

Аннотация

В дипломном проекте рассчитывается оборудование для сушки песка в установке приготовления шихты, являющейся частью установки стекольного производства

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 –

6.1 Анализ опасных и вредных факторов производства	59
6.2 Мероприятия по предотвращению воздействия опасных и вредных факторов.....	60
6.3 Защита персонала и территории в чрезвычайных ситуациях.....	62
7 Организационно-экономический раздел	64
7.1 Технико-экономическая характеристика.....	64
7.2 Себестоимость продукции	64
7.3 Обоснование производственной мощности	65
7.4 Организация труда и расчет заработной платы.	65
7.5 Прибыль	68
7.6 Расчет эффективности использования основных средств	68
7.7 Сводные показатели эффективности проектного решения	69
7.8 Построение графика.....	70
7.9 Заключение об экономической эффективности.....	71
Заключение	72
Список использованных источников	73

1 Обзор состояния вопроса

1.1 Общие сведения о сушке

Тепловая сушка, или просто сушка, представляет собой процесс удаления влаги из твердых влажных материалов. Путем ее испарения и отвода образующихся паров. Сушка является наиболее распространенным способом удаления влаги из твердых и пастообразных материалов и проводится двумя основными способами:

- 1) путем непосредственного соприкосновения сушильного агента (нагретого воздуха, топочных газов) с высушиваемым материалом – конвективная сушка;
- 2) путем нагревания высушиваемого материала тем или иным теплоносителем через стенку, проводящую тепло, – контактная сушка.

Принципиальные схемы сушки этими способами показаны на рисунке 1.1.

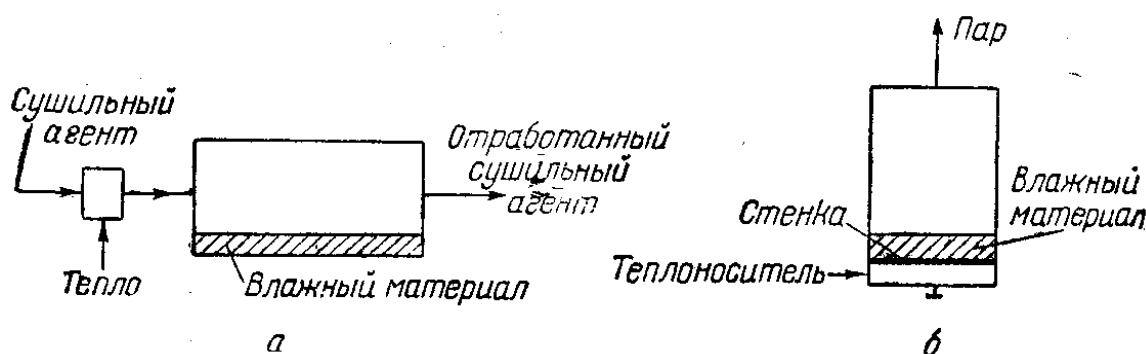


Рисунок 1.1 – Принципиальные схемы сушки:

а – конвективная; б – контактная.

Сушка производится также путем нагревания высушиваемых материалов токами высокой частоты (диэлектрическая сушка) или инфракрасными лучами (радиационная сушка).

В особых случаях применяется сушка некоторых продуктов в замороженном состоянии при глубоком вакууме – сушка возгонкой, или сублимацией.

1.2 I-х диаграмма влажного воздуха

Расчет сушилок ведут при помощи I-х диаграммы влажного воздуха. Диаграмма построена для барометрического давления $P = 0,1015$ МПа, которое мож-

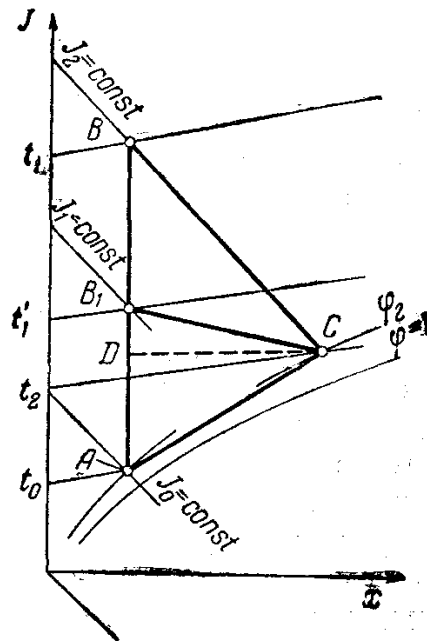


Рисунок 1.3 – Эпюры изменения параметров при основном сушильном процессе

Более мягкие условия сушки и лучшее использование тепла воздуха достигаются при других схемах взаимодействия материала и сушильного агента. Главные из этих схем:

- 1) сушка с дополнительным подогревом воздуха;
- 2) сушка с промежуточным подогревом воздуха;
- 3) сушка с возвратом (рециркуляцией) части отработанного воздуха.

В сушилке с дополнительным подогревом (см. рисунок 1.4) воздух нагревается дважды: сначала в подогревателе до температуры, зависящей от свойств высушиваемого материала, а затем дополнительно в сушилке.

Таким путем можно, снижая температуру подогрева воздуха перед сушилкой, значительно уменьшить перепад температур $t_1 - t_2$ в процессе сушки.

В пределе все тепло, необходимое для испарения влаги из материала, можно подвести в самой сушилке. Однако в этом случае температура воздуха будет очень низка и сильно снизится способность воздуха испарять влагу, соответственно уменьшится производительность сушилки.

Для лучшего использования тепла воздуха следует нагревать его перед сушилкой до предельной температуры, определяемой свойствами высушиваемого материала.

2) меньший расход топлива (обычно на 10–25%), чем при сушке воздухом, несмотря на то, что расход тепла на 1 кг испаренной влаги при сушке топочными газами превышает соответствующий расход тепла в воздушных сушилках;

3) упрощение сушильной установки, так как отпадает необходимость в устройствах для нагревания воздуха.

Вместе с тем при сушке топочными газами возможно загрязнение высушиваемого материала и воздействие на него сернистых соединений, содержащихся в газах. Поэтому топочные газы, используемые для сушки, получают путем полного сгорания малозольных и малосернистых топлив и иногда подвергают очистке перед входом в сушилку. В настоящее время сушка топочными газами находит все более широкое распространение.

1.4 Основные конструкции сушилок

1.4.1 Сушилki с кипящим (псевдооживленным) слоем

Эффективная сушка многих материалов возможна в кипящем слое. Принципиальная схема сушки топочными газами в кипящем (псевдооживленном) слое показана на рисунке 1.5.

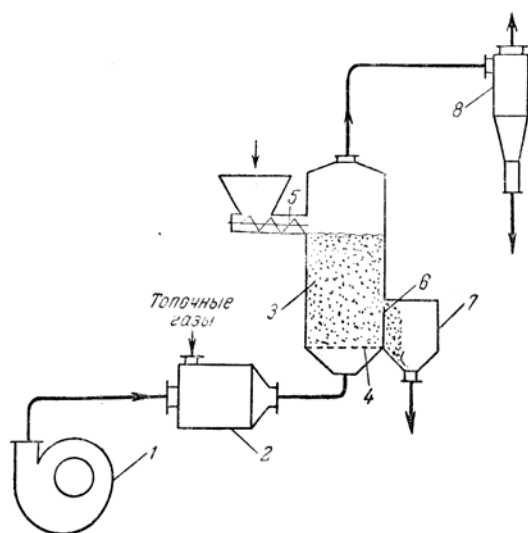


Рисунок 1.5 – Сушилка с кипящим (псевдооживленным) слоем:

1 – вентилятор; 2 – камера смешения; 3 – сушильная камера; 4 – газораспределительная решетка; 5 – питатель; 6 – порог; 7 – сборник; 8 – циклон.

