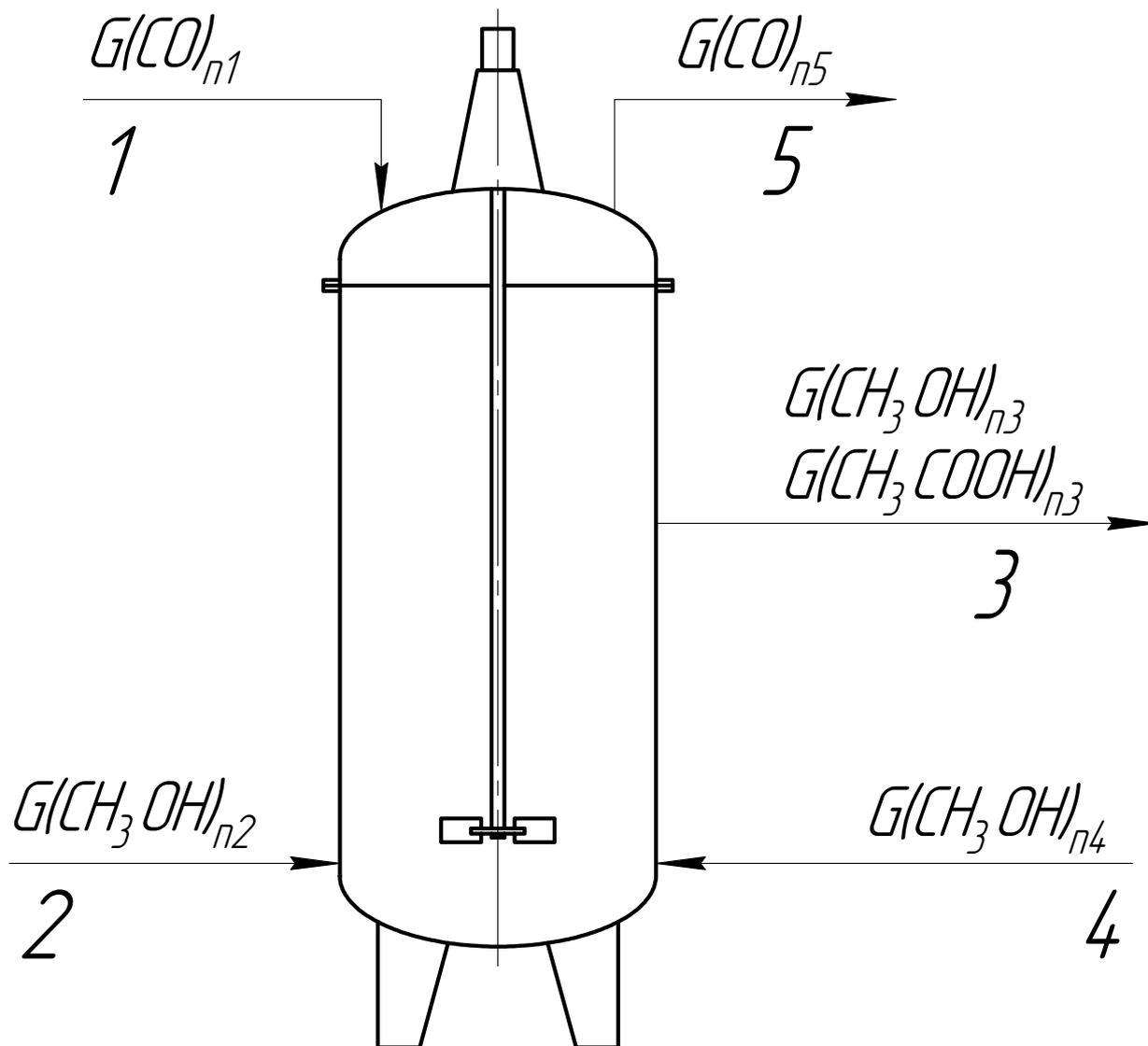
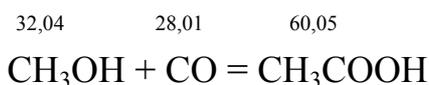


Рисунок 2.3 – Схема

к технологическому расчету реактора синтеза уксусной кислоты

Материальный и тепловой баланс будем считать по основным компонентам, не принимая во внимание инерты, так как вклад этих компонентов в тепловой баланс не значителен [1].

Синтез уксусной кислоты происходит по реакции [1]



Теоретический расход CO при степени превращения 100%:

$$G(\text{CO})_T = G(\text{CH}_3\text{COOH}) \frac{M(\text{CO})}{M(\text{CH}_3\text{COOH})}$$

	N			

Таблица 2.2 – Материальный баланс реактора синтеза уксусной кислоты

Приход			Расход		
Поток	Вещество	т/ч	Поток	Вещество	кг/ч
1	СО	11,0	3	СН ₃ СООН	21,0
2	СН ₃ ОН	11,2		СН ₃ ОН	1,4
6	СН ₃ ОН	1,4	5	СО	1,2
ВСЕГО		23,6	ВСЕГО		23,6

2.2.4 Тепловой расчет

Приход теплоты. Для расчета теплоты используем формулу [3]

$$Q = G t C_p,$$

где G – количество вещества в потоке;

t – температура потока;

C_p – теплоемкость вещества при температуре потока

Количество теплоты вносимое, окисью углерода (поток 1):

$$Q_{\text{пл}} = Q(\text{CO}) = G(\text{CO}) t(\text{CO}) C_p(\text{CO}),$$

где $G(\text{CO}) = 11.0$ т/ч – количество окиси углерода;

$t(\text{CO}) = 32^\circ \text{C}$ – температура потока;

C_p – теплоемкость окиси углерода, $C_p(\text{CO}) = 1.05$ кДж/(кг×К) [4, табл. IV].

Соответственно:

$$Q(\text{CO}) = 11000 \times 32 \times 1.05 = 369600 \text{ кДж/ч}$$

Количество теплоты, вносимое с метанолом, зависит от температуры потока.

Согласно выбранной технологической схеме, регулирование температурного режима осуществляется температурой подаваемого метанола.

