

Аннотация

В дипломном проекте рассчитывается тепловой аппарат для концентрирования плава карбамида, являющийся составной частью цеха производства карбамида ОАО «Невинномысский Азот».

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 –

7 Организационно-экономический раздел	85
7.1 Обоснование производственной мощности	85
7.2 Организация труда и расчета заработной платы	86
7.3 Себестоимость продукции	88
7.4 Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений	89
7.5 Прибыль	90
7.6 Расчет эффективности использования основных средств	91
7.7 Сводные показатели эффективности проектного решения	92
7.8 Точка безубыточности	93
7.9 Заключение об экономической эффективности	94
Заключение	95
Список использованных источников	96

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Введение

Карбамид (мочевина) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ – белое кристаллическое вещество, содержащее 46,6% азота; температура плавления $132,7^\circ\text{C}$, плотность 1335 кг/м^3 . Карбамид выпускают в гранулированном или кристаллическом виде. Карбамид хорошо растворим в воде и в жидком аммиаке. Растворение карбамида в воде сопровождается поглощением тепла, а кристаллизация из раствора – выделением тепла [1].

Карбамид выпускают двух марок: марки А – для промышленности и животноводства и марки Б – для сельского хозяйства в качестве удобрения.

Карбамид среди азотных удобрений занимает второе место по объему производства после аммиачной селитры. Рост производства карбамида обусловлен широкой сферой его применения в сельском хозяйстве. Он обладает большей устойчивостью к выщелачиванию по сравнению с другими азотными удобрениями, то есть менее подвержен вымыванию из почвы, менее гигроскопичен, может применяться не только как удобрение, но и в качестве добавки к корму крупного рогатого скота. Карбамид, кроме того, широко используется для получения сложных удобрений, удобрений с регулируемым сроком действия, а также для получения пластмасс, клеев, лаков и покрытий [1].

По своим физическим свойствам карбамид, как удобрение, также имеет преимущества перед аммиачной селитрой: не взрывоопасен, менее гигроскопичен и менее слеживается. Гигроскопическая точка для карбамида при 20°C равна 80%.

Попадая в почву, на кислых почвах карбамид вначале оказывает нейтрализующее действие, а затем начинает действовать аналогично аммиачной селитре, то есть подкисляет почву. При внекорневой подкормке растений карбамид безопасен, т. к. не вызывает ожогов листьев. В животноводстве карбамид применяют для откормки скота – в качестве добавки к корму, содержащему мало белков и много углеводов. В сычуге жвачных животных микроорганизмы превращают карбамид в белковые соединения.

											Лист
Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата							

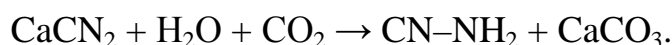
1 Обзор состояния вопроса

1.1 Способы получения карбамида

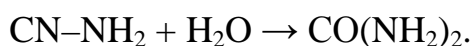
В 1828 г. немецкий химик Ф. Вёлер осуществил первый синтез карбамида из сульфата аммония и цианата калия. Это было первое органическое вещество, полученное синтетическим путем. Практического значения данные реакции не имели, однако работа Ф. Вёлера положила начало развитию органической химии вообще и синтеза карбамида в частности [1].

В дальнейшем для получения синтетического карбамида было предложено несколько способов. Большинство из них не нашло практического применения в промышленности из-за серьезных трудностей их реализации.

Один из этих способов – цианамидный заключается во взаимодействии цианамида кальция с водой в присутствии двуокиси углерода или серной кислоты:

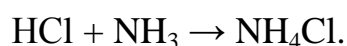
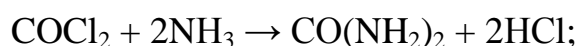


После отфильтровывания карбоната кальция раствор цианамида подкисляют серной кислотой и нагревают до 50-70 °С под давлением 0,1-0,5 МПа. В этих условиях цианамид превращается в карбамид:



Этот процесс, протекающий в освинцованном автоклаве в атмосфере инертного газа, сопровождается образованием побочных продуктов, загрязняющих карбамид. Из-за дороговизны и нерентабельности он не нашел промышленного применения.

Более совершенны и рентабельны способы, по которым в качестве дешевого азотсодержащего сырья используется аммиак (стоимость азота в аммиаке в несколько раз ниже стоимости азота в цианамиде). По одному из них карбамид можно синтезировать из фосгена и аммиака:



При этом карбамид получается в смеси с хлористым аммонием. Промышленного применения способ также не нашел вследствие трудности разделения смеси.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

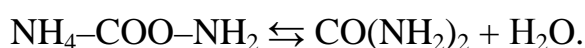
Синтез карбамида из аммиака и двуокиси углерода протекает по суммарной реакции



и состоит из стадии образования карбамата аммония



и дегидратации карбамата аммония



Обе последние реакции обратимы, состояние их равновесия и выход карбамида зависят от условия процесса синтеза – температуры, давления, соотношения аммиака и двуокиси углерода, качества исходного сырья, продолжительности реакции и др. В результате многочисленных исследований установлено влияние различных факторов на процесс синтеза и выбраны его оптимальные условия [1].

Исходные компоненты превращаются в карбамид не полностью, вследствие чего продукты реакции содержат кроме карбамида и воды еще карбамат аммония и аммиак. В промышленном масштабе процесс синтеза карбамида проводится при давлении 13–28 МПа, 170–200 °С и избытке аммиака сверх стехиометрически необходимого количества.

1.2 Технологические схемы производства карбамида

В настоящее время в промышленности широко применяются различные варианты замкнутых схем с полным возвратом в процесс непрореагировавших NH_3 и CO_2 , так называемые схемы с полным жидкостным рециклом.

1.2.1 Схема с полным жидкостным рециклом

Схема с полным жидкостным рециклом приведена на рисунке 1.1. [1]

Диоксид углерода, не содержащий сернистых соединений и механических примесей, сжимают до давления 19,6 МПа в пятиступенчатом компрессоре. Перед первой ступенью сжатия к CO_2 добавляют кислород (0,5% от объема CO_2), в присутствии которого образуется пассивирующая пленка и уменьшается коррозия оборудования.

										Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата						

Наверх промывной колонны подается жидкий аммиак и аммиачная вода. Температура в верхней части промывной колонны равна 45 °С. Водный раствор углеаммонийных солей, выходящий из нижней части промывной колонны, плунжерным насосом высокого давления 21 направляют в смеситель 22, а затем в колонну синтеза карбамида 2.

Раствор карбамида после сепаратора первой ступени 6 для окончательного разложения карбамата аммония и отгонки NH_3 и CO_2 дросселируют до 0,3 МПа, а затем он проходит последовательно ректификационную колонну второй ступени 7, подогреватель 8 и сепаратор 9.

Раствор карбамида из сепаратора второй ступени поступает в вакуум-испаритель 11, где при давлении 40 кПа он концентрируется до 74% и подается на упаривание. Водяные пары, образующиеся вследствие самовскипания раствора при создании вакуума, конденсируются в аппарате 10 при охлаждении водой. Вакуум в системе создается путем конденсации паров и при отсасывании несконденсировавшихся газов вакуум-насосом.

Раствор последовательно упаривают в выпарных аппаратах первой и второй ступени 12 и 14 соответственно при температуре 120-125 °С и давлении 30-40 кПа и 130-140 °С и давлении около 3-5 кПа. Полученный плав карбамида концентрацией 99,7-99,8 масс. % поступает в грануляционную башню 16 и распыляется в ней. Образующиеся мелкие частицы при падении вниз охлаждаются в полном объеме башни потоком воздуха, идущим снизу вверх, и превращаются в гранулы. Диаметр грануляционной башни 16 м, высота 40 м.

Охлажденный карбамид при температуре 60-70 °С транспортером 17 подается на рассев, обеспыливание, дополнительное охлаждение и на упаковку или на склад (эти стадии на схеме не показаны). Товарный карбамид в виде гранул размером 1-4 мм применяют в сельском хозяйстве. Кристаллический карбамид получают в кристаллизаторах.

На современных установках поток воздуха из грануляционных башен промывается для удаления мелких частиц карбамида и затем выбрасывается в атмосферу.

										Лист
Изм.	Лист	N докцм.	Подп.	Дата						

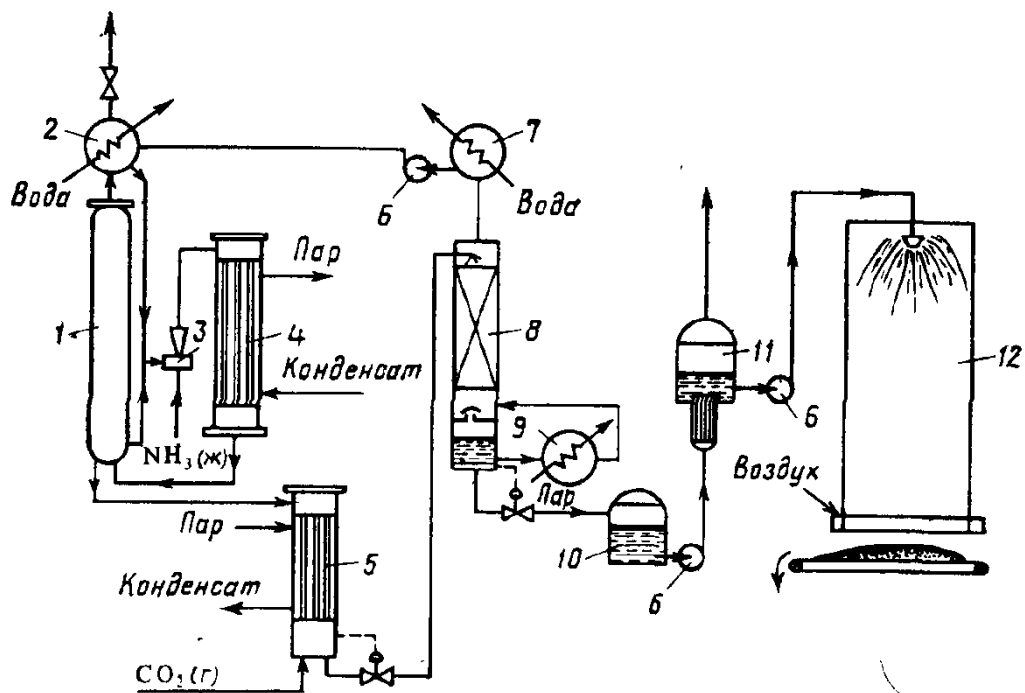


Рисунок 1.2 – Схема получения карбамида с применением стриппинга:

1 – колонна синтеза карбамида; 2 – скруббер высокого давления; 3 – инжектор; 4 – карбаматный конденсатор высокого давления; 5 – отдувочная колонна; 6 – насосы; 7 – конденсатор низкого давления; 8 – ректификационная колонна низкого давления; 9 – подогреватель; 10 – сборник; 11 – выпарной аппарат; 12 – грануляционная башня

Водный раствор карбамида, выходящий из отдувочной колонны 5, содержит 4–5% карбамата. Для окончательного его разложения раствор дросселируют до давления 0,3–0,6 МПа и затем направляют в верхнюю часть ректификационной колонны 8. Жидкая фаза стекает в колонне вниз по насадке противотоком к парогазовой смеси, поднимающейся снизу вверх; из верхней части колонны выходят NH_3 , CO_2 и водяные пары.

Водяные пары конденсируются в конденсаторе низкого давления 7, при этом растворяется основная часть аммиака и диоксида углерода. Полученный раствор направляют в скруббер 2. Окончательная очистка газов, выбрасываемых в атмосферу, производится абсорбционными методами (на схеме не показана).

70%-ный водный раствор карбамида, выходящий из нижней части ректификационной колонны 8, отделяют от парогазовой смеси и направляют после снижения давления до атмосферного сначала на выпарку, а затем на грануляцию.

								Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

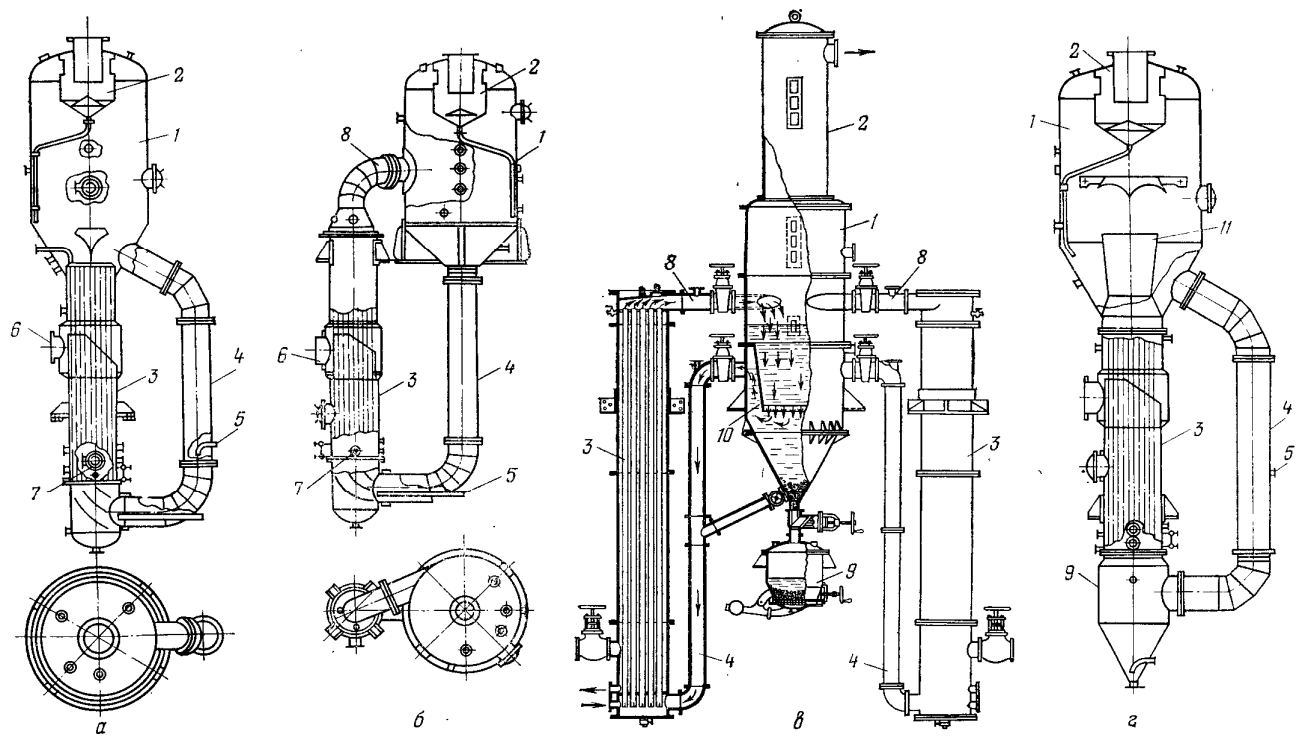


Рисунок 1.4 – Выпарные аппараты с естественной циркуляцией раствора:
 а – аппарат с соосной камерой; б – аппарат с выносной камерой; в – аппарат с двумя выносными камерами; г – аппарат с выносной трубой вскипания;

1 – сепаратор; 2 – брызгоуловитель; 3 – камера; 4 – спускная циркуляционная труба; 5 – вход исходного раствора; 6 – вход греющего пара; 7 – выход конденсата; 8 – подъемная циркуляционная труба; 9 – сборник для твердого осадка; 10 – конический фартук; 11 – труба вскипания.

Рассматриваемый аппарат изготавливается с поверхностью нагрева до 800 м^2 . Он отличается спокойным кипением и особенно рекомендуется для концентрирования вспенивающихся растворов.

Несколько большими габаритами отличаются аппараты с рассредоточенными сепараторами и нагревательными камерами (см. рисунок 1.4, б), но они доступнее для ремонта и очистки. Существенным преимуществом этих аппаратов является также тангенциальный вход парожидкостной смеси в сепаратор по подъемной циркуляционной трубе; это облегчает отделение вторичного пара от раствора. Поверхность нагрева данных аппаратов достигает 1000 м^2 .

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	------	--------	-------	------

2 Технологический раздел

2.1 Описание технологической схемы и проектируемого оборудования

2.1.1 Технологическая схема производства карбамида

На рисунке 2.1 приведена технологическая схема агрегата мощностью 1500 т/сут. [1]

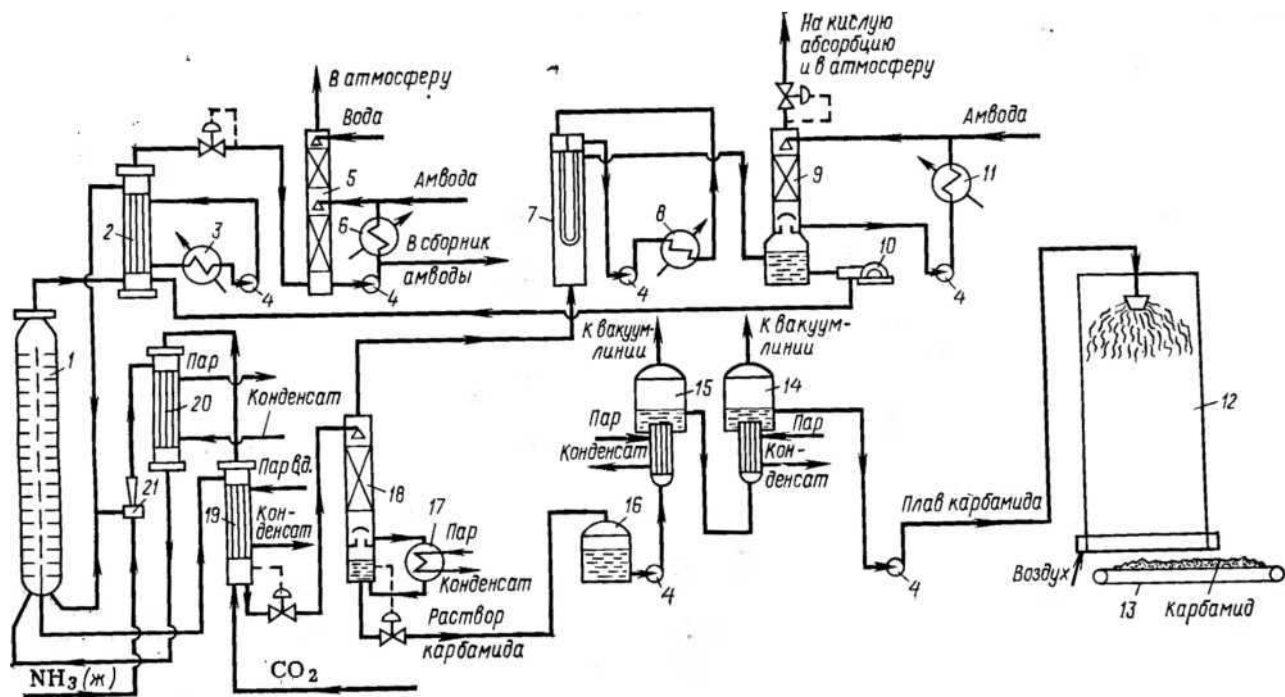


Рисунок 2.1 – Технологическая схема производства карбамида с полным жидкостным рециклом и применением процесса стриппинга:

1 – колонна синтеза; 2 – скруббер высокого давления; 3, 6, 8, 11 – холодильники; 4, 10 – насосы; 5 – абсорбер низкого давления; 7 – конденсатор низкого давления; 9 – скруббер; 12 – грануляционная башня; 13 – конвейер; 14, 15 – выпарные аппараты; 16 – сборник; 17 – подогреватель; 18 – ректификационная колонна; 19 – стриппер; 20 – конденсатор высокого давления; 21 – инжектор.

Водный раствор карбамата аммония и углеаммонийных солей, газообразные CO₂ и NH₃ из конденсатора высокого давления 20 поступают под давлением 14-14,5 МПа в нижнюю часть колонны синтеза карбамида 1, где при 180-185 °С и

CO₂ и водяные пары. В конденсаторе низкого давления 7, охлаждаемом водой, водяные пары сжижаются, в них почти полностью растворяются аммиак и диоксид углерода. Полное поглощение аммиака завершается в скруббере 9, орошаемом аммиачной водой, и в системе кислой абсорбции, на схеме не показанной. Полученный раствор углеаммонийных солей насосом высокого давления 10 возвращают в скруббер 2 для последующей переработки в карбамид.

Из нижней части колонны 18 при 130-135°C выходит 70%-ный водный раствор карбамида. После снижения давления до атмосферного раствор насосом 4 подают в выпарные аппараты первой и второй ступени 15 и 14, где он упаривается до концентрации 99,8%. Температура на первой ступени выпарки 125-135 °C и давление 33-40 кПа, температура на второй ступени 135-140 °C и давление 3 кПа.

Плав карбамида насосом 4 подают в грануляционную башню 12. Перед распылением к плаву добавляют карбамидоформ-альдегидную смолу (5 кг/т), что позволяет получить несслеживающийся гранулированный карбамид, который можно транспортировать к потребителю навалом, не упаковывая в мешки. Для охлаждения и кристаллизации гранул карбамида в нижнюю часть башни поступает воздух, идущий противотоком частицам карбамида. Воздух, уходящий из башни, тщательно промывается в верхней ее части от пыли циркулирующим раствором карбамида.

В целях защиты окружающей среды большое внимание уделяется глубокой очистке газов, выбрасываемых в атмосферу, от диоксида углерода и особенно от аммиака в абсорбере низкого давления 5, скруббере 5 и в аппаратуре кислой абсорбции, а также очистке воздуха, выходящего из грануляционной башни, от пыли.

Предусмотрена также очистка сточных вод до санитарных норм перед их сбросом.

Карбамид, хранящийся на складе, перед отправкой потребителю подают на классификаторы для отсева некондиционного карбамида (размером менее 1 мм и более 4 мм), который растворяется и в виде 50%-ного раствора возвращается на упаривание и грануляцию.

									Лист
Изм.	Лист	N докцм.	Подп.	Дата					

2.2 Технологический расчет

2.2.1 Исходные данные к расчету

Целью выполнения данного раздела является расчет основных геометрических размеров аппарата или выбор типоразмера. Методика расчета описана в источниках [4, 5, 6]. Физико-химические параметры раствора определены из источников [6, 7]. Параметры водяного пара определены из источника [6].

В качестве исходных данных приняты следующие величины, сведенные в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные для расчета выпарного аппарата

Наименование параметра	Обозначение	Размерность	Величина
Производительность по исходному раствору	G_H	т/сут	2000
Начальная концентрация раствора	X_H	%	70,0
Конечная концентрация раствора	X_K	%	99,8
Давление греющего пара	$P_{гп}$	МПа	0,4

Схема к расчету узла выпаривания приведена на рисунке 2.3.