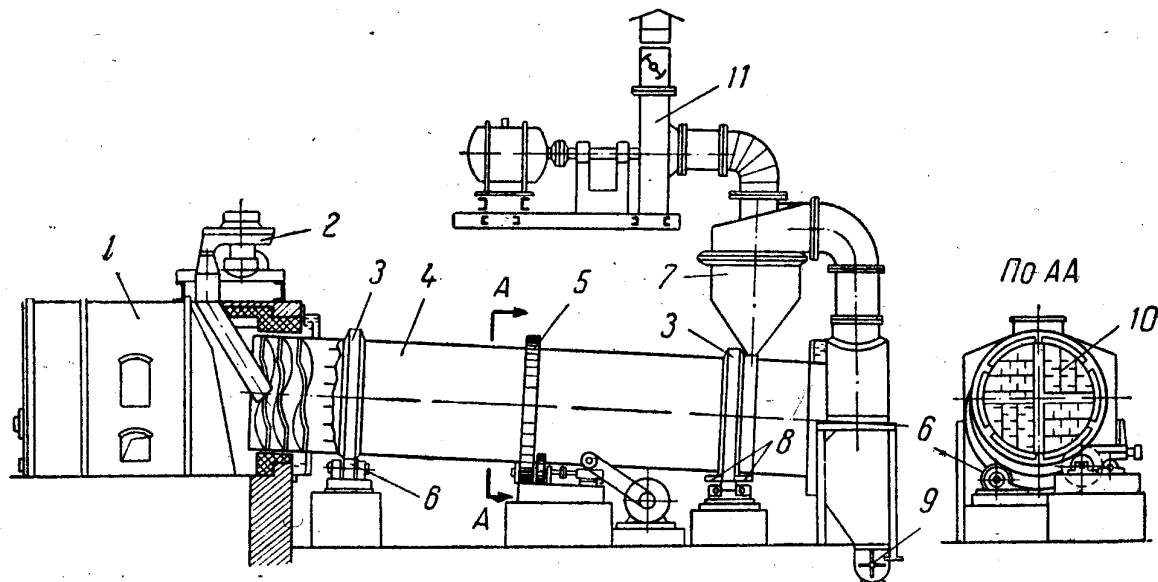


Рисунок 1.6 Барабанная сушилка:

1 – топка; 2 – питатель; 3 – бандаж; 4 – барабан; 5 – зубчатый венец; 6 – опорные ролики; 7 – циклон; 8 – упорные ролики; 9 – шлюзовой затвор; 10 – внутренняя насадка барабана; 11 – дымосос.

Обычно в барабанных сушилках материал и сушильный агент движутся прямотоком, благодаря этому предотвращается пересушивание и унос материала топочными газами в сторону, противоположную его движению. Для уменьшения уноса при прямотоке скорость газов в барабане поддерживают не более 2–3 м/с. Газы поступают из топки 1, примыкающей к барабану со стороны входа материала и снабженной смесительной камерой для охлаждения газов до нужной температуры наружным воздухом.

Высушенный материал проходит через подпорное устройство в виде сменного кольца или поворотных лопаток, посредством которого регулируется степень заполнения барабана, обычно не превышающая 20–25% его объема. Готовый продукт проходит через шлюзовый затвор 9, препятствующий подосу наружного воздуха в барабан, и удаляется транспортером (на рисунке не показан).

Газы просасываются через барабан при помощи дымососа 11, установленного за сушилкой. Для улавливания из газов пыли между барабаном и дымососом включен циклон 7.

		N					
						ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	

Барабанные сушилки широко применяются для сушки сыпучих и мелкокусковых материалов (колчедан, уголь, фосфориты, минеральные соли и др.).

Достоинства барабанных сушилок:

1) интенсивная и равномерная сушка вследствие тесного контакта материала и сушильного агента;

2) большое напряжение барабана по влаге, достигающее $100 \text{ кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ и более;

3) компактность установки.

На основании приведенного обзора сушилок для сушки песка принимаем барабанную сушилку, изображенную на рисунке 1.6.

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

сушильный агент, образующийся от сгорания топлива в топке 4 и смешения топочных газов с воздухом в смесительной камере 5. Воздух в топку и смесительную камеру подается вентиляторами 6 и 7. Высушенный материал с противоположного конца сушильного барабана поступает в промежуточный бункер 8, а из него на транспортирующее устройство 9.

Отработанный сушильный агент перед выбросом в атмосферу очищается от пыли в циклоне 10. При необходимости производится дополнительное мокрое пылеулавливание.

Транспортировка сушильного агента через сушильную установку осуществляется с помощью вентилятора 11. При этом установка находится под небольшим разрежением, что исключает утечку сушильного агента через неплотности установки.

Барабан приводится во вращение электродвигателем через зубчатую передачу 12.

2.1.2 Описание проектируемого оборудования

Проектируемая сушилка изображена на рисунке 1.6.

Барабанная сушилка представляет собой цилиндрический наклонный барабан 4 с двумя бандажами 3, которые при вращении барабана катятся по опорным роликам 6. Материал поступает с приподнятого конца барабана через питатель 2, захватывается винтовыми лопастями, на которых он подсушивается, после чего перемещается вдоль барабана, имеющего угол наклона к горизонту до 6° . Осевое смещение барабана предотвращается упорными роликами 8.

Газы просасываются через барабан при помощи дымососа 11, установленного за сушилкой. Для улавливания из газов пыли между барабаном и дымососом включен циклон 7.

Барабан приводится во вращение посредством зубчатого венца 5, который находится в зацеплении с ведущей шестерней, соединенной через редуктор с электродвигателем. Скорость вращения барабана зависит от угла его наклона и продолжительности сушки; обычно барабан делает 1-8 об/мин.

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

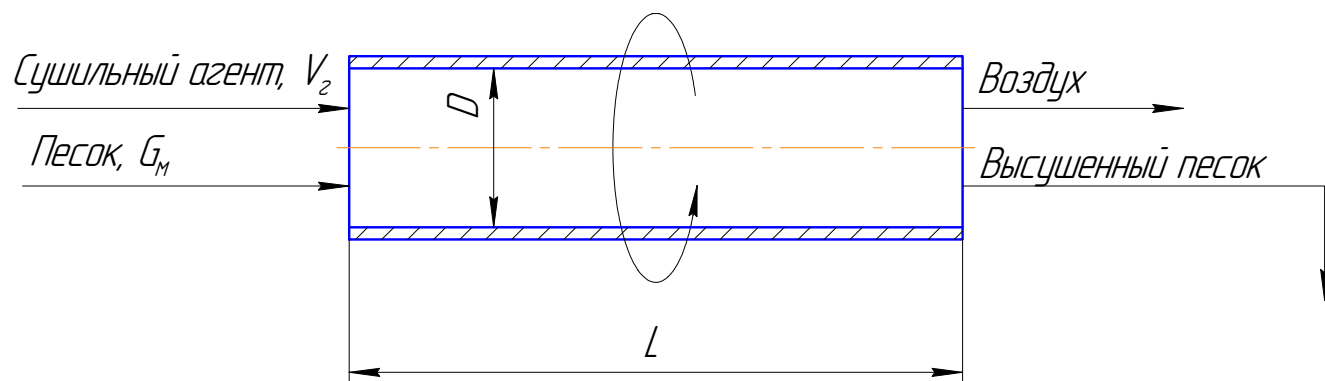


Рисунок 2.2 – Схема к технологическому расчету барабанной сушильной установки

2.2.2 Определение параметров топочных газов, подаваемых в сушилку

В качестве топлива используется природный сухой газ следующего состава (в объемных долях) [4] (см. таблицу 2.2):

Таблица 2.3 – Состав природного газа

Метан	CH ₄	0,920
Этан	C ₂ H ₆	0,005
Водород	H ₂	0,050
Окись углерода	CO	0,010
Азот	N ₂	0,015

Теоретическое количество сухого воздуха L_0 , затрачиваемого на сжигание 1 кг топлива, равно [2 стр. 163]

$$L_0 = 138 \left(0,0179CO + 0,248H_2 + \sum \frac{m + (n/4)}{12m + n} C_m H_n \right), \quad (2.1)$$

где составы горючих газов выражены в объемных долях. Подставив соответствующие значения, получим:

$$L_0 = 138 \times \left(0,0179 \times 0,01 + 0,248 \times 0,05 + \text{eq} \frac{1 + 4/4}{12 \times 1 + 4} \times 0,92 \right) = 17,68 \text{ кг/кг.}$$

Для определения теплоты сгорания топочных газов воспользуемся формулой [2]:

Количество тепла, выделяющегося при сжигании 1 кг топлива

$$Q = Q_v / \rho_T = 33868 / 0,652 = 51945 \text{ кДж/кг.} \quad (2.4)$$

Масса сухого газа, подаваемого в сушильный барабан, в расчете на 1 кг сжигаемого топлива определяется общим коэффициентом избытка воздуха α , необходимого для сжигания топлива и разбавления топочных газов до температуры, при которой они подаются в сушилку $t_1 = 300 \text{ }^\circ\text{C}$ [2]. Значение α можно найти из уравнения материального и теплового балансов [2].

