

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Литературно – патентный обзор.....	6
1.1 Описание машинно-аппаратурной схемы линии производства маринадов	6
1.2 Описание семян измельчаемого кунжута	8
1.3 Описание и способы измельчения твердых тел.....	9
1.4 Литературный обзор машин для измельчения семян масличных культур.....	12
1.4.1 Рушально – веечная машина Б6-МРА-3.....	12
1.4.2 Бичевая семенорушка МРН	13
1.4.3 Центробежная семенорушка А1-МРЦ	15
1.4.4 Центробежная семенорушка А1-МЦП.....	17
1.4.5 Дробилка А1– КДП	19
2 Технико – экономическое обоснование разработки измельчителя	23
3 Описание конструкции измельчителя и семян измельчаемого кунжута	24
4 Расчеты, подтверждающие работоспособность измельчителя.....	26
4.1 Кинематический расчет измельчителя.....	26
4.2 Прочностной расчет пластины	28
4.3 Прочностной расчет подшипника на ЭВМ.....	30
4.4 Прочностной расчет шпонки на ЭВМ.....	39
5 Монтажный проект	41
5.1 Расчет фундаментной площадки	41
5.1.1 Статический расчет фундаментной площадки	41
5.1.2 Динамический расчет фундаментной площадки	43
5.2 Расчет крепления оборудования.....	45

					<i>ККМ 00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Да-</i>	«Проект измельчителя в линии производства ма- ринадов»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Алимов</i>						<i>3</i>	<i>58</i>
<i>Провер.</i>	<i>Риднев</i>							
<i>Реценз</i>								
<i>Н. Контр.</i>	<i>Риднев</i>					<i>КемТИПП(ц) ПМ – 121</i>		
<i>Утверд.</i>	<i>Риднев</i>							

5.2.1 Статический расчет болта	45
5.2.2 Динамический расчет болта.....	45
5.3 Сетевой график монтажа оборудования	47
Заключение	48
Список использованной литературы.....	49
Приложения	50

					<i>ККМ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						4
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ВВЕДЕНИЕ

Основным способом получения полуфабрикатов высокого качества из растительного сырья является измельчение, когда при заданных или регулируемых по величине нагрузках исходный материал разрушается, преимущественно по границам поверхностного взаимодействия компонентов, а продукт измельчения представляет собой полидисперсный сыпучий материал, легко разделяющийся как на фракции, так и по компонентному составу. Особенно актуальна проблема измельчения в масложировой промышленности. В настоящее время значительно расширился перечень масличных культур, из семян которых извлекают масло. Но морфологические особенности многих семян, например, кунжута и других ему подобных не позволяют эффективно проводить разрушение и разделение, что резко снижает качество получаемых масел, усложняет и повышает стоимость процесса очистки масел. Нежировая часть масличных семян, являющаяся отходом в производстве растительных масел, представляет большую хозяйственную ценность. После обезжиривания семян при получении столового масла из их нежировой части готовят халву и другие кондитерские изделия. Обезжиренные масличные семена вследствие большого содержания в них белковых веществ представляют собой сырье для получения аминокислот, в частности глутаминовой кислоты, а обезжиренные соевые семена являются ценной пищевой добавкой при выпечке хлеба. Многие семена после обезжиривания используют как концентрированные пищевые добавки в продукты питания. Плодовая и семенная оболочки семян отдельных видов являются сырьем для гидролизного производства и могут служить источником для получения разнообразных химических продуктов. Измельчение семян масличных культур, называемых условно бескожурными, в настоящее время является актуальной проблемой, а комплексная переработка масличного сырья признана входящей в критические технологии, требующие инновационного развития в настоящее время.

					<i>ККМ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

1 ЛИТЕРАТУРНО – ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Описание машинно – аппаратной схемы производства маринадов

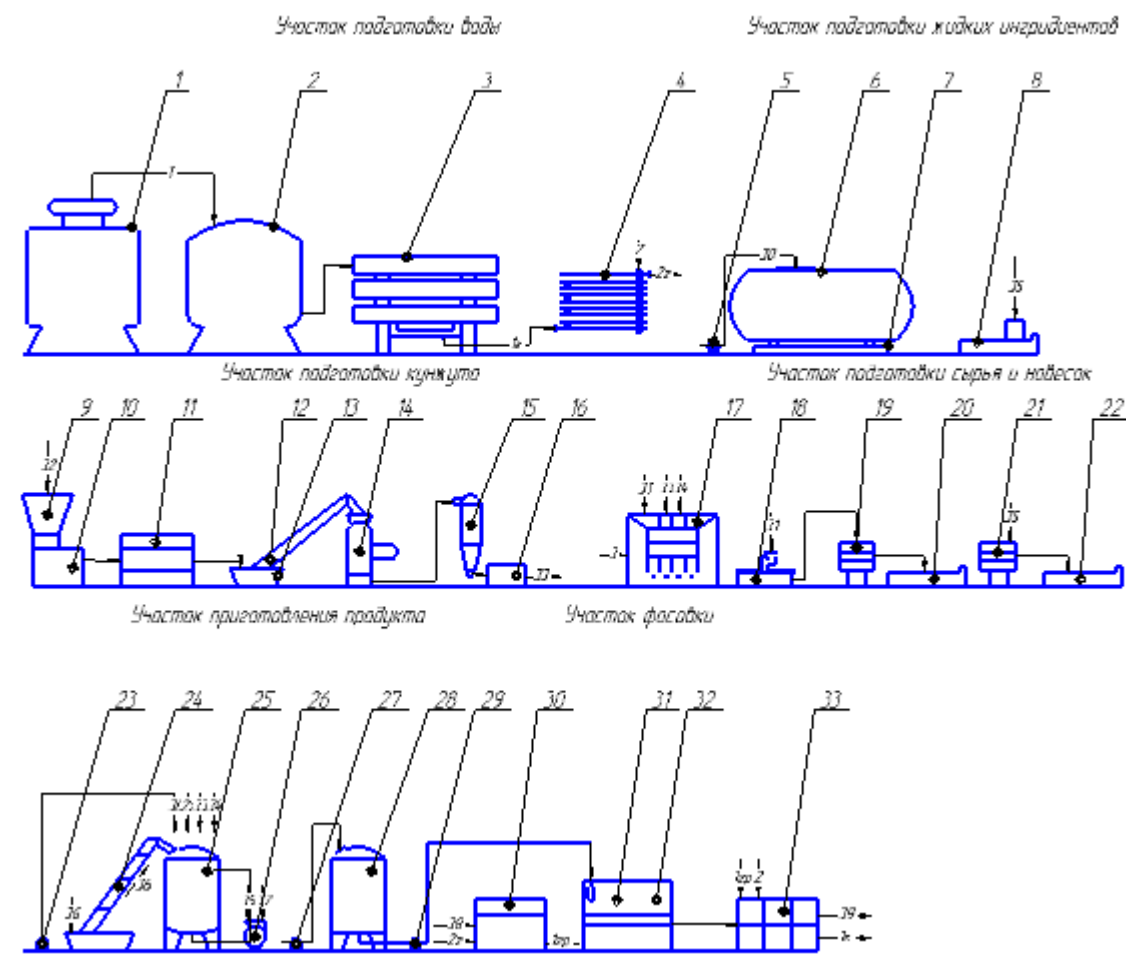


Рисунок 1.1 – Машинно – аппаратная схема линии производства маринадов

Маринады производят на сборной линии, состоящей из комплекса оборудования различного типа для очистки воды, подготовки сырья, приготовления соуса (смешивания, гомогенизации), фасовки (розлива), укупорки, пастеризации и упаковки.

Машинно-аппаратурная схема производства маринадов представлена на рисунке 1.

Подготовка воды – вода водопроводная подается на фильтр механической очистки воды US (1), фильтр для удаления железа, марганца BR(T) (2) и установку обратного осмоса ДВС-М-150-8-4 (3). После системы очистки, вода через

счетчик подается на изготовление продукта. Для нагрева вода подается по магистрали в теплообменник типа «труба в трубе» (4). Проходя через теплообменник вода нагревается от температуры 20°С до температуры 95°С. Кукурузный сироп, насосом НП-0,55 (5), расфасовывается в передвижные емкости-сборники (6). На емкости имеется штуцер для присоединения насоса.