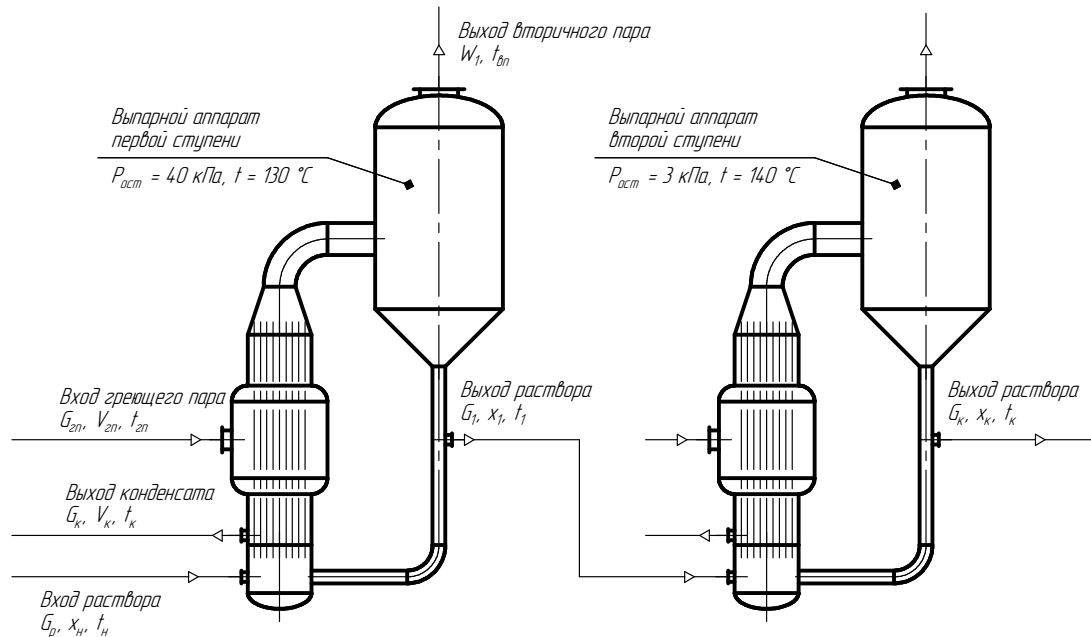


Рисунок 2.3 – Схема к расчету узла выпаривания

Начальная концентрация раствора $x_{\text{нач}} = 70,00\%$. Из I корпуса во II переходит раствора

$$G_1 := G_{\text{нач}} - W_1; G_1 = 20.006 \frac{\text{кг}}{\text{с}}. \quad (2.7)$$

Концентрация раствора, конечная для I корпуса и начальная для II будет равна

$$x_1 := \frac{G_{\text{нач}} \cdot x_{\text{нач}}}{G_1}; x_1 = 80.993 \%. \quad (2.8)$$

Из II корпуса выходит карбамида

$$G_2 := G_{\text{нач}} - W_1 - W_2; G_2 = 16.236 \frac{\text{кг}}{\text{с}}. \quad (2.9)$$

Его концентрация

$$x_2 := \frac{G_{\text{нач}} \cdot x_{\text{нач}}}{G_2}; x_2 = 99.800 \%. \quad (2.10)$$

Результаты расчета материального баланса сведены в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Материальный баланс узла выпаривания

Поток	Выпарной аппарат I	Выпарной аппарат II
Вход раствора, кг/с	23,148	20,006
Выход раствора, кг/с	20,006	16,236
Выход вторичного пара, кг/с	3,142	3,770

Материальный баланс узла выпаривания сходится.

2.2.3 Расчет температур

В качестве греющего агента используется водяной пар с давлением $P_{\text{гп}} = 0,4$ МПа. Согласно справочным данным, температура насыщенного водяного пара при этом давлении составляет

$$t_{\text{гп}} = 142,4 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Согласно режимным параметрам технологической схемы, давление вторичного пара в аппаратах составляет

										Лист
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата						

Для использования этих данных в расчетах выполним линейную интерполяцию

$$F_{t_{\text{кип}}}(x) := \text{linterp}\left(V_x, V_{t_{\text{кип}}}, \frac{x}{\%}\right) \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (2.15)$$

Следовательно, температура кипения раствора

$$t_k := F_{t_{\text{кип}}}(x_1); t_k = 98.012 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.16)$$

Температура кипения воды в трубках при давлении P_1

$$t_{k_в} := \text{Steam_TofP}(P_1); t_{k_в} = 75.101 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (2.17)$$

Температурная депрессия

$$\Delta t_d := t_k - t_{k_в}; \Delta t_d = 22.911 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (2.18)$$

Определим потери от гидростатического эффекта. Справочные данные о плотности насыщенного водного раствора карбамида [7] в графическом виде приведены на рисунке 2.5.

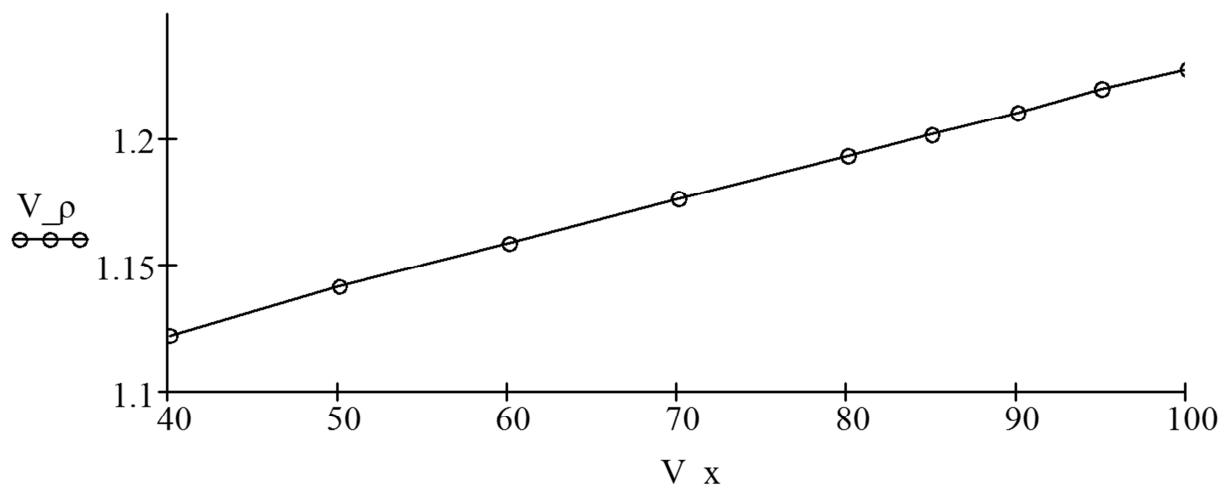


Рисунок 2.5 – Плотность насыщенного раствора карбамида

Для использования этих данных в расчетах выполним линейную интерполяцию

$$F_{\rho_{\text{рк}}}(x) := \text{linterp}\left(V_x, V_\rho, \frac{x}{\%}\right) \frac{\text{г}}{\text{м}^3}. \quad (2.19)$$

Следовательно, плотность насыщенного раствора карбамида

Сумма всех температурных потерь

$$\Delta t_{\text{пот}} := \Delta t_{\text{д}} + \Delta t_{\text{Г}} + \Delta t_{\text{с}}; \Delta t_{\text{пот}} = 34.274 \text{ К} . \quad (2.28)$$

Общая разность температур

$$\Delta t_{\text{общ}} := t_{\text{ГП}} - t_{\text{ВП1}}; \Delta t_{\text{общ}} = 67.317 \text{ К} . \quad (2.29)$$

Полезная разность температур

$$\Delta t_{\text{пол}} := \Delta t_{\text{общ}} - \Delta t_{\text{пот}}; \Delta t_{\text{пол}} = 33.043 \text{ К} . \quad (2.30)$$

Температура кипения раствора в трубках

$$t_{\text{кип}} := t_{\text{ВП1}} + \Delta t_{\text{д}} + \Delta t_{\text{Г}} + \Delta t_{\text{с}}; t_{\text{кип}} = 109.375 \text{ К} . \quad (2.31)$$

2.2.4 Расчет коэффициента теплопередачи

Выполним интерполяцию справочных данных по вязкости раствора карбамида в зависимости от концентрации [7]

$$F_{\mu_{\text{рк}}(x)} := \text{linterp}\left(V_{\text{х}}, V_{\mu_{\text{рк}}}, \frac{x}{\%}\right) \cdot 10^{-3} \cdot \text{Па} \cdot \text{с} . \quad (2.32)$$

Теплопроводность раствора в зависимости от концентрации определяем по принципу аддитивности. Теплопроводность 100% раствора при 135 °С [6]

$$\lambda_{\text{рк}_{100}} := 0.420 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} .$$

Теплопроводность чистой воды при 135 °С

$$\lambda_{\text{в}} := 0.681 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} .$$

Тогда теплопроводность водного раствора карбамида в трубках

$$F_{\lambda_{\text{рк}}(x)} := \lambda_{\text{рк}_{100}} \cdot x + \lambda_{\text{в}} \cdot (1 - x); \lambda_{\text{рк}} := F_{\lambda_{\text{рк}}(x_1)}; \lambda_{\text{рк}} = 0.470 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} . \quad (2.33)$$

Удельную теплоемкость упариваемого раствора определяем также по принципу аддитивности. Удельная теплоемкость 100% раствора при 135 °С

$$C_{\text{ррк}_{100}} = 2133.333 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} .$$

Удельная теплоемкость воды при 135 °С

									Лист
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата					

$$r_c := \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_H}{\lambda_H}; r_c = 2.430 \times 10^{-4} \frac{м^2 \cdot К}{Вт}. \quad (2.42)$$

Расчет α_1 ведем методом последовательный приближений. В первом приближении принимаем $\Delta t_1 = 5 К$.

Соответственно коэффициент теплоотдачи со стороны конденсирующегося водяного пара к стенке

$$\alpha_1 := 2.04 \sqrt[4]{\frac{r_1 \cdot \rho_{ж1}^2 \cdot \lambda_{ж1}^3}{\mu_{ж1} \cdot h_{тр} \cdot \Delta t_1}}; \alpha_1 = 9105 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}. \quad (2.43)$$

Для установившегося процесса теплопередачи удельная тепловая нагрузка

$$q := \alpha_1 \cdot \Delta t_1; q = 45527 \frac{Вт}{м^2}. \quad (2.44)$$

Тогда перепад температур на стенке

$$\Delta t_{ст} := \alpha_1 \cdot \Delta t_1 \cdot r_c; \Delta t_{ст} = 11.064 К. \quad (2.45)$$

Разность между температурой стенки со стороны раствора и температурой кипения раствора

$$\Delta t_2 := \Delta t_{п} - \Delta t_{ст} - \Delta t_1; \Delta t_2 = 16.979 К. \quad (2.46)$$

Вязкость упариваемого раствора

$$\mu_{ж2} := F_{\mu_{рк}}(x_1); \mu_{ж2} = 0.002 \frac{Н \cdot с}{м^2}. \quad (2.47)$$

Теплопроводность упариваемого раствора

$$\lambda_{ж2} := F_{\lambda_{рк}}(x_1); \lambda_{ж2} = 0.470 \frac{Вт}{м \cdot К}. \quad (2.48)$$

Плотность упариваемого раствора

$$\rho_{ж2} := F_{\rho_{рк}}(x_1); \rho_{ж2} = 1194.787 \frac{кг}{м^3}. \quad (2.49)$$

Теплоемкость упариваемого раствора

$$c_{ж2} := F_{c_{рк}}(x_1); c_{ж2} = 2526.148 \frac{Дж}{кг \cdot К}. \quad (2.50)$$

									Лист
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата					

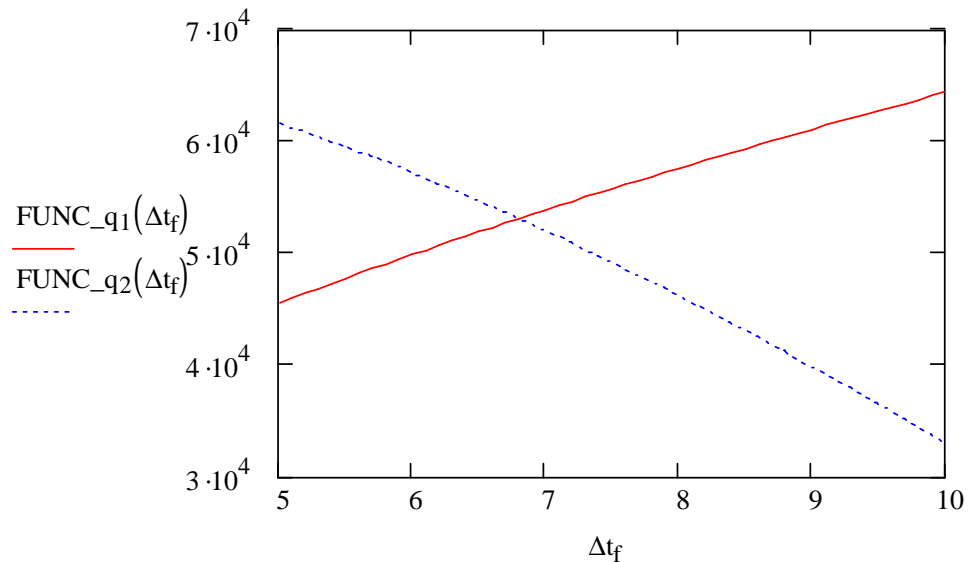


Рисунок 2.6 – Зависимость теплонапряжённости с разных сторон стенок трубы в зависимости от средней разности температур (расчет по функциям)

Окончательно принимаем

$$\Delta t_1 = 6.798 \text{ К} . \quad (2.60)$$

Пренебрегая изменением физических свойств конденсата при малом изменении температуры, получим

$$q_1 := \text{FUNC}_{q1}(\Delta t_1); \quad q_1 = 53084 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}; \quad (2.61)$$

$$q_2 := \text{FUNC}_{q2}(\Delta t_1); \quad q_2 = 53084 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}. \quad (2.62)$$

Тогда значения коэффициентов теплоотдачи

$$\alpha_1 := \frac{q_1}{\Delta t_1}; \quad \alpha_1 = 7809 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}; \quad (2.63)$$

$$\alpha_2 := A \cdot (\alpha_1 \cdot \Delta t_1)^{0.6}; \quad \alpha_2 = 3977.740 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}. \quad (2.64)$$

Расчетный коэффициент теплопередачи

$$K_1 := \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + r_c + \frac{1}{\alpha_2}}; \quad K_1 = 1606.522 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}. \quad (2.65)$$

$$F_1 := \frac{Q_{\text{ГП}}}{K_1 \cdot \Delta t_1}; F_1 = 472.040 \text{ м}^2. \quad (2.74)$$

Принимаем выпарной аппарат стандартной конструкции с площадью поверхности нагрева 500 м^2 .