Уравнение материального баланса [2]

$$1 + L_0 = L_{cr} + \sum \frac{9n}{12m + n} C_m H_n, \quad (2.5)$$

где L_{cr} – масса сухих газов, образующихся при сгорании 1 кг топлива;

$C_m H_n$ – массовая доля компонентов, при сгорании которых образуется вода, кг/кг.

Уравнение теплового баланса [2]

$$Q\eta + c_T t_T + \alpha L_0 I_0 = [L_{cr} + L_0(\alpha - 1)] i_{cr} + \left[\alpha L_0 + \sum \frac{9n}{12m + n} C_m H_n \right] i_n, \quad (2.6)$$

где η – общий коэффициент полезного действия, учитывающий эффективность работы топки (полноту сгорания топлива и т. д.) и потери тепла топкой в окружающую среду, принимаем $\eta = 0,95$ [2, стр. 164];

$c_T = 1,34 \text{ кДж/(кг К)}$ – теплоемкость газообразного топлива при температуре $t_T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$;

I_0 – энтальпия свежего воздуха, кДж/кг;

$i_{cr} = c_{cr} t_{cr}$ – энтальпия сухих газов, кДж/кг;

$c_{cr} = 1,05 \text{ кДж/(кг-К)}$ – теплоемкость сухих газов;

$t_{cr} = 300 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура сухих газов;

x_0 – влагосодержание свежего воздуха, кг/кг сухого воздуха, при температуре $t_0 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажности $\varphi_0 = 72 \text{ \%}$;

$i_n = r_0 + c_n t_n$ – энтальпия водяных паров, кДж/кг;

r_0 – теплота испарения воды при температуре $0 \text{ }^\circ\text{C}$, равная 2500 кДж/кг ;

$c_n = 1,97 \text{ кДж/(кг К)}$ – средняя теплоемкость водяных паров;

$$x_1 = G_{\text{п}}/G_{\text{сг}} = 3,5 / 141,3 = 0,0248 \text{ кг/кг.} \quad (2.11)$$

Энтальпия газов на входе в сушилку [2, стр. 164]

$$I_1 = \frac{Q\eta + c_{\text{т}}t_{\text{т}} + \alpha L_0 I_0}{G_{\text{сг}}} = \quad (2.12)$$

$$= \frac{51945 \times 0.9500 + 1.34 \times 20 + 8.06 \times 17.68 \times 41.9}{141.3} = 392 \text{ кДж/кг.}$$

Поскольку коэффициент избытка воздуха α велик, физические свойства газовой смеси, используемой в качестве сушильного агента, практически не отличаются от физических свойств воздуха. Это дает возможность использовать в расчетах диаграмму состояния влажного воздуха $I - x$.

2.2.3 Расчет параметров сушильного агента

Из уравнения материального баланса сушилки определим расход влаги W , удаляемой из высушиваемого материала.

$$W := G_{\text{м}} \cdot \frac{\omega_{\text{н}} - \omega_{\text{к}}}{1 - \omega_{\text{н}}} = 7 \times \frac{0,200 - 0,028}{1 - 0,200} = 1,505 \text{ кг/с.} \quad (2.13)$$

Уравнение внутреннего теплового баланса идеальной сушилки [3, ф-ла X.11]

$$\Delta := c_{\text{н}} \cdot t_{\text{н}} + q_{\text{доп}} - (q_{\text{т}} + q_{\text{м}} + q_{\text{п}}), \quad (2.14)$$

где Δ – разность между удельным приходом и расходом тепла непосредственно в сушильной камере;

$c_{\text{н}}$ – теплоемкость влаги во влажном материале на входе в сушилку, согласно справочным данным [3, прил. III]

$$c_{\text{н}} := 0.999 \cdot 4190 \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} = 4186 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \times \text{К}}$$

$q_{\text{доп}}$ – удельный дополнительный подвод тепла в сушилку, при работе по нормальному сушильному варианту $q_{\text{доп}} = 0$ кДж/кг;

$q_{\text{м}}$ – удельный расход тепла в сушильном барабане с высушиваемым материалом

$$q_{\text{м}} := \frac{G_{\text{м}}}{W} \cdot c_{\text{м}} \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}), \quad (2.15)$$

$$I_2 = 392 - 188 \times (0,125 - 0,0248) = 373 \text{ кДж/кг.}$$

Тогда расход сухого газа

$$L_{\text{сг}} = \frac{W}{x_2 - x_1} = \frac{1,505}{0,125 - 0,0248} = 15,02 \text{ кг/с.} \quad (2.19)$$

Тогда расход сухого воздуха

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} = \frac{1,505}{0,125 - 0,0092} = 13,0 \text{ кг/с.} \quad (2.20)$$

Расход тепла на сушку

$$Q_c = L_{\text{сг}} (I_1 - I_0) = 15,02 \times (392 - 41,9) = 5138 \text{ кДж/с.} \quad (2.21)$$

Расход топлива на сушку

$$G_T = Q_c / Q = 5138 / 51945 = 0,0989 \text{ кг/с.} \quad (2.22)$$

2.2.4 Определение основных размеров сушильного барабана

Объем сушильного барабана определяется по формуле

$$V = V_c + V_n, \quad (2.23)$$

где V_c – объем, требуемый для проведения процесса испарения влаги, м^3 ;

V_n – объем, требуемый для нагревания материала до начала сушки, м^3 .

Объем сушильного пространства барабана

$$V_c := \frac{W}{K_v \cdot \Delta x_{\text{ср}}}, \quad (2.24)$$

где K_v – объемный коэффициент массопередачи, $1/\text{с}$;

$\Delta x_{\text{ср}}$ – средняя движущая сила массопередачи, $\text{кг влаги}/\text{м}^3$.

При сушке кристаллических материалов происходит удаление поверхностной влаги. В этом случае коэффициент массопередачи численно равен коэффициенту массоотдачи [2, стр. 165]. Для барабанной сушилки коэффициент массоотдачи может быть вычислен по эмпирическому уравнению [2, стр. 165]

$$\beta_v = 1,6 \times 10^{-2} \frac{(\omega \rho_{\text{ср}})^{0,9} n^{0,7} \beta^{0,54} P_0}{c_{\text{ср}} \rho_{\text{ср}} (P_0 - p_{\text{ср}})}, \quad (2.25)$$

где ω – рабочая скорость сушильного агента в барабане для частиц диаметром $1 \div 4$ и плотности $1480 \text{ кг}/\text{м}^3$ принимаем согласно [2, табл. X.1] $\omega = 5 \text{ м/с}$;

n – частота вращения барабана, принимаем $n = 6 \text{ об/мин}$

$$p_2 = \frac{\frac{0,1250}{18} \times 101325}{\frac{1}{29} + \frac{0,1250}{18}} = 16985 \text{ Па.}$$