При расчете теплового баланса реактора температура метанола принимается равной температуре СО и проверяется тепловой баланс. Если он не выполняется, то принимают другую температуру метанола и пересчитывают баланс по теплоте. Опуская процесс итераций, приведем рассчитанное значение температуры метанола

$$t(\text{СН}_3\text{ОН}) = 58^\circ \text{C}$$

Теплоемкости метанола и уксусной кислоты определяем по справочным данным [5, прил. III]

$$C(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.732 \times 4.19 = 3.07 \text{ кДж}/(\text{кг} \times \text{K})$$

$$C(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.605 \times 4.19 = 2.53 \text{ кДж}/(\text{кг} \times \text{K})$$

Соответственно

$$\begin{aligned} Q(\text{CH}_3\text{OH})_{\text{пз}} &= G(\text{CH}_3\text{OH})_{\text{пз}} t_{\text{м}} C(\text{CH}_3\text{OH}) = \\ &= 1400 \times 185 \times 3,07 = 795130 \text{ кДж/ч} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q(\text{CH}_3\text{COOH})_{\text{пз}} &= G(\text{CH}_3\text{COOH})_{\text{пз}} t_{\text{м}} C(\text{CH}_3\text{COOH}) = \\ &= 21000 \times 185 \times 2,53 = 9829050 \text{ кДж/ч} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{пз}} = 795130 + 9829050 = 10624180 \text{ кДж/ч}$$

Количество теплоты, уходящее с окисью углерода (поток 5):

$$Q_{\text{CO}} = G(\text{CO}) t_{\text{м}} C_p(\text{CO}),$$

где $G(\text{CO}) = 1.2 \text{ т/ч}$ – количество окиси углерода;

C_p – теплоемкость окиси углерода, $C_p(\text{CO}) = 1.05 \text{ кДж}/(\text{кг} \times \text{K})$ [4, табл. IV].

Соответственно:

$$Q(\text{CO})_{\text{п5}} = 1200 \times 185 \times 1.05 = 233100 \text{ кДж/ч}$$

Суммарный расход теплоты с потоками

$$Q_{\text{расх}} = Q_{\text{пз}} + Q_{\text{п5}} = 10624180 + 233100 = 10857280 \text{ кДж/ч}$$

Принимаем теплотери равными 10% от расхода теплоты

$$Q_{\text{пот}} = 0,1Q_{\text{расх}} = 0,1 \times 10857280 = 0,1 \times 1085728 \text{ кДж/ч}$$

Тогда тепловой баланс реактора синтеза уксусной кислоты

$$Q_{\text{прих}} + Q_p = Q_{\text{расх}} + Q_{\text{пот}}$$

$$2272760 + 9670758 = 10857280 + 1085728$$

$$11943518 = 11943008$$

Невязка по тепловому балансу находится в пределах погрешности расчетов.

2.2.5 Определение основных размеров реактора

Вязкость среды в аппарате позволяет принять мешалку турбинного типа. Производительность реактора, рассчитанная ранее, без учета инертов составила 21 т/ч. Общее количество смеси, находящееся в реакторе с учетом циркулирующей уксусной кислоты составляет $G_{\text{м}} = 23,6 \text{ т/ч}$.

Для геометрически подобных аппаратов с мешалками обобщенное критериальное уравнение принимает вид

$$K_N = \frac{C}{Re_{\omega}^b},$$

где c и m – постоянные величины для данной конструкции мешалки. Для геометрически подобных мешалок $\Gamma = 3$, отсюда

$$d = 3800 / 3 = 1260 \text{ мм.}$$

Определим режим перемешивания:

$$Re_{\omega} = \frac{\rho n d^2}{M},$$

где M – вязкость смеси, Па·с. Выбираем из требуемого стандарта (ГОСТ 20680-75) ряда частоту вращения мешалки $n = 1,33 \text{ с}^{-1}$. Тогда

$$Re_{\omega} = \frac{1041 \cdot 1,33 \cdot 1,2^2}{0,6112 \cdot 10^{-3}} = 32 \cdot 10^5$$

Следовательно, режим турбулентный. Определим значение критерия мощности по графику. При $D/d = 3$ для открытой турбинной мешалки $K_N = 2,26$. Рассчитаем мощность, потребляемую мешалкой при установившемся режиме, по уравнению:

$$N_p = K_N \cdot S n^3 \cdot d^5,$$

$$N_p = 2,26 \cdot 1041 \cdot 1,33^3 \cdot 1,2^5 = 13777 \text{ Вт} = 13,777 \text{ кВт}$$

Мощность в пусковой момент обычно в 2 – 3 раза превышает рабочую:

$$N_{\text{пуск}} = 3N_p = 41,33 \text{ кВт.}$$

Определим установочную мощность принимая к.п.д. электродвигателя с передачей 0,9 и запас мощности 20%:

$$N_{\text{сс}} = \frac{41,33 \cdot 1,2}{0,9} = 55,3 \text{ кВт}$$

2.2.7 Расчет тепловой изоляции

В связи с тем, что температура среды в аппарате достаточно высока (185 °С) и, следовательно, температура стенки тоже, то исходя из требований безопасно-

2.2.8 Расчет вспомогательного оборудования

Расчет теплообменника для конденсации паров. Рассчитаем теплообменный аппарат для конденсации газов на выходе из реактора.

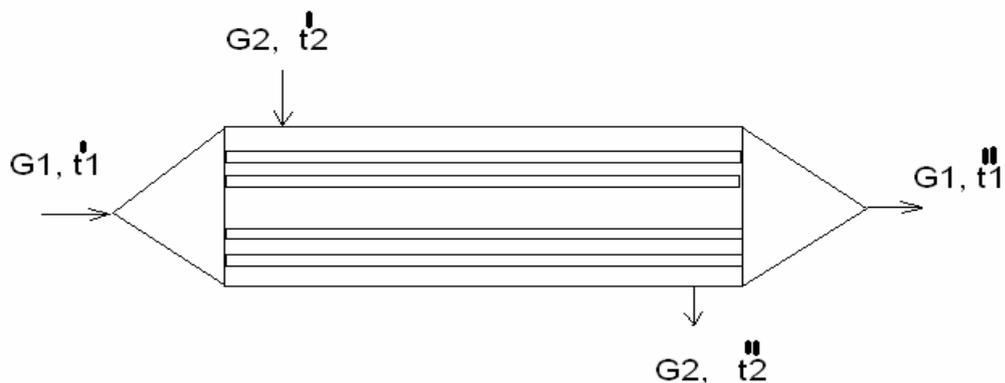


Рисунок 2.5 – Схема к расчету теплообменного аппарата

Расход потока

$$G_r = G_{п5} = 1,2 \text{ т/ч}$$

$$t2' = 185^\circ, t2'' = 50^\circ\text{C}$$

В качестве охлаждающего агента в выбираем воду:

$$t1' = 20^\circ,$$

$$t1'' = 35^\circ\text{C}.$$

Составим схему температурных потоков:

$$\begin{array}{ccc} 185 & \longrightarrow & 50 \\ \frac{35}{\Delta t_{\bar{b}} = 150} & \longleftarrow & \frac{20}{\Delta t_m = 30} \end{array}$$

$$\frac{\Delta t_{\bar{b}}}{\Delta t_m} = \frac{150}{30} = 5 \geq 2, \text{ следовательно среднюю разность температур рассчитаем}$$

по формуле.

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\bar{b}} - \Delta t_m}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta t_{\bar{b}}}{\Delta t_m}}$$

$$\Delta t_{cc} = \frac{150 - 30}{2,3 \lg \frac{150}{30}} = 74,5^\circ\text{K}$$

Тепловая нагрузка теплообменника

$$Q = G_r C_r (t2' - t2'') = 1200 \times 1.05 \times (185 - 50) = 170100 \text{ кДж/ч}$$

водности слоев стенки, Вт/(м·К). Опуская процесс промежуточных вычислений, получим значение требуемой поверхности теплообмена

$$F = \frac{3,506 \times 10^7}{680 \times 30} = 477 \text{ м}^2$$

По справочным данным [3], выберем вертикальный одноходовый теплообменник со следующими параметрами: поверхность теплообмена $F = 494 \text{ м}^2$, наружный диаметр кожуха $D = 1200 \text{ мм}$, тип труб $d \times s = 25 \times 2 \text{ мм}$, число ходов по трубному пространству $n = 2$, общее число труб $N = 1048$, высота теплообменника $H = 6 \text{ м}$ [3].

Согласно технологическому расчету, давление в аппарате равно $P = 3.2$ МПа, температура $t = 185$ °С. Среда в аппарате является токсичной (метанол, уксусная кислота).

Принимаем цилиндрическую обечайку с эллиптическими днищами, нижнее днище приварное, верхнее днище крепится на фланцевом соединении. Для крепления вала мешалки принимаем опору на двух подшипниковых узлах [6].

Поскольку среда в аппарате является токсичной, то принимаем фланцы «шип-паз» с прокладкой прямоугольного сечения из паронита, рабочая температура до 250 °С [7, табл. 20.1]. Для фланцевого соединения верхнего днища и обечайки принимаем обтюрацию такой же конструкции, а тип фланцевого соединения – приварной встык.

Вал мешалки соединяем с валом привода через жесткую муфту. Нижний конец вала делаем свободным. Турбина крепится при помощи соединения с натягом. Ступицу турбины делаем цельной, фиксирование на валу при помощи стопорного кольца.

Аппарат устанавливается на открытом воздухе, отношение $H/D < 5$, поэтому принимаем установку на трех опорах типа IV, приваренных к нижнему днищу.

Для штуцера вывода реакционной массы принимаем укрепление отверстия накладным кольцом.

3.2 Обоснование выбора материала

Для сосудов и аппаратов, работающих с уксусной кислотой, принимаем сталь 10X17H13M2T [7, стр. 333]. Характеристики выбранного материала при 190 °С определяем по справочным данным [7, стр. 84]

$$\sigma_B = 570 \text{ МПа}$$

$$\sigma_T = 280 \text{ МПа}$$

Определим номинальное допускаемое напряжение. Согласно [7, табл. 14.5] расчет для легированной стали при рабочей температуре не более 420 °С необходимо вести по формулам

$$\sigma^* = \min \left\{ \frac{\sigma_B}{n_B}; \frac{\sigma_T}{n_T} \right\}$$

где $p_p = p_t + p_r$ – расчетное давление в аппарате, МПа;

p_t – технологическое давление в аппарате, $p_t = 3.1$ МПа

p_r – гидростатическое давление столба жидкости в аппарате

$$p_r = \rho g L = 980 \times 9.81 \times 7.9 = 75900 \text{ Па} = 0,0759 \text{ МПа}$$

p_n – давление при гидроиспытаниях, МПа;

D – внутренний диаметр аппарата, $D = 3800$ мм;

φ – коэффициент прочности сварных швов стальных аппаратов, для автоматической сварки под слоем флюса $\varphi = 1,0$ [8, т. 1.7];

c – прибавка к расчетной толщине, мм;

c_0 – прибавка на округление размера до стандартного значения, мм.

Расчетное давление в аппарате

$$p_p = 3.1 + 0,0759 = 3.18 \text{ МПа}$$

Давление при испытаниях

$$p_n = \max \left(\begin{array}{l} 1,25 p_t [\sigma]_{20} / [\sigma] \\ p_t + 0,3 \end{array} \right) =$$
$$= \max \left(\begin{array}{l} 1,25 \times 3.18 \times 192 / 170 \\ 3,18 + 0,3 \end{array} \right) = \max \left(\begin{array}{l} 4,08 \\ 3,48 \end{array} \right) = 4,08 \text{ МПа}$$

Соответствующая расчетная толщина стенки

$$s_p = \max \left(\begin{array}{l} \frac{3,18 \times 3800}{2 \times 1,0 \times 170 - 3,18} \\ \frac{4,08 \times 3800}{2 \times 1,0 \times 254 - 4,08} \end{array} \right) = \max \left(\begin{array}{l} 32,8 \\ 28,4 \end{array} \right) = 32,8 \text{ мм}$$

Прибавка к расчетной толщине обечайки определяется по формуле

$$c = c_1 + c_2 + c_3$$

где $c_1 = \Pi t + c_3$ – прибавка для компенсации коррозии и эрозии, мм;

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

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

c_2 – прибавка для компенсации минусового допуска, мм;

c_3 – технологическая прибавка, мм.