Взвешивают навеску на платформенных весах ВСП-4-1000 А (7).

Уксусная кислота в канистре взвешивается на весах CAS AC 100 (8).

Кунжут засыпают в дозатор (9) и взвешивают на весах ВСП-4-1000 А (10). После взвешивания кунжут поступает в печь (11) на обжарку, печь разогревают до температуры 175-200 °С, после чего кунжут поступает в бункер (12) на конвейере (13) и охлаждаются до температуры 40 – 35°С. После охлаждения обжаренный кунжут конвейером поступает в центробежный измельчитель (14). В измельчителе кунжут разрушается на мелкие частицы и поступает в циклон (15). Проходя циклон, кунжут очищается от оболочки. После разделения кунжут подается в порционный аппарат (16).

В цехе подготовки сырья зерна кориандра и черного перца, кунжут и гранулы сухого чеснока проходят инспекционный контроль на фотосепараторе CCD/ZK3 (17). Кориандр и черный перец дробят на измельчителе ИМ-118 (18) и далее просеивают на вибросите СВ-09 (19). Взвешивают во внутрицеховую тару навески на весах ДН-836А (20). Сахар, красный перец, загуститель просеивают на вибросите СВ-09 (21) и во внутрицеховой таре взвешивают на весах D23P60ER (22).

Очищенная вода дозируется в емкость (аппарат с рубашкой) (25) для нагревания до определенной температуры. Соевый концентрат (брикеты) ленточным конвейером (24) подается в емкость. С помощью насоса НП-0,55 (23) в емкость при перемешивании загружается кукурузный сироп. Через загрузочное устройство насоса гомогенизатора НГД (26) загружается сахар, ксантановая камедь, красный перец, уксусная кислота. В емкость (23) загружаются гранулы кориандра, перца черного, чеснока и зерна кунжута. Маринад перекачивают с помощью насоса DMP (27) в танк для хранения (28).

					<i>ККМ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

Тара (бутылки) моется на ополаскивателе бутылок БЗ-ОМВ-6 (30). Готовый продукт насосом DMP-1 (29) подается в промежуточную емкость автомата розлива. Фасуется маринад на автомате объемного розлива вязких жидкостей RP5000 (31). Укупориваются бутылки на автоматической укупорочной машине М8 (32). Далее укупоренные бутылки с продуктом поступают в туннельный пастеризатор Р/Р/Р (33).

Пастеризованный фасованный продукт поступает на линию этикетирования и упаковки. Этикетка наносится на бутылку, далее маркератором наносится дата изготовления и срок годности. Бутылки укладываются в гофроящики.

Операторная модель линии производства маринадов показана на рисунке 1.2.

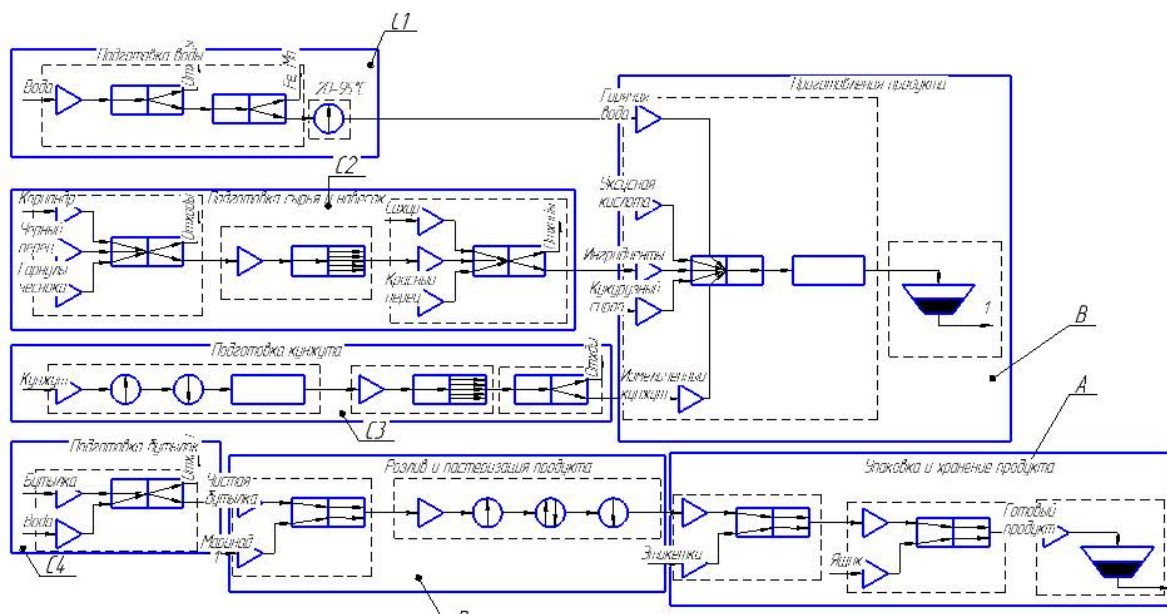


Рисунок 1.2 – Операторная модель линии производства маринадов

1.2 Описание семян измельчаемого кунжута

Среди высокомасличных культур, кунжут занимает первое место. В его семенах содержится от 50 до 65 % масла.

Кунжутное, или сезамовое, масло, полученное при холодном прессовании семян, - отличный пищевой продукт с высокими вкусовыми качествами, напоминает оливковое (прованское) масло. Это масло находит применение также в консервном и кондитерском производстве, и в медицине.

При горячем прессовании семян получают кунжутное масло, которое используют для технических целей, в частности, для получения туши.

Из белых семян кунжута вырабатывают тахинное масло, необходимое для производства высших сортов халвы (тахинная халва), консервов и различных сладостей.

Жмых, получаемый при холодном прессовании семян, содержит 8 - 10 % масла и около 40 % белка. Он широко применяется в кондитерской промышленности. Жмых от горячего прессования - хороший концентрированный корм для животных: 100 кг такого жмыха приравнивается к 132 кормовым единицам.

Кунжут - древняя культура Азии и Африки. Площадь его посевов в мире составляет более 5 млн гектар. Основные районы распространения кунжута: Индия, Китай, Бирма. В нашей стране кунжутом занято 1,6 тыс. гектара. Посевы его размещены в Краснодарском крае, Закавказье (Азербайджане) и в республиках Средней Азии (Казахской, Узбекской и Туркменской ССР) [14].

1.3 Описание и способы измельчения твердых тел

В зависимости от размеров кусков (частиц) исходного материала до измельчения и размеров частиц измельченного материала процессы классифицируют следующим образом: крупное дробление, среднее дробление, мелкое дробление, тонкое измельчение, сверхтонкое измельчение и резание [13].

Основными критериями оценки эффективности процесса измельчения любых твердых тел являются:

- 1 Степень измельчения, которую определяют как отношение суммарной поверхности частиц продукта после измельчения к суммарной поверхности частиц исходного продукта (например, в мукомольной промышленности – 20–50 мкм, в овощесушильной – 300–400 мкм);
- 2 удельная энергоемкость процесса;
- 3 удельная нагрузка на рабочий орган измельчающей машины.

Разрушение твердых тел происходит в том случае, когда внутренние напряжения растяжения и сдвига превышают предел прочности, на рисунке 1.3 приведены способы разрушения твердых тел:

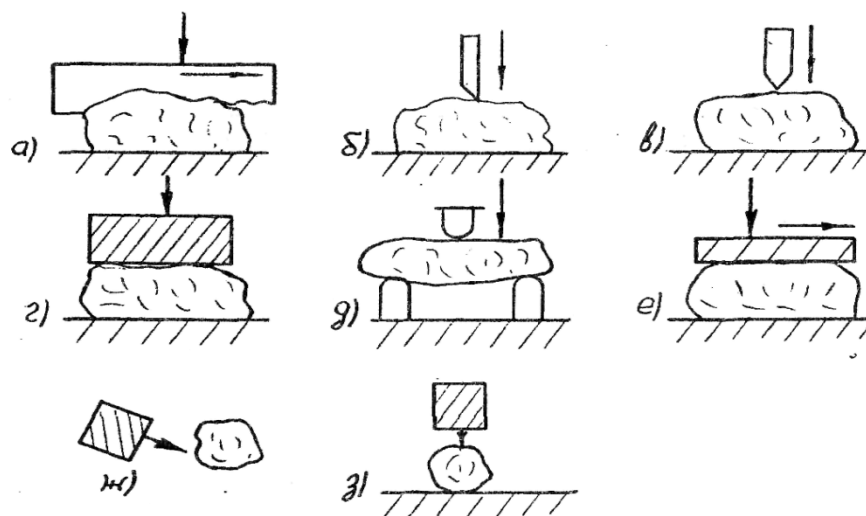


Рисунок 1.3 – Способы разрушения твердых тел

Резание и распиливание – являются процессами образования новой поверхности тел разделением их на части заданных размеров и формы, с помощью инструмента с режущей кромкой.