Среднее значение

$$p_{\text{ср}} = \frac{3893 + 16985}{2} = 10439 \text{ Па.}$$

Давление насыщенных паров над влажным материалом в начале и в конце процесса сушки рассчитываем интерполяцией справочных данных для температуры мокрого термометра $t_{\text{м1}}$ и $t_{\text{м2}}$ соответственно. По диаграмме I-x [2, рис. X.2]

$$t_{\text{м1}} = 57 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_{\text{м2}} = 56 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Тогда давление насыщенных паров при $55 \text{ }^\circ\text{C}$ и $60 \text{ }^\circ\text{C}$ составит [3, прил. XII]

$$p_{55} = 0,161 \text{ атм};$$

$$p_{60} = 0,205 \text{ атм.}$$

Соответственно ДНП в начале и в конце процесса сушки

$$p_{\text{Н}} := \left[0,161 + (60 - 57) \cdot \frac{0,205 - 0,161}{5} \right] \text{ атм} = 18988 \text{ Па};$$

$$p_{\text{К}} := \left[0,161 + (60 - 56) \cdot \frac{0,205 - 0,161}{5} \right] \text{ атм} = 19880 \text{ Па.}$$

Для случая прямоточного движения сушильного агента и высушиваемого материала движущая сила в начале и в конце процесса сушки соответственно

$$\Delta P_{\text{б}} := p_{\text{Н}} - p_1 = 18988 - 3893 = 15095 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{\text{м}} := p_{\text{К}} - p_2 = 19880 - 16985 = 2895 \text{ Па.}$$

Средняя движущая сила $\Delta P_{\text{ср}}$, выраженная через единицы давления

$$\Delta P_{\text{ср}} := \frac{\Delta P_{\text{б}} - \Delta P_{\text{м}}}{\ln\left(\frac{\Delta P_{\text{б}}}{\Delta P_{\text{м}}}\right)} = \frac{15095 - 2895}{\ln(15096/2895)} = 7388 \text{ Па.}$$

Средняя движущая сила массопередачи

		N				
ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ						

$$V_{\text{п}} = \frac{341}{764 \times 254} = 1.76 \text{ м}^3.$$

Общий объем сушильного барабана

$$V = 39.06 + 1.76 = 40,82.$$

Принимаем сушилку завода «Прогресс» [2, табл. X.3]

диаметр барабана $D = 1600$ мм;

длина барабана $L = 12$ м;

объем барабана $V = 45.6 \text{ м}^3$.

2.2.5 Расчет действительной скорости газа в барабане

Действительная скорость газа определяется по уравнению [3, стр. 167]:

$$\omega_{\text{д}} = \frac{V_{\text{г}}}{0,785 D^2}, \quad (2.37)$$

где $V_{\text{г}}$ – объемный расход сушильного агента в барабане:

$$\begin{aligned} V_{\text{г}} &= L_{\text{сг}} v_0 \frac{T_0 + t_{\text{ср}}}{T_0} \left(\frac{1}{M_{\text{сг}}} + \frac{x_1}{M_{\text{в}}} \right) = \\ &= 15,02 \times 22,4 \times \frac{273 + 200}{273} \left(\frac{1}{29} + \frac{0,0248}{81} \right) = 18,02 \text{ м}^3/\text{с}. \end{aligned} \quad (2.38)$$

Тогда

$$\omega_{\text{д}} = \frac{18.02}{0,785 \times 2,2^2} = 4,74 \text{ м/с}.$$

2.2.6 Расчет времени пребывания материала в барабане

Количество материала, находящегося в барабане

$$G_{\text{б}} := V \cdot \beta \cdot \rho_{\text{м}} = 45,6 \times 0,14 \times 1480 = 9448 \text{ кг}. \quad (2.39)$$

Тогда время нахождения материала в барабане

$$\tau := \frac{G_{\text{б}}}{G_{\text{м}} + \frac{W}{2}} = \frac{9448}{7 + \frac{1,505}{2}} = 1219 \text{ с}. \quad (2.40)$$

2.2.7 Расчет угла наклона барабана

Угол наклона определяется по формуле [2, X.31]

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

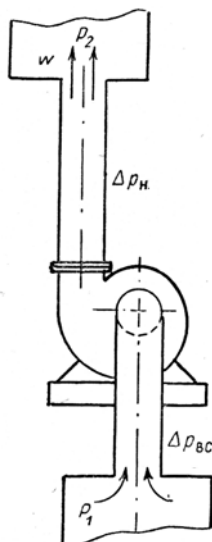


Рисунок 2.3 – Схема к расчету вентилятора

Давление, создаваемое вентилятором при подаче воздуха [6]:

$$\Delta p = (p_2 - p_1) + (\Delta p_{вс} + \Delta p_{н}) + \frac{\omega^2 \rho}{2}, \quad (2.45)$$

$$\Delta p = \left(p_{ст.н.} + \frac{\omega_{н}^2 \rho}{2} \right) - \left(p_{ст.вс.} + \frac{\omega_{вс}^2 \rho}{2} \right), \quad (2.46)$$

где p_1 – давление в простр., из которого вентилятор забирает воздух, Па;

p_2 – давление в пространстве, куда вентилятор подает воздух, Па;

$\Delta p_{вс}$ и $\Delta p_{н}$ – потери давления во всасывающей и нагнетательной линиях, Па;

ω – скорость воздуха на выходе из сети, м/сек;

$p_{ст.н.}$ и $p_{ст.вс.}$ – статические давления непосредственно нагнетания и всаса, Па;

$\omega_{н}$ и $\omega_{вс}$ – скорости воздуха в нагнет. и всасывающем трубопроводах, м/сек;

ρ — плотность воздуха, кг/м³.

Принимаем одинаковые скорости для нагнетающего и всасывающего трубопроводов (могут быть достигнуты подбором диаметров трубопроводов). Тогда

$$\omega_{н} = \omega_{вс}.$$

Соответственно

$$\Delta p = p_{ст.н.} - p_{ст.вс.}$$

Принимаем

$$p_{ст.н.} = 0,005 \text{ МПа.}$$

Поскольку забор воздуха ведется из атмосферы, то

3 Расчетно-конструкторский раздел

3.1 Конструирование аппарата

Аппараты, выполненные в виде вращающихся горизонтальных барабанов (см. рисунок 3.1), широко распространены в промышленности и применяются для проведения ряда процессов, например сушки, обжига и кальцинирования материалов.

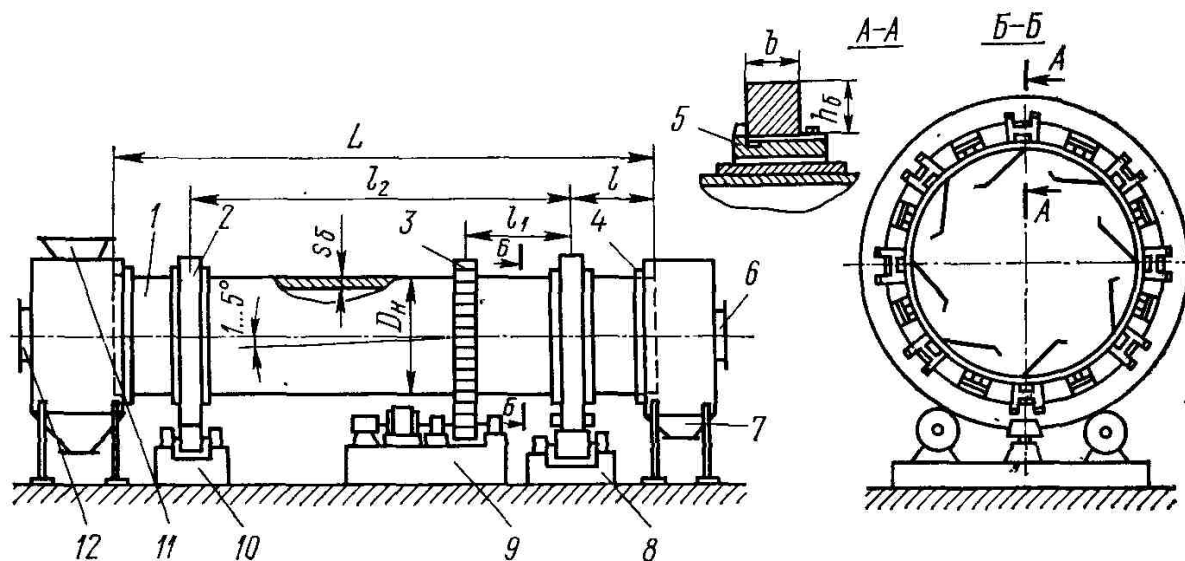


Рисунок 3.1 – Вращающийся барабанный аппарат:

1 – барабан; 2 – бандаж; 3 – венцовая шестерня; 4 – уплотнение; 5 – башмак; 5 – штуцер входа сушильного агента; 7 – штуцер выхода материала; 8 – опорно-упорная станция; 9 – приводная станция; 10 – опорная станция; 11 – штуцер входа материала; 12 – штуцер выхода газа.