Прибавка для компенсации коррозии и эрозии

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

где s – исполнительная толщина стенки обечайки, $s = 35$ мм. Примем $s_0 = 40$ мм. Высота втулки фланца

$$h_b = 0,5\sqrt{D(s_0 - c)} = 0,5\sqrt{3800 \times (35 - 1,6)} = 178 \text{ мм}$$

Принимаем $h_b = 180$ мм. Диаметр окружности расположения шпилек фланцев

$$D_6 \geq D + 2(s_0 + d_6 + u),$$

где d_6 – наружный диаметр шпилек, для проектируемого фланца рекомендуемый диаметр шпилек составляет 42 мм; u – нормативный зазор между гайкой и втулкой, $u = 75$ мм. Соответственно

$$D_6 = 3800 + 2 \times (35 + 42 + 75) = 4100 \text{ мм}$$

Наружный диаметр фланца

$$D_n = D_6 + a,$$

где a – конструктивная добавка для размещения гаек по периметру, $a = 80$ мм. Итого

$$D_n = 4100 + 80 = 4180 \text{ мм.}$$

Наружный диаметр прокладки

$$D_{np} = D_6 - e,$$

где e – нормативный параметр, зависящий от типа прокладки, для плоских прокладок и $d_6 = 42$ мм $e = 90$ мм. Тогда

$$D_{np} = 4100 - 90 = 4010 \text{ мм.}$$

Средний диаметр прокладки

$$D_{cp} = D_{np} - b,$$

где b – ширина прокладки, мм. Для плоских металлических прокладок $b = 50$ мм. Значит

$$D_{cp} = 4010 - 50 = 3960 \text{ мм.}$$

Количество шпилек, необходимое для обеспечения герметичности соединения

$$n_6 \geq \frac{\pi D_6}{t_{ш}},$$

где $t_{ш} \approx 4d_6 = 4 \cdot 42 = 168$ мм [8. т. 1.43]. Соответственно

$$n_6 \geq \frac{3,14 \cdot 4100}{168} = 76,7$$

Принимаем значение, кратное четырем $n_6 = 76$ шт. Ориентировочная высота фланца

Расчетный диаметр укрепляемого элемента

$$D_p = D = 3800 \text{ мм.}$$

Расчетный диаметр штуцера

$$d_p = d + 2c_{ш} = 250 + 2 \cdot 0,75 = 251,5 \text{ мм}$$

Наружная и внутренние длины штуцера, участвующие в укреплении

$$l_{1p} = \min\left(\frac{l_1}{\sqrt{(d + 2c_{ш})(s_{ш} - c_{ш})}}\right) = \min\left(\frac{120}{\sqrt{(250 + 2 \cdot 0,75)(20 - 0,75)}}\right) = \min\left(\frac{120}{53,4}\right) = 53,4$$

$$l_{2p} = \min\left(\frac{l_2}{\sqrt{(d + 2c_{ш})(s_{ш} - 2c_{ш})}}\right) = \min\left(\frac{120}{\sqrt{(250 + 2 \cdot 0,75)(20 - 2 \cdot 0,75)}}\right) = \min\left(\frac{20}{20,2}\right) = 20,2$$

Диаметр отверстия, не требующего укрепления

$$d_{0p} = 0,4\sqrt{D_p(s - c)} = 0,4\sqrt{3800 \times (35 - 0,75)} = 62,0 \text{ мм}$$

Далее все расчетные зависимости включают в себя толщину накладного кольца, которая принимается предварительно, а затем проводится проверочный расчет укрепления отверстия по условию компенсации площади. Опуская процесс подбора толщины накладного кольца, приведем окончательный результат:

$$s_{yp} = 12 \text{ мм}$$

Длина образующей обечайки в зоне укрепления

$$L_0 = \sqrt{D_p(s_{yp} + s - c)} = \sqrt{3800 \times (12 + 35 - 0,75)} = 156 \text{ мм}$$

Значения площадей

$$A_{1н} = (l_{1p} + s_{yp} + s_p - c)(s_{ш} - s_{шp} - c_{ш}) = \\ = (53,4 + 12 + 29 - 0,75) \times (20 - 16,17 - 0,75) = 52,5 \text{ мм}^2$$

$$A_{1в} = l_{2p}(s_{ш} - 2c_{ш}) = 20,2 \times (20 - 2 \times 0,75) = 130 \text{ мм}^2$$

$$A_2 = L_0 s_{yp} = 156 \times 12 = 1872 \text{ мм}^2$$

$$A_0 = L_0(s - s_p - c) = 156 \times (35 - 29 - 0,75) = 477 \text{ мм}^2$$

$$A = 0,5(d_p - d_{0p})s_p = 0,5 \times (251,5 - 62,0) \times 29 = 2440 \text{ мм}^2$$

Условие укрепления

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

$$2531 \geq 2440$$

Условие укрепления выполняется.

Масса обечайки аппарата с учетом верхнего и нижнего днищ

$$G_{об} = \frac{\pi ((D + 2s)^2 - D^2)}{4} \rho H$$

где D – внутренний диаметр аппарата, $D = 3800$ мм;

s – толщина стенки аппарата, $s = 35$ мм

H – высота обечайки, $H = 11050$ мм

ρ – плотность материала аппарата, $\rho = 7860$ кг/м³

Итого

$$G_{об} = \frac{3,14 \times ((3,8 + 2 \times 0,035)^2 - 3,8^2)}{4} \times 7860 \times 11,05 = 36700 \text{ кг} = 36,7 \text{ т}$$

Массу штуцеров, опор и внутренних устройств учтем 10% надбавкой

$$G_{вы} = 0,1G_{об} = 0,1 \times 36,7 = 3,7 \text{ т}$$

Тогда монтажная масса аппарата

$$G = G_{об} + G_{вы} = 36,7 + 3,7 = 40,4 \text{ т}$$

Принимаем

$$G = 41 \text{ т}$$

4.2 Доставка оборудования на монтажную площадку

В практике монтажа технологическое оборудование и конструкции часто перевозятся к месту монтажа и в монтажной зоне по шоссейным и грунтовым дорогам. Для перевозки крупногабаритного и тяжеловесного оборудования применяются прицепы-тяжеловозы различной грузоподъемности, которые буксируются тракторами или специальными колесными тягачами. Если габариты и масса перевозимого оборудования превышают паспортные характеристики прицепов по грузоподъемности и размеры платформ, то оно перевозится на двух и более прицепах [9].