Резание подразделяется на скользящее резание (рисунок 1.3 а) и рубящее резание (рисунок 1.3 б). Распиливание является частным случаем скользящего резания. Резание вызывает в материале напряжения растяжения, сконцентрированные по плоскости направления движения режущего инструмента. Внедрение рабочего органа в твердое тело сопровождается высоким сопротивлением, возникающим при упругой и пластической деформации и трением. Резанием можно добиваться любых конечных размеров продуктов измельчения. В случае динамического приложения нагрузки резание по характеру разрушения материала близко к раскалыванию.

Раскалывание (рисунок 1.3 в) – применяют для крупного и среднего дробления. Способ заключается в концентрации нагрузки на малой площади поверхности тела. Разрушение происходит по дефектам структуры тела и носит хрупкий характер. Раскалывание, как и рубящее резание, сопровождается образо-

ванием опережающей трещины. Разрушение тела происходит от возникающих в нем напряжений растяжения.

При *раздавливании* (рисунок 1.3 г) рабочий орган воздействует на тело в статическом режиме на достаточно большой поверхности, вызывая в нем напряжения. Энергия рабочего тела преобразуется в потенциальную энергию упругой деформации, затем происходят сдвиговые деформации по дефектам структуры и разрушение тела. Раздавливание применяется только до мелкого дробления, т.к. при меньших размерах тел резко возрастают усилия разрушения, что объясняется масштабным фактором уменьшением количества дефектов частице с сокращением его размера.

Разламывание (рисунок 1.3 д) — является частным случаем раскалывания, и выгодно отличается от последнего характером распределения нагрузок. При разламывании поверхности рабочих органов выполняются ребристыми, что создает условия для возникновения изгибающих сил и растягивающих напряжений в большом объеме

При *истирании* (рисунок 1.3 е) рабочие органы перемещаются относительно друг друга, одновременно сжимая частицы материала. За счет сил трения создаются высокие напряжения сдвига в частицах. Истиранием достижимо тонкое и коллоидное измельчение.

Ударные воздействия на разрушаемое тело подразделяются на свободный и стесненный удары.

При свободном ударе (рисунок 1.3 ж) разрушение тела наступает в результате его столкновения с рабочим органом или другими телами в полете. В момент столкновения кинетическая энергия тела и рабочего органа частично преобразуются в потенциальную энергию разрушения, значительная же ее часть тратится на сообщение осколкам тела кинетической энергии, результатом чего является активное перемещение частиц в зоне разрушения.

При стесненном ударе (рисунок 1.3 з) вся кинетическая энергия рабочего органа преобразуется в потенциальную энергию деформирования и разрушения.

Наибольший эффект при разрушении достигается совмещением различных способов силового воздействия, что создает сложные напряженные состояния в объектах разрушения, способствующие снижению энергоемкости процесса.

1.4 Литературный обзор машин для измельчения семян масличных культур

1.4.1 Рушально-веечная машина Б6-МРА-3

Машина рушально-веечная модели “Б 6 - МРА - 3” (рисунок 1.4), дает возможность обрушивать семена подсолнечника и разделять лузгу и ядра. Преимуществом данной машины перед более ранними моделями является возможность замены лопастей вентилятора, более высокая скорость его вращения, легкость очистки дек устройства для рушения, свободная регулировка зазора между деками и ротором рушки, благодаря чему достигается расширение диапазона влажности семян, подвергающихся обработке. Кроме того в бункере предусмотрена заслонка для регулирования потока семян в рушку.

Техническая характеристика

Производительность семеновейки, кг/ч	1000
Частота вращения барабана рушки, об./мин.:	
-1ступень	830
-2ступень	1000
-3ступень	1220
Частота колебаний грохота при частоте вращения барабана рушки (1000 об./мин.)	392
Установленная номинальная мощность, кВт	5,5
Занимаемая площадь, м ² (не более)	3
Габаритные размеры, мм	2200x1200x1820
Масса, кг	800

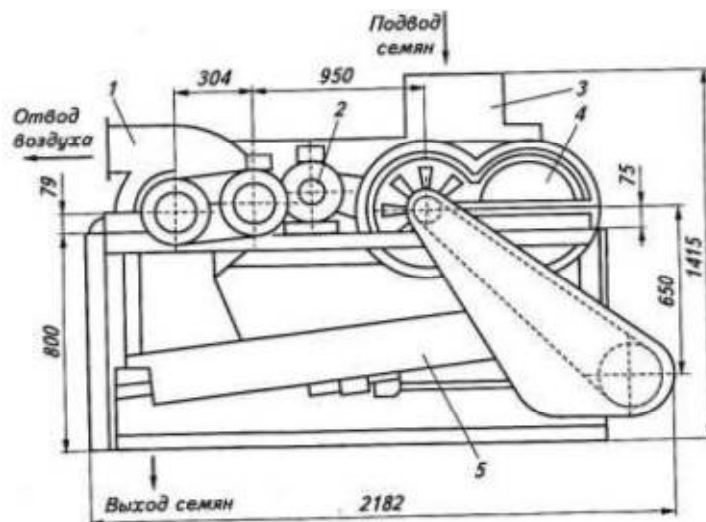


Рисунок 1.4–Рушально – вечная машина Б6-МРА-3

1 – вентилятор, 2 – привод, 3 – бункер, 4 – рушка, 5 – ситовой кузов.

Рабочим органом рушки является бичевой барабан, вращающийся с различной частотой. Привод барабана осуществляется посредством ременной передачи от электродвигателя. Разрушение оболочки семян подсолнечника происходит при их прохождении между барабаном и рифленной поверхностью дек - чугунных пластин, установленных между боковинами. Отделение лузги от ядер осуществляется на ситовом кузове 5, закрепленном на колеблющейся раме четырьмя ремнями. Ситовой кузов, представляющий собой деревянную раму, на которой смонтировано два сита, приводится в движение эксцентриковым валом. Лузга отсасывается вентилятором 1 [1,7].

1.3.2 Бичевая семенорушка МРН

Бичевая семенорушка МРН (рисунок 1.5), реализует метод многократного удара, имеющий место при последовательном попадании семян на бичи в деку. При многократном ударе скорость будет возрастать после каждого последовательного удара и превысит скорость, требуемую для разрушения лузги с разрушением ядра и получением сечки. В бичевой семенорушке происходит неориентированный удар, т.к. семена подаются на бичи неориентированными, дека выполнена волнистой и угол встречи семян с ней имеет случайный характер.

Техническая характеристика

Производительность, т/сутки	60
Потребляемая мощность, кВт	3,7
Частота вращения бичевого барабана, мин	600
Окружная частота вращения бичевого барабана, м/с	25
Диаметр бичевого барабана, мм	800
Зазор между декой и барабаном, мм	8-80
Частота вращения питательного валика, мин	105
Привод	
По усмотрению потребителя (от электродвигателя)	
Масса, кг	1500

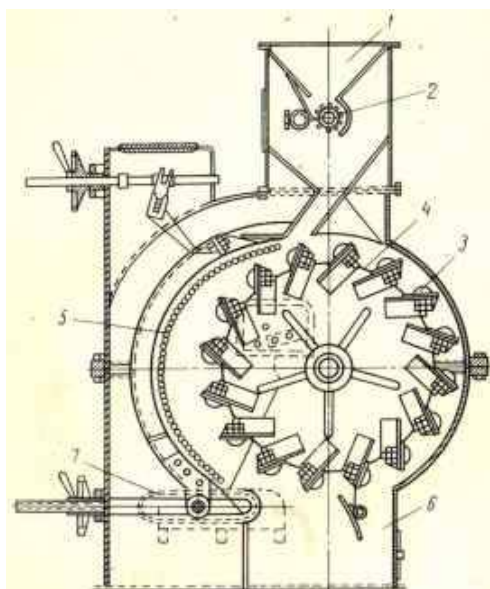


Рисунок 1.5 - Бичевая семенорушка МРН

1 – загрузочный бункер, 2 – питательный валик, 3 – стальные бичи,
4 – барабан, 5 – рифленая дека, 6 – сходный канал.

