

Содержание

Введение	3
1 Литературно – патентный обзор.....	4
1.1 Описание машинно-аппаратурной схемы производства творога.....	4
1.2 Анализ технологического потока	5
1.3 Литературный обзор.....	7
1.4 Патентный обзор	8
2 Описание конструкции и принцип действия творогоизготовителя ОТБ	9
3 Расчеты подтверждающие работоспособность творогоизготовителя....	12
3.2 Расчет фланцевого соединения.....	12
3.3 Расчет пусковой мощности мешалки	14
3.3 Кинематический расчет.....	15
3.4 Прочностной расчет вала мешалки на ЭВМ.....	16
3.5 Прочностной расчет подшипника на ЭВМ.....	22
3.6 Прочностной расчет шпонки на ЭВМ.....	27
4 Монтажный проект	28
4.1 Статический расчет фундаментной площадки	28
4.1.1 Статический расчет фундаментной площадки	28
4.1.2 Динамический расчет фундаментной площадки	31
4.2 Расчет крепления оборудования.....	32
4.3 Сетевой график монтажа оборудования	35
4.4 План размещения помещений в цехе	36
4.5 Техническое обслуживание	38
Заключение	40
Список использованной литературы.....	41
Приложение А (Справочное) Литературный обзор	43
Приложение Б (Справочное) Патенты	49
Приложение В (Справочное) Сетевой график оборудования.....	67
Приложение Г (Справочное) Графическая часть	69
Приложение Д (Справочное) Спецификации к графической части.....	83

					<i>ОТБ 00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Ковалев</i>			«Проект творогоизготовителя производительностью 10 т/ч в линии производства творога»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Петров</i>					2	93
<i>Реценз.</i>						КемТИПП МФ ПМ-121		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Петров</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Руднев</i>						

Введение

Современные молочные заводы производят комплексную обработку молока, производя различный ассортимент молочной продукции, в том числе и кисломолочные. С увеличением интереса людей к здоровому питанию популярность кисломолочных продуктов растет. Творог пользуется спросом и имеет определенное место в рационе питания человека, так как он наиболее богат содержанием белка. К тому же творожный белок полностью усваивается организмом человека. В связи с большим объемом переработки молока применяют поточно-механизированные линии, которые уменьшают себестоимость и делают творог конкурентоспособным в сравнении с производством традиционным способом. Основным процессом при производстве творога является получение творожного сгустка и отделение сыворотки. Технология [8] получения сгустка разделяется на два процесса: сквашивание нормализованной смеси и последующая тепловая обработка. Одним из главных показателей качества творога является его консистенция, которая должна быть мажущаяся, рыхлая или рассыпчатая.

Изготовление высококачественного натурального творога является первостепенной задачей. В связи с этим большое значение имеет модернизация и усовершенствование машин и аппаратов для производства творога.

					<i>ОТБ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

1 Литературно – патентный обзор

1.1 Описание машинно-аппаратурной схемы производства творога

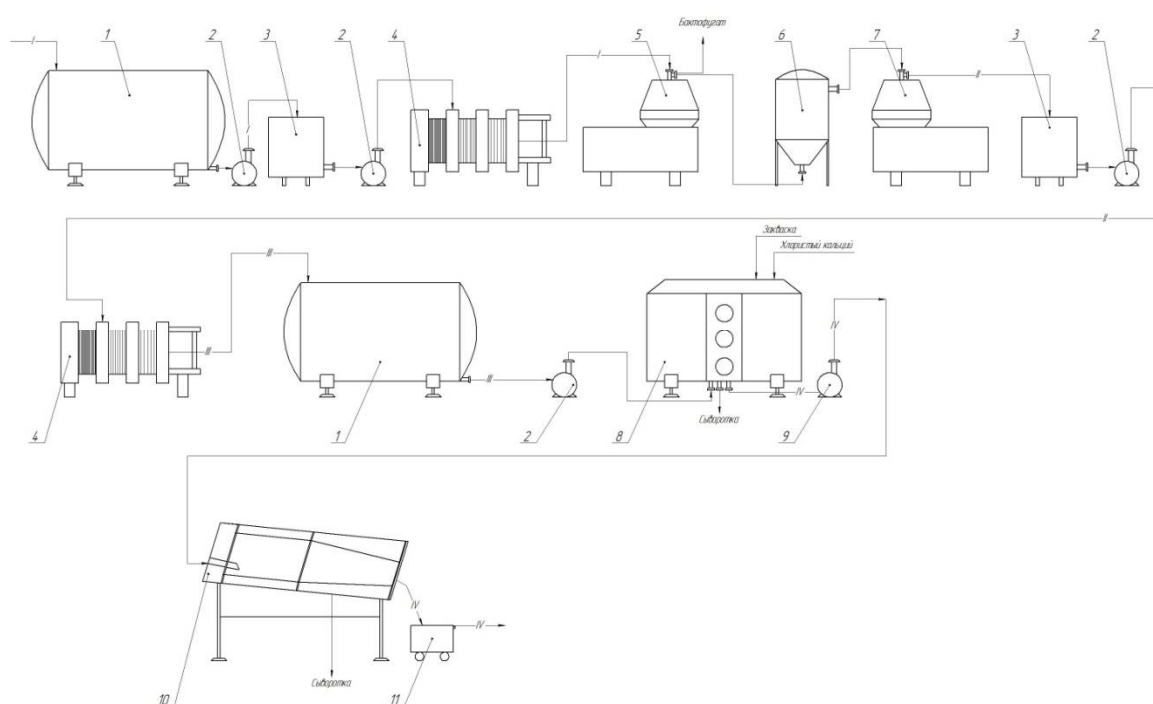


Рисунок 1 – Машинно-аппаратурная схема производства творога

1. Резервуар для молока; 2. Насос центробежный; 3. Бак уравнильный;
4. Пастеризационно-охладительная установка; 5. Бактофага; 6. Дезодоратор;
7. Сепаратор-нормализатор; 8. Творогоизготовитель; 9. Насос винтовой;
10. Барабанный отделитель сыворотки; 11. Тележка

Молоко из резервуара 1 подается центробежным насосом 2 в уравнильный бак 3, а затем поступает в пастеризационно-охладительную установку 4 для нагрева молока и подается в бактофагу 5 для удаления спорных микроорганизмов и бактерий из молока. После бактофагирования молоко поступает в дезодорационную установку 6, для улучшения органолептических характеристик продукта, и поступает в сепаратор-нормализатор 7. Нормализованное молоко направляют в пастеризационно-охладительную установку для пастеризации. Пастеризованное молоко

										Лист
										4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ОТБ 00.00.000 ПЗ

собирается в резервуаре. Необходимое количество пастеризованной нормализованной молочной смеси для производства творога подают насосом в творогоизготовитель 8. В молоко с температурой заквашивания при интенсивном перемешивании вносят расчетное количество закваски и хлористого кальция. При производстве творога кислотнo-сычужным способом, после внесения раствора хлористого кальция, в смесь вносят сычужный порошок.[9] После перемешивания смесь оставляют в состоянии покоя до образования сгустка требуемой кислотности. При достижении требуемой кислотности сгусток разрезают, подогревают и выдерживают, согласно инструкции, принятой на предприятии. При необходимости температуру готового сгустка можно охладить на 5-15⁰С. Для равномерного нагревания (охлаждения) сгустка смесь перемешивается. После выдержки производится частичный слив сыворотки от 40% до 60%. Готовый сгусток подают с помощью винтового насоса 9 в барабанный отделитель сыворотки 10. По окончании разделения творог падает в тележки, которые направляются на взвешивание и дальнейшее охлаждение, и упаковку.

1.2 Анализ технологического потока

На рисунке 2 представлены условные обозначения технологических процессов обработки сред

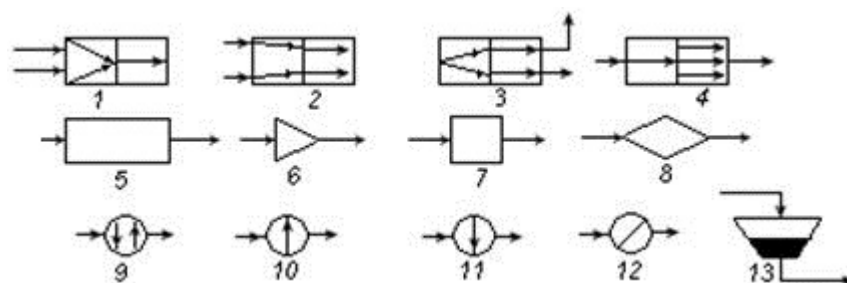


Рисунок 2 – Условные обозначения технологических процессов обработки сред (процессоры)

- 1- Соединение без сохранения поверхности раздела(смешивание сред);
- 2- Соединение с сохранением поверхности раздела (образование слоя);

					ОТБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

- 3- Разделение на фракции;
- 4- Измельчение;
- 5- Сложный процесс преобразования (комплекс физических, химических и микробиологических процессов);
- 6- Дозирование;
- 7- Формообразование;
- 8- Ориентирование (в частности, предметов);
- 9- Термостатирование (поддержание постоянной температуры);
- 10- Нагревание;
- 11- Охлаждение;
- 12- Изменение агрегатного состояния;
- 13- Хранение.[10]