Вращающиеся барабанные аппараты состоят из барабана, габаритные размеры которого определяются необходимой величиной рабочего или реакционного пространства. Внутри барабан может иметь насадку для лучшего перемещения и пересыпания материала с целью улучшения теплопередачи. Барабан наклонен к горизонту под небольшим углом $1-5^\circ$. Барабан вращается с помощью венцовой шестерни, которая связана с шестерней, сидящей на валу редуктора.

3.2 Расчет толщины стенки барабана

Толщину стенки барабана выберем из условия

$$S_{\delta} = (0,007 \div 0,01) D_{\text{н}}, \quad (3.1)$$

где $D_{\text{н}}$ – наружный диаметр барабана

$$S_{\delta} = (0,007 \div 0,01) \times 1600 = 11,2 \div 16 \text{ мм}. \quad (3.2)$$

Принимаем $\delta = 15$ мм.

Затем толщину стенки проверяют на прочность по допускаемому напряжению на изгиб как балку кольцевого сечения. В простейшей расчетной схеме, в соответствии с рисунком 3.2, барабан можно представить в виде балки длиной L , свободно лежащей на двух опорах и нагруженной равномерно распределенной нагрузкой q от веса барабана G и загруженного материала $G_{\text{м}}$.

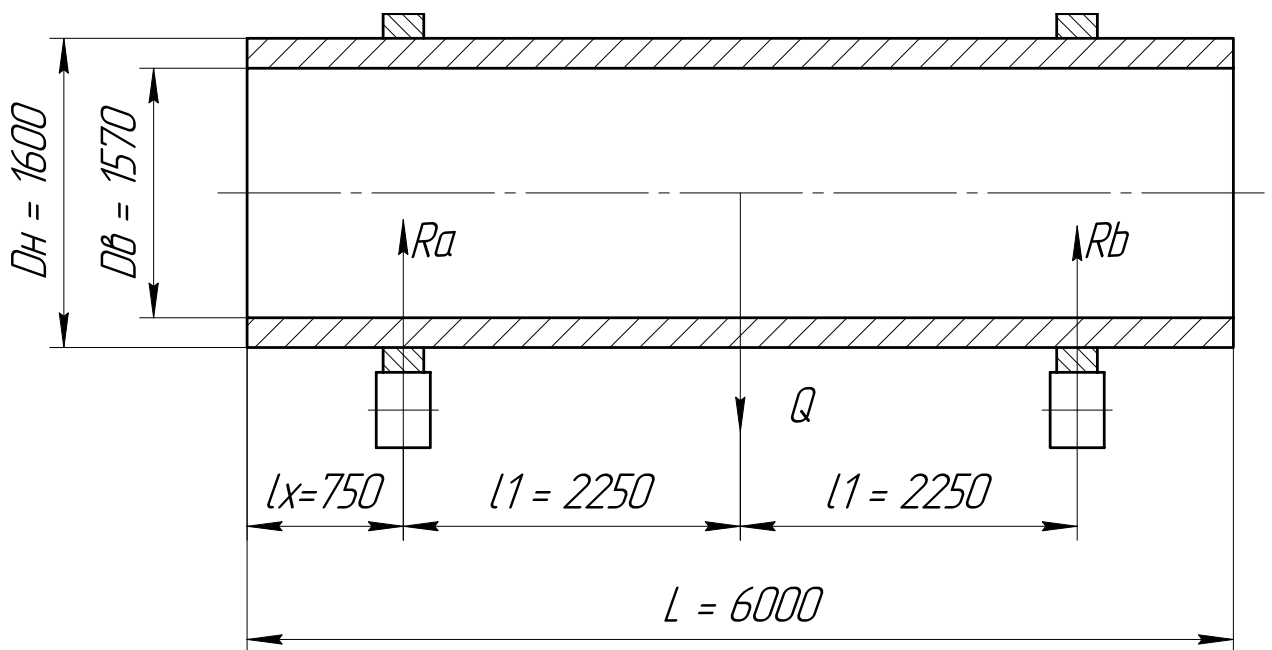


Рисунок 3.2 – Схема к расчету барабана на прочность

Принимаем толщину стенки барабана $S_{\delta} = 15$ мм. Следовательно, внутренний диаметр барабана:

$$D_{\text{в}} = D_{\text{н}} - 2S_{\delta}; \quad (3.3)$$

$$D_{\text{в}} = 1600 - 2 \times 15 = 1570 \text{ мм}.$$

Масса корпуса барабана

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

$$\sigma = M_{\max} / W \leq [\sigma], \quad (3.13)$$

где $[\sigma] = 10 \text{ МПа}$ – допустимое напряжение

$$\delta = 54847 / 0.0295 = 4,54 \times 10^6 \text{ Па} = 2,40 \text{ МПа}.$$

Условие $\sigma \leq [\sigma]$ ($2,40 < 10$) выполняется, следовательно, размеры барабана (и материал из которого он изготовлен) удовлетворяют условиям работы.

На рисунке 3.3 приводятся эпюры сил.

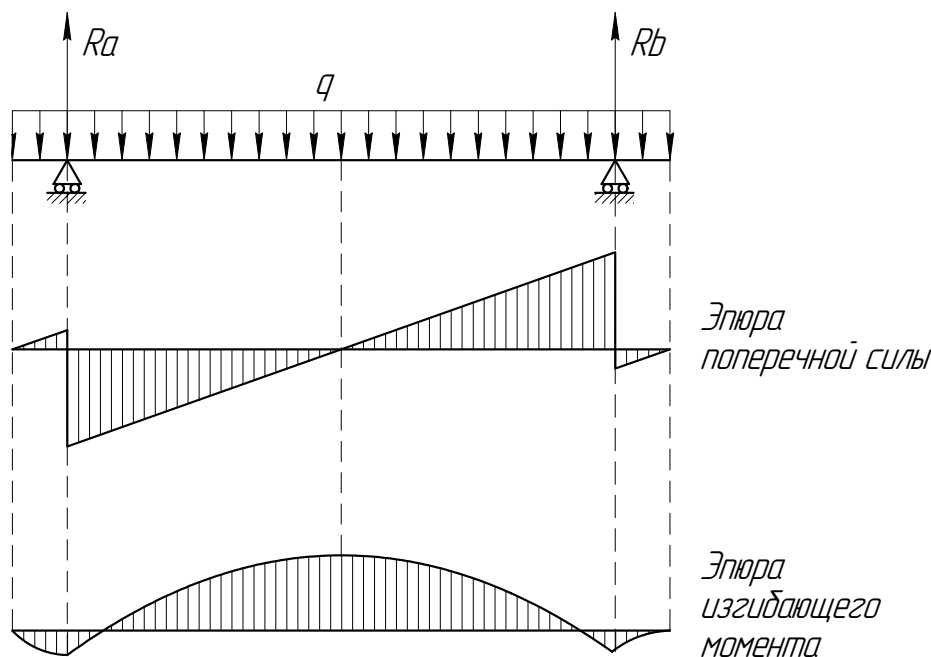


Рисунок 3.3 – Эпюры сил

3.3 Расчет барабана на жесткость

Суммарный максимальный прогиб от действующих нагрузок определяется по формуле

$$Y_{\max} = (0,04q_1 + 0,002q_2) \frac{D_{\text{ср}}^3}{8EI_x}, \quad (3.14)$$

где q_1 – линейная нагрузка от массы обрабатываемого материала;

q_2 – линейная нагрузка от массы корпуса барабана;

E – модуль упругости материала при рабочей температуре;

I_x – момент инерции единичного кольцевого участка барабана.

