

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт электронного обучения

Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Кафедра общей химии и химической технологии

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Расчёт и проектирование установки гранулирования золы уноса ТЭЦ ЗАТО Северск.</b> УДК 66.099.2:621.184.42.002.5.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2К22	Ступин Дмитрий Алексеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тихонов В. В.	к. т. н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т. Г.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов И. И.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ан В.В.	к.т.н., доцент		

Томск – 2017 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП**

<b>Код результата</b>	<b>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</b>	<b>Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон</b>
<i><b>Профессиональные компетенции</b></i>		
P1	Применять базовые математические, естественно-научные, социально-экономические и специальные знания в профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-1,2,3,19,20), Критерий 5 АИОР (п.1.1)
P2	Применять знания в области энерго-и ресурсосберегающих процессов и оборудования химической технологии, нефтехимии и биотехнологии для решения производственных задач	Требования ФГОС (ПК-4,5,9,15 ОК-7), Критерий 5 АИОР (пп.1.1,1.2)
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Требования ФГОС (ПК-4,5,8,11 ОК-2,4), Критерий 5 АИОР (пп.1.2)
P4	Проектировать и использовать новое энерго-и ресурсосберегающих процессов и оборудования химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Требования ФГОС (ПК-8,11,23,24), Критерий 5 АИОР (п.1.3)
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области энерго-и ресурсосберегающих процессов и оборудования химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Требования ФГОС (ПК-1,4,5,19-22 ОК-7,10), Критерий 5 АИОР (п.1.4)
P6	Осваивать и эксплуатировать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность и надежность, соблюдать правила охраны труда на производстве, выполнять требования по защите окружающей среды	Требования ФГОС (ПК-6,12,13,14,17 ОК-3,4,8), Критерий 5 АИОР (п.1.5)
P7	Применять знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС (ПК-3,8,9,10,11,12,13), Критерий 5 АИОР (п.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
<b>Код результата</b>	<b>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</b>	<b>Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон</b>
P8	Использовать современные компьютерные методы вычисления, основанные на применении современных эффективных программных продуктов при расчете свойств материалов, процессов, аппаратов и си-	Требования ФГОС (ПК-4,5,9,10,11,14)

	стем, характерных для профессиональной области деятельности; находить необходимую литературу, использовать компьютерные базы данных и другие источники информации	
<b><i>Общекультурные компетенции</i></b>		
P9	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-1,2,6-10), Критерий 5 АИОР (пп.2.4,2.5)
P10	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течении всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-6,7,8), Критерий 5 АИОР (п.2.6)
P11	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющим разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-11), Критерий 5 АИОР (п.2.2)
P12	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации	Требования ФГОС (ОК-3,4,5,12), Критерий 5 АИОР (пп.1.6,2.3)

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Кафедра общей химии и химической технологии

**УТВЕРЖДАЮ:**

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)      \_\_\_\_\_ (Дата)      Ан В.В.  
 (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-2К22	Ступин Дмитрий Алексеевич

Тема работы:

<b>Расчёт и проектирование установки гранулирования золы уноса ТЭЦ ЗАТО Северск.</b>
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	2840/С от 19.04.2017г.
---	------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.2017
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p><b>Исходные данные к работе</b>  <b>а) Пылевидный материал</b> – зола уноса от сжигания угля; <b>б) Производительность шнекового дозатора</b> (не менее) – <math>Q = 1500</math> кг/ч; <b>в) Высота транспортирования</b> <math>H = 0</math> м, угол наклона <math>\varphi = 0</math>; <b>г) Место установки</b> – помещение; <b>д) Возможность пуска шнека «из-под вала»</b>. Проверить экономическую эффективность и социальную ответственность всей работы.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке;</i></p>	<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов.</b>  <i>Провести литературный обзор с целью выяснения достижений в рассматриваемой области; осуществить демонтаж гранулятора и взять детали подлежащие замене; рассчитать необходимые детали, выполнить рабочие чертежи, заказать изготовление;</i></p>

заключение по работе).	осуществить монтаж гранулятора и оценить результаты выполненной работы;
<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)	Сборочный чертеж – 1 лист Выносные элементы – 1 лист Технологическая схема – 1 лист Экономическая эффективность – 1 лист

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Доцент, кандидат экономических наук Рыжакина Татьяна Гавриловна
«Социальная ответственность»	Старший преподаватель, кандидат технических наук Романцов Игорь Иванович.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Реферат	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тихонов В.В.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2к22	Ступин Дмитрий Алексеевич		

## **Реферат**

Данный дипломный проект посвящен разработке технологического процесса.

Проведен аналитический обзор литературы по данной тематике. Дан анализ физико-механических характеристик веществ, участвующих в технологическом процессе.

Разработана аппаратурно-технологическая схема установки гранулирования золы уноса.

Рассмотрены вопросы безопасности и экологичности проекта.

Разработан технологический процесс изготовления золы уноса.

Произведен расчет затрат на ремонт и техническое обслуживание установки, численности ремонтного персонала, а также проведено планирование капитального ремонта гранулятора.

Сделаны выводы по проделанной работе.

## **Abstrakt**

The given degree project is devoted to development of technological process.

The state-of-the-art review of the literature on the given subjects is carried out. The analysis of physicomechanical characteristics of the substances participating in technological process is given.

The hardware - technological circuit of installation of dissolution ash granulation.

Safety issues and ecological compatibility of the project are considered.

The technological process of producing fly ash has been developed. The calculation of costs for repair and maintenance of the installation, the number of repair personnel, as well as planning the overhaul of the granulator.

Conclusions on the done work are made.

## Содержание.

Введение.....	10
1 Технологический расчёт шнекового дозатора.....	12
2 Конструктивный расчёт.....	17
2.1 Компоновка дозатора.....	17
2.2 Определение мощности.....	18
2.3 Расчёт вала.....	21
2.4 Выбор подшипников.....	22
2.5 Выбор муфт.....	24
3 Расчёт гранулятора.....	26
3.1 Технологический расчёт.....	26
4 Механический расчёт.....	27
4.1 Проверка вала гранулятора на виброустойчивость.....	27
4.2 Определяем требуемый диаметр поперечного сечения стержня.....	30
5 Социальная ответственность.....	33
5.1 Производственная санитария.....	33
5.2 Микроклимат производственного помещения.....	34
5.3 Освещение.....	35
5.4 Вентиляция и отопление.....	37
5.5 Шум.....	38
5.6 Вибрация.....	39
5.7 Промбезопасность.....	41
5.7.1 Электробезопасность.....	41
6 Охрана окружающей среды.....	42
6.1 Анализ влияния рассматриваемой технологии на биосферу.....	42
6.2 Мероприятия по защите окружающей среды.....	43
6.3 Мероприятия по защите водных объектов.....	43
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	44
7 Пожаровзрывобезопасность.....	44
8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	47
8.1 Анализ эффективности действующего производства.....	47
8.2 Расчёт производственной мощности.....	47
8.3 Расчёт себестоимости готовой продукции по действующему производству.....	49
8.3.1 Расчёт численности персонала.....	49
8.3.2 Расчёт годового фонда заработной платы персонала.....	51
8.3.3 Расчёт затрат на производство продукции.....	53



8.4	Определение цены готовой продукции.....	56
8.5	Анализ безубыточности по действующему производству.....	56
8.6	Расчёт производственной мощности на плановый период при увеличении объема производства до 12000 т/год.....	57
8.7	Определение цены готовой продукции.....	59
8.8	Определение технико-экономических показателей.....	60
	Заключение.....	63
	Литературный список.....	64

## 1 Введение.

Шнек, или винт – это элемент машины, с помощью которого могут транспортироваться жидкие, высоковязкие и твердые вещества.

При транспортировке подаваемый материал может подвергаться дополнительным воздействиям, зависящим от конструктивного исполнения шнеков, корпусов и типа привода машин.

В последние 100 лет разработаны шнековые машины различных типов (в том числе со специальными конструктивными отличиями) Для проведения процессов совмещения материалов, разделения сред и взаимодействия веществ.

Применение шнековых машин переросло первоначальное и широко известное их использование для подачи сыпучих материалов, экструзии пластических масс и каучуков и охватывает в настоящее время почти все технологические процессы с участием сыпучих веществ, пластических и упруговязких сред. Особое значение при этом имеют технологические процессы смешения, гомогенизации, отжима, фильтрования, сушки, выпаривания, а также, химические реакционные процессы в вязко пластичных фазах.

При современном уровне развития техники основные области применения шнековых машин могут быть объединены в шесть технологических групп [1]:

- 1) транспортировка (подача) и дозирование;
- 2) экструзия;
- 3) процессы совмещения веществ (материалов);
- 4) процессы разделения веществ (материалов);
- 5) процессы взаимодействия (химического превращения) веществ;
- 6) теплообменные процессы.

**Важной характеристикой винта является его шаг – расстояние между вершинами витков в горизонтальной проекции.**

Шнековый дозатор обладает рядом преимуществ перед другими транспортерами. Это высокое разнообразие транспортируемых материалов, высокая стабильность производительности в долгий период работы, простота обслуживания и ремонта, малогабаритность, высокий КПД и в тоже время низкие энергозатраты.

### Технологическая схема.

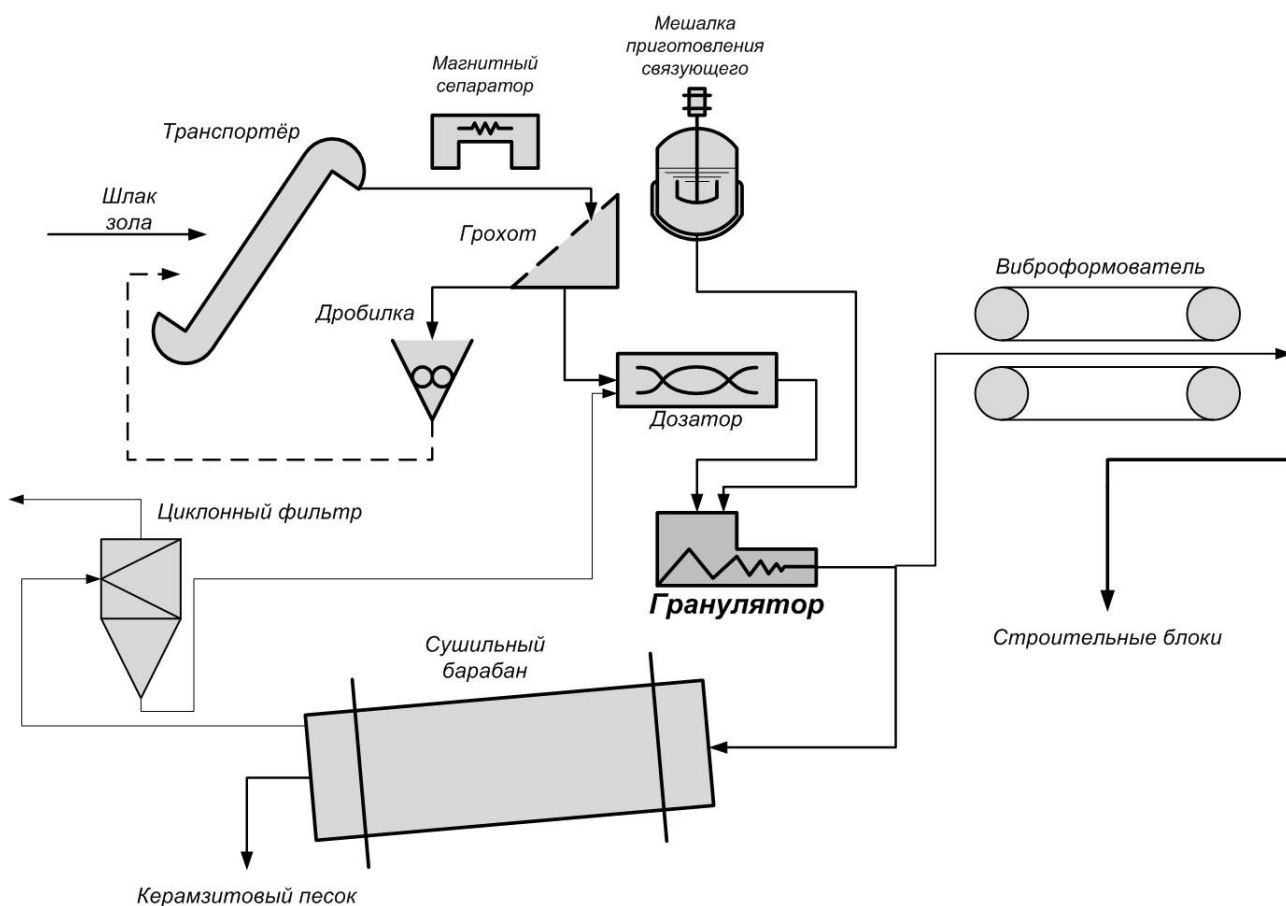


Рисунок 1- Технологическая схема участка гранулирования золошлаков.

На рис.1 представлена предварительная технологическая схема участка гранулирования пыли, где для дозированной подачи материала в гранулятор необходим шнековый дозатор. Пылевидный материал из бункера циклона через шиберную (отсекающую) заслонку поступает самотёком в загрузочную часть шнекового дозатора. Шнек приводится в движение через муфту от мотор-редуктора. Транспортируемый материал вращением червяка захватывается и подается через корпус дозатора к выходному отверстию, которое связано через фланец с гранулятором. Пропорционально расхода материала в гранулятор подается связующее жидкое вещество. Пылевидный материал гранулируется и в виде гранул разгружается в накопительный бункер.