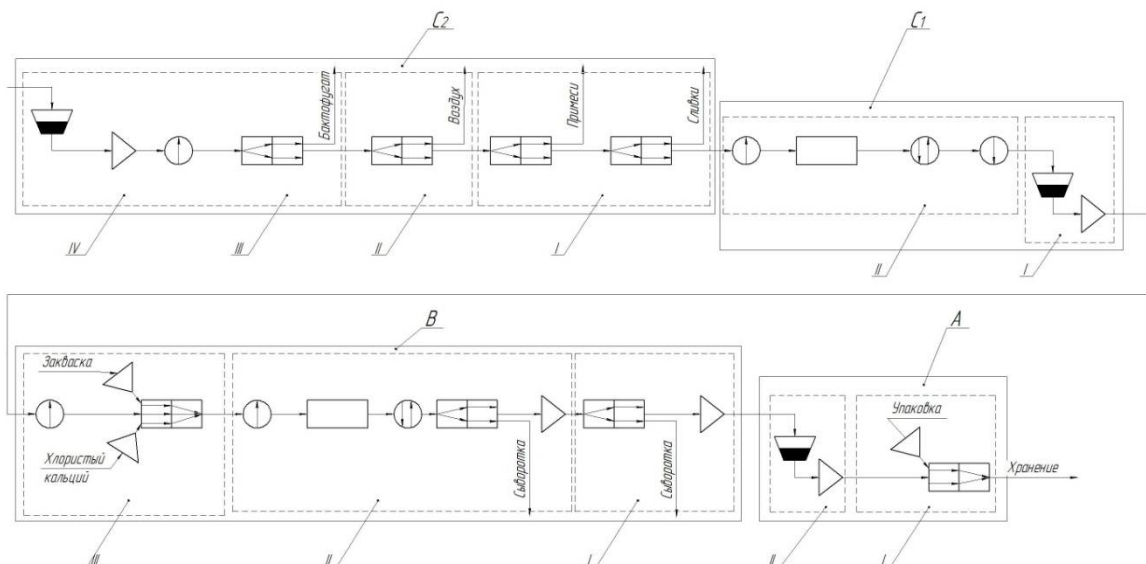


Рисунок 3 – Операторная модель

Для операторной модели на рисунке 3 приведены следующие обозначения:

А - подсистема получения упакованного продукта с заданными показателями качества, имеющая операторы: I - упаковка; II - промежуточное хранение.

В - подсистема образования готового продукта с заданными показателями качества, имеющая операторы: I - отделение сыворотки; II - получение творожного сгустка; III - смешивание.

С1-2 - подсистемы получения промежуточного продукта с заданными технологическими показателями качества, имеющие операторы:

С1 - I - промежуточное хранение; II - пастеризация.

С2 - I - очищение; II - дезодарирование; III - бактофугирование.

1.3 Литературный обзор.

Современные творогоизготовители являются сложным, дорогостоящими оборудованями. Благодаря высоким технико-экономическим и технологичным показателям в работе, творогоизготовитель занимает ключевое место в линиях производства творога.

Применение творогоизготовителей позволяет объединить технологический процесс образования творожного сгустка в одном оборудовании. Процесс включает в себя наполнение продуктом, перемешивания всех компонентов, сквашивания, нагрев и охлаждение, разрезку и перемешивании сгустка, отделение части сыворотки, а так же санитарную обработку оборудования.

Таблица 1 – Литературный обзор творогоизготовителей

Наименование источника информации	Авторы	Издательство, год издательства	Страница
Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности[11]	Бредихин С. А.[12]	2010	217
Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности[11]	Сурков В. Д.[12]	1983	232

Рассмотренное оборудование представлено в приложении А.

1.4 Патентный обзор

Таблица 2 – Патентный обзор творогоизготовителей

Страна по которой произведен поиск	Индекс патентной классификации	Использованные источники информации	Глубина поиска	Выявленные аналоги
1	2	3	4	5
Россия	Патент на полезную модель №: 58293 Автор(ы): Русских Владимир Михайлович, Турская Татьяна Ивановна, Филинков Андрей Сергеевич	Использованный материал представлен в приложении Б	2006-2016	-
Россия	Патент на полезную модель №: 2296462 Автор(ы): Касиов Наиль Газимаянович, Касаткин Петр Иннокентьевич, Наговицын Анатолий Аркадьевич, Лохов Андрей Викторович	Использованный материал представлен в приложении Б	2006-2016	-

2 Описание конструкции и принцип действия творогоизготовителя ОТБ

Творогоизготовитель ОТБ является емкостью для приготовления творога, периодического действия, предназначен для смешения исходных компонентов, заквашивания, перемешивания и разрезания сгустка, получения творожного сгустка.

На рисунке 4 показана схема творогоизготовителя ОТБ.

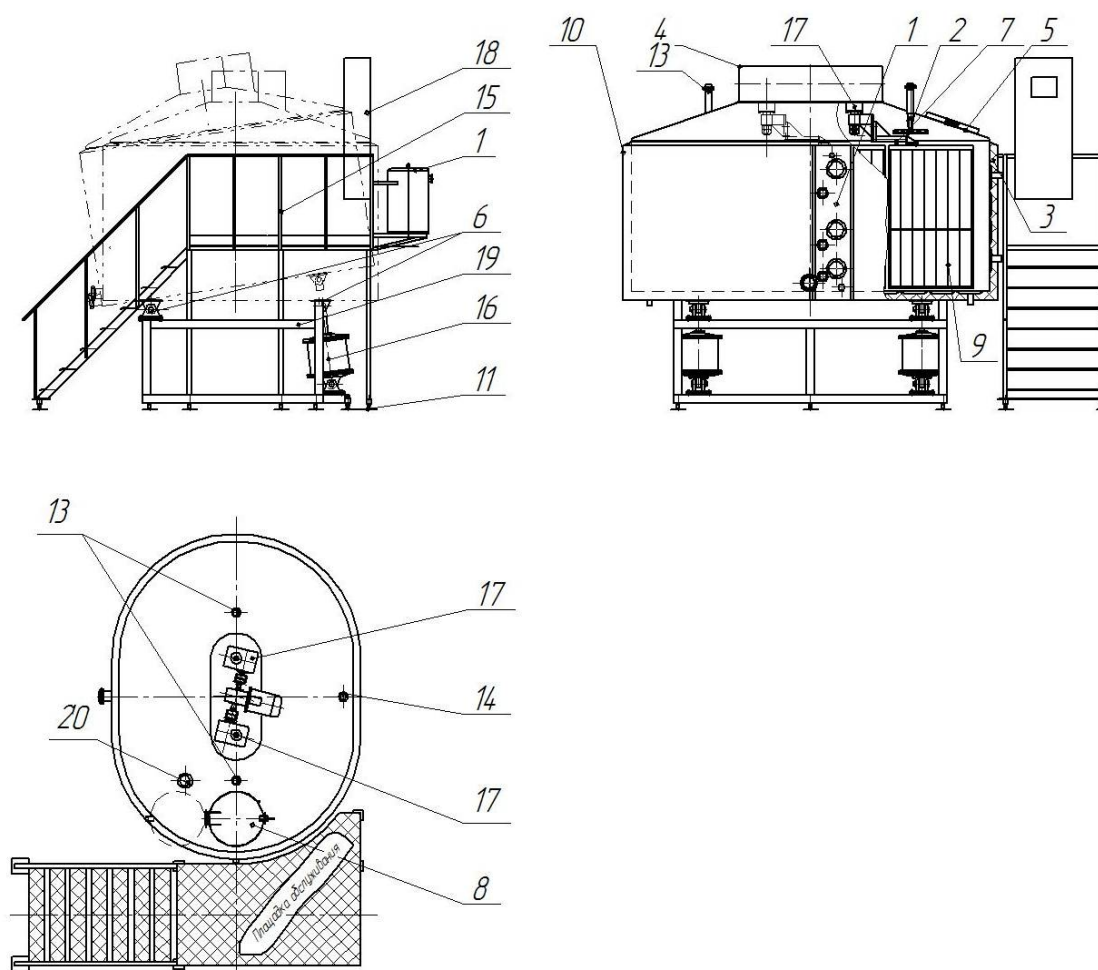


Рисунок 4 – схема творогоизготовителя ОТБ

1. Бак расширительный; 2. Головка Т-образная 3. Емкость с тепловой рубашкой; 4. Кожух; 5. Конус; 6. Кронштейн емкости; 7. Кронштейн мешалки; 8. Люк; 9. Мешалка; 10. Облицовка; 11. Опора регулируемая
12. Панель; 13. Патрубок моющего раствора; 14. Патрубок продукта; 15. Площадка обслуживания; 16. Пневмоцилиндр; 17. Привод мешалки; 18. Пульт управления; 19. Рама; 20. Светильник

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ОТБ 00.00.000 ПЗ					

Он состоит из емкости с тепловой рубашкой 3, имеет овальную форму, изготовленную из нержавеющей стали. На конусе 5, в верхней части, со стороны обслуживающей площадки, расположен люк 8, для обслуживания емкости и визуального наблюдения за протекающими процессами в творогоизготовителе. В целях безопасности на люке установлен бесконтактный датчик. При открывании крышки люка – происходит остановка привода мешалки 17. Так же на верхнем конусе расположены: светильник 20, патрубки подачи моющего раствора 13 на моющие Т-образные головки 8 и патрубок загрузки продукта 14.

Змеевик выполнен из нержавеющей стали. Он приварен к внутренней емкости и состоит из двух частей – змеевика дна и змеевика боковой стенки. Система подачи и опорожнения теплоносителя в змеевик представляет собой патрубки входа и выхода.