Бичевая семенорушка МРН состоит из металлического корпуса, внутри которого находится питательный валик 2, барабана 4, с прикрепленными к нему стальными бичами 3, чугунной рифленой декой 5, которая с помощью винтов и

штурвала 7 может перемещаться, изменяя зазор между бичами и декой в пределах 8—30 мм в зависимости от размеров семян и их влажности.

Принцип работы рушильной машины следующий: семена из загрузочного бункера 1 через питательный валик 2 попадают на бичи 3 быстровращающегося барабана 4, отбрасываются на рифленные поверхности деки 5, при ударе о которую оболочка семян разрушается.

Быстровращающийся барабан с бичами выбрасывает обрушенные семена подсолнечника (ядро и лузгу) из рушки через сходный канал 6 [1,8].

1.3.3 Центробежная семенорушка А1-МРЦ

Центробежная семенорушка А1-МРЦ (рисунок 1.6), предназначена для обрушения семян, высоко маслячного подсолнечника в схеме рушально-веечных цехов с повторным обрушении целых семян и недоруша на контрольных обрушивающихся машинах.

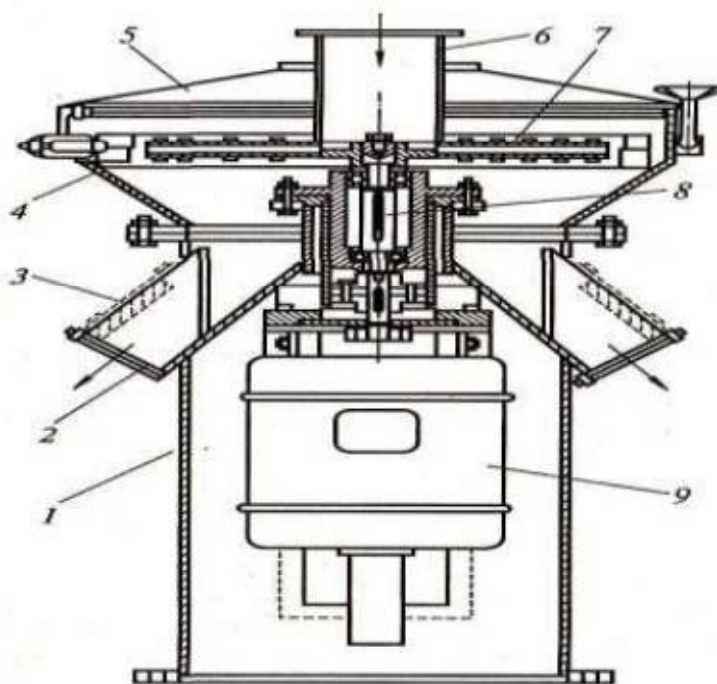


Рисунок 1.6 - Центробежная семенорушка А1-МРЦ

1 - цилиндрический корпус, 2 – патрубки, 3 – жалюзи, 4 – дека,
5 – крышка, 6 – питатель, 7 – ротор, 8 – вал, 9 – электродвигатель.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ККМ 00.00.000 ПЗ

Лист

15

Центробежная семенорушка А1-МРЦ ,состоит из цилиндрического корпуса 1, к которому приварены патрубки 2 для вывода рушанки, которые имеют жалюзи 3 для аспирации масляной пыли, мелкой шелухи и семенной оболочки. К обечайке верхней камеры корпуса 1 крепится дека 4. На крышке 5 корпуса 1 является питатель 6. В верхней камере корпуса 1 расположен ротор 7, вращающийся на вертикальном валу 8, который приводится в движение через муфту электродвигателем 9. Последний находится в нижней камере корпуса 1. Ротор 7 изготовлен из горизонтальных дисков, которые соединены между собой с помощью болтов через опорные перегородки (лопасти). Диски и лопасти образуют 16 рабочих каналов высотой 32 мм. Лопасти имеют съемные обшивки (вкладыши).

В центре верхнего диска ротора 7 имеется отверстие, в которое входит цилиндрический патрубок-питатель 6. Ротор легко разбирается. Дека 4 состоит из обечайки, на которой в два ряда по горизонтали в шахматном порядке приварены 48 частей - рабочих элементов деки. Нижняя камера корпуса 1 имеет монтажное окно со съемными дверцами и двумя патрубками. Через нижний патрубок подается воздух для охлаждения электродвигателя и для создания внутри камеры подпора воздуха, исключает попадание пыли в электродвигатель. Через верхний патрубок воздух выводится внутрь помещения для подачи воздуха в нижнюю камеру(предусмотрено вентилятор №4). Для обеспечения равномерного питания машины и очистки семян от случайных крупных примесей перед рушкой устанавливается потрясковый механизм.

Электродвигатель 9 постоянного тока с сидящим на одном валу тахогенератором и специальной схеме регулирования составляет комплексный регулируемый электропривод ПКВТ. Привод ПКВТ позволяет изменять частоту вращения ротора от 750 до 1500 об / мин. Описание привода, правила монтажа и эксплуатации привода ПКВТ приводятся в отдельной инструкции, которая идет вместе с электроприводом [1,9].

					<i>ККМ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16

1.4.4 Центробежная семенорушка А1-МЦП

Центробежная семенорушка А1-МЦП (1.7), представляет из себя агрегат, состоящий из следующих основных частей: ротора, деки, подшипниковой опоры, станины, кожуха, обечайки. Принцип работы рушки основан на методе однократного направленного удара семян о деку.

Техническая характеристика

Производительность техническая (по семенам подсолнечника),

т/сут	не менее 200
Номинальная установленная мощность, кВт	15
Частоте вращения ротора, с-1	35,3; 40,0; 41,6; 43,3
Диаметр диска ротора, мм	380
Число параллельно работающих дисков	4
Число радиальных каналов в диске	15
Масса рушки, кг	не более 550
Габаритные размеры, мм	1430x850* 1310

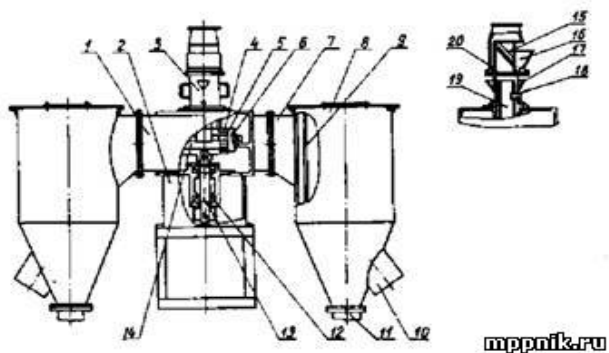


Рисунок 1.7 - Центробежная семенорушка А1-МЦП

1-7 – патрубок, 2 – корпус, 3 – распределительное устройства,
 4 – диски, 5 – радиальные каналы, 6 – кольцевые деки, 8 – циклоны,
 9 – сито, 10 – выход, 11 – отводящие точки, 12 – подшипники, 13 – вал,
 14 – кольцевая перегородка, 15 – решетка, 16 – рушанки, 17 – карманы,
 18 - , 19 – цилиндрический патрубок, 20 – цилиндрическая камера

Центробежная семенорушка А1-МЦП состоит из корпуса смонтированного на станине 2, распределительного устройства 3, рабочих дисков 4 с радиальными направляющими каналами 5, футерованными вкладышами из износостойкой керамики, кольцевой деки 6. Диски в сборе представляют собой ротор, который крепится на вертикальном валу 13. Вал с ротором вращается в подшипниках 12. Два патрубка корпуса 1 при монтаже соединяются с двумя циклонами 8, имеющими внутри цилиндрическое сито 9, отводящие течи масличной пыли 11 и рушанки 16. Распределительное устройство 1 включает в себя цилиндрическую камеру 20 с расположенной в ней предохранительной решеткой 15, цилиндрический патрубок 19, к внешней поверхности которого прикреплена кольцевая перегородка 14, отделяющая верхнюю рабочую зону ротора от нижней. Цилиндрический патрубок снабжен трубками IS для всасывания воздуха в нижнюю рабочую зону. В верхней части цилиндрической камеры 20 имеются отверстия для всасывания воздуха в верхнюю рабочую зону, прикрытые карманами 17.