Проектирование произведено с помощью программного продукта (САПР) *Autodesk Inventor*

## **1 Технологический расчёт шнекового дозатора**

### **Исходные данные**

- а) Пылевидный материал – пыль уноса обжиговой печи производства золы.
- б) Производительность шнекового дозатора (не менее) -  $Q = 1500$  кг/ч
- в) Высота транспортирования  $H = 0$ м, угол наклона  $\varphi=0$ .
- г) Место установки – помещение.
- д) Возможность пуска шнека «из-под завала».

### **Свойства транспортируемого материала.**

Насыпная плотность  $\rho=1200-1400$  кг/м<sup>3</sup>

По физико-механическим характеристикам материал близок к формовочной земле и песку.

## Выбор и расчет основных характеристик шнекового дозатора.

Формула производительности шнековых конвейеров [3]:

$$Q = 60 \frac{\pi D^2}{4} s n \gamma \psi C \quad (1)$$

где:  $Q$  – производительность, т/ч;

$D$  – диаметр винта, м;

$s$  – шаг винта,

$\psi$  – коэффициент наполнения желоба;

$\rho$  – насыпная плотность материала, т/м<sup>3</sup>;

$n$  – число оборотов винта, об/мин;

$C$  – коэффициент, учитывающий влияние угла наклона оси шнека к горизонту на его производительность.

### 1. Выбор диаметра.

Диаметр в шнековом дозаторе является главным параметром, влияющим на производительность. Ранее действующие нормы на размеры диаметров шнеков (ГОСТ 2037-75) теперь отменены. Тем не менее, ориентируясь на него, а так же на номенклатуру шнековых дозаторов и транспортёров предприятий-производителей, выберем диаметр из ряда (в мм.) :

$$D = 60; 100; 120; 150; 200; 250; 300; 400; 500; 600.$$

Примерно соответствующий требуемой производительности принимаем диаметр:

$$D = 0,15 \text{ (м)}$$

Для изготовления корпуса шнекового дозатора примем трубу общего назначения по ГОСТ 8732-78: труба 159 x 4,5

### 2. Определение шага винта.[3]

При обычном расчёте шнека, как дозирующего, так и транспортного исполнения, шаг винта рекомендуется:

$$S = (0,8 \div 1)D$$

В случае транспортирования тяжёлых абразивных материалов, или при пуске шнека «из под завала», рекомендуется шаг рассчитывать по формуле:

$$S = (0,5 \div 0,6)D = (0,5 \div 0,6) \cdot 0,15 = (0,075 \div 0,09) \text{ (м)} \quad (2)$$

Принимаем:  $S = 0,08 \text{ (м)}$

### 3. Определение коэффициента наполнения желоба.

Коэффициент наполнения желоба рассматривается в виде отношения средней площади насыпки материала в желобе к площади нормальной проекции винта. Допускаемый коэффициент наполнения желоба  $\psi$  принимается по таблице 1 [3]:

Таблица 1 - Коэффициент наполнения желоба

Наименование материала	$\psi$	Допускаемые об/мин
Продукты помола (угольная пыль, мука известь графит)	0,45-0,3	50-120
То же, абразивные (сухая зола, цемент, гипс, мел)	0,35-0,25	50-120
Землистые или зернистые (зерно, древесные опилки)	0,4-0,3	50-120
То же, абразивные (песок, формавочная земля гранулированные шлаки)	0,4-0,3	50-120
Мелкокосковые неабразивные и полуабразивные (орешковый уголь, известковая порода)	0,4-0,25	50-100
То же, абразивные (сухая глина, сера, руда)	0,3-0,25	40-80
Липкие (влажный сахар)	0,4-0,2	20-60
Тестообразные (цементный раствор, мучное тесто)	0,4-0,2	20-60
Слеживающиеся и спекающиеся (сырая глина, битуминозные материалы)	0,4-0,2	20-60
Хлопьеобразные и волокнистые (торфяные очесы, химикалии)	0,3-0,25	20-60

Транспортируемый материал относится к зернистым, абразивным. Принимаем коэффициент заполнения желоба  $\psi = 0,3$

4. Коэффициент, учитывающий влияние угла наклона оси шнека к горизонту.

Коэффициент, учитывающий влияние угла наклона оси шнека к горизонту определяется из таблицы 2 [3]:

Таблица 2 - Коэффициент угла наклона  $\beta$  оси шнека к горизонту

Коэффициент	Углы				
	0°	5°	10°	15°	20°
C	1,0	0,9	0,8	0,7	0,63

Работа установки предполагается без наклона, на горизонтальной поверхности.

Принимаем коэффициент  $C = 1,0$ .

5. Определение числа оборотов шнека.

В соответствии с рекомендациями, воспользуемся эмпирической формулой для расчёта числа оборотов шнека:

$$n = \frac{30}{\sqrt{D}} \div \frac{60}{\sqrt{D}} = \frac{30}{\sqrt{0,15}} \div \frac{60}{\sqrt{0,15}} = (77,5 \div 155) \left( \frac{\text{об}}{\text{мин}} \right) \quad (3)$$

Наименьшая частота вращения – для тяжёлых абразивных материалов, наибольшая – для лёгких неабразивных.

Так как пыль уноса тяжёлая и абразивная, а так же исходя из особенностей материала и необходимости пуска «из под завала», примем частоту вращения шнека ближе к нижнему из рассчитанного интервала, соразмерив её с частотами вращения производимых мотор-редукторов. Принимаем частоту вращения  $n=56$  (об/мин).

Подставляем полученные значения в формулу (1):

$$Q = 60 \frac{\pi D^2}{4} sn\gamma\psi C = 60 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,15^2}{4} \cdot 0,08 \cdot 56 \cdot 1,2 \cdot 0,3 \cdot 1 = 1,7 \left( \frac{\text{т}}{\text{час}} \right)$$

Таким образом, расчётная производительность ранее выбранного по диаметру шнека

$$Q = 1,7 \left( \frac{\text{Т}}{\text{час}} \right) > 1,5 \left( \frac{\text{Т}}{\text{час}} \right)$$

Принимаем к дальнейшему расчёту шнек с параметрами:

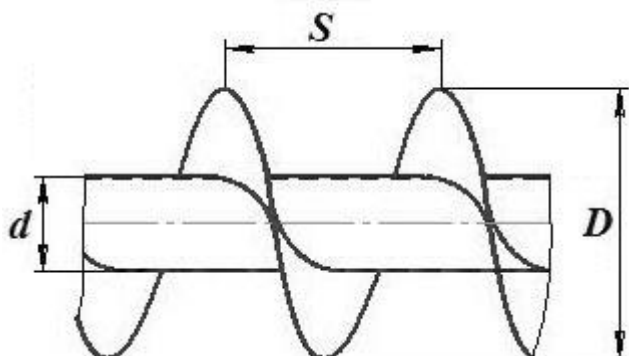


Рисунок 2 - Эскиз шнека

производительность, кг/с ( <i>т/час</i> )	<i>Q</i>	0,47 (1,7)
диаметр шнека, <i>м</i>	<i>D</i>	0,15
шаг винта, <i>м</i>	<i>S</i>	0,8
частота вращения шнека, $s^{-1}$ ( <i>об/мин</i> )	<i>n</i>	0,93 (56)

### Определение скорости транспортирования материала.

Рассчитаем скорость транспортирования материала по формуле:

$$V = \frac{S \cdot n}{60} = \frac{0,08 \cdot 56}{60} = 0,075 \left( \frac{\text{М}}{\text{с}} \right) \quad (4)$$



## 2 Конструктивный расчёт

### 2.1. Компоновка дозатора.

Шнек при работе испытывает значительную осевую силу направленную противоположно перемещению материала.

Кроме того, предполагается, что шнек может подвергаться температурному удлинению вследствие того, что материал может поступать на дозирование из бункера в горячем виде (до 100 °С).

Исходя из этих предпосылок, выбираем основной опорный подшипниковый узел – сдвоенные радиально-упорные конические роликовые подшипники, второй узел – плавающий радиально упорный шариковый подшипник.

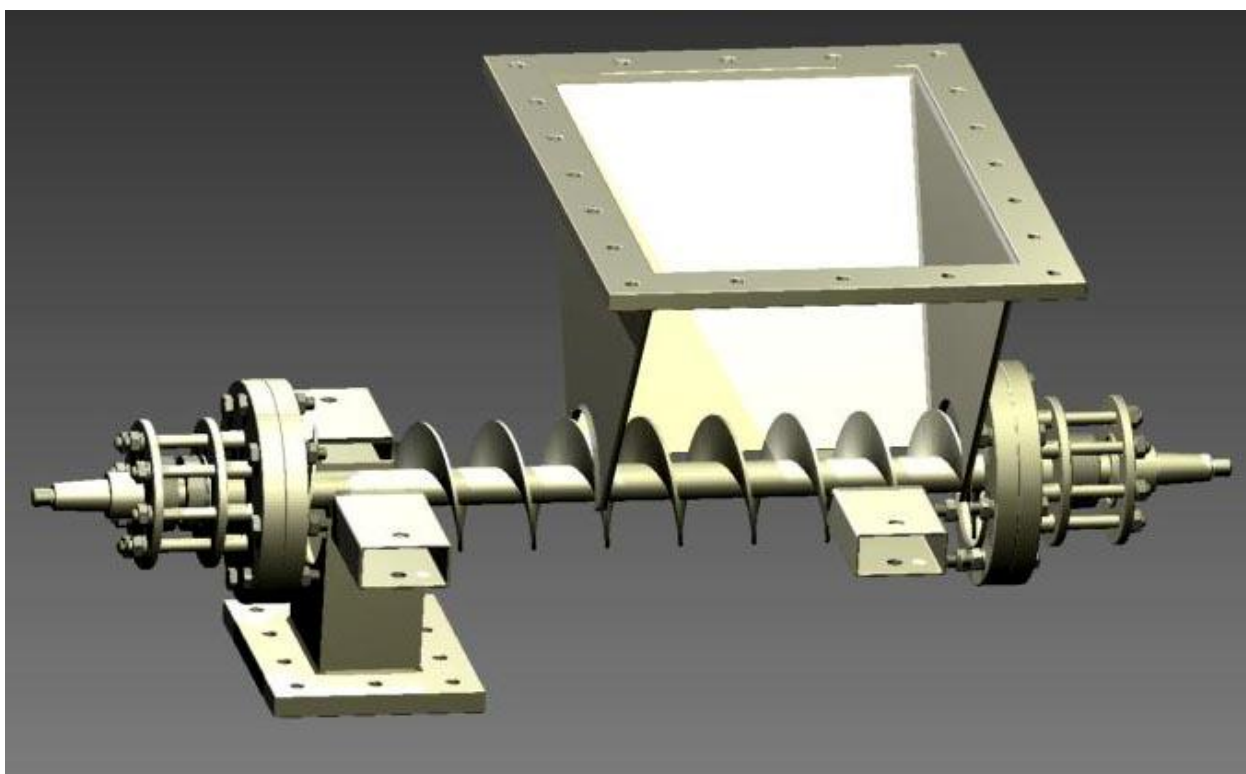


Рисунок - Эскиз компоновки шнекового питателя

## 2.2 Определение мощности.

Определим мощность необходимую для работы дозатора в штатном режиме по формуле [3]:

$$N = \frac{QL}{367\eta} (w \pm \sin\beta) \quad (5)$$

где:

$L$  – длина шнека, м; Примем её конструктивно 0,6 (м)

$w$ – коэффициент сопротивления при движении материала определяется по таблице 3 [3]

$\eta$ - к.п.д. привода. Для мотор-редуктора, который предполагается взять в качестве привода, составляет 0,78.