Облицовка 10 выполнена из стали AISI430-зеркальная. Полость между внутренней емкостью со змеевиком и облицовкой заполнена изоляционным материалом (смола ФРВ).

На передней части внутренней емкости на ширине 250мм облицовка отсутствует. На данной поверхности расположена ниша, на которой расположены смотровые окна, для наблюдения за процессами в творогоизготовителе во время приготовления творога. Патрубки для слива сыворотки расположены на трех уровнях, для эффективного слива сыворотки при неоднородном разделении сгустка и сыворотки.

Мешалка 9 состоит из привода 17 и кронштейнов мешалки 21.

Рама 19 с механизмом подъема - пневмоцилиндра 16. К раме болтами крепятся кронштейны 6. Рама установлена на регулируемые опоры 11. Для облегчения доступа к люку 8 предусмотрена площадка обслуживания 15, на которой расположен пульт управления 18, для эффективного управления всеми органами творогоизготовителя и промежуточный бак 1 для резервного хранения воды.

					<i>ОТБ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

Технические характеристики:

- рабочий объем, м³ 10000
- геометрическая форма овальная
- форма нижнего основания плоская
- угол наклона емкости, мах..... 8°
- теплоноситель..... вода
- давление подачи теплоносителя, МПа не более..... 0,15
- тип мешалки рамная
- количество мешалок в емкости, шт..... 2

Габаритные размеры, мм. не более:

- длина 3740
- ширина 2640
- высота..... 2550

Масса, кг., не более 2550

3 Расчеты творогоизготовителя

3.1 Расчет фланцевого соединения

Исходя из справочных данных ГОСТ 12820-20 ориентировочно принимаем: d_B – внутренний диаметр фланца равный 59мм; D_2 – наружный диаметр приварочной поверхности равный 79мм; D – наружный диаметр фланца равный 140мм; D_6 – диаметр болтовой окружности равный 100мм; толщину фланца $\delta=10$ мм; диаметр болта $d=14$ мм; толщину прокладки[13] δ_n 5мм.

Из этих данных находим геометрическую ширину прокладки,[14] по формуле (1):

$$b = 0,5 * (D_2 - d_B), \quad (1)$$

$$b = 0.5 * (79 - 59) = 10\text{мм}$$

Принимаем приварочные поверхности плоскими с двумя рисками. Приведенная и эффективная ширина прокладки[13] рассчитывают по формуле (2) и (3) соответственно:

$$b' = 0,5 * b, \quad (2)$$

$$b' = 0,5 * 10 = 5\text{мм},$$

$$b_0 = b', \quad (3)$$

$$b_0 = 5\text{мм}$$

Расчетный диаметр прокладки рассчитывают по формуле (4):

$$D_n = D_2 - 2 * \delta, \quad (4)$$

$$D_n = 79 - 5 * 2 = 69\text{мм}$$

					<i>ОТБ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

В качестве прокладочного материала выбираем пенка из таблицы 20 [6,стр. 215], находим коэффициент удельного давления $m=1,75$ и посадочное напряжение $\sigma_{\text{п}}=7,5$ МПа.

Нагрузка на болты от давления[13] рассчитываем по формуле (5):

$$Q_6^p = 0,785 * D^2 * \rho + \pi * D * b_0 * m * \rho, \quad (5)$$

$$Q_6^p = 0,185 * 0,069^2 * 0,15 * 10^6 + 3,14 * 0,069 * 0,005 * 1,75 * 0,15 * 10^6 \\ = 845 \text{ Н}$$

где ρ - рабочее давление равно 0,15 МПа,

D – расчетный диаметр прокладки,

Нагрузка на болты[13] при их затяжке, необходимую для начального смятия прокладки, рассчитывают по формуле (6):

$$Q_6' = \pi * D * b_0 * \delta_{\text{п}}, \quad (6)$$

$$Q_6' = 3,14 * 0,069 * 0,005 * 7,5 * 10^6 = 8125 \text{ Н}$$

Болты будем изготовлять из стали 10. При значении предела прочности болтов, равного[14] примерно 300 МПа, по приложению 19 [6,стр. 253] допускаемое напряжение будет равно:

$$[\sigma] = \frac{300 * 10^6}{6,5} \approx 46 * 10^6 \text{ Па}$$

Допускаемое напряжение на один болт рассчитывают по формуле (7):

$$q_6 = 0,785 * (d_1 - \delta_c)^2 * [\sigma], \quad (7)$$

где d_1 – внутренний диаметр резьбы болта;

					ОТБ 00.00.000 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

δ_c – конструктивная прибавка от 1 до 2мм

$$q_6 = 0,785 * (0,0114 - 0,0014)^2 * 46 * 10^6 = 3610 \text{ Н}$$

Количество болтов определяют по формуле (8):

$$n = \frac{Q_6}{q_6}, \quad (8)$$

$$n = 8125/3610 \approx 3$$

где Q_6 - наибольшая нагрузка на болт

Количество болтов принимаем равное 4.

Фланцы изготавливаем из стали Ст3, для которой можно принять[13] допустимое напряжение при изгибе фланца $[\sigma_H]=80$ МПа. Тогда толщину фланца определяем по формуле (9):

$$\delta = 0,75 * \sqrt{\frac{Q_6 * (D_6 - d_B) * D_6}{n * (\pi * d_B - n * d_0) * d_0}} + 0,012, \quad (9)$$

$$\delta = 0,75 * \sqrt{\frac{8125 * (0,110 - 0,059) * 0,110}{4 * (3,14 * 0,059 - 4 * 0,016) * 0,016 * 80 * 10^6}} + 0,012 = 0,018 \text{ м} = 18 \text{ мм}$$

Окончательную толщину фланца принимаем равную 25мм.

3.2 Расчет пусковой мощности мешалки

Потребная пусковая мощность N_z , кВт, для мешалки с z парами вертикальных лопастей, определяется по формуле (10):

$$N_z = 0,038 * \Psi * \rho * h * n^3 * z * (d_H^4 - d_B^4) \quad (10)$$

					ОТБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

$$N_z = 0,038 * 1,19 * 1003 * 1,45 * 0,25^3 * 4 * (2,2^4 - 0,5^4) = 0,96 \text{ кВт}$$

где Ψ – коэффициент, учитывающий увеличение сечения струи жидкости по отношению к элементарной площадке лопасти, значение выбирается в зависимости от соотношения $\frac{r}{h}$ на основании таблицы [5, стр.248],

принимается $\Psi=1,19$;

ρ – плотность продукта, гк/м^3 , для молока $\rho=1003 \text{ гк/м}^3$;

h – высота лопасти, м, $h=1,45 \text{ м}$;

n – частота вращения мешалки, с^{-1} ;

z – количество пар лопастей.

На рисунке 5 дана расчетная схема мешалки с вертикальными лопастями.

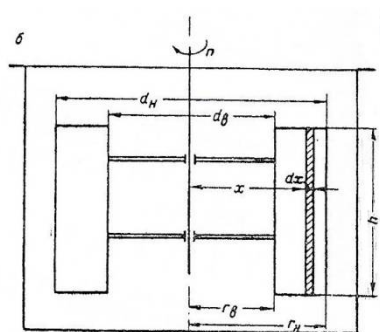


Рисунок – 5 расчетная схема мешалки с вертикальными лопастями

3.3 Кинематический расчет

Угловая частота вращения мешалки ω , с^{-1} определяется по формуле (11):

$$\omega = \frac{\pi * n}{30} \quad (11)$$

где n – частота вращения мешалки, мин^{-1}

$$\omega = \frac{3,14 * 15}{30} = 1,57$$

Крутящий момент $M_{кр}$, определяется по формуле (12):

$$M_{кр} = \frac{N}{\omega}, \quad (12)$$

где N – мощность мешалки, Вт

$$M_{кр} = \frac{960}{1,57} = 612 \text{ Н}$$

На рисунке 6 представлена кинематическая схема привода мешалки.