Для стали X17H13M2T при температуре 700° C [5, табл. VII]

$$E = 1,36 \cdot 10^5 \text{ МПа}.$$

$$W = 1/6 (D_{н.б.}^3 - D_{в.б.}^3) . \quad (3.23)$$

По конструктивным соображениям выберем наружный диаметр банджа

$$D_{н.б.} = 1,7 \text{ м.}$$

Внутренний диаметр банджа равен наружному диаметру барабана

$$D_{н.} = D_{в.б.} = 1,6 \text{ м.} \quad (3.24)$$

Отсюда момент сопротивления сечения банджа

$$W = 1/6 \times (1,7^3 - 1,6^3) = 0,136 \text{ м}^3. \quad (3.25)$$

Напряжения в бандже от действия изгибающих моментов

$$\sigma = M_{\max} / W \leq [\sigma]; \quad (3.26)$$

$$\sigma = 642 / 0,136 = 4720 \text{ Па} = 0,0472 \text{ МПа.}$$

Допускаемые напряжения в бандже $[\sigma] = 52 \text{ МПа}$

3.5 Расчет опорных роликов на прочность

Схема к расчету опорных роликов на прочность приведена на рис. 3.3.

Диаметр опорного ролика выбирается из интервала

$$d_p = (1/4 \div 1/3) D_{н.б.} ; \quad (3.27)$$

$$d_p = (1/4 \div 1/3) \times 1,7 = 0,425 \div 0,566 \text{ м.}$$

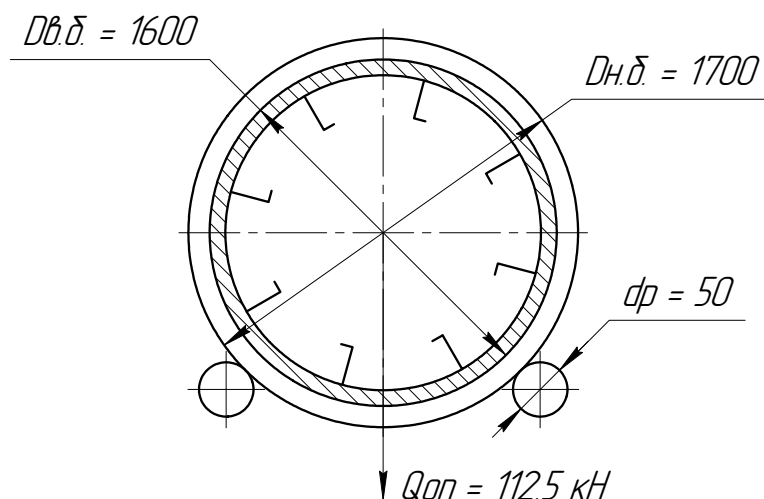


Рисунок 3.4 – Схема действия сил на бандаж и опорные ролики.

Принимаем диаметр опорного ролика

$$d_p = 0,5 \text{ м.}$$

Поскольку опорные ролики и бандаж постоянно находятся в контакте, то на этих элементах барабанной сушилки возникают контактные напряжения σ_k . Сле-

где α – угол наклона барабана к горизонту, принимаем $\alpha = 5^\circ$.

$$A = 112500 \times \sin 3^\circ = 22200 \text{ Н.}$$

Определим силу нормальную к боковой поверхности ролика T_2 :

$$T_2 = A / \cos (\gamma/2), \quad (3.31)$$

где γ - угол конусности упорного ролика, принимаем $\gamma = 17^\circ$

$$T_2 = 22200 / \cos (17/2) = 15900 \text{ Н.}$$

Высоту упорного ролика выберем из условия

$$h_{y.p.} \geq T_2/q_k, \quad (3.32)$$

где q_k – допускаемая по опыту нагрузка на единицу длины линии касания упорного ролика и бандажа. $q_k = (1,0 \div 2,4)$ МН/м. Выберем $q_k = 2$ МН/м.

Отсюда

$$h_{y.p.} \geq 15900 / (2 \cdot 10^6) = 0,00795 \text{ м.}$$

Из конструктивных соображений увеличиваем длину ролика

$$h_{y.p.} = 0,05 \text{ м} = 50 \text{ мм.}$$

Определим средний диаметр качения упорного ролика

$$d_{y.p.} = D_{cp} \cdot \operatorname{tg} \gamma/2 ; \quad (3.33)$$

$$d_{y.p.} = 1,585 \times \operatorname{tg} 17/2 = 0,37 \text{ м.}$$

Поскольку, также как и опорные, упорные ролики находятся в постоянном механическом контакте с бандажами, то они требуют расчета на контактные напряжения

$$\sigma_k = 0,418 \sqrt{T_2 E \frac{h_{yp}}{D_{cp}/2} \sin (\gamma/2)} \leq [\sigma_k] ; \quad (3.34)$$

$$\sigma_k = 0,418 \sqrt{15900 \times 1.36 \times 10^{11} \frac{0.050}{1.585/2} \sin (17/2)} = 48 \text{ МПа.}$$

Исходя из того, что упорные ролики изготавливают из того же материала, что и опорные, допускаемое контактное напряжение для упорных роликов $[\sigma_k] = 500$ МПа. Поскольку условие $\sigma_k \leq [\sigma_k]$ ($48 < 500$) выполняется, то материал и конструкция упорных роликов удовлетворяют работе аппарата.

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

5 Автоматизация оборудования

5.1 Выбор и обоснование параметров контроля и управления

Установка приготовления шихты состоит из нескольких аппаратов, работающих совместно. Влажный песок, подлежащий сушке, через дозатор подается в барабанную сушилку, где происходит переход влаги из песка в сушильный агент. Высушенный продукт направляется в промежуточный бункер для хранения.

В качестве сушильного агента выступают продукты горения природного газа. Отработанный сушильный агент последовательно проходит грубую очистку (циклон) и фильтр тонкой очистки, а затем выбрасывается в атмосферу.

Основной задачей автоматизации сушильных барабанов является получение материала определенной влажности.

Важным требованием автоматизации является правильный выбор в качестве регулируемого такого параметра, который однозначно связан с влажностью материала в конце сушки. Непосредственное автоматическое измерение влажности не представляется возможным из-за отсутствия соответствующих приборов.

Установленная связь температуры теплоносителя с влажностью высушиваемого материала дает возможность при заданной начальной влажности оценивать степень подсушки по температуре теплоносителя. Поэтому, если в зоне измерения температуры теплоносителя будет стабилизирована на заданном уровне, то этим обеспечится получение на входе из барабана материала заданной влажности.

Точность регулирования будет зависеть от выбора места замера температуры. Допускается контролировать температуру сушильного агента на трубопроводе после барабана и непосредственно в барабане [7]. Вариант с установкой термопары в корпусе барабана обладает меньшим запаздыванием, но является более сложным в реализации.

Регулирование температуры теплоносителя выбранной точки барабана можно осуществить изменением либо качества сырья, либо вводимого в барабан тепла. Если принять в качестве регулирующего агента сырье, поступающее в ба-

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

Второй способ не рекомендуется [7], потому что не исключается опасность повышения предела температуры, допускаемого для данного материала.

С учетом рассмотренных способностей сушильного барабана было разработано регулирование режима сушки в барабане двумя, не связанными между собой, системами автоматического регулирования.

Первая система предназначена для поддержания температуры теплоносителя перед барабаном на заданном уровне путем воздействия на расход воздуха, подаваемого в топку для разбавления продуктов горения топлива и снижения температуры топочных газов до приемлемого уровня.

Второй контур регулирования поддерживает заданную температуру внутри сушильного барабана путем воздействия на расход топлива. При изменении влажности исходного материала будет изменяться градиент температуры теплоносителя после поступления в барабан, что вызовет соответствующее изменение расхода топлива.

Установка сушки песка работает в составе цеха приготовления шихты, в котором используется пневматическая схема передачи сигнала на расстояние и соответствующие ей приборы. Для унификации приборов отделения сушки с приборами всего цеха принимаем пневматическую систему для управления процессом сушки.

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

5.2 Выбор и обоснование технических средств и систем автоматизации

Все приборы были выбраны на основании справочных данных, приведенных в [11].