Таблица 3 - Коэффициент сопротивления при движении материала по желобу

Материал	$w$
Сухой неабразивный (зерновые продукты, мука, древесные опилки, угольная пыль)	1,2
Влажный неабразивный (сахар-рафинад, сырой солод, хлопковые семена)	1,2
Полуабразивный (сода, кусковой уголь, поваренная соль)	2,5
Абразивный (гравий, песок, цемент)	3,2
Сильно абразивный и липкий (зола, формовочная земля, известь, сахарный песок сырой, сера)	4,0

Дозатор транспортирует материал, который абразивный и липкий. Принимаем коэффициент сопротивления при движении груза по желобу

$$w = 4,0$$

Мощность при установившейся работе будет равна:

$$N = \frac{QL}{367\eta} (w \pm \sin\beta) = \frac{1,7 \cdot 0,6}{367 \cdot 0,78} \cdot 4 = 0,014(\text{кВт})$$

Полученное значение мощности, хотя и является расчетным по рекомендованной формуле, тем не менее вызывает «инженерное» недоверие. Анализи-

руя имеющуюся информацию, а в частности, прайс-листы предприятий производителей аналогичного оборудования (например – ООО«Строй тех Плюс» Таб.4)

Таблица 4 - Технические характеристики винтовых транспортеров производства

ООО «Строй тех Плюс»

<b>Показатели</b>	<b>Ед. изм.</b>	<b>ВКБ-6-273</b>	<b>ВКС-6-219</b>	<b>ВКМ-6-159</b>
Производительность	м <sup>3</sup> /час	7-12	6.0-8.9	3-5
Угол подъема шнека	град.	0-40	0-40	0-45
Диаметр трубы	мм	273	219	157
Длина рабочей части L раб	м	1-6	1-6	1-6
Длина общая цельного L общ	м	1,5-6,5	1,5-6,5	1,5-6,5
Длина общая разъемного L общ	м	6,5-12	6,5-10	6,5-10
Скорость вращения винта	об/мин	80-93,3	80-93.3	80-93.3
Шаг винта	мм	180	150	120
Привод		NMRV	NMRV	NMRV
Мощность	кВт	5,5	4	2
Напряжение	вт	380	380	380
Крутящий момент	Нм	490	374	187
Опорные подшипники	шт/№	3/180309	3/180309	3/180309
Опорный подшипник разъемного узла	шт/№	1/1206	1/1208	1/1209

Примем в качестве приводного, мотор-редуктор марки 4МЦ2С 80-56-2,2 по ТУ2.056.0221595.13-91, со следующими техническими характеристиками:

частота вращения выходного вала , <i>об/мин</i>	<i>n</i>	56
момент на выходном валу, <i>Н·м</i>	<i>M</i>	36 0
установленная мощность электродвигателя, <i>кВт</i>	<i>N<sub>y</sub></i>	2,2

## 2.3. Расчет вала.

### 1. Диаметр вала.

Диаметр вала шнека в соответствии с рекомендациями [ ], рассчитывается по упрощенной формуле:

$$d \approx 0,035 + 0,1D \approx 0,035 + 0,1 \cdot 0,15 \approx 0,05 \text{ (м)} \quad (6)$$

Следует отметить, что рассчитанный по данной формуле диаметр вала принимается для полых валов изготовленных из стальных труб.

Исходя из максимально возможной мощности, которая может передаваться на вал шнека – это мощность от мотор-редуктора, диаметр вала определяется по формуле [6]:

$$d = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{N_p}{n}} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,72}{56}} = 3,1 \text{ (см)} \quad (7)$$

где:

$N_p = N \cdot \eta = 2,2 \cdot 0,78 = 1,72$  (кВт) – мощность на выходном валу с учетом КПД мотор-редуктора;

$n$  - частота вращения выходного вала, *об/мин*

Примем минимальный диаметр вала 32 (мм)

### 2. Проверка вала на прочность.

Вал шнека подвержен действию крутящего момента, изгибающего момента. Исходя из рекомендаций [ ], для шнеков, установленных в трубе, с разнесенными опорами, если длина вала шнекового дозатора менее 1 м., и диаметр менее 300 мм, то вал проверяется только на кручение, без учёта изгибающего момента. Так как момент со стороны материала заведомо кратно меньше момента со стороны привода, а диаметр вала рассчитывался в первом приближении исходя из момента со стороны привода, то такой вал проверке на прочность не подлежит.

## 2.4. Выбор подшипников.

Действующая на вал шнека осевая сила рассчитывается по формуле:

$$P_o = \frac{M_{кр}}{r_o \cdot \tan(\alpha + \beta)} \quad (8)$$

Где:

$P_o$  – осевая сила, (Н)

$M_{кр}$  – крутящий момент, (Н · м)

$r_o$  – радиус, на который приложена осевая сила, (м)

$\alpha$  – угол подъема винтовой линии, (град)

$\beta$  – приведённый угол трения перемещаемого материала, (град)

$$r_o = (0,7 \div 0,8) \frac{D}{2} \approx 0,75 \cdot \frac{0,15}{2} = 0,0563 \text{ (м)} \quad (9)$$

$$\tan \alpha = \frac{S}{2\pi r_o} = \frac{0,08}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0563} = 0,226 \Rightarrow \alpha = 12,85^\circ \quad (10)$$

Приведенный угол трения перемещаемого материала зависит как от угла подъема винтовой линии, так и от коэффициентов трения материала о стенки трубы и лопасти винта. Коэффициенты определяются экспериментально. Из-за отсутствия таких данных, примем значение приведённого угла как для цемента:

$$\beta = 33^\circ$$

Осевая сила составит:

$$P_o = \frac{M_{кр}}{r_o \cdot \tan(\alpha + \beta)} = \frac{360}{0,0563 \cdot \tan(12,85 + 33)} = 6207,4 \text{ (Н)}$$

Поперечная сила действующая на вал рассчитывается по формуле:

$$R = P_o \cdot \tan(\alpha + \beta) \frac{l}{L} \quad (11)$$

где:  $l$  – расстояние между опорами, (м)

$L$  – общая длина вала между крайними опорами, (м)

Так как проектируемый шнековый дозатор – двухопорный, то:

$$R = P_o \cdot \tan(\alpha + \beta) \frac{l}{L} = 6207,4 \cdot \tan(12,85 + 33) \cdot 1 = 6394,4 \text{ (Н)}$$

Причем сила  $R$  не сосредоточена в одном сечении, а распределена между всеми витками в пролете.

Исходя из принятой практики, выбираем в качестве опор , конические роликовые подшипники 7207 по ГОСТ 333:

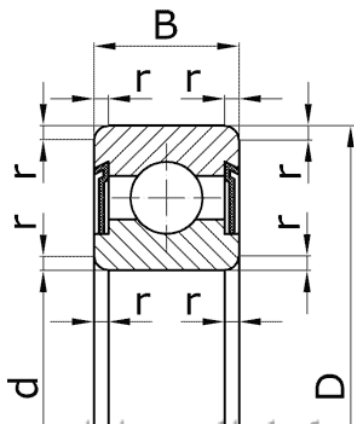
Так как подшипник способен воспринимать осевую нагрузку только в одном направлении, а при работе шнекового дозатора возможно кратковременное реверсирование (значит и обратнаправленное приложение нагруз-

	Внутренний диаметр подшипника	$d$	35	мм
	Наружный диаметр подшипника	$D$	72	мм
	Высота подшипника	$T$	18,25	мм
	Ширина наружного кольца подшипника	$B$	15	мм
	Ширина внутреннего кольца подшипника	$C$	17	мм
	Радиус монтажной фаски подшипника	$r$	2,0	мм
	Статическая грузоподъемность	$C_0$	26000	Н
	Динамическая грузоподъемность	$C$	38500	Н
Масса подшипника	$m$	0,33	кг	

Рисунок 3 - Эскиз шарикоподшипника 7207 и его параметры

ки) а так же исходя из того, что монтаж конических подшипников требует обеспечение предварительного осевого натяга в подшипнике, опорный узел будет спроектирован из двух подшипников 7207.

Вторая опора – плавающая, в связи с этим, воспринимает только радиальную нагрузку. Для этой опоры принимаем шариковый подшипник с двухсторонним уплотнением 180207 по ГОСТ 8882-75

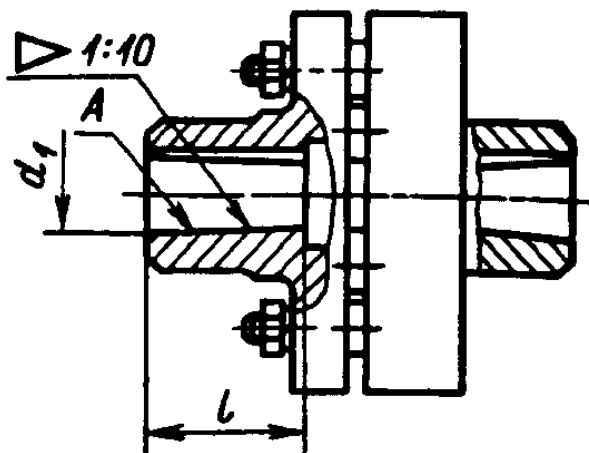


Внутренний диаметр подшипника	$d$	35	мм
Наружный диаметр подшипника	$D$	72	мм
Ширина подшипника	$B$	17	мм
Радиус монтажной фаски подшипника	$r$	2,0	мм
Статическая грузоподъемность	$C_0$	13700	Н
Динамическая грузоподъемность	$C$	25500	Н
Масса подшипника	$m$	0,290	кг

Рисунок 4 - Эскиз шарикоподшипника 180207 и его параметры

## 2.5. Выбор муфт.

Для снижения нагрузок на подшипники, редуктор и электродвигатель выбираем упругую втулочно-пальцевую муфту 500-35-3-У3 ГОСТ 21424-93.



$d_1, \text{ мм}$  35

$D, \text{ мм}$  170

$l, \text{ мм}$  85

Рисунок 5 - Эскиз пальцевой муфты

Перо шнека принято рассчитывать на толщину, по схеме как круглую пластину закрепленную в центре, с равномерно распределённой по площади нагрузкой. Изучение литературы [ , ] показало, что при проектировании транспортирующих шнеков для сыпучих материалов, при диаметрах шнека до 250 мм., толщина пера шнека более 2 мм. всегда оказывается удовлетворяющей условиям прочности. В связи с этим, для нашего шнека толщина пера не рассчитывается, а принимается 3 мм.



Изготовление шнековой ленты довольно сложная расчётно-технологическая операция, требующая изготовления специальной оснастки. При штучном изготовлении, пойдём по пути изготовления шнека сегментами, называемыми так же в литературе – «пером шнека», представляющими из себя по существу – один виток шнека. Перо шнека изготавливается из листовой заготовки (Рис. 6), путём растягивания разрезанной в одном месте плоской шайбы на требуемый шаг. Размеры заготовки необходимо высчитать. Развернув внешнюю линию шнека в плоскость, получим прямоугольный треугольник, в котором: один из катетов представляет из себя развёртку (длину окружности) внешнего диаметра шнека, второй катет – шаг шнека, а гипотенуза – длину внешней винтовой линии шнека.

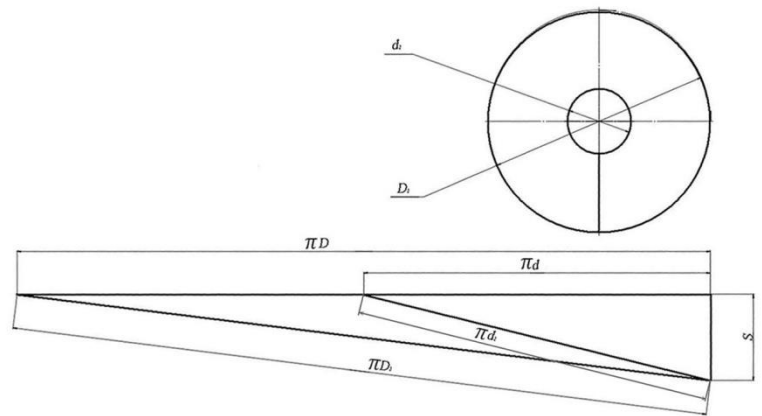


Рисунок 6 - К расчёту развёртки пера шнека.

Произведём расчёт развёртки пера шнека. См. Рис.6

$$D = 150 \text{ мм}, d = 37 \text{ мм}, s = 80 \text{ мм}.$$

$$D_1 = \frac{\sqrt{s^2 + (\pi D)^2}}{\pi} = \frac{\sqrt{80^2 + (\pi \cdot 150)^2}}{\pi} = 152,1 \text{ мм.} \approx 154 \text{ мм}$$

$$d_1 = \frac{\sqrt{s^2 + (\pi d)^2}}{\pi} = \frac{\sqrt{80^2 + (\pi \cdot 37)^2}}{\pi} = 44,9 \text{ мм.} \approx 45 \text{ мм.}$$

Внешний диаметр заготовки пера шнека был округлён в большую сторону, что бы после изготовления шнека была возможность проточить его по диаметру. Внутренний диаметр в расчёте был взят не 35 (как диаметр вала на кото-

рый перо будет установлено), а 37 мм., так как при растягивании пера шнека произойдёт поворот торца пластины и заужение диаметра против расчётного.

В ходе выполненных расчетов были определены основные размеры и характеристики шнекового дозатора. Был проведен анализ производительности и мощности зависимости от числа оборотов. Выбран и проверен запас прочности вала шнека. Также были приведен выбор подшипников, муфт редуктора.

В результате рассчитан шнековый дозатор с диаметром шнека 150 мм., шагом 80 мм, выдающий заданную производительность до 1,7 т/ч при 56 оборотах в минуту. Скорость транспортирования равна 0,075 м/с.

### **3 Расчёт гранулятора.**

#### **3.1. Технологический расчёт.**

Гранулятор данного типа относится к оборудованию методик технологического расчёта которого пока нет.

Геометрические размеры гранулятора находятся экспериментально или исходя из аналогии по ранее изготовленным образцам. Ранее, был изготовлен и апробирован аналогичный гранулятор для гранулирования грунтовых смесей, состоящих из смеси чернозёма, песка, торфа и других компонентов. При грануляторе изготовленном из трубы диаметром 219 и длине 1,5 метра, гранулятор показал производительность от 1,2 до 2,5 тонны в час при частоте вращения вала от 500 до 1000 об./мин. Потребляемая мощность составляла от 0,75 до 2,2 кВт.

Выявленные в конструкции взятой за прототип недостатки, учтены и устранены. А в частности:

1. Полый (изготовленный из трубы 42x5,0 ст. 20 ГОСТ 8732-78) вал решено заменить на цельный диаметром 50 мм. с целью скомпенсировать дисбаланс от несимметричности развесовки вала в сборе и вызываемого этим вибрациям, путём добавления дополнительного веса на оси вращения.