Для извлечения крупных примесей, задержанных решеткой 15 камеры 20, против нее выполнено отверстие, которое сбоку прикрывается шарнирно-прикрепленным карманом 16.

Семена подсолнечника непрерывным потоком поступают на предохранительную наклонную решетку, где равномерно распределяются тонким слоем по всей ее площади, быстро просыпаются через нее, чему способствует дополнительно всасываемый воздух, поступающий через отверстие в цилиндрической камере, расположенной против предохранительной решетки.

Крупные однородные примеси, задержанные решеткой, скатываются вниз, собираясь в кармане 16,

Затем семена движутся в направлении каналов 5 рабочих дисков 4 верхней и нижней рабочих зон вместе со всасываемым воздухом через трубки 18 и отверстия, прикрытые карманами 17.

Из радиальных каналов 5, футерованных вкладышами из износостойкой керамики, семена подсолнечника выбрасываются на кольцевую деку 6. При этом

					<i>ККМ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

происходит обрушивание их за счет однократного направленного удара вдоль большой оси семени [1,10].

1.4.5 Дробилка А1 - КДП

Дробилка А1-КДП (1.8) предназначена для измельчения пряностей и других продуктов в линиях производства пищевых концентратов.

Техническая характеристика

Производительность, кг/ч	500
Частота вращения ротора, с ⁻¹	48,6
Мощность электродвигателя, кВт	7,5
Габаритные размеры, мм	655x940x1340
Масса, кг	450

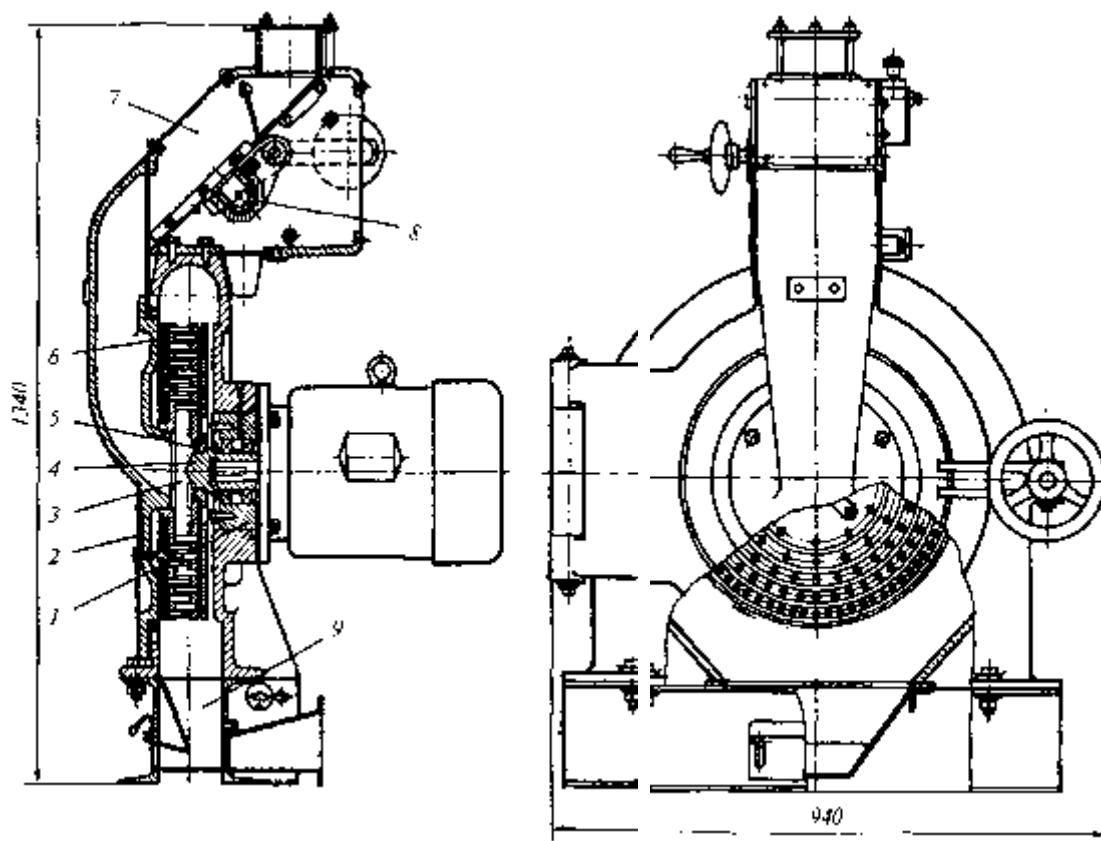


Рисунок 1.8 – Дробилка А1 – КДП

- 1 – корпус, 2 – откидная крышка, 3 – камера, 4 – ротор,
 5 – штифтовой диск, 6 – неподвижный диск, 7 – питатель,
 8 – металлосборник, 9 – пневмоприемник.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ККМ 00.00.000 ПЗ

Лист

19

Дробилка состоит из литого корпуса 1, образующего вместе с откидной крышкой 2 рабочую камеру 3, ротора 4 со съемным штифтовым диском 5, неподвижного диска 6 со штифтами, закрепленного на крышке, питателя 7 с магнитной защитой, металлосборника 8 и пневмоприемника 9.

Продукт по самотеку поступает в питатель 7, где происходит отбор металломагнитных примесей, после чего по каналу полой крышки он попадает в центр рабочей камеры 3. В камере происходит измельчение продукта при проходе его через зазоры между штифтами. Измельченный продукт попадает в пневмоприемник 9 и удаляется из дробилки пневмотранспортером.

Производительность дробилки регулируется при помощи заслонки в питателе [2,11,12].

Недостатками данной машины являются:

- сложность поддержания заданного дисперсного состава измельченных частиц из-за отсутствия регулируемой величины рабочего зазора между штифтами, расположенными на съемном и неподвижном дисках;

- высокая удельная энергоемкость процесса измельчения, обусловленная отсутствием возможности сокращения продолжительности технологического цикла;

- значительные удельные нагрузки на рабочий орган дисмембратора (штифты) из-за нерациональной силовой схемы действия продукта на поверхность штифтов;

- неточность подобранных геометрических и кинематических параметров дисмембратора вызывает повышенный износ рабочих органов (дисков со штифтами), что может привести к их преждевременному выходу из строя.