Датчиком для измерения расхода песка выбрана весовыбойная установка прямого нагружения ДВТ-100ВП, надежно работающая в условиях промышленных вибраций и воздействий агрессивных сред, предназначенная для контроля расходов сыпучих материалов.

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

на трубопроводе. Сигнал передается на милливольтметр М64, шкала которого градуирована по рассчитанному для данного материала заранее значению влажности.

Контроль температуры сушильного агента на входе в аппарат и внутри барабана ведется с помощью хромель-копелевых термопар ТХК-0515, установленных на трубопроводе и внутри аппарата соответственно. Индикация и регистрация осуществляется с помощью милливольтметра ТГС-711. С помощью преобразующего прибора ЭПП-63 осуществляется подача сигнала на регулирование расхода греющего воздуха на разбавление и топлива соответственно.

Установка работает под атмосферным давлением, поэтому контроль и регулирование давления не требуется.

Использованные приборы являются унифицированными, что позволяет легко заменить их в случае необходимости. Все использованные приборы занесены в спецификацию (таблица. 5.1).

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7
4-1	Температура сушильного агента перед барабаном	300 °С	На трубопроводе	Термопара хромель копелевая с пределом измерения 800 °С, сталь 12Х18Н10Т	ТХК-0515	Приборостроительный завод г. Луцк
4-2				см. прибор 2-1		
4-3				см. прибор 2-2		
1-1	Расход природного газа	280 м ³ /ч	На трубопроводе	Диафрагма камерная, условное давление Р _у 0,6 МПа, D _у 100	ДК6-100	«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
1-4			Щит оператора	Регулятор системы «СТАРТ»	ПР 3.26	Завод приборов г. Устькаменогорск

ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7
5-2				см. прибор 1-2		
5-3				см. прибор 1-3		
5-3				см. прибор 1-4		
6-1	Влажность высушенного материала	2,8%	На трубопроводе отработанного сушильного агента	Термопара хромель копелевая с пределом измерения 800 °С, сталь 12Х18Н10Т	ТХК-0515	Приборостроительный завод г. Луцк
6-2			Щит оператора	Вторичный прибор с измерением параметра одной точки. Показывающий, регистрирующий	КСП2	Завод КИП, г. Харьков
6-3			Щит преобразователей	Милливольтметр, показывающий, сигнализирующий	АСК	ЗИП, г. Ереван
6-4			Щит оператора	Сигнальная лампа		

ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ

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.
- 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:

- природный газ (токсичная и пожаровзрываоопасная среда), используется при подготовке сушильного агента в печи;
- 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, способные вызвать поражение электрическим током.

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h до 150 м представляет собой конус. Вершина конуса находится на высоте зоне защиты над землёй $h_0 < h$. На уровне земли зона защиты образует круг радиусом r_0 . Горизонтальное сечение защиты на высоте защищенного сооружения h_x представляет собой круг радиусом r_x . Высоту одиночного стержневого молниеотвода определяют по формуле

$$h = \frac{r_x + 1,63h_x}{1,5}$$

где $r_x = 1,2$ м – наружный диаметр аппарата; $h_x = 23$ м – общая высота аппарата.

$$h = \frac{1,2 + 1,63 \times 23}{1,5} = 27,2 \text{ м}$$

Высота зоны защиты над землёй составит

$$h_0 = 0,85h = 0,85 \times 27,2 = 20,2 \text{ м}$$

Радиус защиты на уровне земли определяется по формуле

$$r_0 = 1,5h = 1,5 \times 27,2 = 40,8 \text{ м}$$

Площадь зоны защиты молниеотвода от молнии определяется по формуле

$$S_M = \pi r_0^2 = 3,14 \times 40,8^2 = 7500 \text{ м}^2$$

Площадь, занимаемая колонной составит

$$S_K = \pi r_x^2 = 3,14 \times 1,1^2 = 18,1 \text{ м}^2$$

Таким образом $S_M > S_K$, поэтому одним молниеотводом от молнии можно защитить не только печь с трубой, но и близлежащие аппараты, в т.ч. барабанную сушилку.

Для обеспечения отвода электрического заряда в землю необходимо устанавливать заземлители. Линия заземления представляет собой вертикально забитые в грунт стальные трубы, диаметром 60 мм, которые соединяются с горизонтальной линией из стальной полосы, толщиной сечения 50 мм². Для расчёта заземляющего устройства выбираем схему заземления в ряд.

Сопротивление заземления определяется по формуле

$$R_{СТО} = \frac{0,16 \cdot \rho}{L} \cdot \ln \frac{2 \cdot L}{0,95 \cdot b} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot b + L}{4 \cdot h - L}$$

ным действиям в чрезвычайной ситуации, а также материальных и финансовых резервов.

Подготовка персонала в действиях чрезвычайной ситуации в мирное время производят через систему гражданской обороны.

Основные задачи гражданской обороны:

1. Защита населения от оружия массового поражения и других средств нападения. Осуществляется проведением комплекса защитных мероприятий. "Г

2. Повышение устойчивости работы объектов и отраслей народного хозяйства в условиях военного времени. Достигается заранее проведёнными мероприятиями (организационные, инженерно-технические и др.).

3. Проведение спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ в очагах поражения и зонах затопления.

Наиболее полное и организационное выполнение мероприятий ГО на предприятии достигается заблаговременной разработкой плана мероприятий. Он представляет собой заранее разработанный перечень мероприятий. В нём определяется объём, организация и порядок выполнения возложенных на неё задач. План разрабатывается текстурно с предложением в виде графиков и таблиц.

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.

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:

$$M = T_m \Pi = 1100 \times 350 = 38500 \text{ т/год,}$$

где $T_m = 350$ дн. – максимально возможный годовой фонд времени работы оборудования;

$\Pi = 1100$ т/сут – производительность одной единицы оборудования, в натуральном выражении.

Фактический объем производства аналога составляет 373800 т/год. Фактический объем проектируемого производства по результатам технологического расчета составляет

$$Q = 375100 \text{ т/год.}$$

Уровень использования мощностей:

$$K_{\text{факт}} = \frac{Q}{M} = \frac{375100}{38500} = 97.4\%$$

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.

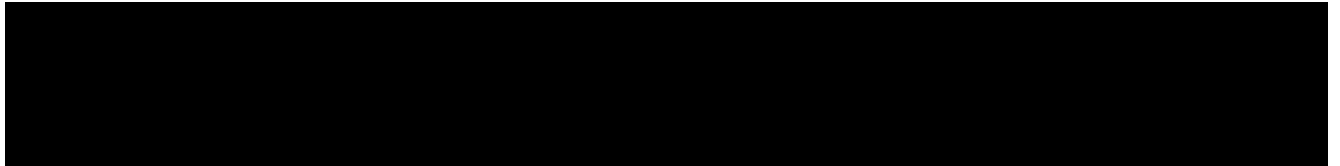
					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