2. Подшипниковые узлы выносятся на расстояние относительно крышек гранулятора, что позволит отказаться от уплотнения вала в крышках. Во избежание перетока пылевидного материала по валу в подшипниковые узлы, между

крышками гранулятора и подшипниковыми узлами на вал предлагается установить в натяг шайбы из резины.

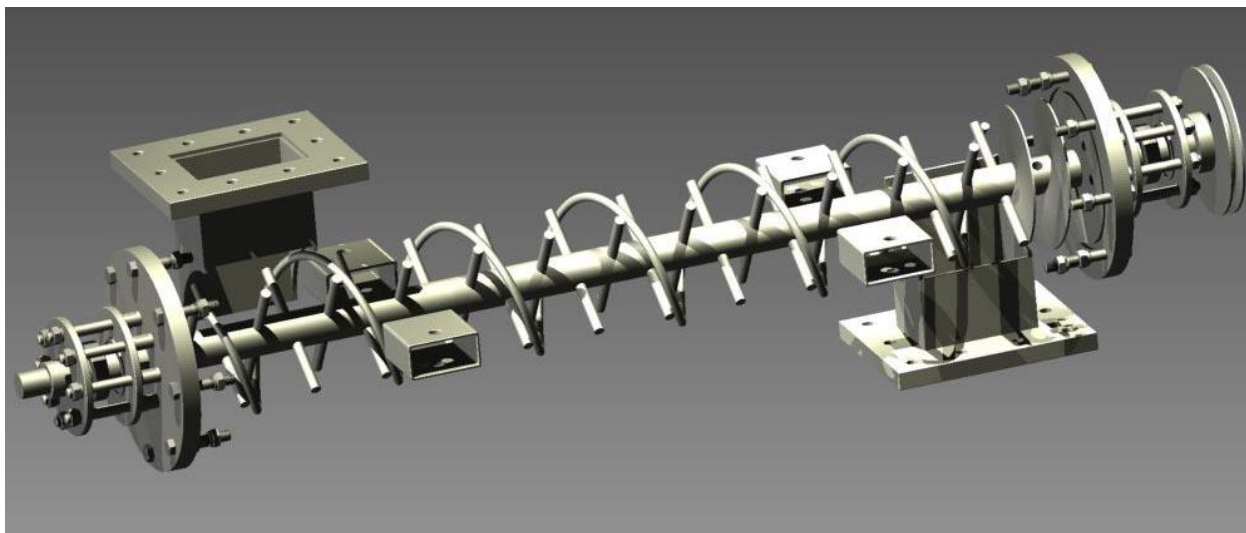


Рисунок - 3D эскиз компоновки гранулятора.

## 4 Механический расчёт.

### 4.1. Проверка вала гранулятора на виброустойчивость.

Вал изготовлен из стали 20. Вал однопролётный.

Схема гранулятора приведена на Рис.7

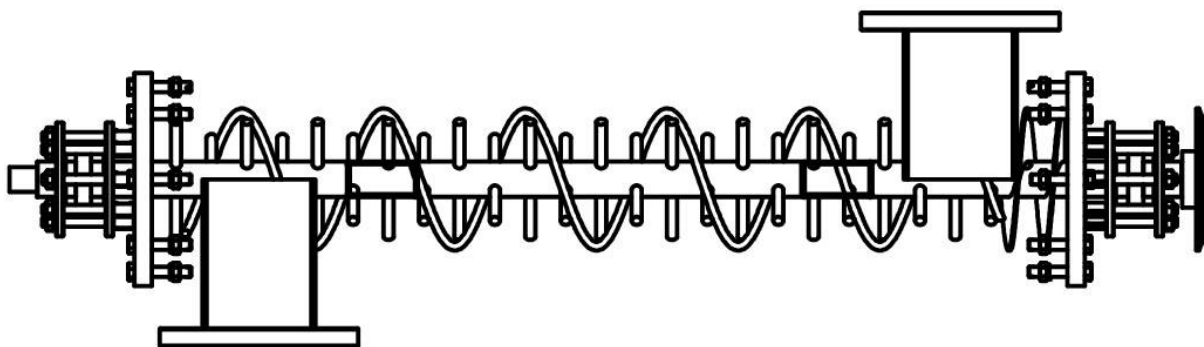


Рисунок 7 - К расчёту вала.

Вал гранулятора вращается от электродвигателя АИР90L4 через клиноременную передачу с понижающим передаточным отношением  $z=1,87$

Технические характеристики электродвигателя АИР 90L4

Двигатель	Мощность, кВт	Номинальная частота вращения, об/мин	Номинальный ток при напряжении 220/380В, А	Номинальный крутящий момент, Н*м	КПД, %	Cos φ	Iпуск/Iном	Mпуск/Mном	Mмакс/Mном	Mмин/Mном	Масса, кг
АИР90L4*	2,2	1420	9,2/5,4	14,8	79,7	0,79	6,0	2,0	2,4	2,0	18

Номинальный крутящий момент развиваемый двигателем 14,8 Н\*м. С учётом передаточного отношения, момент на валу гранулятора составит:

$$M_{\Gamma} = M_{\text{д}} \cdot z = 14,8 \cdot 1,87 = 27,7 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

Проверим условие статической прочности вала на кручение рассчитываемое по формуле:

$$D \geq \sqrt[3]{\frac{M_{\Gamma}}{3,14[\tau]}} \geq \sqrt[3]{\frac{27,7}{3,14 \cdot 100 \cdot 10^6}} \geq 0,014 \text{ (м)}$$

30(мм)>14(мм), где 30 – минимальный диаметр вала гранулятора (под шкивом).

Таким образом, условие статической прочности для вала выполняется.

Для расчёта диаметра штырей гранулятора примем за расчётную схему: чистый изгиб консольной балки. В качестве максимально возможной на стержень нагрузки примем, что стержень осуществляет сдвиг мокой уплотнённой глины. Из [СНиП 2.05.02-85], сопротивление сдвигу составляет 0,024-0,032 МПа. Диаметр штыря не известен. Рис. ....Примем в первом приближении диаметр 20 мм. и толщину слоя глины сдвиг в которой осуществляется

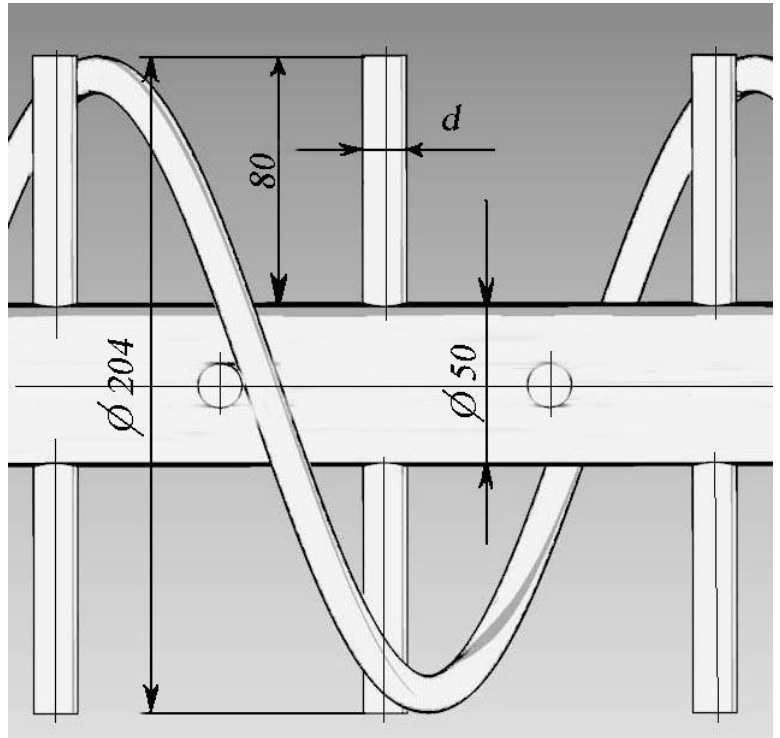


Рисунок 8 - К расчёту диаметра штыря.

штырём – 20 мм.

Сосредоточенная силу считаем приложенной к концу стержня, т.е. на расстоянии 0,102 м. от оси вращения вала гранулятора.

Таким образом, сосредоточенная сила на конец стержня будет:

$$F = \frac{\sigma_{\text{сл}}}{d \cdot \delta} = \frac{0,032}{0,02 \cdot 0,02} = 80 \text{ (H)}$$

Рассмотрим балку длиной  $l$  заземленную одним концом и находящуюся под действием сосредоточенной силы  $F = 80 \text{ (H)}$ ,  $l = 0,08 \text{ (м)}$  (рис. ).

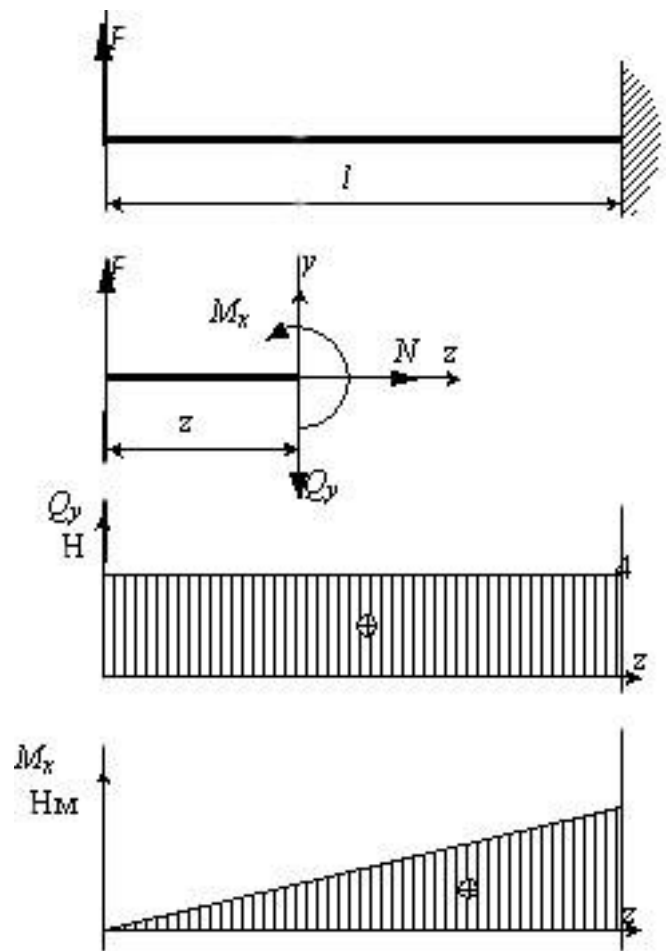


Рисунок 9 - Эпюры к расчёту штырей гранулятора.

Определим внутренние силовые факторы, возникающие в балке методом сечений.

Рассечем балку поперечным сечением в произвольном месте. Отбросим правую часть.

Заменяем ее действие внутренними усилиями  $N$  - вдоль оси  $z$ ,  $Q_y$  - вдоль оси  $y$  и моментом  $M_x$  - в плоскости осей  $yz$  вокруг оси  $x$ . На рис.6.17 в соответствии с принятым правилом знаков показаны положительные направления внутренних силовых факторов.

Уравновесим отсеченную часть. Запишем уравнения статического равновесия, получим

$$\sum z = 0, \quad N = 0$$

$$\sum y = 0, \quad F - Q_y = 0, \quad Q_y = F$$

$$\sum m_x = 0, \quad M_x - Fz = 0, \quad M_x = Fz$$

Из первого уравнения видно, что нормальная сила  $N$  при изгибе равна нулю.

Построим эпюры поперечной силы  $Q_y$  и изгибающего момента  $M_x$  вдоль длины балки. Поперечная сила постоянна по всей длине балки и равна  $Q_y = F = 80$  Н. Отложим на графике линию параллельную оси  $z$ .

Изгибающий момент  $M_x$  изменяется в зависимости от расстояния  $z$ . Вычислим его значение в двух точках: в начале  $z = 0$  и в конце балки  $z = l = 0,08$  м.

$$z = 0 (M_x = 0);$$

$$z = 0,08 \text{ м} (M_x = 6,4 \text{ Н}\cdot\text{м}).$$

Построим по точкам график  $M_x$ .

По эпюрам  $Q_y$  и  $M_x$  определяется опасное сечение, т.е. сечение в котором может произойти разрушение.

*Опасным сечением называется сечение*, в котором изгибающий момент достигает наибольшего по модулю значения.  $M_{x\max} = \max |M_x|$ .

В некоторых случаях опасным сечением может быть также сечение, где наибольшего значения достигает поперечная сила  $Q_{y\max} = \max |Q_y|$ . В данном случае опасным является место закрепления балки.

#### 4.2. Определяем требуемый диаметр поперечного сечения стержня.

Условие прочности по нормальным напряжениям имеет вид:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_x}{W_x} \leq [\sigma]$$

где  $W_x$  – момент сопротивления балки при изгибе. Для балки круглого поперечного сечения он равен:

$$W_x = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0,1d^3$$

Тогда требуемый диаметр штыря определяется по формуле

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{|M_x|}{0,1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{6,4}{0,1 \cdot 143,5}} = 0,76 \text{ (см)} = 7,6 \text{ (мм)}$$

Принимаем по конструктивным соображениям минимальный диаметр стержня (штыря) 14 мм.