Таблица 1.3 – Литературный обзор оборудования для измельчения кунжута

Наименование источника информации	Авторы	Издательство, год издательства	Страница
1	2	3	4
Технологическое оборудование для переработки масличных культур	Кукушкин С.У. Зубцов В.А.	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства [13]»	308
Технологическое оборудование для переработки масличных культур	Кудрявцева Васильева	Северо-Кавказский филиал Всероссийского научно-исследовательского института жиров, 1931	250
Технологическое оборудование для переработки масличных культур	Кукушкин С.У. Зубцов В.А.	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства»	308
Технологическое оборудование для переработки масличных культур	Запороженко, Сергей Дмитриевич		114
Технологическое оборудование для переработки масличных культур	Шевцов Александр Анатольевич Остриков Александр Николаевич Лыткина Лариса Игоревна	Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежская государственная технологическая академия [12]»	196

Таблица 1.4 – Патентный обзор оборудование для измельчения кунжута

Страна по которой произведен поиск	Индекс патентной классификации	Использованные источники информации	Глубина поиска	Выявленные аналоги
1	2	3	4	5
Россия	Кукушкин С.У. Зубцов В.А.	Преимуществом данной машины перед более ранними моделями является возможность замены лопастей вентилятора, более высокая скорость его вращения, легкость очистки дек устройства для рушения, свободная регулировка зазора между деками и ротором рушки, благодаря чему достигается расширение диапазона влажности семян, подвергающихся обработке. Кроме того в бункере предусмотрена заслонка для регулирования потока семян в рушку	2006-2016	-

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5
Россия	2138331, устройство для разрушения плодовой оболочки масличных культур Фют А.К., Быкова С.Ф., Нестеренко С.В., Ключкин В.В.	Используется для разрушения плодовой оболочки семян подсолнечника, состоящая из чугунной станины, питающего устройства, подвижной деки, состоящей из колосников круглого сечения, создающих волнистую поверхность деки, бичевого барабана и индивидуального привода. Она не рассчитана на разрушение плодовой оболочки высокомаслических семян подсолнечника современных селекций, что снижает качественные показатели получаемого промежуточного продукта и способствует низкой производительности при относительно высоком уровне удельных затрат электроэнергии.	2006-2016	-
Россия	2406569, дробилка, Шевцов А.А. Остриков А.Н.	Используется для измельчения пряностей и других продуктов в линиях производства пищевых концентратов.	2006-2016	-
Россия	2527286, Устройство для однократного разрушения семян маслических культур. Рудне С.Д.	Настоящее изобретение относится к масложировой промышленности и может быть использовано для обрушивания семян льна, рапса, рыжика и других условно бескожурных маслических культур.	2006 – 2016	-

Вывод: В данном разделе было рассмотрено классификация оборудования для измельчения семян маслических культур.

Так как представленное оборудование имеет ряд недостатков, было принято решение разработать новую конструкцию машины для измельчения семян кунжута способом однократного свободного удара. В основу разрабатываемой конструкции положено компоновочное решение принятое в дробилке А1 – КДП, а также в патенте на изобретение №2527286. Такая комбинация позволит создать измельчитель непрерывного действия производительностью 20 – 50 кг/час, обеспечивающую измельчение кунжутного семени, до частиц размером 0,5- 1 мм, с высокой однородностью дробленой массы и минимальным содержанием маслической пыли.

2 ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ

В настоящее время актуальными являются разработки, связанные с созданием высокоэффективных технологий, предполагающие интенсификацию действующих производств при одновременном решении задач по повышению качественных характеристик производимых продуктов. Использование в промышленности прогрессивных технологий предопределяет повышение качества, расширение областей применения и рост объемов выпуска продуктов, производимых в различных отраслях, а значит разработка принципиально новых технологий и оборудования для измельчения семян масличных культур с целью эффективного использования материала.

Основным способом разрушения семян является измельчение свободным ударом. Использование дробилок, дезинтеграторов и измельчителей в современных условиях недостаточно так как, часть способов уже достигло своего предела, а другие методы не энергоемки, длительны по времени, переизмельчают продукт и экономический неэффективны.

На основе литературного анализа поставлены следующие задачи:

- 1 Получить крупку диаметром 0,5...1 мм.
- 2 Разработать машину для измельченияоднократным свободным ударом.

В дипломном проекте для предотвращения выше указанных недостатков нами было разработан и сконструирован центробежный измельчитель для измельчения кунжута в линии производства маринадов. Достоинствами измельчителя являются: простота конструкции, малая металлоемкость, высокая производительность, а так же низкие экономические затраты на внедрение обслуживание.

За основу конструкции был взят аналог штифтовой дробилки марки А1 – КДП.

					<i>ККМ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		23

3 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ

Измельчитель (рисунок 3.1), предназначен для обрушивания семян масленых культур и оборудование общетехнического применения.



Рисунок 3.1 – Измельчитель

1 – корпус, 2 – крышка, 3 – камера, 4 – колесо, 5 – питатель,
6 – электродвигатель, 7 – металлосборник, 8 – разгрузка,
9 – загрузочный патрубок, 10 – пластина.

Измельчитель состоит из литого корпуса 1, образующего вместе с откидной крышкой 2 рабочую камеру 3, колесо 4, питателя 5 с магнитной защитой, электродвигателя 6, металлосборника 7, разгрузочной секции 8, загрузочного патрубка 9 и пластины 10.

Принцип действия оборудования, использующегося центробежно-ударного способа измельчения состоит в следующем.

					<i>ККМ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

Разрушаемый материал подается в центральную часть воронки разгонного диска. Диск (колесо) изготовлен из литого алюминия и представляет собой цилиндрическую форму со сваренным кольцом с радиальными разделением и вращается вокруг своей горизонтальной оси. Внутри колеса расположены лопасти, вдоль которых движется измельчаемый материал. Центробежные силы разгоняют частицы и они вылетают из щелей кольца с линейной скоростью, определяемой угловой скоростью и радиусом рабочего органа. Куски продукта, соударяясь с неподвижными пластинами, разрушаются свободным ударом. Пластины расположены вокруг диска и находятся под углом 45° , положение пластины регулируется. Диск жестко закреплен на выходном валу электродвигателя 80В2 мощностью $N = 2.2$ кВт, с частотой вращения 3000 об/мин, установленной в опорах подшипника качения

Процесс переработки сыпучих материалов в измельчителе происходит следующим образом: материал непрерывно подается в питатель (5), затем через стакан разгонного диска (4) под действием центробежных сил частицы сыпучей среды меняют направление движения и начинают ускоряться в разгонных лопастях. Сыпучая среда перестает существовать как дисперсная система и ее частицы становятся отдельными быстро движущимися телами, не взаимодействующими друг с другом. Траектория движения частиц после выхода из щели кольца представляет собой отрезки, расположенные под углом 45° к касательным к внешней окружности диска. Двигаясь прямолинейно и равномерно, тела ударяются о пластину 10. Причем удар происходит под углом 90° или близок к нему. Интенсивный воздушный поток, создаваемый вращением диска, позволяет быстро отвести разрушенные частицы из зоны контакта с корпусом установки.

4 РАСЧЕТЫ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ

4.1 Кинематический расчет привода

Кинематическая схема измельчителя показана на рисунке 3.1.

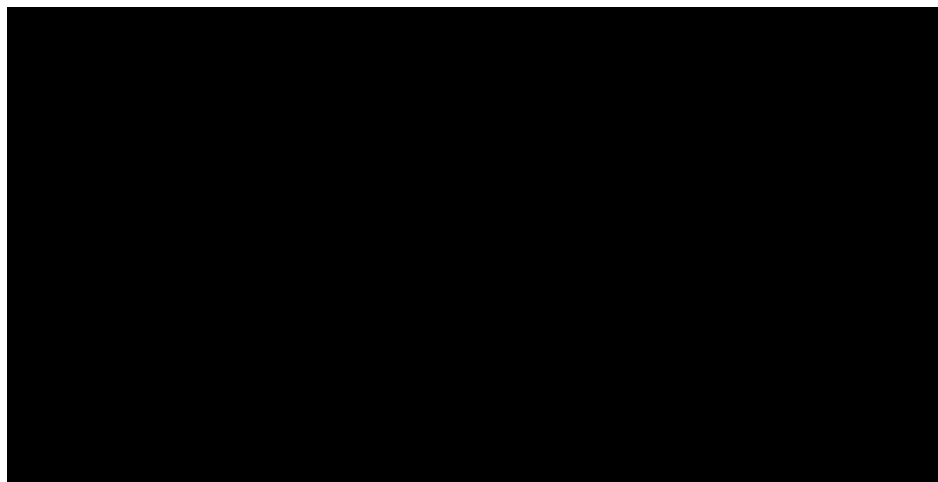


Рисунок 4.1 – Кинематическая схема измельчителя

Общий КПД привода с учетом потерь всех элементах привода, определяется по формуле (4.1):

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_{\text{подш}}^2 \quad (4.1)$$

$$\eta_{\text{общ}} = 0,99^2 = 0,98$$

где: $\eta_{\text{подш}} = 0,99$ – КПД подшипников качения (2 пары).