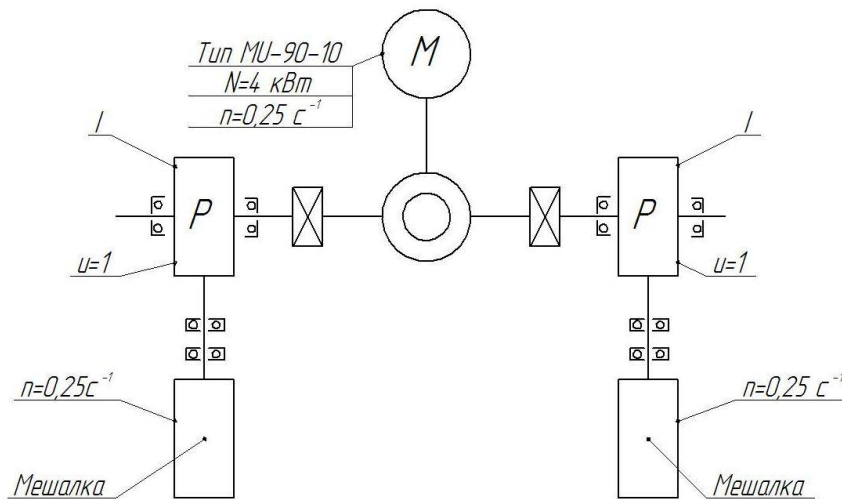


Рисунок 6 – Кинематическая схема творогоизготовителя ОТБ

3.4 Прочностной расчет вала мешалки на ЭВМ

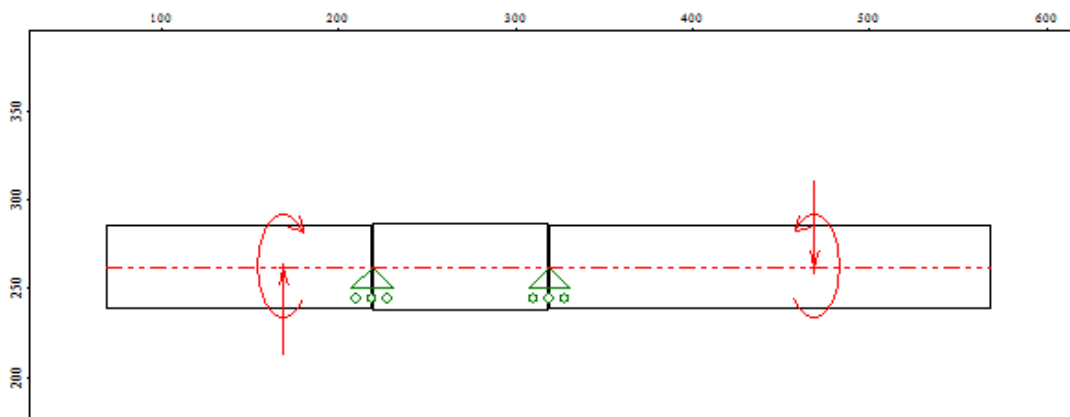


Рисунок 7 – Вал

Нагрузки

Таблица 3 - Радиальные силы

N	Расстояние от левого конца вала, мм	Модуль, Н	Угол, град
0	100.00	6120.00	0.00
1	400.00	6120.00	180.00

Таблица 4 – Моменты кручения

N	Расстояние от левого конца вала, мм	Значение, Нхм
0	100.00	-612.00
1	400.00	612.00

Таблица 5 – Реакции в опорах

N	Расстояние от левого конца вала, мм	Реакция верт., Н	Реакция гориз., Н	Реакция осевая, Н	Модуль, Н	Угол, град
0	150.00	-18360.00	0.00	0.00	18360.00	-90.00
1	250.00	18360.00	-0.00	0.00	18360.00	90.00