2.2.7 Расчет штуцеров аппарата

Штуцер вывода вторичного пара. Плотность вторичных паров

$$\rho_{\text{ВП1}} := \text{Steam_ROofP}(P_1); \rho_{\text{ВП1}} = 0.243 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Объемный расход вторичного пара

$$V_{\text{ВП1}} := \frac{W_1}{\rho_{\text{ВП1}}}; V_{\text{ВП1}} = 12.950 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}. \quad (2.75)$$

Скорость движения газа при выходе из аппарата рекомендуется принимать равной 15-25 м/с

$$w_{\text{ВП}} := 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Расчетный диаметр штуцера

$$D_{\text{ВП1}} := \sqrt{\frac{4V_{\text{ВП1}}}{\pi \cdot w_{\text{ВП}}}}; D_{\text{ВП1}} = 907.976 \text{ мм}. \quad (2.76)$$

Принимаем исполнительный диаметр штуцера

$$D_{\text{ВП1}} := 900 \text{ мм}.$$

Действительная скорость движения вторичного пара

$$w_{\text{ВП1}} := \frac{4V_{\text{ВП1}}}{\pi \cdot D_{\text{ВП1}}^2}; w_{\text{ВП1}} = 20.356 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (2.77)$$

Штуцер ввода раствора на выпаривание. Плотность упариваемого раствора на входе в выпарной аппарат

$$\rho_{\text{ВХ1}} := F \cdot \rho_{\text{РК}}(x_{\text{нач}}); \rho_{\text{ВХ1}} = 1176.000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}. \quad (2.78)$$

Объемный расход упариваемого раствора

										Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата						

Тогда расчетная толщина тепловой изоляции

$$\delta_{и1} := \frac{\lambda_{и} \cdot (t_{вп1} - t_{ст2})}{\alpha_{в} \cdot (t_{ст2} - t_{в})}; \delta_{и1} = 13.593 \text{ мм.} \quad (2.83)$$

Принимаем толщину изоляции

$$\delta_{и} = 15 \text{ мм.}$$

2.2.9 Расчет вспомогательного оборудования

Выполним расчет барометрического конденсатора. Энтальпия паров в барометрическом конденсаторе

$$I_{бк} := \text{Steam_HofP}(P_{бк}); I_{бк} = 2.539 \times 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}. \quad (2.84)$$

Температура конденсации паров в конденсаторе

$$t_{бк} := \text{Steam_TofP}(P_{бк}); t_{бк} = 23.465 \text{ }^\circ\text{C}. \quad (2.85)$$

Начальная температура охлаждающей воды

$$t_{нв} = 15 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Конечная температура смеси воды и конденсата

$$t_{кв} = t_{бк} - 3 = 20,465 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Расход воды в конденсаторе

$$G_{в} := \frac{W_1 \cdot (I_{бк} - c_{в} \cdot t_{кв})}{c_{в} \cdot (t_{кв} - t_{нв})}; G_{в} = 67,312 \text{ кг/с.} \quad (2.86)$$

При остаточном давлении в конденсаторе порядка 50 кПа скорость паров рекомендуется принимать порядка 15-25 м/с. Принимаем $w_{бк} = 15/\text{с}$. Плотность паров в конденсаторе согласно справочным данным

$$\rho_{п} := \text{Steam_ROofP}(P_{бк}); \rho_{п} = 0,021 \text{ кг/м}^3. \quad (2.87)$$

Расчетный диаметр барометрического конденсатора

$$D_{бк} := \sqrt{\frac{4W_1}{\pi \cdot \rho_{п} \cdot w_{бк}}}; D_{бк} = 1560 \text{ мм.} \quad (2.88)$$

Выбираем стандартный конденсатор диаметром $D = 1600 \text{ мм}$.

										Лист
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата						

Согласно технологическому расчету, массовый расход дистиллята составляет

$$G = 2000 \text{ т/сут} = 83333 \text{ кг/ч.}$$

Объемный расход

$$V = \frac{G}{\rho}, \quad (2.94)$$

где ρ – плотность плава при температуре хранения (см. формулу 2.20)

$$\rho = 1195 \text{ кг/м}^3;$$

$$V = \frac{83333}{1195} = 69,74 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Принимаем запас в емкости для хранения $\tau = 30$ мин. Тогда объем плава, подлежащего хранению

$$V_{\text{хр}} = \tau V = 1,0 \cdot 69,74 = 34,87 \text{ м}^3. \quad (2.95)$$

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

$$V_{\text{емк}} = V_{\text{хр}} / \psi = 34,87 / 0,8 = 43,59 \text{ м}^3. \quad (2.96)$$

Принимаем отношение диаметра емкости к ее длине $\alpha = 5$. Соответственно диаметр емкости

$$D_{\text{емк}} = \sqrt[3]{\frac{4 V_{\text{емк}}}{\pi \alpha}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 43,59}{3,14 \cdot 5}} = 2,23 \text{ м.} \quad (2.97)$$

Принимаем стандартный диаметр

$$D_{\text{емк}} = 2,2 \text{ м.}$$

Тогда длина емкости

$$L_{\text{емк}} = \alpha D_{\text{емк}} = 5 \cdot 2,2 = 11,0 \text{ м.} \quad (2.98)$$

									Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата					

Греющая камера состоит из двух трубных досок, в которых закреплены теплообменные трубы. С обоих торцов греющая камера снабжена фланцами для соединения с другими частями аппарата. Для подвода пара, отбора конденсата и измерения уровня жидкости в межтрубном пространстве предусмотрены штуцера. В средней части камеры есть утолщение, необходимое для равномерного распределения пара. Для устранения температурных расширений предусмотрен компенсатор. Абсолютное давление в межтрубном пространстве греющей камеры 0,4 МПа, остаточное давление в трубах 0,040 МПа.

Сепаратор представляет собой цилиндрическую емкость вертикального типа, работающую под вакуумом (остаточное давление 0,040 МПа). Для обслуживания внутренних устройств предусмотрен люк-лаз и смотровое окно. Сверху сепаратор закрывается стандартным эллиптическим днищем, в котором для отвода вторичного пара установлен штуцер. Вторичный пар проходит через отбойник, в котором вследствие вращения происходит отделение капель жидкости; жидкость удаляется из отбойника через специальную трубу.

Греющая камера и сепаратор соединены коническим переходом и циркуляционной трубой.

Аппарат устанавливается на эстакаду на опорные лапы, приваренные к греющей камере, и кольцевую опору сепаратора.

Максимальная температура внутри греющей камеры 150 °С, внутри сепаратора 130 °С.

3.2 Выбор материала

Среда в аппарате является коррозионной: 80% водный раствор карбамида. Для изготовления деталей аппарата, соприкасающихся с раствором карбамида, используем высоколегированную сталь 01X18H10T. Предел прочности материала при рабочих условиях

$$\sigma_B = 225 \text{ МПа.}$$

Предел текучести материала и допускаемое давление при 20 °С

$$\sigma_{T20} = 250 \text{ МПа; } [\sigma]_{20} = 275 \text{ МПа.}$$

										Лист
Изм.	Лист	N докцм.	Подп.	Дата						

Согласно технологическому расчету аппарата, исходными данными для расчета сепаратора являются следующие величины:

- высота цилиндрической части обечайки сепаратора $H = 4300$ мм;
- диаметр цилиндрической части обечайки сепаратора $D = 4000$ мм;
- диаметр отверстия в нижнем днище $d = 600$ мм;
- угол конуса нижнего днища $2\alpha = 90^\circ$.

Расчетное наружное давление

$$p_{н.р.} = p_{атм} - p_{абс} = 0,101 - 0,0400 = 0,061 \text{ МПа.}$$

Расчетная длина цилиндрической обечайки

$$l_p = H + h_d,$$

где h_d – расчетная длина конического днища

$$h_d = \max \left(\frac{D}{2 \sin \alpha}, \frac{D}{3 \operatorname{tg} \alpha} \right) = \max \left(\frac{4000}{2 \cdot \sin 45^\circ}, \frac{4000}{3 \cdot \operatorname{tg} 45^\circ} \right) = \max \left(\frac{2828}{1333} \right) = 2828 \text{ мм.}$$

Соответственно

$$l_p = 4300 + 2828 = 7128 \text{ мм.}$$

Расчетная исполнительная толщина стенки сепаратора

$$s_p = \max \left(\frac{10^{-2} K_2 D}{1,1 D \frac{p_{н.р.}}{2[\sigma]}} \right),$$

где K_2 – коэффициент, определяемый по номограмме для расчета в пределах устойчивости в пределах упругости обечаек, работающих под наружным давлением [9].

Для определения K_2 нужно найти остальные коэффициенты

$$K_3 = l_p / D = 7128 / 4000 = 1,782;$$

$$K_4 = 10^3 \frac{[\sigma]}{E} = 10^3 \cdot 225 / 1,86 \cdot 10^5 = 1,210;$$

$$K_1 = \frac{n_y p_{н.р.}}{2,4 \cdot 10^{-6} E} = \frac{2,4 \cdot 0,061}{2,4 \cdot 10^{-6} \cdot 1,86 \cdot 10^5} = 0,330.$$

По полученным данным определяем

$$K_2 = 0,350.$$

										Лист
Изм.	Лист	N докum.	Подп.	Дата						

$$[p_H]_E = \frac{18 \cdot 10^{-6} E D}{n_y l_p} \left(\frac{100 (s - c)}{D} \right)^2 \sqrt{\frac{100 (s - c)}{D}} =$$

$$= \frac{18 \cdot 10^{-6} \cdot 1,86 \cdot 10^5 \cdot 4000}{2,4 \cdot 7128} \left(\frac{100 \cdot (15 - 0,55)}{4000} \right)^2 \sqrt{\frac{100 \cdot (15 - 0,25)}{4000}} = 0,065 \text{ МПа.}$$

При испытании

$$[p_H]_{Eи} = \frac{18 \cdot 10^{-6} E D}{n_y l_p} \left(\frac{100 (s - c)}{D} \right)^2 \sqrt{\frac{100 (s - c)}{D}} =$$

$$= \frac{18 \cdot 10^{-6} \cdot 1,86 \cdot 10^5 \cdot 4000}{2,4 \cdot 7128} \left(\frac{100 \cdot (15 - 0,25)}{4000} \right)^2 \sqrt{\frac{100 \cdot (15 - 0,25)}{4000}} = 0,092 \text{ МПа.}$$

Допускаемое наружное давление с учетом обоих условий в рабочих условиях

$$[p_H] = \frac{[p_H]_\sigma}{\sqrt{1 + \left(\frac{[p_H]_\sigma}{[p_H]_E} \right)^2}} = \frac{1,653}{\sqrt{1 + \left(\frac{1,653}{0,065} \right)^2}} = 0,065 \text{ МПа.}$$

При испытании

$$[p_H]_{и} = \frac{[p_H]_{\sigmaи}}{\sqrt{1 + \left(\frac{[p_H]_{\sigmaи}}{[p_H]_{Eи}} \right)^2}} = \frac{1,670}{\sqrt{1 + \left(\frac{1,670}{0,092} \right)^2}} = 0,092 \text{ МПа.}$$

Пробное давление при гидравлических испытаниях

$$p_{и} = 1,25 p_{н.р.} \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1,25 \cdot 0,061 \cdot \frac{275}{225} = 0,090 \text{ МПа.}$$

Условие устойчивости цилиндрической обечайки выполняется

- для рабочего состояния

$$p_{н.р.} < [p_H]; 0,061 < 0,065;$$

- при испытании

$$p_{и} < [p]_{и}; 0,090 < 0,092.$$

Толщину стенки конического днища примем равной толщине стенки обечайки

$$s_k = s = 15 \text{ мм.}$$

Выполним проверку на устойчивость конического днища. Эффективная длина конического днища

$$l_E = \frac{D - d}{2 \sin \alpha} = \frac{4000 - 600}{2 \sin 45^\circ} = 2404 \text{ мм.}$$

									Лист
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата					

3.3.2 Расчет трубной решетки

Выполним расчет трубной решетки. В расчете определяется геометрия расположения труб, толщина трубной решетки и схема закрепления труб в отверстиях трубной решетки.