Потребная мощность электродвигателя N , кВт, определяется по формуле (4.2):

$$N = \frac{N_{\text{р.м}}}{\eta_{\text{общ}}} \quad (4.2)$$

$$N = \frac{2,1}{0,98} = 2,14 \text{ кВт}$$

где: $N_{\text{р.м}}$ – требуемая мощность рабочей машины, кВт;

Для заданной синхронной частоты вращения выбираем электродвигатель типа 80В2, имеющий мощность $N = 2,2$ кВт и частотой вращения $n = 3000$ об/мин [4].

Номинальная частота вращения $n_{\text{ном}}$ меньше $n_{\text{синх}}$ вследствие явления проскальзывания ротора электродвигателя относительно вращающегося магнитного поля, создаваемого статорной обмоткой. Эта разница выражается величиной проскальзывания s , вследствие чего:

$$n_{\text{ном}} = n_{\text{синх}} \left(1 - \frac{s}{100}\right), \text{мин}^{-1} \quad (4.3)$$

$$n_{\text{ном}} = 3000 \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 2850 \text{мин}^{-1}$$

где: s - величина проскальзывания, %

$n_{\text{синх}}$ - синхронная частота вращения электродвигателя, мин^{-1}

Схема смазки измельчителя показана на рисунке 4.2.

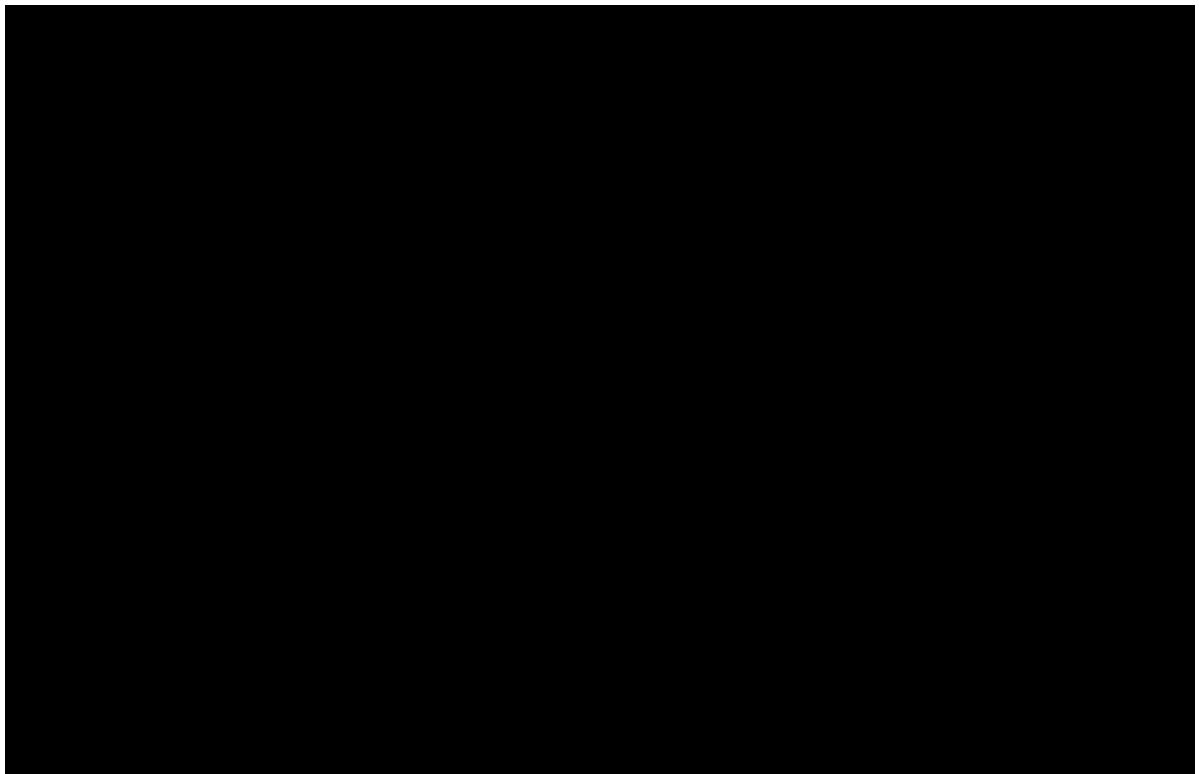


Рисунок 4.2 – Схема смазки измельчителя

4.2 Прочностной расчет пластины

Расчетная схема пластины показана на рисунке 4.3.

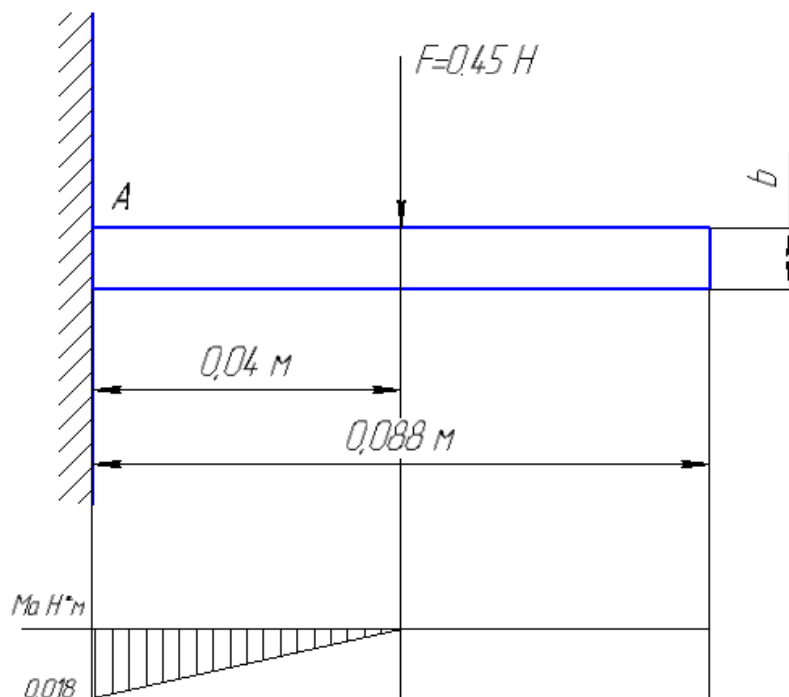


Рисунок 4.3 – Расчетная схема пластины

В момент столкновения материала с пластинами возникает сила инерции $F_{и}$, кН и определяется по формуле (4.4):

$$F_{и} = m \cdot r_{д} \cdot \omega^2 \quad (4.4)$$

$$F_{и} = 0,00001 \cdot 0,46 \cdot 314^2 = 0,45\text{H}$$

где: $m = 0,00001$ - масса материала, кг;

$r_{д} = 0,46$ - радиус диска, м;

$\omega = 314$ – угловая скорость, рад/с.

Скорость V , м/с движения тела на выходе из разгонного диска в камеру определяется по формуле (4.5):

$$V = \sqrt{2 \cdot \omega \cdot r_{д}} \quad (4.5)$$

$$V = \sqrt{2 \cdot 314 \cdot 0,46} = 15,8\text{м/с}$$

Для определение толщины пластины необходимо следующие данные: длина пластины $L = 0,088$ м, ширина пластины $h = 0,068$ м, материал пластины сталь 20; $[\sigma] = 160 \cdot 10^6$ МПа.

Момент относительно точки АМа, кН·м, определяется по формуле (4.6):

$$M_a = F \cdot \frac{L}{2} \quad (4.6)$$

$$M_a = 0,45 \cdot \frac{0,088}{2} = 0,018 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Для нахождения момента сопротивления W_x , м^3 используем формулу максимального напряжения, определяется по формуле (4.7):

$$[\sigma] = \frac{M_a}{W_x} \quad (4.7)$$

Отсюда, формула (4.8):

$$W_x = \frac{M_a}{[\sigma]} \quad (4.8)$$

$$W_x = \frac{0,018}{160 \cdot 10^6} = 0,0001125 \text{ м}^3$$

Толщину пластины определяем по формуле момента сопротивления W_x , м^3 , для прямоугольной формы сечения рассчитывается по формуле (4.9):

$$W_x = \frac{h \cdot b^2}{6} \quad (4.9)$$

где: b —толщина пластины, м, выражается из формулы (4.10):

$$b = \sqrt{\frac{6 \cdot W_x}{h}} \quad (4.10)$$

$$b = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,0001125}{0,068}} = 0,003 \text{ м}$$

Толщину пластины принимаем равной $b = 0,003$ м.