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

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

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

$v = 3000$ м/ч – скорость движения, принимается с учётом допустимых для прицепа и тягача.

$$F_d = \frac{3,67 \cdot 144 \cdot 10^3 \cdot 0,8}{3 \cdot 10^3} = 141 \text{ кН.}$$

Сила тяги тягача по сцеплению с поверхностью дороги определяется по формуле:

$$F_c = 10G_c\phi$$

где $G_c = G_0 = 25$ т – сцепная масса трактора, обеспечивающая надёжное сцепление его с поверхностью дороги;

$\phi = 0,85$ – коэффициент сцепления гусениц трактора с покрытием дороги. [9, табл. 33]

$$F_c = 10 \times 25 \times 0,85 = 213 \text{ кН.}$$

Проверка правильности выбора тягача проводится по условиям:

$$F_d < F_c; F_d > F_T$$

$$141 < 213 \text{ кН}; 141 > 111 \text{ кН.}$$

Условие правильности выбора тягача выполняется.

4.3 Выбор способа монтажа

Аппарат монтируется в два этапа. Сначала устанавливается корпус мешалки, затем через отверстие в верхнем днище заводится вал мешалки. Для установки корпуса аппарата выбираем схему монтажа одним краном с отрывом от земли (см. рисунок 4.2). Вал мешалки монтируется тем же краном.

4.4 Характеристика подготовительных работ перед началом монтажа

Заказчик доставляет аппарат к фундаменту. До подъема груза необходимо провести работы по изоляции и футеровке, а также смонтировать обслуживающие конструкции – лестницы, площадки и трубопроводы. Чтобы можно было проводить эти работы вокруг всего аппарата и в нижней его части, его укладывают на опоры. При этом необходимо следить за тем, чтобы масса аппарата распределялась

том приемки–сдачи, подписанным представителями строительной и монтажной организации и технадзора заказчика.

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

До сдачи фундаментов должны быть закончены укладка подземных коммуникаций, обратная засыпка, планировка и уплотнение грунта прилегающих площадок. Должна быть проверена категория грунта. Фундаменты принимают под монтаж аппаратов в соответствии со СНиП 111-31-96.

Отклонение фактических размеров фундаментов от проектных не должно превышать, мм: по продольным и поперечным осям фундаментов — 20; по основным размерам в плане — 30; по высотным отметкам поверхности фундаментов без учета высоты подливки — 30; по размерам уступов в плане — 20; по размерам колодцев в плане — 20; по отметкам уступов в выемках и колодцах — 20; по осям анкерных болтов в плане — 5; по осям закладных анкерных устройств в плане — 10; по отметкам верхних торцов фундаментных болтов + 20 [12].

4.5 Выбор кранов и расчёт такелажной оснастки

4.5.1 Выбор крана

Требуемая грузоподъёмность монтажного крана определяется по формуле:

$$G_{\text{к.тр}} \geq \frac{G}{n_{\text{к}}}$$

где $n_{\text{к}} = 2$ – количество кранов, участвующих в подъёме оборудования.

$$G_{\text{к.тр}} \geq \frac{41}{1} = 41 \text{ т.}$$

Необходимая высота подъёма крюка крана для установки аппарата на фундамент вычисляется по формуле:

$$h_{\text{к}} = h_{\text{ф}} + h_{\text{з}} + h_{\text{o}} + h_{\text{с}}$$

где $h_{\text{ф}} = 0,5 \text{ м}$ – рекомендуемая высота фундамента;

где $a = \frac{B}{2} + 0,12 = \frac{4}{2} + 0,12 = 2,12$ м – длина плеча траверсы.

$$M = \frac{617 \cdot 2,12}{2} = 654 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Вычисляем требуемый момент сопротивления по формуле:

$$W = \frac{654 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 210 \cdot 10^6} = 3,66 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

По моменту сопротивления $W = 3,66 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ (3660 см^3) выбираем с запасом сечение патрубка для монтажного штуцера размером 630/14 мм с моментом сопротивления $W_T = 4083 \text{ см}^3 > W_{\text{мин}} = 3660 \text{ см}^3$.

Условие прочности траверсы выполняется.

4.5.3 Расчёт канатных строп

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

Для строповки тяжеловесного оборудования преимущественно применяют инвентарные витые стропы, выполняемые в виде замкнутой петли путём последовательной параллельной плотной укладки перевитых между собой витков каната вокруг начального центра витка. Схема к расчёту канатного стропа приведена на рисунке 4.4.

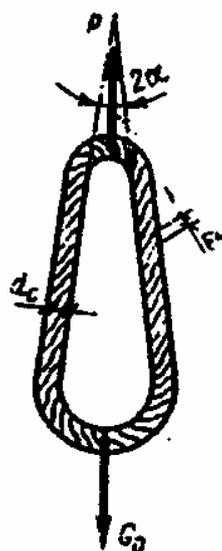


Рисунок 4.4 – Расчётная схема витого канатного стропа

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

$$D_c = 0,04 \cdot 4 = 0,16 \text{ м.}$$

4.6 Приёмка фундамента под монтаж

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

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

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

4.7 Выверка и испытание оборудования

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

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

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

4.8 Технические условия на эксплуатацию и ремонт

4.8.1 Подготовка и сдача оборудования в ремонт

Основанием для остановки оборудования на ремонт служит месячный график планово-периодического ремонта.

На подготовку и остановку на ремонт крупного технологического оборудования (агрегатов, установок, комплексов, линий и т. п.), а также остановку или частичную разгрузку нескольких технологически связанных объектов с целью проведения ремонта или ревизии оборудования издается приказ по предприятию, в котором указываются: сроки подготовки и ремонта; исполнители работ; ответственные за технику безопасности; ответственные за подготовку оборудования к ремонту; руководители ремонта по объектам (отделениям, участкам, комплексам и т. п.); ответственные (комиссия) за качество и выполнение ремонта в установленные сроки.

Подготовка и остановка основного технологического оборудования на ремонт осуществляется по письменному распоряжению начальника цеха, в котором указывается лицо, ответственное за остановку и подготовку оборудования к ремонту. Ответственным лицом за вывод оборудования в ремонт могут быть: заместитель начальника цеха, начальник отделения (установки) или начальник смены.