Момент изгиба в вертикальной плоскости



Рисунок 8 – Момент изгиба в вертикальной плоскости

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ОТБ 00.00.000 ПЗ

Лист

18

Перемещения в вертикальной плоскости

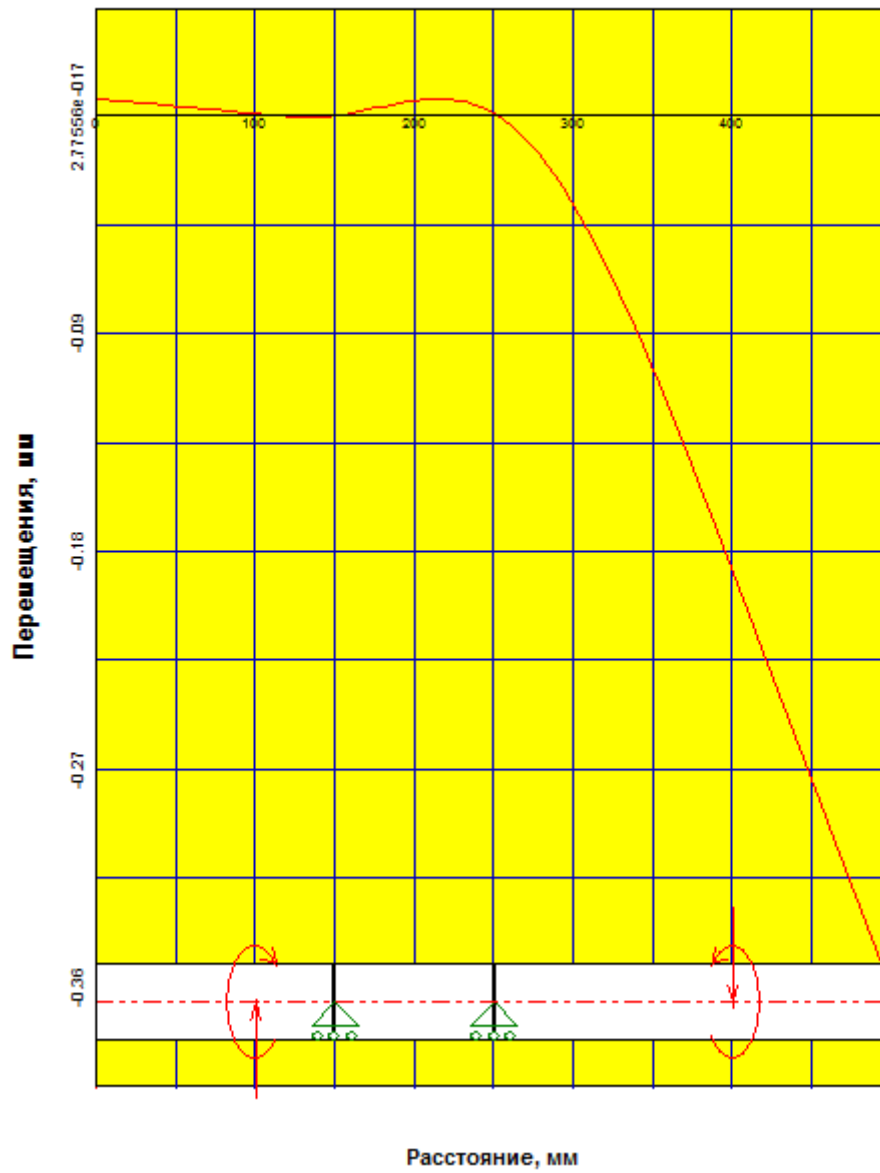


Рисунок 9 – Перемещение в вертикальной плоскости

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ОТБ 00.00.000 ПЗ

Лист

19

Угол изгиба в вертикальной плоскости

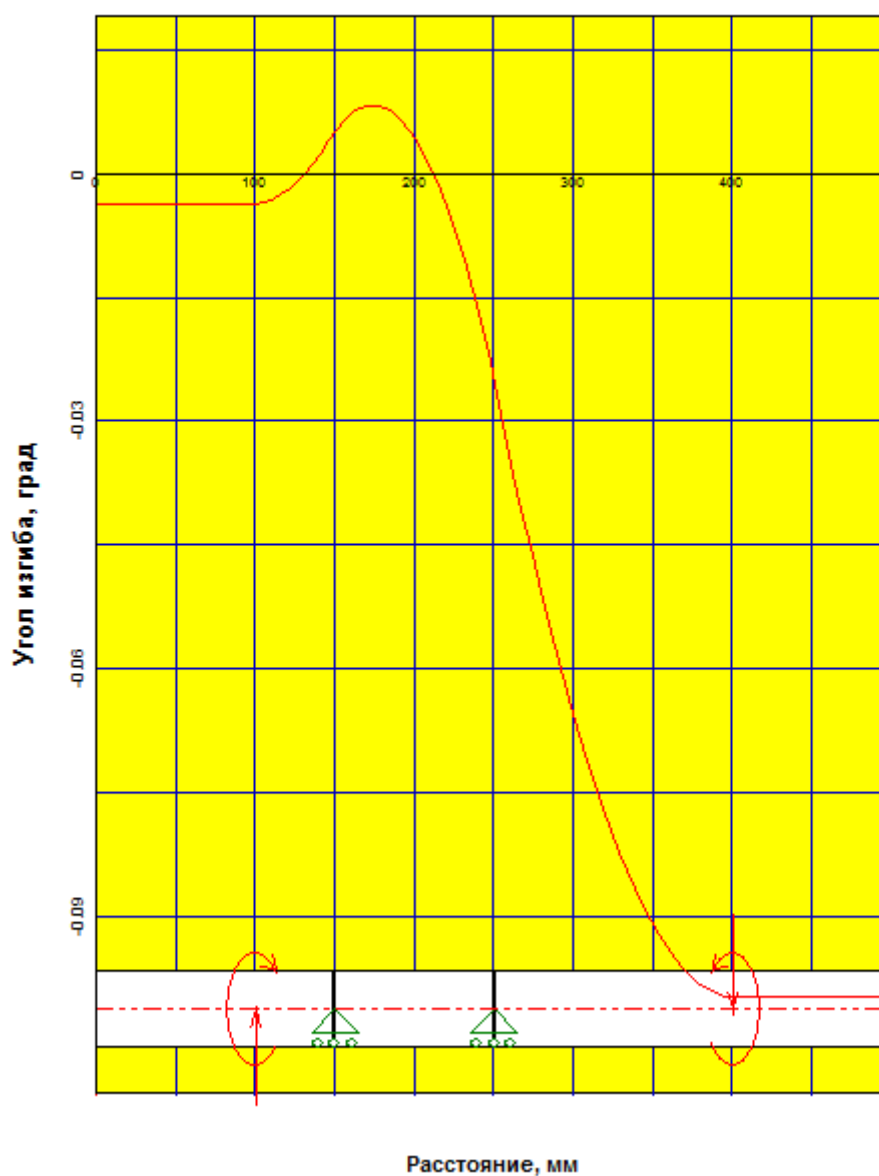


Рисунок 10 – Угол изгиба в вертикальной плоскости

Угол кручения

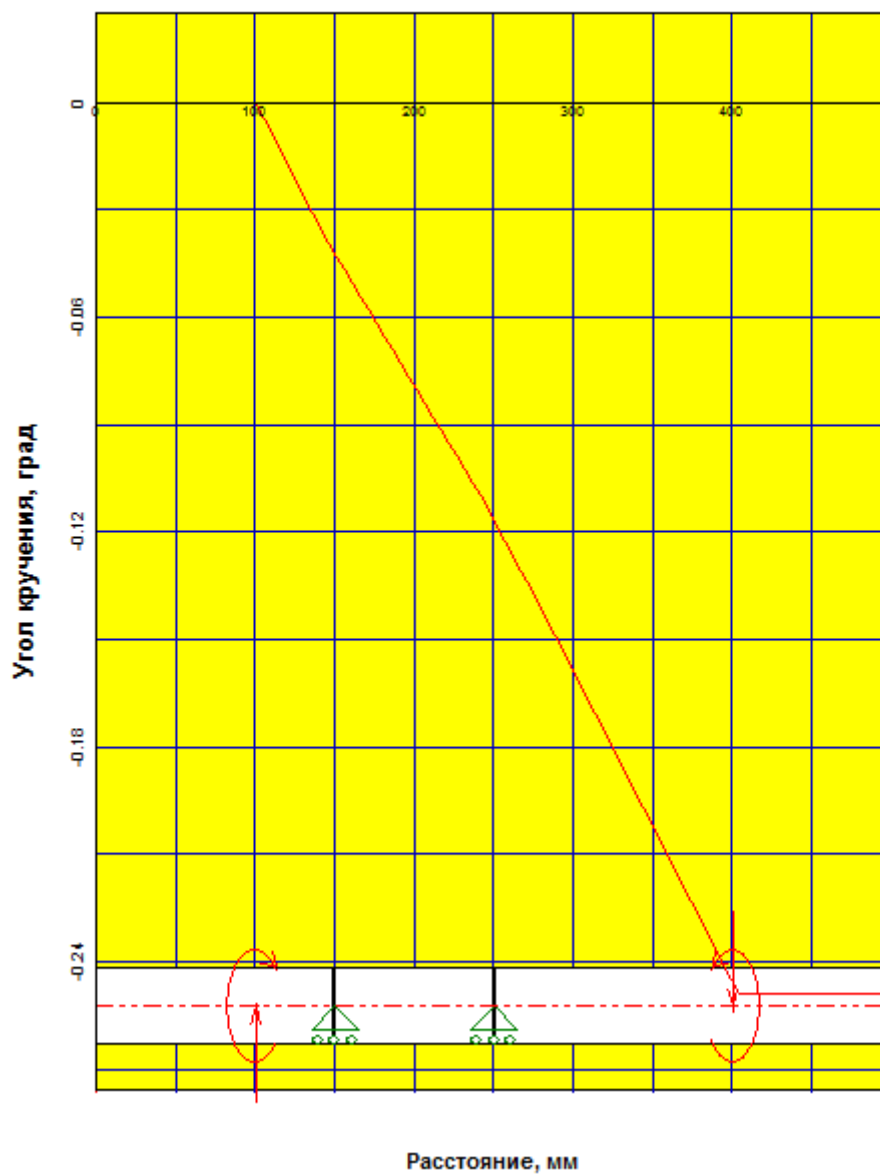


Рисунок 11 – Угол кручения

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ОТБ 00.00.000 ПЗ

Лист

21

Эквивалентное напряжение

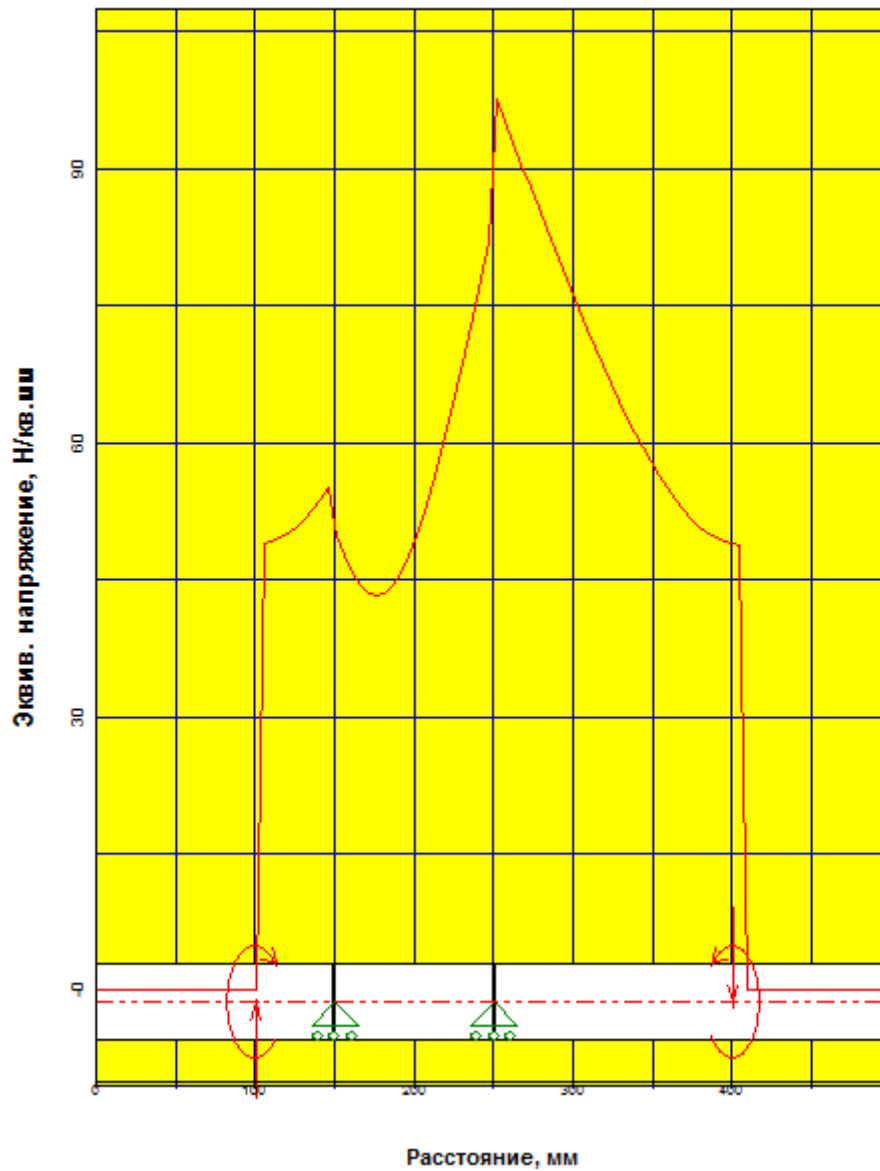


Рисунок 12 – Эквивалентное напряжение

3.5 Прочностной расчет подшипника на ЭВМ

Роликовый радиально-упорный подшипник (Нагруженный) Подшипник 7310 ГОСТ 333-79

Исходные данные:

					ОТБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Таблица 6 - Геометрия

Внешний диаметр	110.000	мм
Внутренний диаметр	50.000	мм
Диаметр тела качения	16.700	мм
Число тел качения	12.000	
Длина ролика	19.400	мм
Угол контакта	12.000	град

Таблица 7 - Точность

Радиальные биения внешн. кольца	0.020	мм
Радиальные биения внутр. кольца	0.020	мм

Таблица 8 - Условия работы

Осевая сила	2000.000	Н
Радиальная [15] сила на нагр. опоре	6120.000	Н
Радиальная сила на ненагр. опоре	6120.000	Н
Осевая сила преднатяга	0.000	мм
Скорость вращения	15.000	об/мин
Коеф. динамичности	1.000	
Тип нагрузки	Постоянная	
Тип установки	Схема "О"	

Таблица 9 - Резюме

Средняя долговечность	5621622.154	час
Максимальное контактное напряжение	1267.647	Н/кв.мм
Выделение тепла	1720.703	Дж/час
Динамическая грузоподъемность	127688.147	Н
Осевые биения	53.346	мкм
Радиальные биения	4.597	мкм
Боковые биения	0.120	мкм
Момент трения	0.304	Н х м
Потери мощности	0.478	Вт

Таблица 10 - Момент трения, (Н х м)

Математическое ожидание	0.304
Дисперсия	0.001
Стандартное отклонение	0.034

0.353	0.301	0.322	0.273	0.323
0.297	0.360	0.267	0.273	0.364
0.259	0.266	0.305	0.282	0.314
0.269	0.330	0.336	0.255	0.351
0.292	0.305	0.257	0.368	0.300
0.333	0.296	0.350	0.292	0.308
0.355	0.280	0.342	0.350	0.320
0.256	0.299	0.333	0.304	0.319
0.280	0.269	0.252	0.314	0.282
0.265	0.341	0.251	0.297	0.306
0.324	0.323	0.380	0.322	0.311
0.271	0.289	0.273	0.314	0.300
0.291	0.309	0.314	0.272	0.355
0.311	0.257	0.264	0.298	0.260
0.317	0.309	0.337	0.256	0.361
0.313	0.313	0.288	0.311	0.331
0.358	0.257	0.249	0.355	0.259
0.360	0.252	0.351	0.258	0.309
0.367	0.263	0.273	0.337	0.302
0.269	0.300	0.358	0.302	0.268