Таблица 7.3 – Расчет годового фонда оплаты труда рабочих



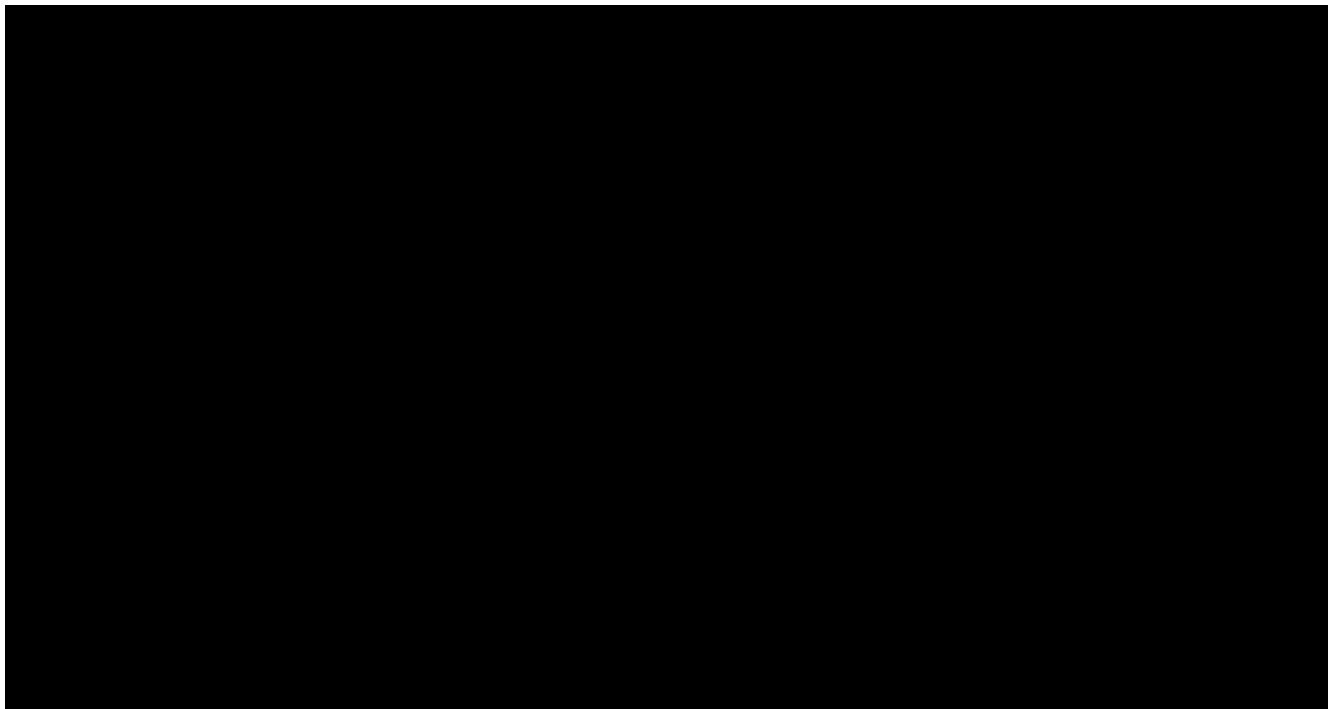
Данные по специалистам, руководителям и служащим сведены в таблицу 7.4.

Таблица 7.4 – Расчет годового ФОТ руководителей и специалистов



Расчет себестоимости производства до и после внедрения оборудования произведен в таблице 7.5.

Таблица 7.5 – Расчет себестоимости до и после внедрения



Из таблицы 7.5 видно, что себестоимость производства продукции снизилась на 0,63% в результате внедрения нового оборудования, что связано со значительным уменьшением стоимости материальных расходов, а также снижением расходов энергоресурсов, снижением расходов на содержание производственных фондов.

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

$$W = \frac{\Phi}{N} = 632\,362\,354,80 / 271 = 2\,333\,440,42 \text{ руб/ч,}$$

где Φ – среднегодовая стоимость основных фондов, руб.;

N - среднегодовая численность ППП, чел.

Фондоотдача:

$$W = \frac{B}{\Phi} = 3\,604\,711\,000,00 / 632\,362\,354,80 = 5,700 \text{ руб/руб}$$

7.7 Сводные показатели эффективности проектного решения

В данном разделе рассчитываются комплексные показатели экономического обоснования проекта, такие как рентабельность производства продукции, общая рентабельность производственных фондов, норма балансовой прибыли, чистая норма прибыли. Именно они в конечном итоге характеризуют эффективность проектного решения.

Рентабельность производства продукции:

$$РПП = \frac{\Pi}{C_{п}}, = 598\,847\,150,00 / 3\,005\,863\,850,00 = 19,92 \%,$$

где Π – чистая или валовая прибыль;

$C_{п}$ – себестоимость продукции.

Общая рентабельность производственных фондов:

$$РПФ = \frac{\Pi}{ПФ_{ст}} = 598\,847\,150,00 / 632\,362\,354,80 = 94,70\%,$$

где $ПФ_{ст}$ – 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;

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

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:

$$ТБ = \frac{ПИ}{Ц_y - ПИ_y} = \frac{1\,601\,166\,864,00}{9610,00 - 3744,80} = 272995 \text{ т}$$

где $Ц_y$ - удельная цена; ПИ – постоянные издержки; $ПИ_y$ – удельные переменные издержки.

График, показывающий полученные величины, приведен на рисунке 7.1.

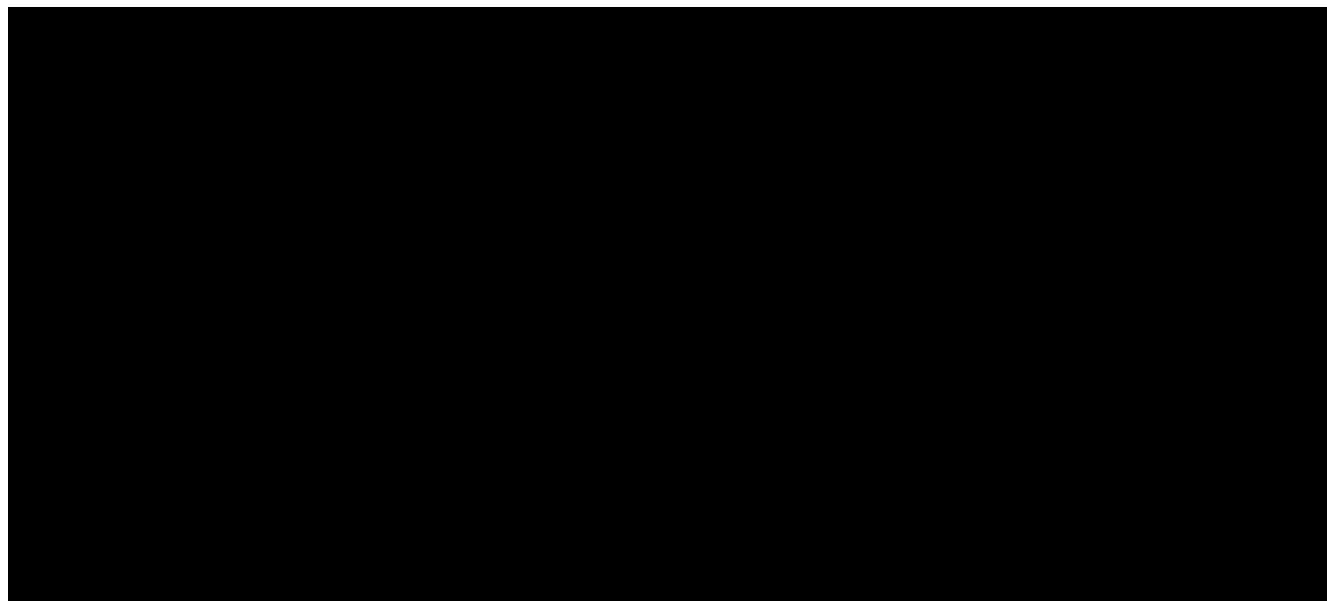


Рисунок 7.1 – График безубыточности

Из графика безубыточности, представленного на рисунке 7.1 видно, что безубыточный объем производства составляет 272995 т.

7.9 Заключение об экономической эффективности

При проектировании оборудования был реализован ряд технологических и конструкционных решений, которые обусловили снижение себестоимости производства на 0,63%, за счет увеличения мощности цеха, сокращения численности персонала. Общий прирост прибыли составил 31 418 815,30 рублей в год. Срок окупаемости капитальных вложений 2,615 года. При этом учтены убытки, понесенные производством период технического перевооружения. Рентабельность продукции составляет 19,92%. Безубыточный объем производства составляет 272995 т.

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				

Список использованных источников

1. Попов А. Н. История развития стекольного производства. – М.: Ридас, 1997. – 208 с.
2. Кутепов А. М., Бондарева Т. И., Беренгартен Н. Г., Общая химическая технология, изд. 2-е, перераб. и доп., М.: «Высшая школа», 2004. – 522 с.
3. Скобло А.И. и др. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. – М.: ООО «Недра-Бизнес-центр», 2000. – 677 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. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию. / Под ред. Ю.И. Дытнерского. – М.: Химия, 1983. – 272 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. Лашинский 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.
13. Сборник законодательных и других нормативных правовых актов по ох-

					ДП МАХП МДЗ-031 БС 00.00.00 ПЗ	
		N				