На основании письменного распоряжения начальника цеха ответственное лицо за вывод оборудования в ремонт подготавливает оборудование к ремонту в установленном порядке.

Вывод оборудования в ремонт и все ремонтные работы должны проводиться в полном соответствии с требованиями, изложенными в инструкциях и правилах, а также в других руководящих документах, относящихся к ремонту сложного оборудования и действующих на предприятии, в частности:

- а) по технике безопасности, промышленной санитарии и пожарной безопасности цеха, в котором проводятся работы;
- б) по организации и ведению работ в газоопасных местах и порядку оформления разрешений на право выполнения этих работ на предприятии;
- в) о порядке проведения огневых работ;

монтажным персоналом технологического цеха, в котором установлено данное оборудование. В этом случае запись о сдаче оборудования в капитальный ремонт делается в журнале начальников смен. Без двухстороннего подписания документов на сдачу оборудования в ремонт руководитель ремонта не имеет права приступить к ремонту, а ответственное лицо за вывод и подготовку оборудования к ремонту не имеет права допускать ремонтников к началу работ на оборудовании.

4.8.2 Проведение ремонта

После приемки оборудования в ремонт руководитель ремонта является ответственным за соблюдение правил техники безопасности, пожарной безопасности, срока выполнения работ, безопасного ведения работ, общего порядка на выделенной для ремонта площадке.

Руководитель ремонта перед началом ремонта осуществляет следующие мероприятия:

- а) принимает меры по созданию условий безопасной работы;
- б) организует установку лесов и средств механизации трудоемких работ, если это невозможно было сделать до остановки оборудования на ремонт;
- в) оформляет допуск рабочих других предприятий и цехов к выполнению ремонтных работ;
- г) оформляет допуск на производство газоопасных работ;
- д) проводит инструктаж привлекаемого к ремонту персонала по порядку выполнения работ, по технике безопасности и противопожарным мероприятиям, об основных опасных и вредных производственных факторах в данном цехе. О проведенном инструктаже производится запись в журнале инструктажа [10].

При остановке оборудования на ремонт эксплуатационный персонал, не занятый на работающем оборудовании, по распоряжению начальника цеха передается на период проведения ремонта в распоряжение руководителя ремонта.

Руководитель ремонта, основываясь на записи ответственного за проведенную операцию о готовности оборудования к безопасному продолжению ремонта, выполнив при этом все или необходимую часть работ.

Для контроля за готовностью к рабочей обкатке энергетического оборудования и КИПиА представители энергослужбы и цеха КИПиА (энергетик цеха, мастер КИПиА) обязаны подтвердить руководителю основного ремонта готовность подведомственной службе оборудования своей подписью в журнале начальника смены или составлением акта сдачи в рабочую обкатку.

Оборудование считается подготовленным к сдаче в рабочую обкатку при следующих условиях: наличие положительных результатов его испытаний, проведении в строгом соответствии с техническими условиями на ремонт данного оборудования; наличие соответствующей ремонтной документации, подтверждающей объемы выполненных ремонтных работ с подписью их исполнителей (акт сдачи оборудования в ремонт, ведомость дефектов, акты результатов испытаний и т. п.); наличие документов, подтверждающих соответствие установленных деталей давлению и температурным условиям работы; наличие утвержденной в установленном порядке документации на проведение изменений в технологических схемах или в конструктивных узлах оборудования; отремонтированное оборудование и прилегающая к нему территория очищены и убраны от материалов, приспособлений, такелажа, инструмента, лесов, разных отходов и т. п., употребляемых ремонтным персоналом в процессе ремонта; учтены замечания Госгортехнадзора и нет предписаний, препятствующих началу обкатки оборудования.

Начальник смены является ответственным за точное выполнение режима рабочей обкатки и соблюдение правил техники безопасности. Начало и ход обкатки начальники смен записывают в журнале начальников смен. После окончания рабочей обкатки начальник смены обязан сделать запись в журнале начальника смены, указав ее результаты и время окончания обкатки. Если результаты обкатки положительные, оборудование может быть оставлено в работе при условии, что на это есть письменное разрешение начальника цеха (отделения). Оборудование считается принятым из ремонта независимо от того, подписан в данный момент акт приемки из ремонта или нет [15].

Задача управления процессом синтеза уксусной кислоты заключается в поддержании постоянной температуры в реакторе. Управление осуществляется расходом пара для подогрева жидкого аммиака.

Основными возмущающими воздействиями для мешалки является изменение температуры СО, ретурна и степени превращения при синтезе кислоты (реакция идет с выделением тепла).

Процесс синтеза не обладает большой скоростью изменения режимных параметров, поэтому нет необходимости в быстрой передаче сигнала. В связи с этим выбрана пневматическая система передачи сигнала на расстояние, более дешевая по сравнению с электрической.

Схема автоматизации реализована с помощью приборов пневматической ветви государственной системы, которые обеспечивают необходимую точность и достаточную дальность передачи сигнала (до 300 м).

При нормальном протекании процесса синтеза кислоты необходимо поддерживать постоянную температуру в реакторе (185 °С) этого можно достигнуть, контролируя расход пара в теплообменник для подогрева метанола.

Уровень смеси в реакторе должен быть постоянным ($L=4,5$ м) и регулируется отбором уксусной кислоты.

Расход реакционной массы и температура ретурна и СО фиксируются приборами для последующего анализа в случае возникновения сбоев в работе установки.

5.2 Выбор и обоснование технических средств и систем автоматизации

Все приборы были выбраны на основании справочных данных, приведенных в [12].

Датчиком для измерения расхода реакционной массы выбрана камерная диафрагма ДК40-150, создающая перепад давления на трубопроводе. Диафрагма работает в комплекте с дифманометром ДМ-П1, который преобразует перепад давления в стандартный унифицированный пневматический сигнал с давлением сжатого воздуха 0,02-0,1 МПа, который передается на показывающий и регистрирующий пневматический прибор ПВ10.1Э.