Конструктивные элементы (штыри) имеют одинаковую массу, симметричны относительно оси вала и расположены равномерно по длине вала, то в качестве расчётной схемы примем расчётную схему «стержень на двух шарнирных опорах с равномерно распределённой массой»:

$$m_{\text{л}} = \frac{(m_{\text{вала}} + n \cdot m_{\text{штыря}} + m_{\text{спирали}})}{L}$$

Где:

$m_{\text{л}}$  - удельная масса вала, кг/м;

$m_{\text{вала}}$  - масса вала, кг.;

$m_{\text{штыря}}$  - масса одного штыря, кг;

$m_{\text{спирали}}$  - масса спирали, кг;

$n$  - количество штырей, шт;

$L$  - длина вала, м.

$$d_{\text{вала}} = \frac{\pi d_{\text{в}}^2 L}{4} \rho = \frac{3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 1,35}{4} \cdot 7800 = 20,7 \text{ (кг)}$$

$$m_{\text{штыря}} = \frac{\pi d_{\text{ш}}^2 l_{\text{ш}}}{4} \rho = \frac{3,14 \cdot 0,014^2 \cdot 0,155}{4} \cdot 7800 = 0,19 \text{ (кг)}$$

$$m_{\text{спирали}} = \frac{\pi d_{\text{сп}}^2 l_{\text{сп}}}{4} \rho = \frac{3,14 \cdot 0,012^2 \cdot 4}{4} \cdot 7800 = 3,5 \text{ (кг)}$$

Где:

$l_{\text{ш}}, l_{\text{сп}}$  - длина штыря и спирали, м;

$d_{\text{в}}, d_{\text{ш}}, d_{\text{сп}}$  - диаметр вала, штыря и спирали, м;

$\rho$  - плотность стали, кг/м<sup>3</sup>.

$$m_{\text{л}} = \frac{(20,7 + 26 \cdot 0,19 + 3,5)}{1,35} = 21,6 \left( \frac{\text{кг}}{\text{м}} \right)$$



Угловая критическая скорость вала рассчитывается по формуле:

$$\omega_{кр} = \left(\frac{\alpha_1}{L}\right)^2 \sqrt{\frac{EI}{m_{\text{л}}}}$$

Где:

$\alpha_1$  - корень частотного уравнения определяемый по графику Рис.

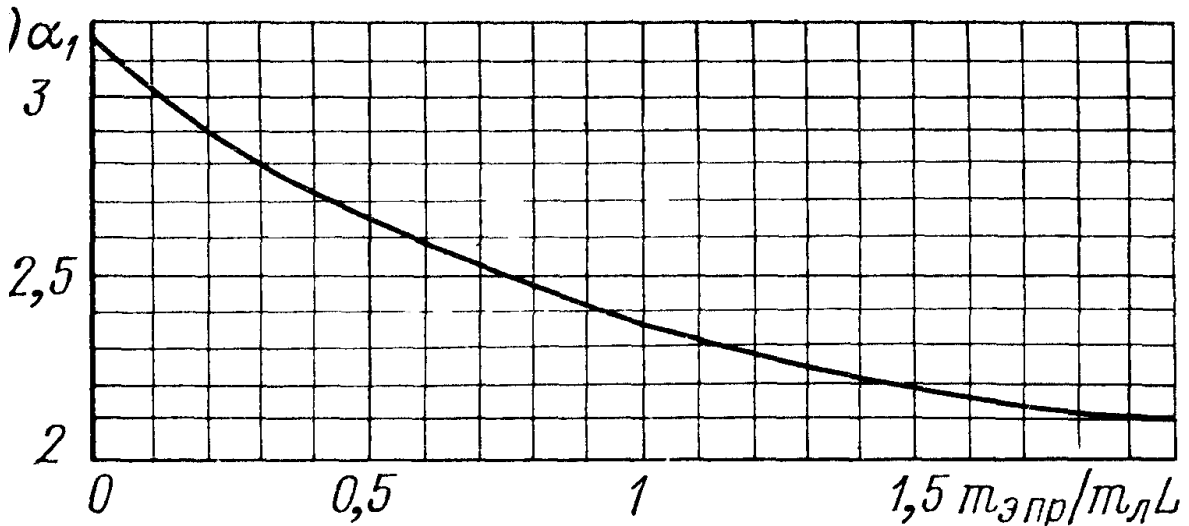


Рисунок 10 - Корень частотного уравнения.

$m_{\text{э.пр}}$  - приведенная к середине вала масса закреплённых на валу элементов, кг;

$I$  - момент инерции вала,  $\text{м}^4$ ;

$E$  - модуль упругости материала вала, Па.

$$m_{\text{э.пр}} = n \cdot m_{\text{штыря}} + m_{\text{спирали}} = 26 \cdot 0,19 + 3,5 = 8,44 \text{ (кг)}$$

$$\frac{m_{\text{э.пр}}}{m_{\text{л}}L} = \frac{8,44}{29,14} = 0,29$$

$$I = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 0,05^4}{64} = 30,66 \cdot 10^{-8} \text{ (м}^4\text{)}$$

$$\begin{aligned} \omega_{кр} &= \left(\frac{2,79}{1,35}\right)^2 \sqrt{\frac{1,99 \cdot 10^{11} \cdot 30,66 \cdot 10^{-8}}{21,6}} \\ &= 227,8 \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}}\right) \end{aligned}$$

$$\frac{\omega}{\omega_{кр}} = \frac{74,3}{227,8} = 0,326 < 0,7 \text{ Следовательно условие виброустойчивости ва-}$$

ла гранулятора выполняется с запасом.

## **5 Социальная ответственность.**

Социальная ответственность - ответственность перед людьми и данными им обещаниями (обязательствами), Это самое распространенное понимание ответственности, и при строгом рассмотрении любые другие виды ответственности являются формой социальной ответственности.

В данном дипломном проекте разрабатывается установка получения гранул . Объем помещения для данной установки составляет  $600 \text{ м}^3$  (высота помещения 10 м). Общий объем производственного помещения на каждого работающего по нормам ТР ФЗ 384 должен быть не менее  $15 \text{ м}^3$ , а площадь не менее  $4,5 \text{ м}^2$ . В цехе по производству гранул объем производственного помещения на одного работающего составляет  $300 \text{ м}^3$ , а площадь  $30 \text{ м}^2$ .

Для получения гранул спроектирован и установлен гранулятор-смеситель ТГ-1 . Весь аппарат изолирован от контакта со средой помещения, но даже в аппаратах закрытого типа источником выделения мелкодисперсной пыли является нарушение герметичности аппаратов при открывании люков для загрузки или выгрузки сырья, или для визуального контроля. При эксплуатации установки существуют опасности, связанные с воздействием вибрации, электрического тока, движущихся частей аппарата.

### **5.1.Производственная санитария.**

#### **Характеристика применяемых веществ.**

Исходным сырьем для производства гранул является мелкодисперсная пыль (Пыль неорганическая: 70-20% двуокиси кремния). На здоровья персонала она влияет как мелкодисперсный порошок , который вызывает раздражающее и фиброгенное действие. Предельно допустимая концентрация  $0,3 \text{ мг/м}^3$ . Класс опасности 3 (малоопасные). Также в технологическом процессе используется вода.

Мероприятия по защите от вредных веществ:

- 1) Герметизация оборудования за счет применения уплотнений;
- 2) Механизация и автоматизация процессов загрузки и выгрузки порошка;
- 3) Приточно-вытяжная вентиляция производственного помещения (с кратностью не менее  $5 \text{ ч}^{-1}$ );
- 4) Контроль состояния воздуха в помещении;

## 5) Применение средств индивидуальной защиты:

### 5.1) Защита органов дыхания:

- для защиты от пыли применяют противоаэрозольные респираторы бесклапанного типа одноразового пользования – «Лепесток»;
- наличие в цехе пневмошлема и пневмокаска для защиты органов дыхания в условиях повышенной концентрации пыли.

### 5.2) Защита органов зрения [6]:

- для защиты органов зрения от мелкодисперсных частиц пыли (при его транспортировке и загрузке) применяют защитные очки (типа ЗН1, ЗП8, ЗН3 и ЗН4);

### 5.3) Защита кожных покровов:

Для защиты кожных покровов от вредного воздействия мелкодисперсных порошков и воды применяют перчатки и рукавицы (хлопчатобумажные, льняные, резиновые). Для защиты от воды перед работой и после обеденного перерыва обязательно наносят на руки гидрофобную мазь или пасту (силиконовый крем, паста ИЭР 2, цинкостеариновая мазь), основой которых являются масла, эфиры, парафин;

## **5.2. Микроклимат производственного помещения.**

Метеорологические условия рабочей среды (микроклимат) оказывает влияние на процесс теплообмена и характер работы. Как было указано ранее, микроклимат характеризуется температурой воздуха, его влажностью и скоростью движения, а также интенсивностью теплового излучения. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшает его самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям.

Для выполнения работ средней тяжести Пб, которые ведутся в данном помещении, оптимальными, в соответствии с Сан ПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», являются следующие условия:

#### Результаты измерений:

Наименование фактора	Фактическое значение	Значение по нормам	Класс условий труда	Время пребывания (часов)
<b>Помещение</b>		Категория - 1а	<b>2</b>	<b>1</b>
Температура воздуха, гр.С	20,3	20-25	2	
Скорость движения воздуха,	0,02	0-0,1	1	
Влажность воздуха, %	31,2	15-75	2	
<b>Улица</b>		Категория -	<b>3.2</b>	<b>7</b>
Температура воздуха, гр.С	-17,8	-13,7	3.2	

Примечание: Измерения проводились троекратно, в протокол заносились средние значения.

Мероприятия по нормализации параметров микроклимата:

1. Автоматизация погрузочных (разгрузочных) работ, выполнение которых сопровождается избыточным теплообразованием в организме человека.
2. В цехе существуют места для отдыха рабочих. Они размещены вблизи рабочих мест и обеспечивают защиту от вредных для организма факторов.
3. Для предупреждения простудных заболеваний у входа в цех оборудованы тамбуры и защитные стенки – для предохранения от сквозняков, воздушные тепловые завесы – для защиты рабочих помещений от проникновения больших масс холодного воздуха через ворота производственных зданий и часто открываемые двери.
4. Существуют системы приточно-вытяжной вентиляции и парового отопления.

### 5.3. Освещение.

Работа выгрузчика пыли состоит в наблюдении и контроле за ходом технологического процесса и своевременном обнаружении отклонений от нормального режима. Поэтому на рабочих местах требуется рациональное производственное освещение, что обеспечивает психологический комфорт, предупреждает зрительную и общую утомляемость и профессиональные заболевания глаз человека.

В производственных помещениях в зависимости от источника света применяют два вида освещения: естественное и искусственное. Обычно их используют совместно, что создает систему совмещенного освещения. В данном цехе по производству гранул применяется:

## Результаты измерений:

Наименование измеряемых параметров, рабочей поверхности	Фактическое значение	Значение по нормам	Величина отклонения	Класс условий труда	Тип ламп	Время пребывания (часов в смену)
Помещение		VI			ЛЛ	I
КЕО, %	2	0,5/0,5	-	2		
Освещенность (общая), лк	170	150	-	2		
Коэффициент пульсации, %	20	20	-	2		
Улица		X			ДРЛ	
Освещенность (общая), лк	34	30	нет	2		

Примечание: В числителе приведена норма КЕО для оценки вредности по естественному освещению, в

знаменателе — для оценки необходимости повышения освещенности от искусственного освещения при недостаточности естественного. Измерения проводились трехкратно, в протокол заносились средние значения.

Примечание: В числителе приведена норма КЕО для оценки вредности по естественному освещению, в

знаменателе — для оценки необходимости повышения освещенности от искусственного освещения при недостаточности естественного. Измерения проводились трехкратно, в протокол заносились средние значения.

Из соотношения видно, что естественного освещения достаточно.

При естественном освещении следует избегать попадания прямых солнечных лучей в помещение и особенно на рабочие поверхности пультов и щитов.

## 2 Искусственное освещение [6].

Искусственное освещение может быть общим, местным и комбинированным. Так как в цехе не требуется выполнение точных зрительных работ, то применяется общее освещение, которое обеспечивает требуемые условия ви-

димости по всей освещаемой площади в результате равномерного расположения газоразрядных ламп на относительно большой высоте.

Оптимальный уровень освещенности интерьера цеха зависит от характера работ выполняемых аппаратчиком, и составляет по СНиП 23-05-95: для считывания показаний приборов 200 лк (зрительные работы IV разряда).

При организации искусственного освещения, так же как и при организации естественного освещения, необходимо избегать появления бликов.

## **5.4.Вентиляция и отопление.**

Вентиляция является важным средством создания нормальных санитарно-гигиенических условий на химических производствах. Движение воздуха имеет большое значение для теплорегуляции организма. При движении воздуха (даже при неизменной его температуре) резко увеличивается теплоотдача с поверхности тела путем конвекции, что снижает температуру кожи. Несмотря на герметизацию и теплоизоляцию аппаратуры, в воздух производственного помещения выделяются вредные и взрывоопасные пары, пыль, избытки тепла и влаги. Чтобы устранить эти выделения и довести их содержание в воздухе до ПДК, применяют вентиляцию.

Мероприятия по нормализации вентиляции и отопления

1. Предусмотрены устройства воздухозабора для приточных систем из мест, исключающих попадание в систему вентиляции взрывоопасных паров и газов во всех режимах работы производства.

2. Организованная естественная вентиляция, или аэрация, обеспечивает воздухообмен в требуемых объемах и регулируемый в соответствии с метеорологическими условиями.