Расчетное давление в трубном пространстве

$$p_{\text{тр}} = p_{\text{атм}} - p_{\text{ост}} = 0,101 - 0,040 = 0,061 \text{ МПа.}$$

Внутренний диаметр греющих труб

$$d_{\text{в}} = d_{\text{н}} - 2s = 38 - 2 \cdot 2 = 34 \text{ мм.}$$

Минимальный шаг расположения труб в решетке

$$t_{\text{мин}} = 1,25d_{\text{н}} = 1,25 \cdot 38 = 47,5 \text{ мм.}$$

Принимаем шаг расположения труб

$$t = 68 \text{ мм.}$$

Максимальный диаметр расположения центров труб

$$D_{\text{макс}} = D - d_{\text{н}} = 1600 - 38 = 1562 \text{ мм.}$$

Количество труб на диаметре

$$n_D = 2 \operatorname{abs}\left(\frac{D_{\text{макс}}}{2t}\right) + 1 = 2 \cdot \operatorname{abs}\left(\frac{1562}{2 \cdot 68}\right) + 1 = 23.$$

Фактическое минимальное расстояние между обечайкой и центрами труб

$$\frac{D - (n_D - 1)t}{2} = \frac{1600 - (23 - 1) \cdot 68}{2} = 52 \text{ мм;}$$

$$52 > 38 \text{ мм.}$$

Условие истинно, следовательно, количество труб на диаметре подобрано верно. Общее число труб при размещении по шестиугольникам по таблице [10]

$$z = 331.$$

Условие устойчивости труб при осевом сжатии, исходя из усредненной нагрузки на них от давления в трубном пространстве

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{(D^2 - d_{\text{в}}^2 z) p_{\text{тр}}}{(d_{\text{н}}^2 - d_{\text{в}}^2) z} = \frac{(1600^2 - 34^2 \cdot 331) \cdot 0,061}{(38^2 - 34^2) \cdot 331} = 1,401 \text{ МПа.}$$

Радиус инерции поперечного сечения трубы

										Лист
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата						

$$h = \frac{4,45d_H + 15}{t - d_H} = \frac{4,45 \cdot 38 + 15}{68 - 38} = 6,14 \text{ мм.}$$

По результатам расчета принимаем исполнительную толщину трубной решетки исходя из конструктивных соображений

$$h = 20 \text{ мм.}$$

Диаметр отверстия под развальцовку

$$d_x = \begin{pmatrix} 1,02d_H \\ 1,016d_H \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,02 \cdot 38 \\ 1,016 \cdot 38 \end{pmatrix} = 38,608 \dots 38,760 = 38,7 \text{ мм.}$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

2) сборочно-сварочные операции (сборка под сварку, сварка, калибровка, контрольные операции).

Для разработки технологического процесса изготовления базовой детали определим периметр развертки обечайки.

Периметр L , мм цилиндрической обечайки внутренним диаметром D_B из стали толщиной s определяется по диаметру нейтральной поверхности, $D_{нт}$. Расчет L , мм производится по следующей формуле:

$$L_0 = \pi(D_g + S), \quad (4.1)$$

$$L_0 = 3,14 \cdot (2200 + 15) = 2247,1 \text{ мм.}$$

Выбираем стальной лист 2500x1250x15 мм в количестве 1 шт. по высоте аппарата.

4.1.1 Правка

Прокатная сталь, поступающая с металлургических заводов, требует правки, так как при остывании после прокатки возможны деформации, также и при погрузке и разгрузке возможны дефекты. Правка листовой стали осуществляется на листопрямильных вальцах или прессах. Важным параметром вальцов является количество валков. Для правки стали толщиной от 5 до 25 мм применяются семивалковые машины. Так как толщина выбранного листа $s=10$ мм входит в вышеописанный предел, то используется семивалковая машина. Схема ее работы представлена на рисунке 4.1.

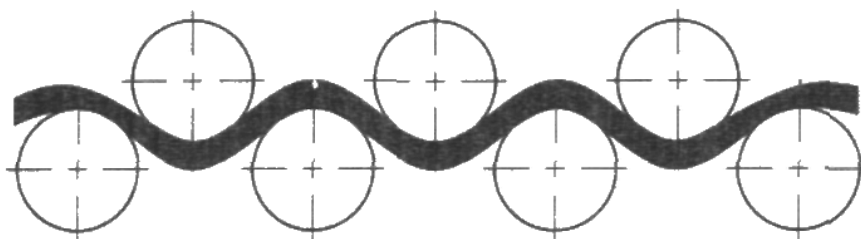


Рисунок 4.1- Схема работы семивалковой машины.

Деформированный лист закладывают в зазор между верхними и нижними цилиндрическими валками, расположенными в шахматном порядке. При движении лист многократно изгибается и в нем появляются упруго пластические де-

										Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата						

4.1.2 Очистка листа

При изготовлении сварных конструкций очистку применяют для удаления с поверхности металла средств консервации, загрязнений смазочно-охлаждающих жидкостей, ржавчины, окалины, заусенцев и грата, затрудняющих процесс сварки, вызывающих дефекты сварных швов и препятствующие нанесению защитных покрытий.

Для очистки проката применяют механические и химические методы.

К механическим методам очистки относится дробеметная и дробеструйная обработка. Дробеметная обработка значительно дешевле, более производительна, обеспечивает полную механизацию и улучшает условия труда.

При толщине металла до 30 мм применяют дробь размером 0,6-1,6 мм. виды дробы: чугунная литая (ДЧЛ), чугунная колотая (ДЧК), стальная литая (ДСЛ), стальная колотая (ДСК) [].

Дробь с большей скоростью выбрасывается на очищаемую поверхность и, ударяясь о металл, удаляет имеющееся на нем загрязнение и ржавчину.

В данной работе для очистки листов используется дробеметная установка, схема которой представлена на рисунке 4.3.

Очищенный лист 6 устанавливают вертикально на тележку и подают в дробеметную камеру, на поверхность листа и дробеметного аппарата 2 под действием центробежной силы выбрасывается с большой скоростью чугунная круглая дробь размером 0,6-0,8 мм.

Лист очищается одновременно с двух сторон. Дробь, отраженная от поверхности очищаемого листа, скатывается по стенкам и наклонному полу в загрузочный бункер элеватора 8, поднимается элеватором и проходит воздушный сепаратор 4, который очищает её от осколков и частиц окалины. Далее дробь снова поступает в расходный бункер 5 и в дробеметный аппарат.

Пыль отсасывается вентилятором; для очистки пыли воздух перед выходом в атмосферу пропускается через циклон с водяной пленкой 11.

										Лист
Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата						

Регламентируется величина сварочного зазора (ГОСТ 8713-70).

Маркировке подлежат: основной лист, вставки, отходы, контрольные пластины.

Операция разметки производится в следующем порядке. По маркировке листа проверяется соответствие марки металла метала, длины, толщины и ширины листа требованиям чертежа. Лист укладывается на разметочный стол маркировкой вверх и на нём различается базовая риска вдоль кромки с наименьшей серповидностью и косиной. Основной лист, вставки, отходы, контрольные пластины маркируются.

Различают два метода разметки: камеральный и плазовый. Камеральный метод заключается в переносе размеров на материал по предварительным эскизам. При изготовлении обечаек чаще применяется камеральный метод, как наиболее перспективный.

Разметчики применяют следующий мерительный и разметочный инструмент: металлические рулетки 2-го разряда точности, чертилки, циркули, кернер, стальные струны и молотки.

В данной работе применяется рулетка со шкалой номинальной длины 10 м, лентой из легированной стали, 2-го класса точности, кольцом на вытяжном конце ленты, с допускаемым отклонением от номинальной длины ± 15 мм: Р10Н2К ГОСТ 7502-98. Чертилки изготовлены из инструментальной стали диаметром 7 мм. Слесарный кернер служит для набивки небольших конических углублений на линиях реза, а также для набивки центров отверстий.

4.1.4 Резка

Операция резки необходима для раскроя заготовок согласно заданной развертке. Раскрой осуществляется методами механической и термической резки. Одним из методов термической резки является плазменная резка.

Плазма – это четвертое состояние вещества, представляющее собой сильно ионизированный газ, содержащий примерно одинаковые количества положительно заряженных частиц.

										Лист
Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата						

Резаковый суппорт имеет автоматическое устройство для поддержания заданного расстояния между резаком и поверхностью металла.

Технические характеристики машины ЮГ-2,5 Плб.

Наибольшая ширина разрезаемых листов, мм	2500
Наибольшая длина разрезаемых листов, мм	8000
Толщина разрезаемого материала, мм	до 60
Скорость резки, мм/мин	100-6000
Потребляемая мощность, кВт	93
Масса ходовой части машины, кг	1900

4.1.5 Гибка (вальцевание)

Процесс гибки заключается в пластическом изгибе заготовки, при котором внутренние слои металла сжимаются и укорачиваются, а наружные- растягиваются и удлиняются. Гибку выполняют при деформациях, исключающих образование трещин.

По принципу действия оборудование для гибки делится на две группы- на ротационные машины и прессы [].

К ротационным машинам относятся листогибочные трех и четырехвалковые машины, листогибочные машины с поворотной траверсой и др. Прессы, применяемые для гибки разделяются на специализированные и универсальные.

Для проката толщиной до 40 мм используют листогибочные трех и четырехвалковые машины (рисунок 4.6).

Листогибочные трех и четырехвалковые машины предназначены для гибки цилиндрических и конических обечаек из листового материала в холодном и горячем состоянии. При гибке на трехвалковых машинах верхний валок нажимает на заготовку, лежащую на нижних боковых валках и изгибает её. Боковые валки- приводные, вращаясь, перемещают заготовку, поэтому изгиб происходит равномерно по всей длине заготовки.

При гибке на этих машинах концы заготовки получаются плоскими. Длина плоского концевой участка равна половине расстояния между нижними валками.

										Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата						

4.1.6 Сборка под сварку

При сборке продольных стыков необходимо обеспечить требуемый зазор между кромками и совпадение их по вертикали в пределах допустимых отклонений.

На рисунке 4.7 показан стенд для сборки обечаек по продольным стыкам, состоящий из портала, двух гидравлических струбцин для совмещения продольных кромок и гидравлической стяжки для выравнивания их торцов. Струбцины с помощью пружинных подвесок закреплены на тележках, передвигающихся по раме.