Таблица 5.1 – Заказная спецификация приборов и средств автоматизации

Заказная спецификация приборов и средств автоматизации						
СевКавГТУ НТИ		Производство уксусной кислоты Отделение синтеза			Дипломный проект	
					Лист 1	Листов 3
ПОЗИЦИЯ	Наименование параметра, среда, место отбора импульса	Предельное значения параметра	Место установки	Наименование и характеристика	Тип, модель	Завод- изготовитель
1	2	3	4	5	6	7
1-1	Расход метанола	11,2 м ³ /ч	На трубопроводе	Диафрагма камерная, условное давление 4,5 МПа	ДК45–150	«Монометр», г. Москва
1-2			По месту	Дифманометр преобразует перепад давления и расхода газа в пневматический унифицированный сигнал с дистанционной передачей 0,02 – 0,1 МПа	ДМ – П1	«Теплоприбор» г. Рязань
1-3			Щит оператора	Вторичный прибор, показывающий, регистрирующий со станцией управления, расход воздуха 420 л/ч	ПВ 10.1Э	«Тизприбор» г. Москва

Продолжение таблицы 5.1.

1	2	3	4	5	6	7
5-2	Температура ретура из колонны	60 °С	на трубопроводе	см. пункт 4-1		
5-3	Температура ретура из сепаратора	130 °С	на трубопроводе	см. пункт 4-1		
5-4			Щит оператора	Многоточечный потенциометр, количество точек измерения до 6	КСП4	«Электроавтоматика» г. Йошкар - Ола
6-1	Давление в реакторе	3.1 МПа	в аппарате	Манометр сильфонный с унифицированным пневматическим сигналом 0,02 – 0,1 МПа, класс точности 1	МС – П2	«Манометр» г. Москва
6-2				см. пункт 2-2		
7-1	Уровень жидкости в аппарате	4,5 м	в аппарате	Буйковый уровнемер для контроля уровня жидкости с пневматическим унифицированным сигналом 0,02 – 0,1 МПа	УБ ПА	«Теплоприбор» г. Рязань
7-2				см. пункт 1-4		
7-3				см. пункт 1-4		

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

Для эффективности реализации результатов проектирования необходимо выполнение следующих требований:

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

И законов Российской Федерации:

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

6.1 Анализ опасных и вредных факторов производства

При нештатных ситуациях на персонал могут воздействовать:

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

7. С целью обеспечения безотказности производства, для создания азотных подушек, для приборов КИПиА и других целей используется чистый азот с содержанием кислорода 0,02% объемных.
8. С целью уменьшения вероятности попадания азотной кислоты в систему сбора конденсата конденсат водяного пара через нейтрализатор сбрасывается в химзащищенную канализацию.
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 уксусную 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. Поскольку высота реактора значительно меньше, чем другого цехового оборудования, то молниеотвод устанавливаем на колонне отгонки тяжелых фракций $h = 23$ 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.

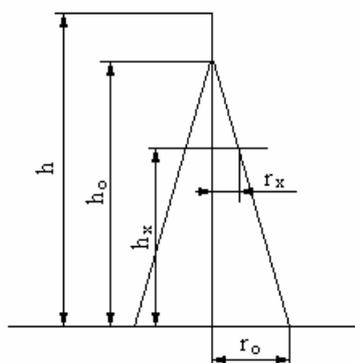


Рисунок 6.1 Схема к расчёту молниеотвода

где $\rho = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ – удельное сопротивления грунта;

$L = 2.5 \text{ м}$ – длина электрода;

$h = 1.95 \text{ м}$. – расстояние от поверхности земли до середины электрода;

$b = 0.05 \text{ м}$. – ширина полки.

Тогда сопротивление заземления составит

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

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

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

где $R_{\text{С.О}} = 30 \text{ Ом}$ – 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.

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

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

В случае объявления воздушной тревоги (сигнал по радио, сирены, прерывистые гудки) персонал должен действовать в соответствии с предусмотренным планом: выключить оборудование и покинуть производство в специально отведённые места для укрытия.

Финансирование мероприятий по защите персонала и территории в чрезвычайных ситуациях производится из местных резервов.

Мероприятия, предлагаемые в дипломном проекте, позволяют считать его безопасным и экологичным.

					ДП МАХП МД-011 РСК 00.00.00 ПЗ	70
		N				

ван налоговый кодекс Российской Федерации в соответствии с которым, расходы, в зависимости от их характера, условий осуществления и направлений деятельности организаций, подразделяются на расходы внереализационные, а также связанные с производством и реализацией. Если некоторые затраты с равными основаниями могут быть отнесены одновременно к нескольким группам расходов, то организация вправе самостоятельно определить к какой именно группе он отнесет какие расходы.

7.3 Обоснование производственной мощности

Производственная мощность – это максимально возможный выпуск продукции за единицу времени при заданной номенклатуре и ассортименте при полном использовании производственного оборудования и площадей, с учетом применения передовой технологии, улучшения организации производства и труда, обеспечение высокого качества продукции. Производственная мощность предприятия может быть определена по формуле]:

$$M = T_m \Pi = 360 \times 800 = 292000 \text{ т}$$

где $T_m = 360$ дн. – максимально возможный годовой фонд времени работы оборудования;

$\Pi = 800$ т/сут – производительность одной единицы оборудования за час. в натуральном выражении.

Уровень использования мощностей за определенный промежуток времени:

$$K_{\text{факт}} = K_{\text{ПР}} = \frac{Q_{\text{ПР}} \text{ год(кварт)}}{M_{\text{ПР}} \text{ год(кварт)}} = 277400/292000 = 95.0\%$$

где $Q = 277400$ т – объем производства;

$M = 292000$ т – мощность.

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.

Методика их расчета следующая рентабельность производства продукции:

$$РПП = \frac{\Pi}{C_{п}}, = 143482583 / 1215777417 = 12\%$$

где Π – чистая или валовая прибыль;

$C_{п}$ – себестоимость продукции.

Общая рентабельность производственных фондов:

$$РПФ = \frac{\Pi}{ПФ_{ср}} = 143482583 / 660299777 = 22\%$$

где $ПФ_{ср}$ – среднегодовая стоимость производственных фондов (сумма среднегодовой стоимости основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств).