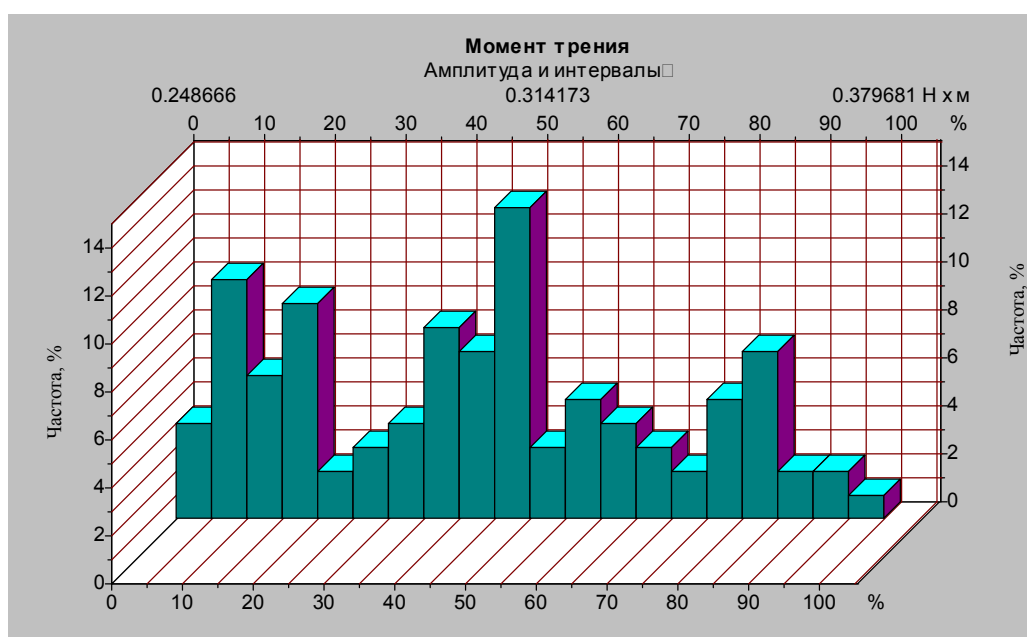


Рисунок 13 – Момент трения

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

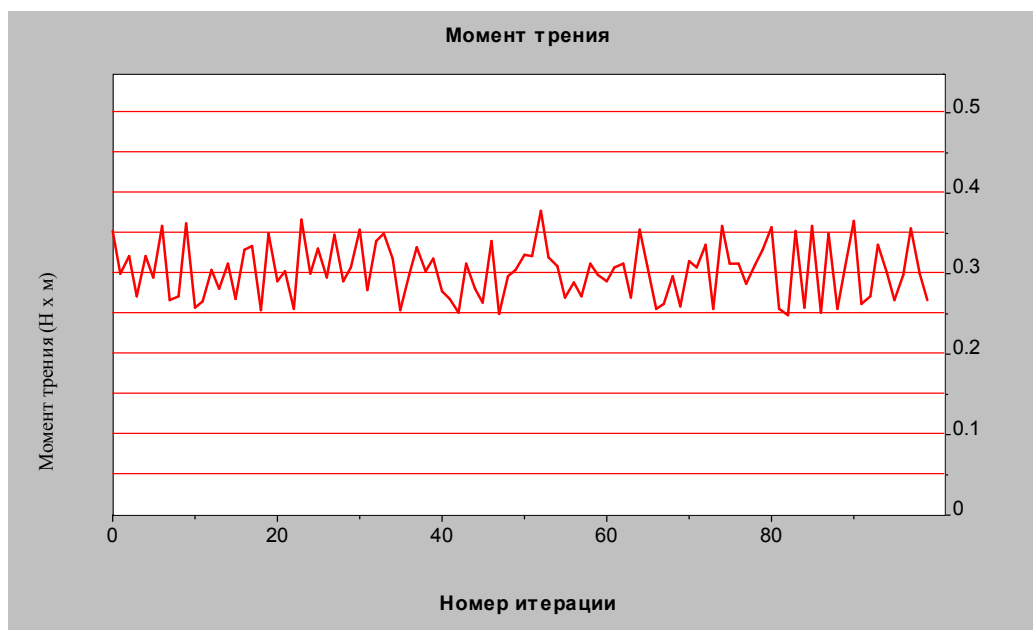


Рисунок 14 – Момент инерции

Таблица 11 - Потери мощности (Вт)

Математическое ожидание	0.478
Дисперсия	0.003
Стандартное отклонение	0.054

0.555	0.473	0.506	0.429	0.507
0.466	0.565	0.420	0.428	0.572
0.406	0.417	0.479	0.442	0.493
0.423	0.518	0.527	0.401	0.552
0.459	0.478	0.403	0.578	0.472
0.523	0.464	0.549	0.459	0.484
0.557	0.440	0.537	0.550	0.503
0.402	0.470	0.524	0.477	0.501
0.439	0.423	0.396	0.493	0.442
0.416	0.536	0.394	0.467	0.480
0.508	0.507	0.596	0.505	0.488
0.426	0.455	0.429	0.493	0.471
0.457	0.485	0.493	0.427	0.557
0.488	0.404	0.414	0.468	0.408
0.498	0.485	0.530	0.403	0.567
0.492	0.492	0.452	0.488	0.520
0.562	0.403	0.391	0.557	0.407
0.565	0.396	0.551	0.405	0.485
0.576	0.413	0.428	0.530	0.475
0.422	0.470	0.562	0.474	0.421

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

3.6 Прочностной расчет шпонки на ЭВМ

Соединение: призматической шпонкой

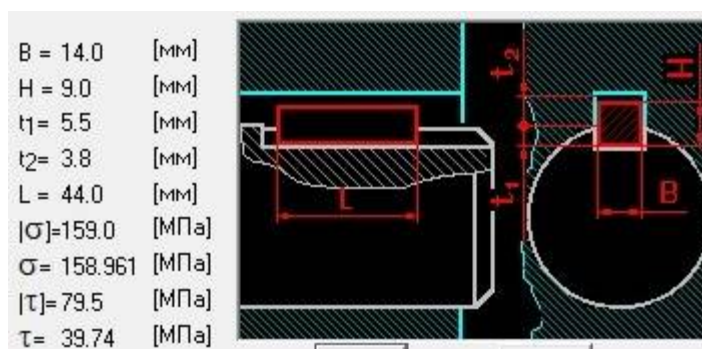


Рисунок 17 – Результаты расчета

Таблица 12 – Исходные данные

Диаметр вала	50.0	мм
Передаваемый момент	612.0	Нм
Тип нагрузки	Пульсационная	
Тип соединения	Неподвижное	
Материал вала	35	
Материал шпонки	Ст4пс	
Материал втулки	40Х	

Таблица 13 - Результаты расчёта

Ширина шпонки	14.0	мм
Высота шпонки	9.0	мм
Глубина паза [16] на валу	5.5	[17]мм
Глубина паза во втулке	3.8	мм
Длина шпонки	44.0	мм [16]
Допускаемое напряжение смятия	159.0	МПа
Напряжение смятия	158.961	МПа
Допускаемое напряжение среза	79.5	МПа
Напряжение среза	39.74	МПа

4 Монтажный проект

4.1 Расчет фундаментной площадки

4.1.1 Статический расчет фундаментной площадки

Эскиз фундамента представлен на рисунке 18

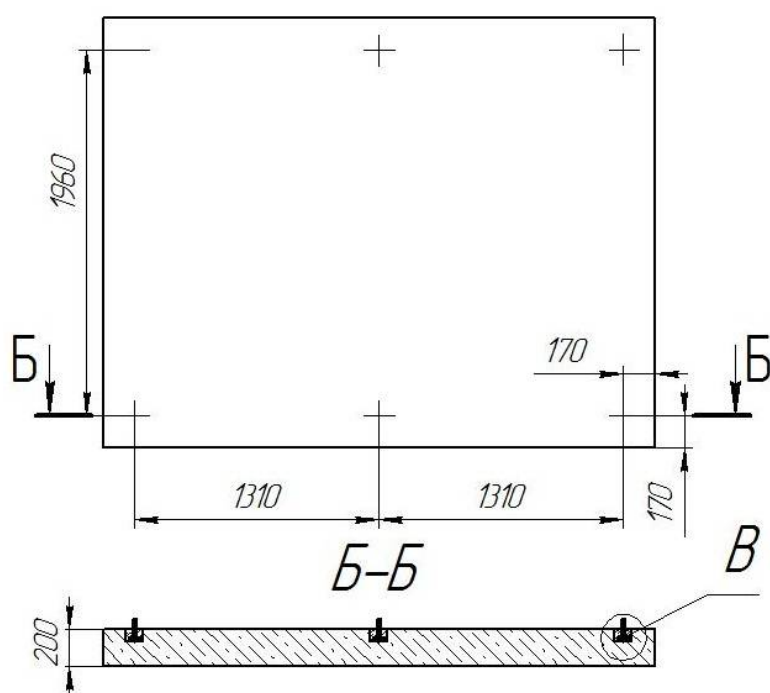


Рисунок 18 – Эскиз фундаментной площадки

Определим наибольшую величину эксцентриситетов e и e' изготовителя ОТБ, смонтированного на фундаментную площадку со сторонами $a=3000$ мм и $b=2300$ мм.

$$e = 5a/100, \quad (13)$$

$$e' = 5b/100, \quad (14)$$

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$e=5*3000/100=150 \text{ мм,}$$

$$e'=5*2300/100=115 \text{ мм}$$

Масса продукта в резервуаре $M_{\text{пр}}$, определяется по формуле (15):

$$M_{\text{пр}} = V_{\text{пр}} * \rho_{\text{пр}}, \quad (15)$$

$$M_{\text{пр}} = 10 * 1003 = 10030 \text{ кг,}$$

$$G_{\text{пр}} = 100,3 \text{ кН}$$

где $V_{\text{пр}}$ – вместимость резервуара, м^3 ;