На этих же тележках закреплены и панели управления. Струбцина по схеме аналогична винтовой, состоящей из двух винтовых стяжек с правой и левой резьбой. Винты заменены гидроцилиндрами - двумя нажимными, одним выравнивающим и одним стягивающим. Стяжка для торцевых кромок представляет собой гидроцилиндр с двумя цепями, на концах которых имеются крючки, зацепляющиеся за кромки обечайки. Во время сборки обечайка находится на роликоопорах. []

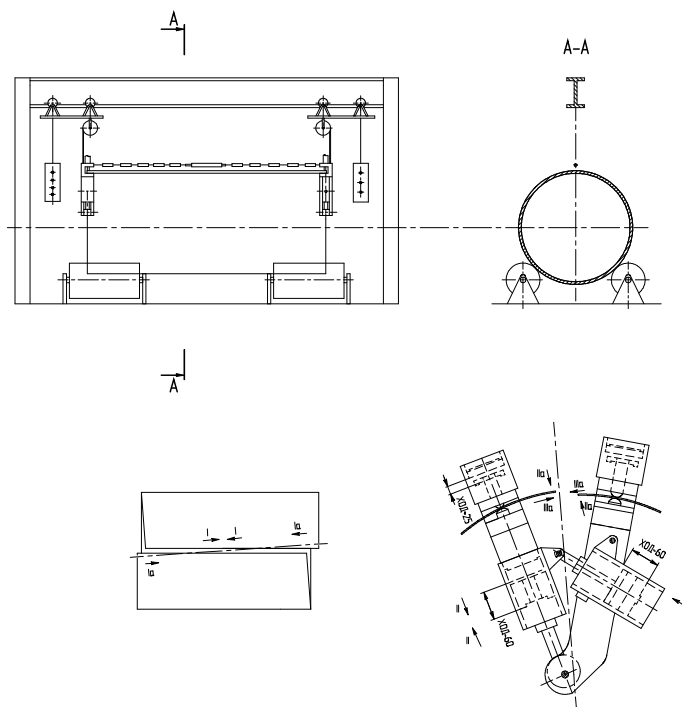


Рисунок 4.7 – Стенд для сборки продольных стыков обечаек

										Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата						

верхности шва. Флюс из бункера толщиной 40-80 мм. Масса флюса, идущего на шлаковую корку, обычно равна массе расплавленной сварочной проволоки.

Нерасплавившаяся часть флюса собирается специальным пневмоотсосом в бункер и повторно используется. Потери металла, на угар и разбрызгивание при горении дуги под флюсом значительно меньше, чем при ручной дуговой сварке и сварке в защитных газах.

Расплавленный электрод и основной металл в сварочной ванне перемешиваются и при кристаллизации образуют сварной шов.

Велосипедная тележка ВТ-2Б предназначена для перемещения сварочного аппарата ТС-35 (рисунок 4.9).

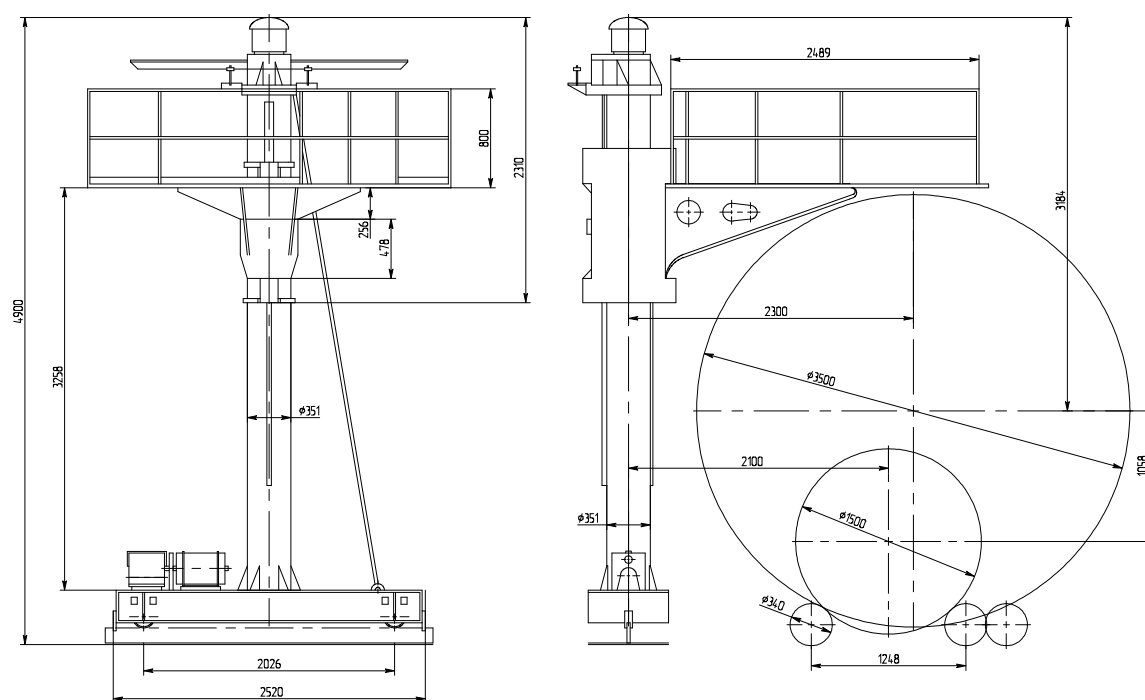


Рисунок 4.9 – Тележка велосипедная ВТ-2Б

Велосипедная тележка предназначена для перемещения сварочного аппарата ТС-35. Велосипедная тележка состоит из платформы 8, стойки 7, консоли 4, каретки 6 и двух электроприводов передвижения тележки и вертикального перемещения консоли. Передвижение тележки на катках 11 осуществляется электродвигателем 9 через редуктор 10, зубчатую 12 и червячную 13 передачи установленные на платформе. Тележка перемещается по нижнему рельсу и верхним направляющим, укрепленных на колонне.

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист

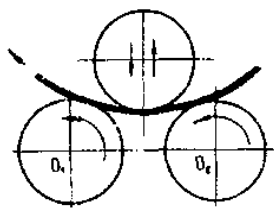


Рисунок 4.11 – Схема трехвалковой машины

Марка машины для калибровки ИА 2224.

Техническая характеристика машины ИА 2224:

наибольшая толщина листа, мм	25
наибольшая ширина листа, мм	3150
наименьший радиус изгиба, мм	340
скорость калибровки, м/мин	7,0
изготовитель	Рязанский завод тяжелого кузнечно-прессового

4.1.9 Контроль качества

Контролю подлежат все операции по изготовлению обечайки, в том числе и сварочные. При сварке возможно образование трещин, пор, непроваров, шлаковых и газовых включений. Контроль сварных швов рентгеновскими лучами основан на регенерации и анализе ионизирующего излучения при его взаимодействии с контролируемым изделием. Интенсивность прошедшего излучения будет больше на участках меньшей плотности, в частности в местах дефектов.

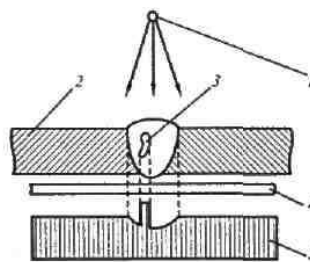


Рисунок 4.12 - Схема просвечивания сварного соединения:

1 – источник излучения; 2 – изделие; 3 – дефект; 4 – детектор (пленка); 5 – плотность излучения

Существуют различные схемы и большое количество марок рентгеновских аппаратов, как стационарных, так и передвижных [4]. Контроль сварных швов производится рентгеновским аппаратом РУП 100-10.

										Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата						

по ГОСТ 3.1404-86. Операционные карты выполняются по ГОСТ 3.1118-82 и ГОСТ 3.1404-86.

Операционная карта приведена в таблице 4.3.

4.3 Технологическая схема сборки аппарата

Технологическая схема сборки является основной для проведения процесса сборки аппарата. В первую очередь составляют схему общей сборки, затем - схему узловой сборки. Эти схемы являются наглядным отображением процесса сборки изделия и его составных частей. Технологическая схема сборки составляется на основе сборочного чертежа изделия.

На последовательность сборки влияют: функциональная взаимосвязь элементов изделия, конструкция базовых элементов, степень взаимозаменяемости элементов изделия.

Детали поступают на сборку согласно нумерации на схеме сборки.

Сборочным группам присваиваются обозначения Сб 1, Сб 2... Подгруппы первого порядка обозначают Сб 1.1, Сб 1.2....Подгруппы второго порядка обозначают Сб 1.1.1, Сб 1.1.2... Индексы деталей входящих в каждую группу или подгруппу обозначают 1-1, 1-2, 1-3...

При проектировании процесса сборки аппарата составляют технологическую схему сборки. Её оформляют в планово-операционных и операционных карт, а также графически в виде технологической схемы сборки. В такой схеме показывают последовательность процесса сборки аппарата. Аппараты, группы, подгруппы и отдельные детали на схеме вычерчиваются в виде прямоугольников. Прямоугольник, обозначающий аппарат, рекомендуется размещать вверху листа, а прямоугольник обозначающий базовую деталь у противоположной стороны листа. Эти прямоугольник соединяют жирной линией сборки и присоединяются все остальные части аппарата. Детали, монтируемые при помощи разъёмного соединения присоединяются на схеме тонкой линией, неразъёмную – двумя параллельными линиями.

										Лист
Изм.	Лист	№ докц.	Подп.	Дата						

- промывку машин и аппаратов;
- регулировку сборочных единиц, подверженных наибольшему износу и несущих большие нагрузки;
- разборку узлов с последующей заменой и ремонтом деталей, срок службы которых соответствует длительности одного межремонтного периода;
- сборку и проверку отремонтированных сборочных единиц;
- ремонт изоляции;
- проведение работ, общих для периодических осмотров.

Капитальный ремонт представляет собой работы, осуществляемые с целью восстановления, утраченных в процессе эксплуатации технических параметров оборудования. Объем капитального ремонта определяется на основе типового перечня работ в зависимости от технического состояния оборудования и включает обычно:

- полную разборку аппарата;
- замену или реставрацию всех изношенных деталей и узлов с доведением размеров до номинальных;
- проверку, восстановление или замену несущих конструкций, базовых деталей и узлов, фундаментов;
- отладку и регулирование всех узлов аппарата, контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации;
- испытание и сдачу оборудования.

Планово-предупредительный ремонт оборудования осуществляется на основе ремонтных нормативов. Нормативы устанавливаются для каждого оборудования, функционирующего на предприятиях химической промышленности.

При изготовлении, испытании и поставке аппарата должны выполняться требования:

- ГОСТ 12.2.003-74 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- ОСТ 26.291-94 «Сосуды и аппараты стальные сварные. Технические требования».

									Лист
Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата					

5.1 Выбор и обоснование параметров контроля и управления

В качестве объекта управления при автоматизации процесса выпаривания раствора карбамида примем следующие аппараты: 1) греющая камера (расположена внутри аппарата); 2) выпарной аппарат; 3) подогреватель исходного раствора; 4) буферная емкость для хранения раствора, подлежащего упариванию.

Показателем эффективности процесса выпаривания является концентрация раствора карбамида, покидающего аппарат. Снижение концентрации вызывает ухудшение качества конечного продукта, а увеличение сверх расчетного может вызвать поломку оборудования ввиду значительной вязкости высококонцентрированного раствора карбамида. Также параметром контроля является давление в сепарационной камере выпарного аппарата.

Основными возмущающими воздействиями для проектируемого выпарного аппарата является изменение состава, температуры и расхода исходного раствора, а также давления в линии греющего пара (и, соответственно, его температуры).

Производство карбамида относится к пожаровзрывоопасным, поэтому выбираем пневматическую систему передачи сигнала на расстояние. Схема автоматизации реализована с помощью стандартных приборов, которые обеспечивают необходимую точность и достаточную дальность передачи сигнала (до 300 м).

Для эффективного протекания процесса выпаривания необходимо поддерживать постоянную температуру исходного раствора, равной температуре кипения. В соответствии с технологической схемой, на линии ввода исходного раствора в выпарной аппарат установлен теплообменник, обогреваемый водяным паром. Следовательно, изменяя расход греющего пара, можно управлять температурой сырья.

Так как продолжительность процесса выпаривания может изменяться в зависимости от концентрации исходного раствора, то необходимо регулировать расход исходного раствора в аппарат в зависимости от концентрации уходящего раствора. Если концентрация раствора на выходе снижается (например, из-за ухудшения качества синтезированного раствора), то через регулирующий контур подается команда на снижение расхода исходного раствора в греющую камеру.