3. Устройства выбросов воздуха от систем общеобменной и аварийной вентиляции обеспечивает эффективное рассеивание и исключает возможность взрыва в зоне выброса и образование взрывоопасных взвесей над территорией предприятия.

4. Для систем аварийной вентиляции предусмотрено их аварийное включение по срабатыванию установленных в помещении сигнализаторов до взрывных концентраций или от газоанализаторов при превышении ПДК взрывоопасных пылей.

5. В системах вентиляции предусмотрены меры и средства, исключающие попадание взрывоопасных паров и газов по воздуховодам из одного помещения в другое.

6. В помещениях управления и в производственных помещениях предусмотрена сигнализация об исправной работе вентиляционных систем.

7. Существует паровое отопление совмещенное с приточной вентиляцией.

### 5.5. Шум.

Источником шума в цехе получения гранул являются циклоны, электродвигатели, вентиляция. Шум влияет на весь организм человека, вызывая быструю утомляемость, снижение работоспособности, раздражительность, нарушение сна. Длительное воздействие шума приводит к нарушению правильного функционирования слуховых органов и к глухоте. В соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» величина уровня звука в производственных помещениях не должна превышать 80 дБ (в два раза больше уровня шума нормальной речи) [14].

Рабочее место *выгрузчика пыли*

Результаты измерений:

Место проведения измерений	Измененная величина уровня звука, дБ А	Время воздействия, часов
Циклоны	86	8

Наименования фактора	ПДУ	Фактическое значение	Величина отклонения
Эквивалентный уровень звука (дБ <sup>4</sup> )	80	86	6

Мероприятия по защите от шума [6]:

1. Вокруг циклонов, электродвигателей установлены звукоизолирующие экраны.

2. Индивидуальные. СИЗ от шума являются ушные вкладыши, наушники и шлемофоны. Ушные вкладыши – антифоны, вставляют в слуховой канал уха. Наиболее известными являются вкладыши «Беруши» (снижают уровень звукового давления на 10...15 дБ). На участке помола применяют также наушники и противозумные каски ВЦНИОТ-2, которые снижают уровень звукового давления на 7...38 дБ в диапазоне частот 125...8000 Гц [14];

## **5.6. Вибрация.**

При производстве гранул на бункер запаса пыли установлены 2 вибратора .

Вибрация представляет собой процесс распространения механических колебаний в твердом теле. Длительное воздействие вибрации ведет к развитию профессиональной вибрационной болезни. Вибрация, воздействуя на машинный компонент системы ЧМ (человек – машина), снижает производительность технических установок (за исключением специальных случаев) и точность считываемых показаний приборов, вызывает знакопеременные приводящие к усталостному разрушению напряжения в конструкции и т. д.

Особенно вредны вибрации с вынужденной частотой, совпадающей с частотой собственных колебаний тела человека или его отдельных органов (для тела человека 6...9 Гц, головы 6 Гц, желудка 8 Гц, других органов – в пределах 25 Гц).

Частотный диапазон расстройств зрительных восприятий лежит между 60 и 90 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок.

Санитарные нормы устанавливают предельно допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий (таблица 10).



## Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий [14]

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с <sup>2</sup>
0,6–0,4	До 3	1,12–0,76	22–14
0,4–0,15	3–5	0,76–0,46	14–15
0,15–0,05	5–8	0,46–0,25	15–13
0,05–0,03	8–15	0,25–0,28	13–27
0,03–0,009	15–30	0,28–0,17	27–32
0,009–0,007	30–50	0,17–0,22	32–70
0,007–0,005	50–75	0,22–0,23	70–112
0,005–0,003	75–100	0,23–0,19	112–120
*1,5–2	45–55	1,5–2,5	25–40

При таких параметрах вибрации даже сверхпрочные клепочные конструкции до полного своего разрушения выдерживают не более 30 минут.

### Мероприятия по защите от вибрации [14]

Для борьбы с вибрацией машин и оборудования и защиты работающих от вибрации используют различные методы. Циклон установлен на колонны на виброгасящих фундаментах. Для снижения вибрации широко используют эффект вибродемпфирования – превращение энергии механических колебаний в другие виды энергий, чаще всего в тепловую. Для ослабления передачи вибрации от вибраторов полу, рабочему месту, сиденью и т. д., также применяются стальные пружины.

В качестве средств индивидуальной защиты при работе с вибротельниками необходимо использовать специальные ботинки на массивной резино-

вой подошве. Для защиты рук служат рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки, которые изготавливают из упругодемпфирующих материалов.

Для снижения опасного воздействия вибрации на организм человека является правильная организация режима труда и отдыха, постоянное медицинское наблюдение за состоянием здоровья, лечебно-профилактические мероприятия, такие как гидропроцедуры (теплые ванночки для рук и ног), массаж рук и ног, витаминизация и др.

## 5.7. Промбезопасность.

### 5.7.1. Электробезопасность.

Химическая промышленность, как и многие другие отрасли, потребляет большое количество электроэнергии, применяемой почти на всех участках производства. Опасность поражения электрическим током специфична тем, что не виден непосредственный источник опасности.

Поражение человека электрическим током может произойти при прикосновениях: к токоведущим частям, находящимся под напряжением; отключенным токоведущим частям, на которых остался заряд или появилось напряжение в результате случайного включения; к металлическим нетоковедущим частям электроустановок после перехода на них напряжения с токоведущих частей [14].

Результаты оценки цеха:

Наименование мероприятий	Фактическое их выполнение	
	Наличие	Соответствие НПА
1	2	3
<b>ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты</b>		
2.1 Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ безопасное распо-</li> </ul>	Токосоведущие части расположены безопасно. Знаки безопасности имеют	Соответствует.

пожжение токоведущих частей; предупредительная сигнализация, блокировки, знаки безопасности	ются.	
1.4.38. По результатам проверки знаний правил устройства электроустановок, настоящих Правил, правил безопасности и других нормативно-технических документов электротехническому (электро-технологическому) персоналу устанавливается группа по электробезопасности.	Группа по электробезопасности присвоена.	Соответствует

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относится: изоляция, ограждение, блокировка, зануление, средства индивидуальной защиты, сигнализация и плакаты.

Для обеспечения недоступности токоведущих частей оборудования и электрических сетей применяют сплошные и сетчатые ограждения.

При обслуживании и ремонте электроустановок и электросетей обязательно использование средств индивидуальной защиты, к которым относятся: основные – изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, указатели напряжения; и дополнительные – диэлектрические перчатки, диэлектрические боты, калоши, коврики. Для предупреждения персонала о наличии напряжения или его отсутствия в электроустановках применяется звуковая или световая сигнализация.

## **6 Охрана окружающей среды.**

### **6.1 Анализ влияния рассматриваемой технологии на биосферу.**

Химические предприятия являются одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Все отходы химического производства под-

вергаются обязательной обработке. Это касается и сточных вод, и выбросов в атмосферу. Выбросы в атмосферу химических веществ является по существу невозвратимой потерей ценных реагентов и наносит огромный ущерб окружающей среде [14].

Источники загрязнения можно разделить на две группы:

- 1) места специального выброса газа и пыли;
- 2) места неограниченного выброса газа и пыли через неплотности в аппаратуре, коммуникационных линиях.

Промышленные выбросы в атмосферу наносят большой экономический ущерб народному хозяйству. Основными причинами загрязнения атмосферного воздуха являются выбросы газов, пыли без достаточной очистки от вредных примесей, неорганизованные выбросы через неплотности, особенно при открытых процессах загрузки или выгрузки продуктов.

## **6.2 Мероприятия по защите окружающей среды.**

1. Автоматизация и механизация производственных процессов загрузки и выгрузки пыли.

2. Герметизация аппаратов.

3. Очистка выбросов.

3.1 Воздухообмен до 40000 м<sup>3</sup>/ч – вытяжная вентиляция из рабочего пространства печей обжига и сушки. Очистка выбросов из этой печи осуществляется циклонами СДК-40.

4. Воздухообмен во всех остальных помещениях осуществляется за счет общеобменной приточно-вытяжной вентиляции и воздух без очистки выбрасывается в атмосферу. В точках контроля отбор проб осуществляется на фильтрах непрерывным отбором пыли путем прокачки воздуха в заданных объемах с последующим определением количества пыли весовым методом и периодическим анализом его состава.

## **6.3 Мероприятия по защите водных объектов.**

1. Системы канализации технологических объектов обеспечивают удаление и очистку химически загрязненных технологических, сливных и других стоков, образующихся как при регламентированных режимах работы, так и при аварийных выбросах.

2. Запрещается сброс этих стоков в магистральную сеть канализации без предварительной очистки, за исключением тех случаев, когда магистральная сеть предназначена для приема таких стоков.

3. Меры по очистке стоков и удалению взрывопожароопасной концентрации паров и пыли.

4. Сооружения локальной очистки на входе и выходе потоков сбросов оснащены средствами контроля содержания взрывопожароопасных продуктов и сигнализацией превышения допустимых значений.

## **6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.**

### **Анализ возможных ЧС природного и техногенного характера.**

Чрезвычайные ситуации можно классифицировать по происхождению: ЧС природного (землетрясения; наводнения; оползни; широко распространенные инфекционные заболевания людей) и техногенного характера – связанных с производственной деятельностью человека (разгерметизация систем повышенного давления; нерегламентированное хранение и перевозка взрывчатых веществ, ЛВЖ, переохлажденных и нагретых жидкостей; разряды статического электричества). Чрезвычайные ситуации техногенного характера могут протекать с загрязнением и без загрязнения окружающей среды. При ЧС на производстве ферритовых магнитов, отсутствует опасность вредных выбросов, и загрязнения окружающей среды. Из ЧС природного характера необходимо принимать во внимание: природные пожары, эпидемии, космические ЧС, оползни и наводнения, ураганы.

## **7 Пожаровзрывобезопасность.**

### **Категория помещения по пожаровзрывоопасности и класс пожаровзрывоопасных зон.**

Здания и оборудование спроектированы с учетом противопожарных требований. Все помещения согласно НПБ 105 – 95 подразделяются на категории по взрывопожарной и пожарной опасности.

Помещения цеха по получению гранул относятся к категории Д– не пожароопасные помещения.

Распределение производств по категориям пожарной опасности имеет большое значение для создания безопасных условий труда, особенно на стадии проектирования.

Согласно «Правил устройства электроустановок», все помещения и установки, опасные в отношении пожара или взрыва, подразделяются по степени пожарной опасности на классы. Помещения цеха по производству гранул относятся к 3 классу (производства керамических изделий) [14].

### **Возможные причины пожаров и взрывов.**

При работе на установке по получению гранул возможны пожары в результате нерегламентированного ведения процесса. При большом скоплении пыли, вследствие нарушения вентиляции, возможно ее возгорание.

### **Мероприятия по предупреждению пожаров и взрывов.**

1. Работы в пожаро- и взрывоопасных производствах ведутся в соответствии с утвержденными технологическими регламентами, рабочими инструкциями и инструкциями по технике безопасности.

2. Установлены противопожарные заслонки для защиты вентиляционных воздуховодов, которые срабатывают автоматически во время пожара.

3. Во избежание попадания пожаро- и взрывоопасных веществ в канализационные трапы, лотки, траншеи, ямы, что создает опасность образования в них взрывоопасных паро- и газовоздушных смесей, а также возможность их попадания в другие смежные производственные помещения, установлены гидравлические затворы.

4. Все возможные источники вредных выделений максимально герметизированы, оборудованы местными укрытиями с отсосами, препятствующими выделению вредных паров, газов или пыли. Такие помещения оборудованы аварийной вытяжной вентиляцией и сигнализирующими устройствами.

Эта система также предназначена для решения следующих задач: предупреждения загорания (или взрыва), тушения возникшего пожара, локализации пожара. При возникновении опасной ситуации (загорание, быстрый рост температуры и др.) датчики-извещатели, которые могут регистрировать дым, свет, температуру, обнаруживают это нарушение, оповещают технологический персонал звуковым и световым сигналом и включают механизмы

устройств пожаротушения, вследствие чего в зону опасной ситуации поступает огнетушащее вещество (пена, вода, газ, порошок или флегматизатор).

В цеху монтируется шесть дымовых датчиков и два световых.

В помещении цеха находятся ручные огнетушители: пенные (типа ОВП-5, ОХП-10), газовые углекислотные (типа ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8), порошковые (типа ОПС-10) и передвижные одно- двухбаллонные огнетушители (типа УП-1М, УП-2М), а также ящики с песком, лопаты и пожарные ведра.

### **Мероприятия по предупреждению и устранению последствий ЧС.**

1. Разработка технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технических систем. В рамках этого направления технические системы снабжают защитными устройствами – средствами взрыво- и пожарозащиты технологического оборудования, молниезащиты, локализации и тушения пожаров.

2. Подготовка объекта, обслуживающего персонала, служб гражданской обороны и населения к действиям в условиях ЧС, для создания которых нужны детальные разработки сценариев возможных аварий и катастроф на конкретных объектах.

## 8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

### 8.1 Анализ эффективности действующего производства.

#### 8.2 Расчёт производственной мощности.

Производственная мощность действующей установки – это максимально возможный годовой выпуск готовой продукции в номенклатуре и ассортименте, предусмотренных на плановый период при наилучшем использовании производственного оборудования.

$$M = \Pi \cdot T_{эфф} \cdot K_{об},$$

где  $\Pi$  – производительность оборудования в единицу времени ( $\Pi = 36 \text{ т/день}$ );

$T_{эфф}$  – эффективный фонд времени работы оборудования;

$K_{об}$  – количество однотипного оборудования, установленного в цехе.