$G_{\text{пр}}$ – вес продукта, кН

Общий вес машины в рабочем (заполненном) состоянии $G_{\text{м}}$, определяется по формуле (16):

$$G_{\text{м}} = G_{\text{т}} + G_{\text{пр}}, \quad (16)$$

$$G_{\text{м}} = 25,5 + 100,3 = 125,8 \text{ кН}$$

где $G_{\text{т}}$ – вес творогоизготовителя, кН

Приняв припуск $\delta=170$ мм на каждую сторону определяем площадь подошвы фундамента F , м^2 , формуле (17):

$$F = (a + 2 * \delta) * (b + 2 * \delta), \quad (17)$$

$$F = (2 * 1,31 + 2 * 0,17) * (1,96 + 2 * 0,17) = 6,808$$

где a , b – расстояние между осями фундаментных болтов, мм;

δ – припуск на каждую сторону, [19] мм

Высоту фундаментной площадки принимаем равной $H=0,2$ м

					<i>ОТБ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29

Объем фундамента $V, м^3$, определяется по формуле (18):

$$V = F * H, \quad (18)$$

$$V = 6,808 * 0,2 = 1,36$$

Вес фундамента G_{ϕ} , кН, определяется по формуле [18] (19):

$$G = V * \gamma, \quad (19)$$

$$G_{\phi} = 1,36 * 20 = 27,2$$

где γ - удельный вес материала, кН/м³

Фактическое давление на [19] грунт основания P , кН, определяется по формуле (20):

$$P = \frac{(G_M + G_{\phi})}{\alpha * F} \leq [P_H], \quad (21)$$

$$P = \frac{125,8 + 27,2}{1 * 6,808} = 22,47 \leq 25$$

Фактическое давление на перекрытие не превышает допустимого значения.

Следовательно, фундаментная площадка с принятыми размерами спроектирована правильно.

					<i>ОТБ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		30

4.1.2 Динамический расчет фундаментной площадки

Фактическое давление на перекрытие при наличии динамической составляющей P_D , кН, определяется по формуле (22):

$$P_D = \frac{G_M + G_6 + P_z}{\alpha * F} < [P_H] \quad (22)$$

$$P_D = \frac{125,8 + 25,7 + 125,8}{1 * 6,808} = 40,73 < 250$$

где: α – динамический коэффициент, равный 1;

P_z – вертикальная составляющая неуравновешенных сил инерции, кН, которая определяется по формуле (23):

$$P_z = G_M \quad (23)$$

$$P_z = 125,8 \text{ кН}$$

Амплитуда вынужденных вертикальных колебаний A_z , м, определяется по формуле (24):

$$A_z = K * \frac{P_z}{G_0 * (N_z - n^2)} \leq [A_z] = 0,0002 \dots 0,0003 \quad (24)$$

$$A_z = 90 * \frac{125800}{153000 * (6,97 - 15^2)} = 4 * 10^{-6}$$

где: G_0 – вес фундамента и аппарата, $G_0 = 153000$ Н;

K – коэффициент, $K = 90$ м / мин²;

N_z – частота вертикальных колебаний, мин⁻¹, которая определяется по формуле (25):

					ОТБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

$$N_z = K_1 * \sqrt{\frac{C_z * F}{G_0}} \quad (25)$$

$$N_z = 9,55 * \sqrt{\frac{1,2 * 10^4 * 6,808}{153000}} = 6,97$$

где K_1 – коэффициент, $K_1 = 9,55 \text{ мин}^{-1}$;

C_z – коэффициент упругости грунта, Н/м^2 , который определяется по формуле (26):

$$C_z = \frac{3,2 * 10^4}{\sqrt{F}}, \quad (26)$$

$$C_z = \frac{3,2 * 10^4}{\sqrt{6,808}} = 1,2 * 10^4$$

При проверке на резонанс находим отношение вынужденных и собственных колебаний системы «фундаментная площадка-машина» [19] по формуле (27):

$$0,7 \geq \frac{n}{N_z} \geq 1,3 \quad (27)$$

$$0,7 \geq \frac{15}{6,97} \geq 1,3 = 2,15$$

Явление резонанса у машины отсутствует.

4.2 Расчет крепления оборудования

Болты изготавливаем из стали Ст.3 ГОСТ 380 - 88 с пределом прочности $[\sigma_p] = 140 \text{ МПа}$. Марка бетона М150. Количество болтов 6.

Площадь сечения болтов $S, \text{ м}^2$, определяется по формуле (28):

$$S = \frac{P_3 + x * P}{z * [\sigma_p]}, \quad (28)$$

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ОТБ 00.00.000 ПЗ					

$$S = \frac{83028 + 0,7 * 125800}{6 * 140 * 10^6} = 2,04 * 10^{-4}$$

где x – коэффициент нагрузки, $x = 0,7$;

P – расчетная динамическая нагрузка, которая равна $P_z = P = 125800$ Н

P_3 – усилие затяжки, кН, которое определяется по формуле (29):

$$P_3 = K_{ст} * P * (1 - x), \quad (29)$$

$$P_3 = 2,2 * 125800 * (1 - 0,7) = 83028$$

где $K_{ст}$ – коэффициент стабильности затяжки, $K_{ст} = 2,2$

Принимаем болт с резьбой диаметром М20 на основании таблицы 4.2 [7.стр.61]

Необходимую площадь сечения болта $S_g, м^2$, определяют по формуле (30):

$$S_g = \frac{P_3 + x * P}{Z * [\sigma_g]}, \quad (30)$$

$$S_g = \frac{83028 + 0,7 * 125800}{6 * 40,54 * 10^6} = 7,03$$

где $[\sigma_g]$ – предел допустимой прочности болта при динамических нагрузках, МПа, который определяется по формуле (31):

$$[\sigma_g] = \frac{0,278 * [\sigma_p] * \alpha}{\mu}, \quad (31)$$

$$[\sigma_g] = \frac{0,278 * 140 * 10^6 * 1,25}{1,2} = 40,54 * 10^6$$

Так как $S_g > S$, то принимаем болты М36.

					<i>ОТБ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						33
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Глубину заделки болта в бетон, H , мм, определяют по формуле (32):

$$H = 3 \cdot d, \quad (32)$$

$$H = 3 \cdot 36 = 108$$

Эскиз фундаментного болта представлен на рисунке 19

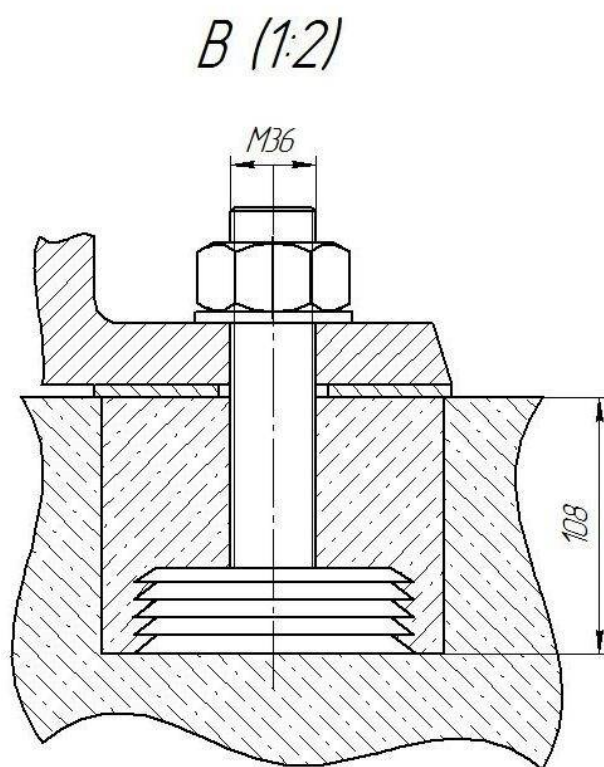


Рисунок 19 - Эскиз фундаментного болта

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ОТБ 00.00.000 ПЗ

Лист

34

4.3 Сетевой график монтажа оборудования

Сетевой график монтажа оборудования представлен в приложении В.