										Лист
Изм.	Лист	N докцм.	Подп.	Дата						

5.2 Выбор и обоснование технических средств и систем автоматизации

Все приборы были выбраны на основании справочных данных, приведенных в [10].

Всё оборудование, предназначенное для автоматического контроля, регистрации и регулирования параметров технологического процесса выпаривания, должно отвечать требованиям правил Госгортехнадзора по автоматизации процессов химической промышленности. Оборудование должно выбираться с учетом данных правил, а также с учетом последних разработок для обеспечения более экономического и менее трудоёмкого процесса, из каталогов соответствующего профиля.

Все приборы выбираются с учетом взрыво-пожароопасности производства.

Датчиком для измерения расходов выбрана камерная диафрагма типа ДК, создающая перепад давления на трубопроводе. Эта диафрагма предназначена для установки во фланцах трубопровода, на условное давление до 10 МПа, с условным проходом от 50 до 800 мм. Диафрагмы ДК выпускаются в двух исполнениях и имеют одну пару отбора давления. По требованию заказчика количество пар отбора давления может быть увеличено до четырех. Размеры диафрагмы ДК выполнены по МИ 2638.

Диафрагма работает в комплекте с дифманометром ДМ-П1. Прибор предназначен для выдачи информации в виде стандартного пневматического сигнала о перепаде давления, расходе неагрессивных газов в системах контроля и управления технологическими процессами. В комплект поставки входит преобразователь, комплекты монтажных и запасных частей. По специальной заявке поставляются совместимые диафрагмы и сосуды (разделительные, конденсационные, уравнивательные, камерные).

В соответствии с режимными параметрами трубопроводов выбраны следующие приборы: 1) расход сокового пара P_y 0,1 МПа D_y 400 – ДК-01-400; расход раствора на выпаривание P_y 0,1 МПа D_y 150 – ДК-01-150; расход греющего пара в выпарной аппарат P_y 0,6 МПа D_y 300 – ДК-06-300; расход греющего пара в теплообменник P_y 0,6 МПа D_y 150 – ДК-06-150.

										Лист
Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата						

В конструкции прибора ПВ10.1Э предусмотрено штекерное подсоединение регулятора (местная установка). Когда регулятор находится не у прибора контроля, а на некотором расстоянии от него (дистанционная установка), подсоединение регулятора к прибору контроля осуществляется посредством специальной вилки, которую прикладывают к прибору контроля и гнезда, которое комплектуется с регулятором.

Регулирующим органом выбираем регулирующий клапан типа Tour Andersen Hydronics CV 200 (2-х фланцевый, предназначенный для установки на трубопроводах) и воспринимающий стандартный пневматический сигнал. В соответствии с режимными параметрами трубопроводов выбраны следующие приборы: 1) расход сокового пара P_y 0,1 МПа D_y 400 – CV 201-PN400; расход раствора на выпаривание P_y 0,1 МПа D_y 150 – CV 201-PN150; расход греющего пара в выпарной аппарат P_y 0,6 МПа D_y 300 – CV 206-PN300; расход греющего пара в теплообменник P_y 0,6 МПа D_y 150 – CV 206-PN150.

Контроль температуры греющего пара (150 °С) и конденсата (145 °С) ведется с помощью хромель копелевых термопар ТХК-0515, установленных на соответствующих трубопроводах. Индикация и регистрация осуществляется с помощью автоматического компенсационного самопишущего потенциометра КСП4.

Автоматические показывающие регулирующие и регистрирующие потенциометры типа КСП предназначены для измерения, записи и регулирования (при наличии регулирующего устройства) температуры и других величин, изменения значений которых могут быть преобразованы в изменение напряжения постоянного тока. Выбранный прибор КСП4 предназначен для измерения постоянного напряжения нескольких параметров (шкала в Вольтах, может градуироваться по месту) и термоЭДС (термопар – ТХК, ТХА, ТПР, ТПП, ТВР и унифицированное напряжение 0-1мВ, 0-10мВ, +-10мВ, 0-50мВ, 0-100мВ, +-100мВ).

Контроль температуры исходного раствора (120 °С) и сокового пара (70 °С) ведется с помощью хромель копелевых термопар ТХК-0515, установленных на соответствующих трубопроводах. Индикация и регистрация осуществляется с помощью прибора КСП4.

										Лист
Изм.	Лист	N докцм.	Подп.	Дата						

Таблица 5.1 – Заказная спецификация приборов и средств автоматизации

Заказная спецификация приборов и средств автоматизации						
СевКавГТУ НТИ		Производство карбамида				
		Отделение выпаривания				
		Дипломный проект				
		Лист 1			Листов 4	
Позиция	Наименование параметра, среда, место отбора импульса	Предельное значение параметра	Место установки	Наименование и характеристика	Тип, модель	Завод-изготовитель
1	2	3	4	5	6	7
7-1	Температура, со- ковый пар, на выходе из аппа- рата	70 °С	По месту	Термопара хромель копелевая с пределом измерения 800 °С, сталь 12Х18Н10Т	ТХК-0515	«Теплоприбор» г. Рязань
7-2			Щит оператора	Автоматический компенсационный самопишущий потенциометр, градуировка ХК, четыре точки измерения, пределы измерения 0-150 °С	КСП4-057	Завод «Электроавто- матика» г. Москва
7-3			Щит преобразо- вателей	Электропневматический преобразователь. Входной сигнал 4-20 мА, выходной 20-100 кПа, питание 140 кПа	ЭП-3211	ООО «Теплоприбор», г. Саранск
8-1	Температура, теплоноситель, вход в аппарат	150 °С	По месту	Пункт 7-1		
8-2	Температура, конденсат, выход из аппарата	145 °С	По месту	Пункт 7-1		
8-3	Температура, конденсат, выход из ТО	145 °С	По месту	Пункт 7-1		

Изм. Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

Продолжение таблицы 5.1.

1	2	3	4	5	6	7
1-3			Щит оператора	Вторичный прибор, показывающий, регистрирующий со станцией управления, расход воздуха 420 л/ч	ПВ 10.1Э	«Тизприбор» г. Москва
1-4			Щит оператора	Пропорциональный регулятор, для регулирующего воздействия с целью поддержания заданной величины регулируемого параметра, настроен на предел пропорциональности 10-300%	ПР 2.5	Завод приборов г. Устькаменогорск
1-5			На трубопроводе	Клапан регулирующий двухфлацевый Tour Andersen Hydronics, Ру 0,1 МПа, Ду 400	CV 201-PN400	Венттермо, г. Москва
3-1	Расход, исходный раствор	70,9 м ³ /ч	На трубопроводе	Диафрагма камерная, условное давление Р _у =0,1 МПа, условный проход Д _у =150 мм	ДК-01-150	«Манометр» г. Москва
3-2				Пункт 1-2		
3-3				Пункт 1-3		
3-4				Пункт 1-4		
3-5				Клапан регулирующий двухфлацевый Tour Andersen Hydronics, Ру 0,1 МПа, Ду 150	CV 201-PN150	Венттермо, г. Москва
6-1	Расход, греющий пар	4137 м ³ /ч	На трубопроводе	Диафрагма камерная, условное давление Р _у =0,6 МПа, условный проход Д _у =300 мм	ДК-06-300	«Монометр», г. Москва
6-2				Пункт 1-2		
6-3				Пункт 1-3		
6-4				Пункт 1-4		
6-5				Клапан регулирующий двухфлацевый Tour Andersen Hydronics, Ру 0,6 МПа, Ду 300	CV 206-PN300	Венттермо, г. Москва

Изм. Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

6 Безопасность и экологичность проекта

Цель дипломного проекта – спроектировать тепловой аппарат для концентрирования плава карбамида, работающего в составе установки производства карбамида, что позволит увеличить выход плава карбамида по сравнению с существующим оборудованием-аналогом.

Для достижения этой цели в дипломном проекте представлены решения задач:

- 1) проанализированы существующие схемы производства карбамида, выявлены достоинства и недостатки (см. раздел 1);
- 2) выполнены расчеты, определяющие оптимальные параметры для процесса синтеза карбамида (см. раздел 2);
- 3) для предотвращения разрушения аппарата в рабочих условиях выполнены соответствующие расчеты на прочность (см. раздел 3);
- 4) для изготовления аппарата составлена схема сборки, технологическая, маршрутная и операционная карты (см. раздел 4);
- 5) выбрана система контроля и автоматизации оборудования, что обеспечивает безопасность обслуживающего персонала и достижение заданной степени очистки при изменяющихся условиях работы аппарата (см. раздел 5);
- б) результаты экономических расчетов подтверждают 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 $T_{\text{л}} = 29,1^{\circ} \text{C}$; средняя максимальная температура наиболее холодного $T_3 = -0,4^{\circ} \text{C}$.

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

									Лист
Изм.	Лист	N докцм.	Подп.	Дата					

плуатации сосудов, работающих под давлением ПБ 10-115-96, ПБ 09-170-97 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств»

Для предотвращения поражения электрическим током необходимо соблюдение межотраслевых правил по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ-016-2001.

Для предотвращения шума необходимо выполнение санитарных норм СН 2.2.4/2.1.8.562 -96, утвержденные постановлением Госсантехнадзора РФ от 31 октября 1996 г. №36.

Для защиты персонала от воздействия опасных и вредных факторов предусмотрены средства индивидуальной защиты ГОСТ 12.4.011-94 «Средства защиты работающих. Классификация».

Для защиты от удара молнией рекомендуется устанавливать молниеотводы на высоком оборудовании. Поскольку высота выпарного аппарата значительно меньше, чем другого цехового оборудования, то молниеотвод устанавливаем на грануляционной башне $h = 23$ м с наружным диаметром 10 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.

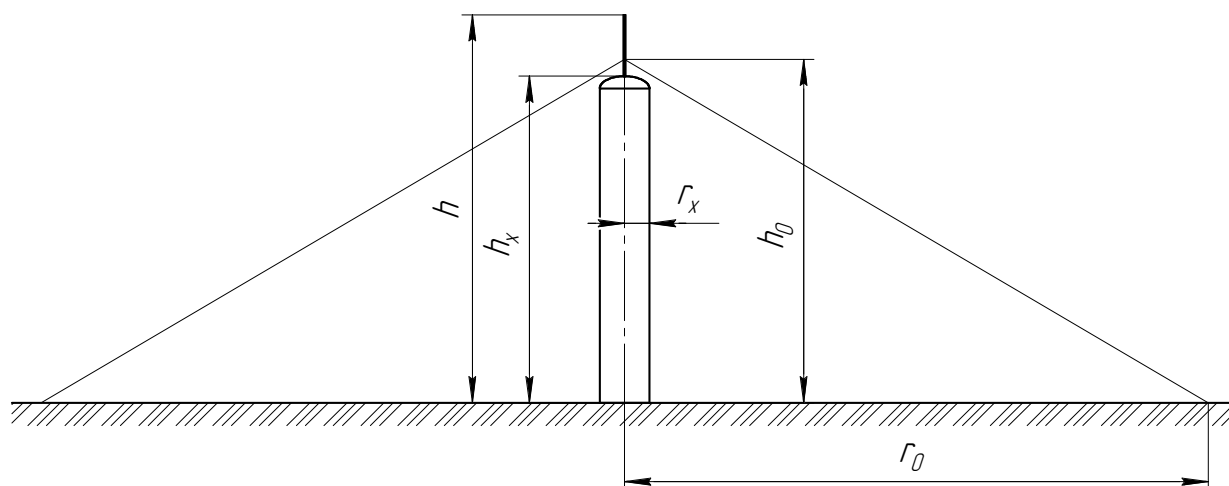


Рисунок 6.1 Схема к расчёту молниеотвода

										Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата						

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

$b = 0.05$ м. – ширина полки.

Тогда сопротивление заземления составит

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

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

$$n_{СТ} = \frac{R_{СТО}}{R_{СТ} \cdot \eta_{СТ}}, \quad (6.7)$$

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

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

Тогда

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

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.

										Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата						

7 Организационно-экономический раздел

В данном дипломном проекте разрабатывается тепловой аппарат для концентрирования плава карбамида, работающий в составе установки производства карбамида, расположенной на территории ОАО «Невинномысский Азот».

По сравнению с оборудованием-аналогом использован аппарат с естественной циркуляцией и вынесенной греющей камерой. Это позволило сократить расходы энергоресурсов и упростить техническое обслуживание аппарата. Капитальные затраты по проектируемому цеху составляют 114 069 176,47 руб.

7.1 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.

Производственная мощность предприятия может быть определена по формуле:

$$M = T_m \Pi = 345 \cdot 1050 = 362250 \text{ т/год},$$

где $T_m = 345$ сут – максимально возможный годовой фонд времени работы единицы оборудования (машины, агрегата, установки, станка), суток;

$\Pi = 1050$ т/сут – производительность одной единицы оборудования в сутки в натуральном выражении.

По аналогу годовой выпуск продукции составляет

$$M_{ан} = T_m \Pi_{ан} = 345 \cdot 960 = 362250 \text{ т/год},$$

где $\Pi_{ан} = 960$ т/сут – производительность одной единицы оборудования-аналога в сутки в натуральном выражении

Уровень использования мощностей (проектируемый и фактический, или аналоговый), за определенный промежуток времени:

$$K_{пр} = \frac{Q_{пр \text{ год(кварт)}}}{M_{пр \text{ год(кварт)}}} = 331200/362250 = 0,914,$$

где Q – объем производства; M – мощность.

Результаты расчета производственной мощности сведены в таблицу 7.1.

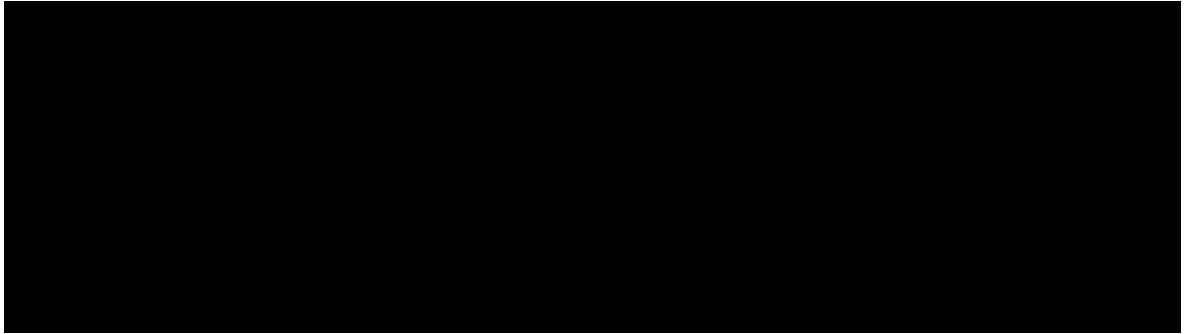
										Лист
Изм.	Лист	N докцм.	Подп.	Дата						

Таблица 7.2 – Разработочная таблица для расчета заработной платы рабочих



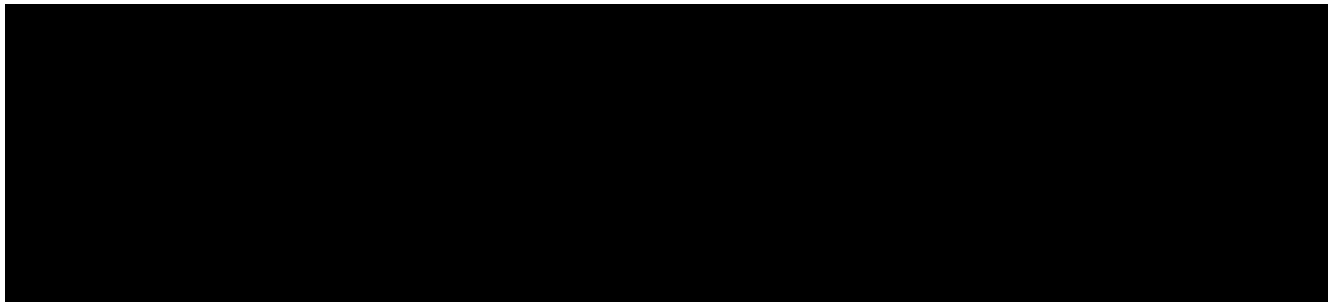
Расчет численности ИТР сведен в таблицу 7.3.

Таблица 7.3 – Разработочная таблица для расчета заработной платы ИТР



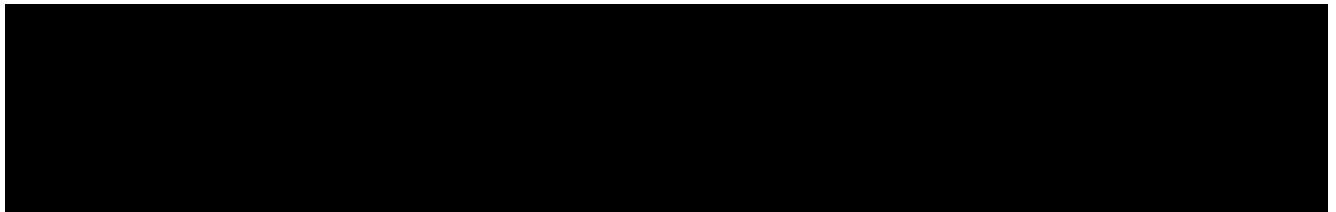
Расчет заработной платы рабочих сведен в таблицу 7.4.

Таблица 7.4 – Расчет заработной платы рабочих



Расчет заработной платы ИТР сведен в таблицу 7.5.

Таблица 7.5 – Расчет заработной платы ИТР



Согласно расчетам, средняя заработная плата для рабочих составляет 16225,20 руб./мес., для ИТР – 21090,86 руб./мес.

Средняя заработная плата по всей установке

$$СЗП = \frac{1}{12} \frac{\Phi ЗП_r + \Phi ЗП_{и}}{Ч_r + Ч_{и}} = \frac{1}{12} \frac{31014912,96 + 7086528,00}{159 + 28} = 16979,25 \text{ руб./мес.}$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

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. К основным средствам относят средства труда со сроком службы более 1 года и стоимостью более 100 минимальных заработных плат.

Фондовооруженность труда (W) определяется:

$$W = \frac{\Phi}{N} = 114\,069\,176,47 / 187 = 609\,995,60 \text{ руб/чел,}$$

где Φ – среднегодовая стоимость основных фондов, руб.;

N – среднегодовая численность ППП, чел.

Фондоотдача (Φ_o):

$$\Phi_o = \frac{V}{\Phi} = 2\,798\,640\,000,00 / 114\,069\,176,47 = 24,535 \text{ руб/руб,}$$

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

Рентабельность производства продукции:

$$РПП = \frac{\Pi}{C_{\Pi}}, = 426\,618\,720,00 / 2\,372\,021\,280,00 = 17,99\%,$$

где Π – чистая или валовая прибыль; C_{Π} – себестоимость продукции.

Общая рентабельность производственных фондов:

$$РПФ = \frac{\Pi}{\Pi\Phi_{\text{ср}}} = 426\,618\,720,00 / 114\,069\,176,47 = 374\%,$$

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

Простая норма балансовой прибыли:

										Лист
Изм.	Лист	N докцм.	Подп.	Дата						

7.8 Точка безубыточности

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

$$ТБ = \frac{ПИ}{Ц_y - ПИ_y} = 1\,283\,966\,352,00 / (8450 - 3285,2) = 248597,$$

где ПИ – постоянные издержки;

$Ц_y$ – удельная цена;

$ПИ_y$ – удельные переменные издержки.

К переменным издержкам относят те, общая сумма которых на годовой выпуск продукции изменяется. К ним относятся затраты на материальные и топливно–энергетические ресурсы, заработную плату основных рабочих – сдельщиков с отчислениями в соцстрах.

Постоянными (точнее условно–постоянными) называются расходы, общая сумма которых на годовой выпуск продукции не изменяется. К этим расходам относят все накладные расходы (не обусловленные технологическим процессом производства), расходы на подготовку и освоение производства, заработная плата с начислениями основных рабочих–повременщиков.

Результаты расчета по определению точки безубыточности представлены на рисунке 7.1.

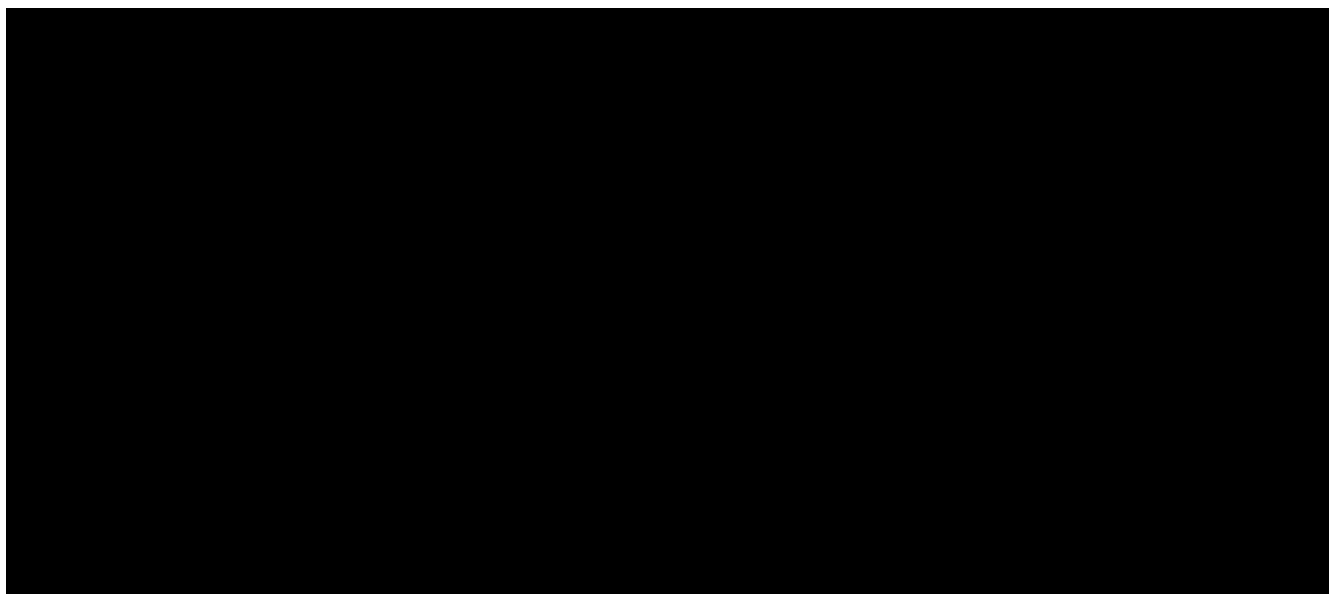


Рисунок 7.1 – Определение точки безубыточности

										Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата						

Заключение

В данном дипломном проекте был спроектирован тепловой аппарат для концентрирования плава карбамида, используемый в установке производства карбамида мощностью 120 тыс. т/год. В разделе, посвященном обзору и анализу состояния вопроса, выполнен краткий анализ существующих схем производства карбамида и приведены конструкции типовых аппаратов, используемых при производстве. На основании анализа выбрана технологическая схема и аппарат, в котором выполняется выпаривание.

Технологический раздел посвящен детальному описанию выбранной схемы производства и теплового аппарата. Раздел содержит технологические расчеты по проектируемому аппарату и вспомогательному оборудованию (барометрический конденсатор и емкость для хранения раствора карбамида перед упариванием). Определены геометрические размеры аппарата и его составных частей.

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

В специальном разделе описана технология изготовления обечайки греющей камеры, выполнен подбор необходимых материалов и оборудования, сделан расчет режимных параметров процессов. Составлены технологическая, маршрутная и технологическая карты для изготовления обечайки. Проработана технология сборки аппарата.

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 тепловой аппарат карбамида удовлетворяет техническому заданию и может быть использован в составе установки производства карбамида мощностью 120 тыс. т/год.

										Лист
Изм.	Лист	N докцм.	Подп.	Дата						

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

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

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

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

18. 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.

Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата		Лист