Общая эффективность капитальных вложений может быть определена по формуле

$$En = \frac{\Delta\Pi}{K}$$

где $\Delta\Pi$ – прирост прибыли за счет вложения инвестиций; K – капитальные вложения. Величина обратная эффективности называется сроком окупаемости капитальных вложений и определяется по формуле:

$$Tn = \frac{K}{\Delta\Pi}$$

или

$$En = \frac{(C_1 - C_2) \cdot V_2}{K} = \frac{(4501,8 - 4382,8) \times 277400}{94328540} = 0.350$$

$$Tn = \frac{K}{(C_1 - C_2) \cdot V_2} = \frac{94328540}{(4501,8 - 4382,8) \times 277400} = 2.86 \text{ лет}$$

где C_1 и C_2 – себестоимость уксусной кислоты до и после вложения инвестиций;

V_2 – объем выпуска продукции после использования капитальных вложений.

Результаты расчетов сведены в таблицу 7.4.

					ДП МАХП МД-011 РСК 00.00.00 ПЗ	76
		N				

$$ТБ = \frac{ПИ}{Ц_y - ПИ_y} = \frac{853726240}{4900 - 1305} = 237487 \text{ т}$$

где ПИ – постоянные издержки;

$Ц_y$ - удельная цена;

$ПИ_y$ - удельные переменные издержки.

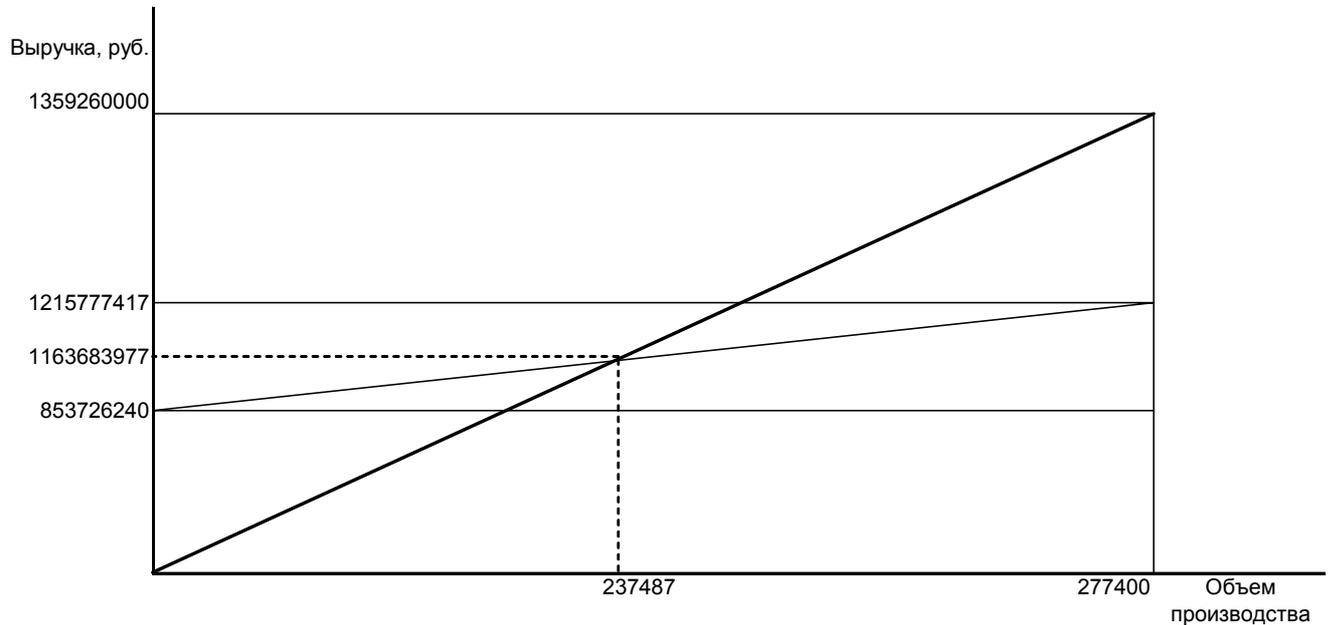


Рисунок 7.1 – График безубыточности

Из графика безубыточности, представленного на рисунке 7.1 видно, что безубыточный объем производства составляет 237487 т.

7.9 Заключение об экономической эффективности

При проектировании оборудования был реализован ряд технологических и конструкционных решений, которые обусловили снижение себестоимости производства уксусной кислоты на 3,33%, за счет сокращения условно-постоянных расходов, увеличения мощности цеха. Общий прирост прибыли составил 40743639 рублей в год. Срок окупаемости капитальных вложений 2,86 лет. При этом учтены убытки, понесенные производством период технического перевооружения. Рентабельность продукции составляет 35,0%. Годовой экономический эффект 33010600 руб. безубыточный объем производства составляет 237487 т.

	N			

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кутепов А. М., Бондарева Т. И., Беренгартен Н. Г., Общая химическая технология, изд. 2-е, перераб. и доп., М.: «Высшая школа», 1990. – 522 с.
2. Скобло А.И. и др. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. – М.: ООО «Недра-Бизнес-центр», 2000. – 677 с.
3. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию. / Под ред. Ю.И. Дытнерского. – М.: Химия, 1983. – 272 с.
4. Павлов К.Ф., Романков А.А., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу «Процессы и аппараты химической технологии». – Л.: Химия, 1981. – 552 с.
5. Плановский А. Н., Рамм В. М., Соломон З. К. Процессы и аппараты химической технологии, М.: Химия, 1967. – 848 с.
6. Тимонин А.С. основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник. – Калуга: Изд. Н. Бочкаревой, 2002. Т.1, 852 с., т.2, 1028 с., т.3, 968 с.
7. Лащинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры.– М.: Машиностроение, 1970. – 752 с.
8. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи / под ред. М.Ф. Михалева.– Л.: Машиностроение, 1984. – 301 с.
9. Матвеев В.В., Крупин Н.Ф. Примеры расчета такелажной оснастки.– Л.: Стройиздат, 1987. – 320 с.
10. Киселев Г.Ф. и др. Система технического обслуживания и ремонта технологического оборудования предприятий по производству минеральных удобрений. Справочник. – М.: Химия, 1991. – 384 с.
11. Полоцкий Л.М., Лапшенков Г.И. Автоматизация химических производств. Теория, расчет и проектирование систем автоматизации. – М.: Химия, 1982. – 296 с.
12. Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы. Справочное пособие./Под ред. Б.Д. Кошарского. – Л.: Машиностроение, 1976. – 488 с.