Эффективный фонд времени оборудования:

$$T_{эфф} = T_{ном} - T_{ППР} - T_{ТО},$$

где  $T_{ном}$  – номинальный фонд работы оборудования;

$T_{ППР}$  – время простоя в ремонтах за расчетный период;

$T_{ТО}$  – время технологических остановок.

$$T_{ном} = T_{кал} - T_{вых} - T_{пр},$$

где  $T_{кал}$  – календарный фонд времени;

$T_{вых}$  – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$  – количество праздничных дней в году.

Таблица 1 – Баланс рабочего времени оборудования

Показатели	Количество дней	Количество часов
Календарный фонд времени	365	8 760
Режимные потери рабочего времени		
• выходные	-	-



Номинальный фонд рабочего времени	365	8 760
Простой оборудования в ремонтах	14	336
Эффективное время работы оборудования	351	8424

Производственная мощность равна:

$$M = 36 \cdot 351 \cdot 1 = 12636 \text{ т/год} .$$

Для анализа использования оборудования рассчитываем экстенсивный и интенсивный коэффициенты.

Коэффициент экстенсивного использования оборудования равен:

$$K_{\text{экс}} = T_{\text{эфф}} / T_{\text{ном}} = 351 / 365 = 0,96 .$$

Коэффициент интенсивного использования оборудования равен:

$$K_{\text{инт}} = Q_{\text{пт}} / Q_{\text{max}} = 30 / 36 = 0,83 ,$$

где  $Q_{\text{пт}}$  – производительность единицы оборудования в единицу времени;

$Q_{\text{max}}$  – максимальная производительность в единицу времени.

Интегральный коэффициент использования мощности:

$$K_{\text{им}} = K_{\text{экс}} \cdot K_{\text{инт}} = 0,96 \cdot 0,83 = 0,8 .$$

Для определения фактического выпуска продукции рассчитывается производственная программа ( $N_{\text{год}}$ ):

$$N_{\text{год}} = K_{\text{им}} \cdot M = 0,8 \cdot 12636 = 10109 \text{ т/год} ,$$

где  $K_{\text{им}}$  – коэффициент использования мощности.

Вывод: установка работает на неполную мощность, степень загрузки равна 80%.

### 8.3 Расчет себестоимости готовой продукции по действующему производству.

#### 8.3.1 Расчет численности персонала.

Таблица 2 – Расчет численности ИТР, служащих и МОП

Профессия	Категория	Тарифный разряд	Количество смен в сутках	Штатная численность
Механик установки	ИТР	Высшее	1	1
Мастер установки		Высшее	1	1
<b>Итого</b>				<b>2</b>
Оператор	Производственный рабочий	5	1	6
Помощник оператора		4	1	3
<b>Итого</b>				<b>9</b>
Слесарь РТУ	Ремонтно-обслуживающий персонал	4	1	3
Электрик установки		4	1	3
Слесарь КИПиА		4	1	3
<b>Итого</b>				<b>9</b>
<b>ИТОГО</b>				<b>20</b>

Расчет баланса эффективного годового времени одного среднесписочного работника.

Таблица 3 – Баланс эффективного времени одного среднесписочного работника

№	Показатели	Дни	Часы
1.	Календарный фонд рабочего времени	365	2920
2.	Нерабочие дни <ul style="list-style-type: none"> <li>• выходные</li> <li>• праздничные</li> </ul>	72 -	
3.	Номинальный фонд рабочего времени	293	2344
4.	Планируемые невыходы <ul style="list-style-type: none"> <li>• очередные и дополнительные отпуска</li> <li>• невыходы по болезни</li> <li>• декретные отпуска</li> <li>• отпуск в связи с учебой без отрыва от производства</li> <li>• выполнение гос. обязанностей</li> </ul>	24 12 - - 2	
5.	Эффективный фонд рабочего времени	255	2040

Количество выходных дней в году, ночных смен определяется из графика сменности.

Таблица 4 – График сменности

Номер смены	Часы работы	Дни месяца															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	7 – 15	А	А	А	А	Б	Б	Б	Б	В	В	В	В	Г	Г	Г	Г
2	15 – 23	В	Г	Г	Г	Г	А	А	А	А	Б	Б	Б	Б	В	В	В
3	23 – 7	Б	Б	В	В	В	В	Г	Г	Г	Г	А	А	А	А	Б	Б
Отдых		Г	В	Б	Б	А	Г	В	В	Б	А	Г	Г	В	Б	А	А

### 8.3.2 Расчет годового фонда заработной платы персонала.

Расчет годового фонда зарплаты ИТР, служащих и МОП производится на основании их окладов.

Общий фонд заработной платы рабочих за год:

$$Z_{год} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где  $Z_{осн}$  – основной фонд заработной платы рабочих, тыс. руб.;

$Z_{доп}$  – дополнительный фонд заработной платы рабочих, тыс. руб.

Основной фонд заработной платы для рабочих повременников:

$$Z_{осн} = Z_{тар} + Пр + D_{н.вр.} + D_{пр.дни} + D_{бриг},$$

где  $Z_{тар}$  – тарифный фонд заработной платы, тыс. руб.;

Пр – оплата премий, тыс. руб.;

$D_{н.вр.}$  – доплата за работу в ночное время, тыс. руб.;

$D_{пр.дни}$  – доплата за работу в праздничные дни, тыс. руб.;

$D_{бриг}$  – доплата не освобожденным бригадирам, тыс. руб.

Тарифный фонд заработной платы:

$$Z_{тар} = \sum Ч_{сп} \cdot T_{ст} \cdot T_{эфф.раб},$$

где  $Ч_{сп}$  – списочная численность рабочих данного разряда, чел.;

$T_{ст}$  – дневная тарифная ставка данного разряда, тыс. руб.

Размер премий берется из интервала 20–70 % от тарифного фонда заработной платы. Принимаем 30%.

По отношению к тарифному фонду заработной платы доплата за праздничные дни составит 30 %.

Доплата за работу в ночное время составляет 20%.

Дополнительная зарплата ( $Z_{доп}$ ):

$$Z_{доп} = (D_n \cdot Z_{осн}) / T_{эфф.},$$

где  $D_n$  – количество дней невыхода на работу по планируемыми причинам (отпуск, ученические, гособязанности).

Районный коэффициент для Гашкентской области Узбекистана – 1,2.  
Отчисления на социальные нужды на зарплату – 30 % от ( $Z_{осн} + Z_{доп}$ ).

Таблица 5 – Общий фонд заработной платы повременников

Наименование профес- сий	Списочная численность	Тарифный разряд	Тарифная ставка, руб./час	Основной фонд заработной платы, тыс. руб.					Дополнительный фонд з/п, тыс. руб.	Общий годовой фонд з/п, тыс. руб.	Общий фонд з/п с учетом районного коэф., тыс. руб.
				Тарифн. фонд	Премия	Доплата за ночн. время	Доплата за работу в празд.	Основной фонд з/п			
ИТР	2	5	103,00	331,25	99,37	66,25	99,37	596,25	59,62	655,87	852,63
Оператор	6	5	81,50	997,56	299,27	199,51	299,27	1795,61	179,56	1975,17	2567,72
Помощник оператора	3	4	71,10	435,13	130,54	87,03	130,54	783,24	78,32	861,56	1120,03
Слесарь РТУ	3	4	68,50	419,22	125,77	83,84	125,77	754,60	75,46	830,06	1079,07
Электрик уста- новки	3	4	69,00	422,28	126,68	84,46	126,68	760,10	76,01	836,11	1086,95
Слесарь КИ- ПиА	3	4	69,00	422,28	126,68	84,46	126,68	760,10	76,01	836,11	1086,95
Итого:	20			3027,72	908,32	605,54	908,32	5449,90	544,99	5994,89	7793,35

### 8.3.3 Расчет затрат на производство продукции.

#### Расчет годовой потребности в сырье и материалах.

Определение затрат на сырье и материалы производим исходя из принятого объема производства, удельных норм расхода сырья и материалов и планово-заготовительных цен.

Таблица 6 – Расчет годовой потребности в сырье и материалах

Наименование сырья	Ед. изм.	Цена, тыс. руб.	Расход, т		Сумма затрат, тыс. руб.	
			На единицу готовой продукции	На весь объем производства	На единицу готовой продукции	На весь объем производства
Связующий раствор (цемент)	т	5,4	0,5	5054,5	2,7	27294,3

#### Расчет годовой потребности в энергии

Таблица 7 – Расчет потребной энергии

Наименование	Годовой расход	Цена ед., руб.	Годовая сумма затрат, тыс. руб.
Электроэнергия, кВт/ч	165000	4	660

Таблица 8 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование основных средств	Стоимость, тыс. руб.	Норма амортизации, %	Годовые амортизационные отчисления, тыс. руб.
1. Здания:			
1.1. Производственный блок	6000	5	300
1.2. Операторная	5000	5	250

Итого:	11000		550
2. Оборудование:			
2.1. Циклон	66	10	6,6
2.2. Бункер циклона	40	10	4
2.3. Шибер	2	10	0,2
2.4. Шнековый дозатор	200	10	20
2.5. Гранулятор	200	10	20
2.6. Мотор-редуктор	60	10	6
Итого:	568		
<b>Итого общее:</b>			<b>1156,8</b>

Таблица 9 – Калькуляция себестоимости на производство и реализацию продукции при заданном объеме производства ( $Q = 10109 \text{ т/год}$ )

Наименование статьи расходов	Ед. изм.	Затраты тыс. руб.	
		На 1 т.	На N год
1. Сырье	тыс. руб.	2,7	27294,3
2. Энергия на технологические нужды	тыс. руб.	0,0653	660
3. З/П основных произв. рабочих	тыс. руб.	0,3648	3687,75
4. Отчисления на СН (30%)	тыс. руб.	0,1094	1106,325
Итого условно-переменных издержек	тыс. руб.	2,7653	27954,3

5. Общепроизводственные накладные расходы			
5.1. РСЭО:			
- Амортизация оборудования	тыс. руб.	0,1144	1156,8
- Ремонт оборудования	тыс. руб.	0,0343	347,04
- Заработная плата ремонтного персонала	тыс. руб.	0,1067	1079,07
- Отчисление на соц. нужды ремонтного персонала (30%)	тыс. руб.	0,0320	323,72
5.2. Заработная плата ИТР	тыс. руб.	0,0843	852,63
- Отчисление на соц. нужды ИТР (30%)	тыс. руб.	0,0253	255,79
5.3. Заработная плата вспомогательного персонала	тыс. руб.	0,2150	2173,9
- Отчисление на соц. нужды вспомогательного персонала (30%)	тыс. руб.	0,0645	652,17
Итого условно-постоянных издержек	тыс. руб.	1,0415	10528,87
Цеховая (производственная) себестоимость (1+2+3+4+5)	тыс. руб.	4,2811	43277,245
6. Управленческие расходы (5% от цеховой себестоимости)	тыс. руб.	0,2141	2163,86225
Заводская себестоимость (цеховая себестоимость + стр.6)	тыс. руб.	4,4951	45441,107
7. Коммерческие расходы (1% от заводской себестоимости)	тыс. руб.	0,0450	454,411



Полная себестоимость (заводская себестоимость +стр.7)	тыс. руб.	4,5401	45895,518
Условно-переменные издержки	тыс. руб.	2,8102	28408,711
Условно-постоянные издержки	тыс. руб.	1,7298	17486,807

#### 8.4 Определение цены готовой продукции .

Цену продукта определяем по формуле:

$$C = C \cdot (1 + P/100),$$

где С – полная себестоимость единицы готовой продукции;

Р – рентабельность продукции (%).

Рентабельность продукции можно принять от 10% до 25%.

$$C = 4,5401 \cdot (1 + 25/100) = 5,675 \text{ тыс. руб.}$$

#### 8.5 Анализ безубыточности по действующему производству.

Цель анализа – определение точки безубыточности, т.е. минимального объема продаж, начиная с которого предприятие не несет убытков. В точке безубыточности выручка от продажи продукции ( $V_{\text{ГП}}$ ) равна общим затратам на производство и реализацию продукции:

$$V_{\text{ГП}} = \text{Изд.}_{\text{пост}} + \text{Изд.}_{\text{пер}} \cdot$$

Определение точки безубыточности:

1. Аналитическим способом:

$$Q_{\text{кр}} = \frac{\text{Изд.}_{\text{пост}}}{C_{1\text{ГП}} - \text{Изд.}_{\text{пер}1\text{ГП}}}, \text{ Т,}$$

где  $C_{1\text{ГП}}$  – цена единицы готовой продукции (1 тонны);

$\text{Изд.}_{1\text{ГП}}$  – удельные переменные издержки (переменные издержки на единицу готовой продукции – 1 тонну).

$$Q_{кр} = \frac{17486,807}{5,675 - 2,8102} = 6104 \text{ т.}$$

2. Графическим способом:

Графически точка безубыточности определяется согласно рис. 1.