Расчет сетевого графика представлен в виде таблицы 14

Таблица 14 – Расчет сетевого график

№ начального события предшествующих работ	Наименование работы	Шифр работ	Продолжительность работ		Резерв времени
			Минимальная	Максимальная	
1	2	3	4	5	6
1	Разметка	1	3	3	0
2	Изготовление опалубки	1-2	3	3	0
3	Подготовка перекрытия	2-3	3	3,5	0,5
4	Установка опалубки	3-4	2	2,5	0,5
5	Выверка опалубки	4-5	1,5	2	0,5
6	Выстиление рубироида	5-6	1	1,5	0,5
7	Залив фундаментной площадки	6-7	7	8	1
8	Выдержка фундаментной площадки	7-8	56	60	4
9	Такилажные работы	0-9	10	12	2
10	Распаковка оборудования	9-10	2	3	1
11	Установка рамы	10-11	3	3,5	0,5
12	Выверка рамы	11-12	2	2,5	0,5
13	Закрепление рамы	12-13	2	2,5	0,5
14	Установка творогоизготовителя	13-14	3	3,5	0,5
15	Выверка творогоизготовителя	14-15	2	2,5	0,5
16	Закрепление творогоизготовителя	15-16	1	1,5	0,5
17	Установка пульта управления	16-17	2	2	0

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6
18	Выверка пульта управления	17-18	1	1,5	0,5
19	Закрепление пульта управления	18-19	1	1	0
20	Подключение трубопровода	19-20	4	4,5	0,5
21	Подключение электрооборудования	20-21	5	6	1
22	Пуск, останов	21-22	0,08	0,08	0
23	Холостой ход	22-23	2,5	2,5	0
24	Испытание под нагрузкой	23-24	4,5	4,5	0
25	Сдача комиссии	25			0

4.4 План размещения помещений в цехе

Список помещений входящих в цех по производству творога:

- 1) Приемно-аппаратный цех
- 2) Склад дополнительного сырья
- 3) СИП мойка
- 4) Склад готовой продукции
- 5) Творожный цех

Функциональные связи цеха творога представлен в таблице 15

Таблица 15 – Функциональные связи цеха творога

№ отделений и помещений	Отделения и помещения	Номера отделений и помещений				
		1	2	3	4	5
1	Приемно-аппаратный цех			-		-
2	Склад дополнительного сырья					-
3	СИП Мойка	-				
4	Склад готовой продукции					-
5	Творожный цех	-	-		-	

Принципиальная безразмерная схема компоновки цеха творога представлена на рисунке 20

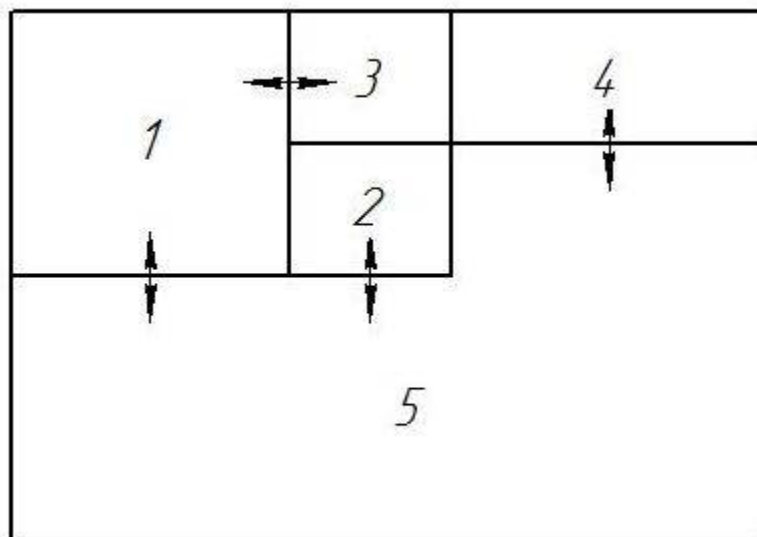


Рисунок 20 – Принципиальная безразмерная схема компоновки цеха творога

4.5 Техническое обслуживание

В процессе эксплуатации творогоизготовителя проводятся следующие виды технического обслуживания:

- ежедневное обслуживание;
- ежемесячное обслуживание;
- периодическое техническое обслуживание.

Техническое обслуживание при использовании выполняют рабочие, обслуживающие творогоизготовителя и дежурный персонал ремонтной службы предприятия.

Техническое обслуживание приборов КИП и средств автоматизации должно проводиться слесарем по КИП и автоматике.

Ежедневное обслуживание включает в себя наблюдение за выполнением правил эксплуатации, выявление изменений в работе по характеру движения отдельных частей механизмов, по шуму, ударам и другим признакам, а также своевременное устранение неисправностей.

Ежедневное обслуживание выполняется без нарушения основного технологического процесса производства или с кратковременными остановками в случае необходимости замены отказавших деталей.

Ежедневные осмотры рекомендуется проводить в начале смены во время включения в работу и в конце смены во время уборки и мойки творогоизготовителя.

Во время ежедневного обслуживания проверяются:

- проверку надежности и исправности заземления всего оборудования;
- проведение плановых профилактических осмотров;
- функционирование всех устройств творогоизготовителя;
- герметичность соединения узлов подачи, слива теплохладогента, сыворотки, моющего раствора;
- проверка степени нагрева двигателей и подшипниковых узлов;

					<i>ОТБ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		38

Результаты ежедневных осмотров фиксируются в перечне осмотров и сведения о выявленных отклонениях и принятых мерах по их устранению доводятся до сведения соответствующих служб.

Ежемесячное обслуживание проводится с целью проверки работоспособности творогоизготовителя и площадки обслуживания, устранения неисправностей и предварительного выявления объема работ, подлежащих выполнению при очередном техническом обслуживании.

Ежемесячное обслуживание требует плановой остановки творогоизготовителя и включает в себя следующие работы:

- полный объем работ, выполняемый при ежедневном обслуживании;
- замена агрегатов и деталей, отработавших свой ресурс;
- проверка и при необходимости подтяжка болтовых соединений;
- проверка герметичности трубопроводных узлов;
- проверка степени нагрева двигателей и подшипниковых узлов;
- проверка несущей рамы творогоизготовителя на наличие усталостных трещин в сварных соединениях.

Периодическое техническое обслуживание требует плановой остановки творогоизготовителя и проводится один раз в 6 месяцев. Периодическое техническое обслуживание включает в себя следующие работы:

- полный объем работ при ежемесячном обслуживании;
- проверка состояния электропроводки, подтяжка винтовых контактных соединений;
- проверка величины сопротивления изоляции и сопротивления узлов заземления.

Техническое освидетельствование проводится ежегодно с записью результатов в специальном журнале.

Заключение

В данном дипломном проекте рассмотрена машинно-аппаратурная схема производства творога и проведен анализ технологического потока, из которого выявлены узкие места в линии. Далее был обработан большой объем теоретического материала современных конструкций творогоизготовителей, а так же патентный обзор и сделан вывод, что развивать оборудование можно в двух направлениях: 1) Изменение конструкции режуще-вымешивающего инструмента направленное на повышение качества готового продукта. Улучшение качества продукт осуществляется за счет увеличения режущей кромки и изменения положения лезвий мешалки. 2) Изменение тепловой рубашки выполненной в виде подложки и приваренной к резервуару. Улучшение качества происходит за счет повышения скорости движения теплоносителя и большую поверхность для теплообмена. Далее изучили конструкцию творогоизготовителя и произвели расчет фланца, кинематический и прочностной расчет привода мешалки и выявили, что работа обеспечивается в пределах нормы для данного оборудования. Так же был спроектирован монтажный проект с расчетами проектирования фундаментной площадки, из которого видно, что фундаментная площадка рассчитана верно для данного оборудования, расчет крепления оборудования показал, что нужно использовать болты М36. Был разработан сетевой график монтажа оборудования и компоновка цеха линии производства творога.

					<i>ОТБ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		40

Список использованной литературы

1. Сорокопуд А.Ф. Технологическое оборудование: учебное пособие для выполнения курсового и дипломноо проектов [Текст] / А.Ф. Сорокопуд, В.И. Петров; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2000. 60 с.
2. Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности [Текст] / С.А. Бредихин. - М.: КолосС, 2010. 408 с.
3. Сурков В.Д. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности [Текст] / В.Д. Сурков, Н.Н.Липатов, Ю.П. Золотин – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легкая пищевая пром-сть, 1983.-432 с.
4. Сорокопуд А.Ф. Основы теории технологического потока: учебное пособие: [Текст] / А.Ф. Сорокопуд; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2003. – 160 с.
5. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств. Под ред. Соколова А.Я. - М.: Пищепромиздат, 1960.
6. Харламов С.В. Практикум по расчету и конструированию машин и аппаратов пищевых производств. – Л.: Агропромиздат. Ленинградское отд-ние, 1991.-256 с. ил. – (Учебник и учеб. пособия для высш. учеб. Заведений)
7. Петров В.И. Диагностика, ремонт и сервисное обслуживание машин и аппаратов пищевых производств: учебное пособие [Текст]. В 2-х частях / В.И. Петров; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2003. -160 с.
8. Электронный ресурс, режим доступа:
<http://dlib.rsl.ru/rsl0100000000/rsl01000239000/rsl01000239...>
9. Электронный ресурс, режим доступа:
<http://bibliofond.ru/view.aspx?id=667713#1>
- 10.Электронный ресурс, режим доступа:
<http://dlib.rsl.ru/rsl01006000000/rsl01006579000/rsl01006579...>
- 11.Электронный ресурс, режим доступа:
http://edulancer.ru/datas/attachs/6956_0_METODICHKA_dlya_k.r...
- 12.Электронный ресурс, режим доступа:
<http://www.mgupp.ru/wp-content/uploads/2011/12/%D0%94%D0%B8%...>
- 13.Электронный ресурс, режим доступа:
<http://westud.ru/work/224667/Raschet-separatora-i-resivera>
- 14.Электронный ресурс, режим доступа:
http://refvip.ru/ref_c9768eda80cae6eb6d9bde465e7020eb.html
- 15.Электронный ресурс, режим доступа:
<http://www.studfiles.ru/dir/cat34/subj1149/file18690/view167...>

					<i>ОТБ 00.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

16. Электронный ресурс, режим доступа:
<http://bestreferat.ru/archives/53/bestref-145753.zip>
17. Электронный ресурс, режим доступа:
<http://bestreferat.ru/archives/53/bestref-145753.zip>
18. Электронный ресурс, режим доступа:
<http://bestreferat.ru/archives/53/bestref-145753.zip>
19. Электронный ресурс, режим доступа:
<http://bestreferat.ru/archives/53/bestref-145753.zip>

					<i>ОТБ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		42