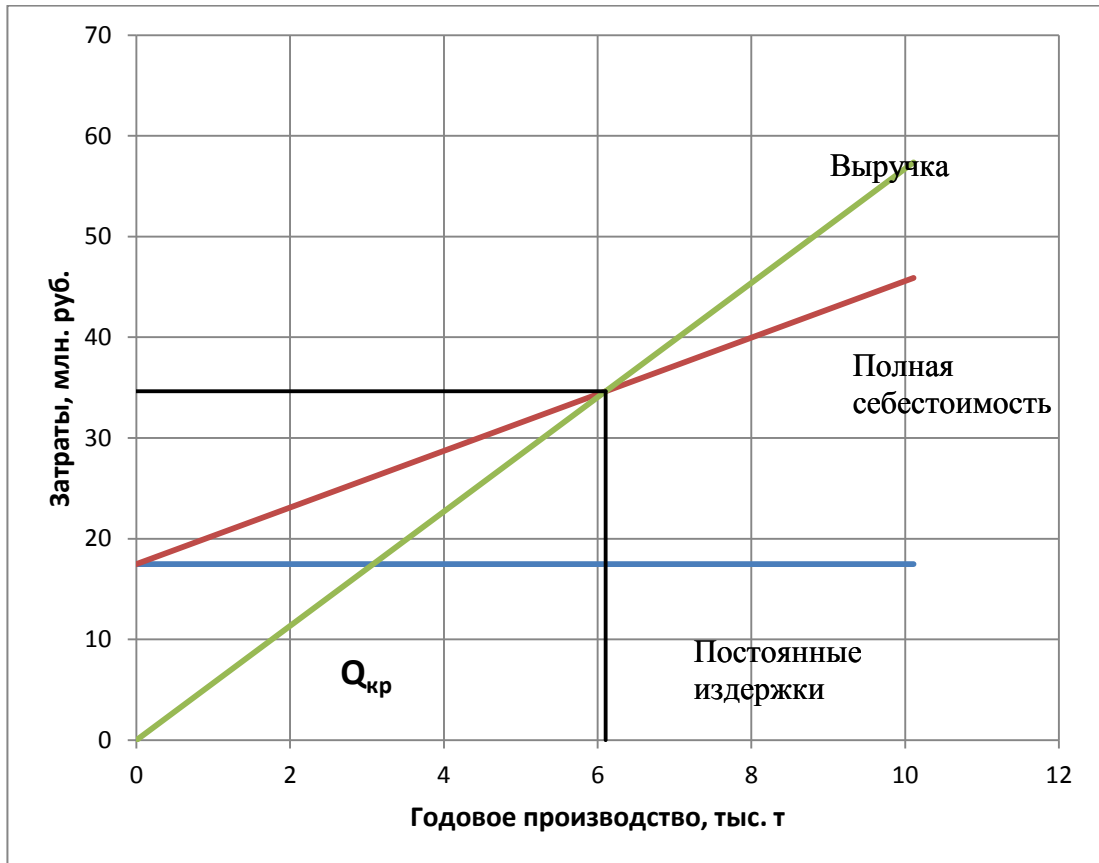


Рисунок 1 – График безубыточности

### 8.6 Расчет производственной мощности на плановый период при увеличении объема производства до 12000 т/год.

Поскольку установка работает лишь на 80% от максимальной нагрузки, произведем расчет при увеличении годового производства до 95%.

Таблица 10 – Расчет годовой потребности в сырье и материалах

Наименование сырья	Ед. изм.	Цена, тыс. руб.	Расход, т		Сумма затрат, тыс. руб.	
			На единицу готовой продук-	На весь объем произ-водства	На единицу готовой продук-	На весь объем произ-водства

			ции		ции	
Связующий раствор (цемент)	т	5,4	0,5	6000	2,7	32400

Таблица 11 – Калькуляция себестоимости на производство и реализацию продукции при заданном объеме производства ( $Q = 473850 \text{ т/год}$ )

Наименование статьи расходов	Ед. изм.	Затраты тыс. руб.	
		На 1 т.	На N год
1. Сырье	тыс. руб.	2,7	32400
2. Энергия на технологические нужды	тыс. руб.	0,0653	783,46
3. З/П основных произв. рабочих	тыс. руб.	0,3073	3687,75
4. Отчисления на СН (30%)	тыс. руб.	0,0922	1106,325
Итого условно-переменных издержек	тыс. руб.	2,7653	33183
5. Общепроизводственные накладные расходы			
5.1. РСЭО:			
- Амортизация оборудования	тыс. руб.	0,0964	1156,8
- Ремонт оборудования	тыс. руб.	0,0289	347,04
- Заработная плата ремонтного персонала	тыс. руб.	0,0899	1079,07
- Отчисление на соц. нужды ремонтного персонала (30%)	тыс. руб.	0,0270	323,72
5.2. Заработная плата ИТР	тыс. руб.	0,0711	852,63
- Отчисление на соц. нужды ИТР (30%)	тыс. руб.	0,0213	255,79

5.3. Заработная плата вспомогательного персонала	тыс. руб.	0,1812	2173,9
- Отчисление на соц. нужды вспомогательного персонала (30%)	тыс. руб.	0,0543	652,17
Итого условно-постоянных издержек	тыс. руб.	0,8774	10528,87
Цеховая (производственная) себестоимость (1+2+3+4+5)	тыс. руб.	4,0422	48506
6. Управленческие расходы (5% от цеховой себестоимости)	тыс. руб.	0,1803	2163,8623
Заводская себестоимость (цеховая себестоимость + стр.6)	тыс. руб.	4,2225	50670
7. Коммерческие расходы (1% от заводской себестоимости)	тыс. руб.	0,0450	539,414
Полная себестоимость (заводская себестоимость +стр.7)	тыс. руб.	4,2675	51209,681
Условно-переменные издержки	тыс. руб.	2,8102	33723
Условно-постоянные издержки	тыс. руб.	1,4572	17486,807

### **8.7 Определение цены готовой продукции.**

Цену продукта определяем по формуле:

$$C = 4,2675 \cdot (1 + 25/100) = 5,334 \text{ тыс. руб.}$$

Для дальнейших расчетов примем цену 1 т керамзита 5,675 тыс. руб.

### **Анализ безубыточности по действующему производству .**

Определение точки безубыточности:

1. Аналитическим способом:

$$Q_{кр} = \frac{17486,807}{5,675 - 2,8102} = 6104 \text{ т.}$$

2. Графическим способом:

Графически точка безубыточности определяется согласно рис. 1.

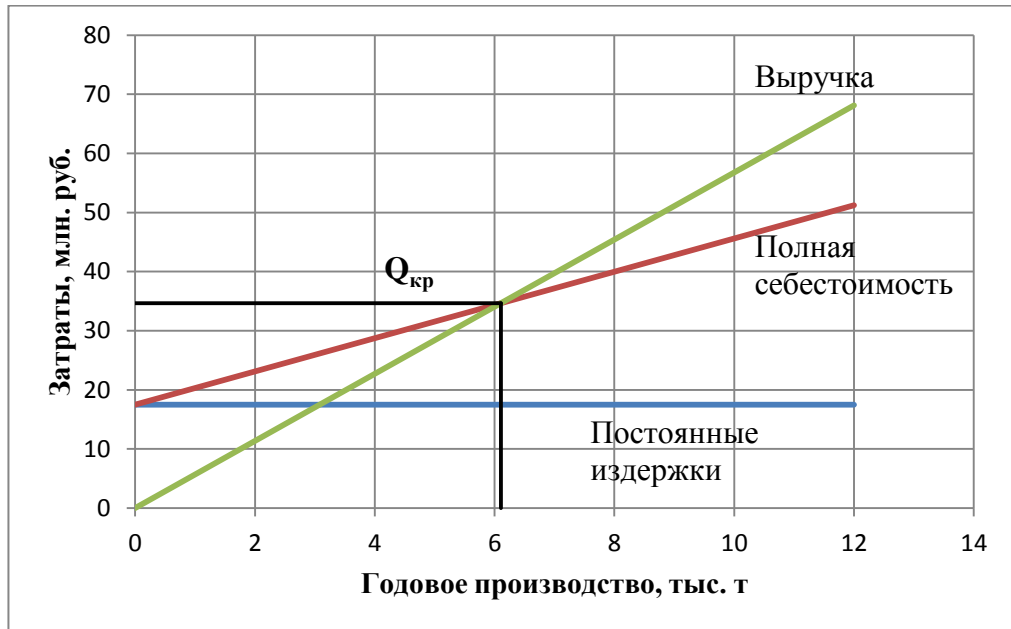


Рисунок 2 – График безубыточности

## 8.8 Определение технико-экономических показателей

Таблица 12 – Технико-экономические показатели

Наименование показателя	Ед. изм.	Отчетный год	Плановый год	Относительное изменение, %
1. Объем производства	т	10109	12000	18,71
2. Объем продаж	т	10109	12000	18,71
3. Цена 1 тонны	тыс. руб.	5,675	5,675	0
4. Выручка от продаж (2*3)	тыс. руб.	57368,58	68100,00	18,71
5. Суммарные издержки	тыс. руб.	45895,518	51209,681	11,58
5.1. Издержки перемен-	тыс. руб.	28408,711	33722,874	18,71

ные				
5.2. Издержки постоянные	тыс. руб.	17486,807	17486,807	0
6. Операционная прибыль (4-5)	тыс. руб.	11473,06	16890,32	47,22
7. Налог на прибыль (6*20%)	тыс. руб.	2294,61	3378,06	47,22
8. Чистая прибыль (6-7)	тыс. руб.	9178,45	13512,26	47,22
9. Себестоимость 1 тонны	тыс. руб.	4,5401	4,2675	6,00
10. Стоимость основных средств	тыс. руб.	11568	11568	0
11. Численность основных рабочих	чел.	20	20	0
12. Фондовооруженность (10/11)	тыс. руб./чел	578,40	578,40	0
13. Фондоотдача (4/10)	руб./руб.	4,96	5,89	18,71
14. Фондоёмкость (10/4)	руб./руб.	0,2016	0,1699	15,76
15. Производительность труда (4/11)	тыс. руб./чел	2868,43	3405,00	18,71
16. Рентабельность производства (8*100%/5)	%	20,0	26,4	31,94
17. Рентабельность продаж (8*100%/4)	%	16,0	19,8	24,02
18. Критический объем продаж (Qкр)	тыс. т.	6104	6104	0
19. Критический объем продаж (Qкр)	тыс. руб.	34640200	34640200	0

## **Вывод:**

В результате увеличения загрузки производственной мощности до 12000 т/год и, соответственно, использования «эффект масштаба», мы получили следующий экономический эффект:

1. Снижение себестоимости на 1 тонну с 4,5401 тыс. руб. по 4,2675 тыс. руб. (на 6%);
2. Увеличение выручки от продажи с 57368,58 тыс. руб. по 68100,00 тыс. руб. (на 18,71%);
3. Увеличение чистой прибыли с 9178,45 тыс. руб. по 13512,26 тыс. руб. (на 47,22%);
4. Увеличение выплат по налогам с 2294,61 тыс. руб. по 3378,06 тыс. руб. (на 47,22%);
5. Увеличение показателя фондоотдачи с 4,96 руб./руб. по 5,89 руб./руб. (на 18,71%);
6. Увеличение производительности труда с 2868,43 тыс. руб./чел. по 3405,00 тыс. руб./чел. (на 18,71%);
7. Увеличение рентабельности производства с 20% до 26,4%;
8. Увеличение рентабельности продаж с 16% до 19,8%;
9. Точка безубыточности не изменилась: 6104 тыс. т.

## **Заключение**

1. В ходе разработки дипломного проекта произведен обзор методов получения золы уноса.
2. Разработана аппаратурно-технологическая схема установки получения золы уноса. Подобрано стандартное оборудование и средства контроля, измерения и регулирования параметров процесса.
3. Спроектирован гранулятор.
  - 3.1 Произведен механический, конструктивный и технологический расчеты данного аппарата.
  - 3.2 При проектировании данного аппарата по возможности использованы стандартные элементы (муфты, подшипники и т. д.), повышающие ремонтпригодность оборудования и снижающие затраты на их обслуживание.
  - 3.3 На стадии проектирования гранулятора, учтена возможность регулирования параметров получаемых золы уноса, за счет сжигания твёрдого топлива на ТЭЦ.
4. Рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.
5. Проведены основные технико-экономические расчеты установки.



## Литературный список

1. Герман Х. Шнековые машины в технологии. – Л.: Химия, 1975. – 232с.
2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по кусу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1987. – 576с.
3. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры – М.: Машиностроение, 1972. – 184с.
4. Анурьев В.И. Справочник - Машиностроителя в 3-х томах – 7-е издание., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982.
5. Зенков Р.Л. Машины непрерывного транспорта – М.: Машиностроение, 1987. – 432с.
6. Серенсен С.В., Громан М.Б. и др. Валы и оси. Конструирование и расчет – М.: Машиностроение, 1970.
7. [http://стройтехплюс.рф/vkm\\_ras4et.html](http://стройтехплюс.рф/vkm_ras4et.html)
8. П.В. Блохин. Примерные расчёты и задачи по механическому транспортному оборудованию- М.: Издательство технической и экономической литературы по вопросам мукомольно-крупяной, комбикормовой промышленности и элеваторно-складского хозяйства – хлебоиздат, 1956. – 79с.
9. Борщёв В.Я., Гусев Ю.И., Промтов М.А., Тимонин А.С. Оборудование для переработки сыпучих материалов: учебное пособие – М.: Издательство машиностроение-1, 2006.- 208с.
10. Каталог. Конвейеры винтовые (шнековые) – Кемерово, ООО»МВРЭКС», 2008 – 21 с.