4.3 Прочностной расчет подшипника на ЭВМ

Иза высокой частоты вращения и неравномерного распределения материала в роторном колесе принимаем подшипники качения тип 114 ГОСТ 8338-75

Исходные данные:

Таблица 4.3 - Геометрия

1	2	3
Внешний диаметр	110.000	мм
Внутренний диаметр	70.000	мм
Диаметр тела качения	12.300	мм
Число тел качения	13.000	
Число рядов тел качения	1.000	

Таблица 4.4 - Точность

1	2	3
Радиальные биения внешн. кольца	0.025	мм
Радиальные биения внутр. кольца	0.020	мм

Таблица 4.5 - Условия работы

1	2	3
Радиальная сила	1400.000	Н
Скорость вращения	2850.000	об/мин
Коеф. динамичности	1.000	
Тип нагрузки	Постоянная	

Таблица 4.6 – Резюме

1	2	3
Средняя долговечность	119837.599	час
Максимальное контактное напряжение	1749.401	Н/кв.мм
Выделение тепла	37417.393	Дж/час
Динамическая грузоподъемность	38311.084	Н
Радиальные биения	21.374	мкм
Боковые биения	-2.375	мкм
Момент трения	0.035	Н x м
Потери мощности	10.394	Вт

Таблица 4.7 - Момент трения, (Н x м)

1	2
Математическое ожидание	0.035
Дисперсия	0.000
Стандартное отклонение	0.013

Таблица 4.8 – Данные для построения графика момента трения

0.026	0.038	0.025	0.050	0.029
0.032	0.010	0.042	0.042	0.031
0.014	0.054	0.034	0.032	0.039
0.036	0.040	0.032	0.036	0.039
0.047	0.022	0.058	0.028	0.027
0.032	0.032	0.046	0.010	0.044
0.024	0.038	0.030	0.054	0.014
0.042	0.049	0.010	0.044	0.052
0.013	0.043	0.035	0.006	0.051
0.038	0.015	0.046	0.029	0.054
0.039	0.040	0.038	0.023	0.025
0.046	0.018	0.055	0.043	0.022
0.042	0.022	0.051	0.024	0.022
0.020	0.051	0.036	0.023	0.051
0.030	0.038	0.042	0.013	0.034
0.059	0.006	0.074	0.056	0.018
0.023	0.030	0.044	0.043	0.028
0.040	0.031	0.043	0.021	0.025
0.052	0.033	0.021	0.039	0.044
0.042	0.032	0.014	0.049	0.051

Графики момента трения показаны на рисунке 4.4 и 4.5.

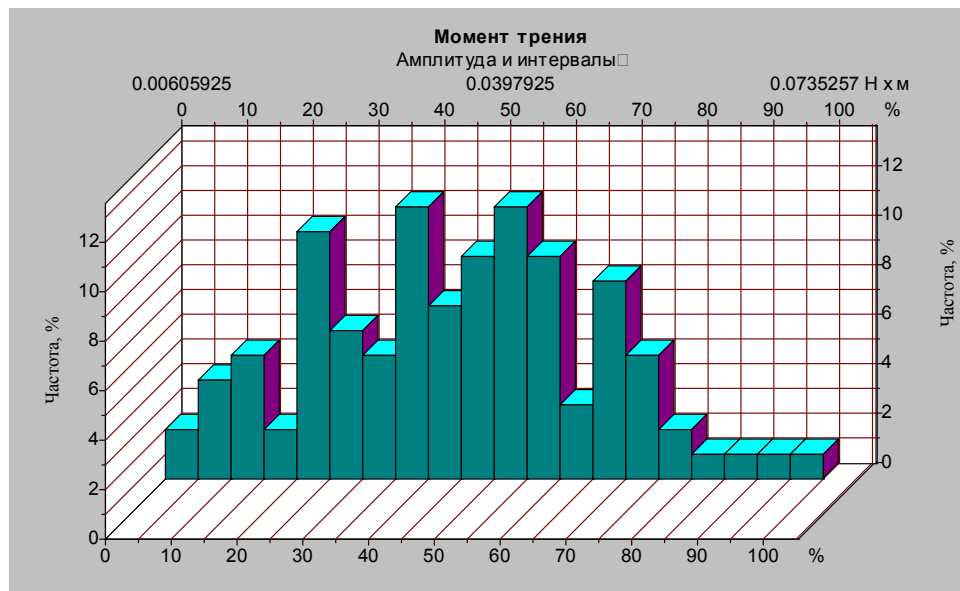


Рисунок 4.4 – График момента трения



Рисунок 4.5 – График момента трения

Таблица 4.9 – Потеря мощности (Вт)

1	2
Математическое ожидание	10.394
Дисперсия	16.330
Стандартное отклонение	4.021

Таблица 4.10 – Данные для построения графика потери мощности

1	2	3	4	5
7.832	11.449	7.416	15.028	8.552
9.594	3.042	12.626	12.581	9.251
4.238	16.152	10.220	9.439	11.561
10.811	11.932	9.481	10.831	11.566
14.107	6.569	17.457	8.308	8.110
9.663	9.552	13.717	3.085	13.186
7.155	11.365	9.022	16.158	4.180
12.510	14.549	2.914	13.210	15.466
3.962	12.722	10.401	1.811	15.300
11.375	4.357	13.707	8.646	15.995
11.587	11.891	11.255	6.823	7.594
13.696	5.433	16.428	12.923	6.571
12.423	6.434	15.342	7.179	6.702
6.098	15.359	10.821	6.767	15.132
8.888	11.213	12.559	3.804	10.145
17.641	1.808	21.942	16.747	5.269
6.838	9.061	13.233	12.898	8.269
12.065	9.372	12.769	6.330	7.593
15.652	9.957	6.286	11.538	13.017
12.562	9.422	4.206	14.545	15.125

Графики потери мощности показаны на рисунке 4.6 и 4.7.

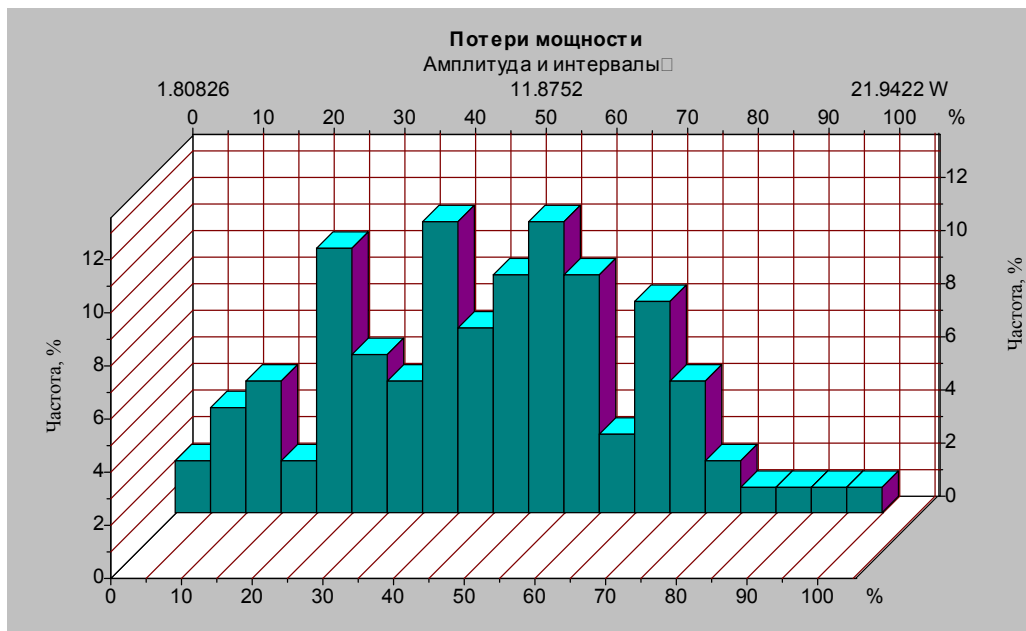


Рисунок 4.6 – График потери мощности

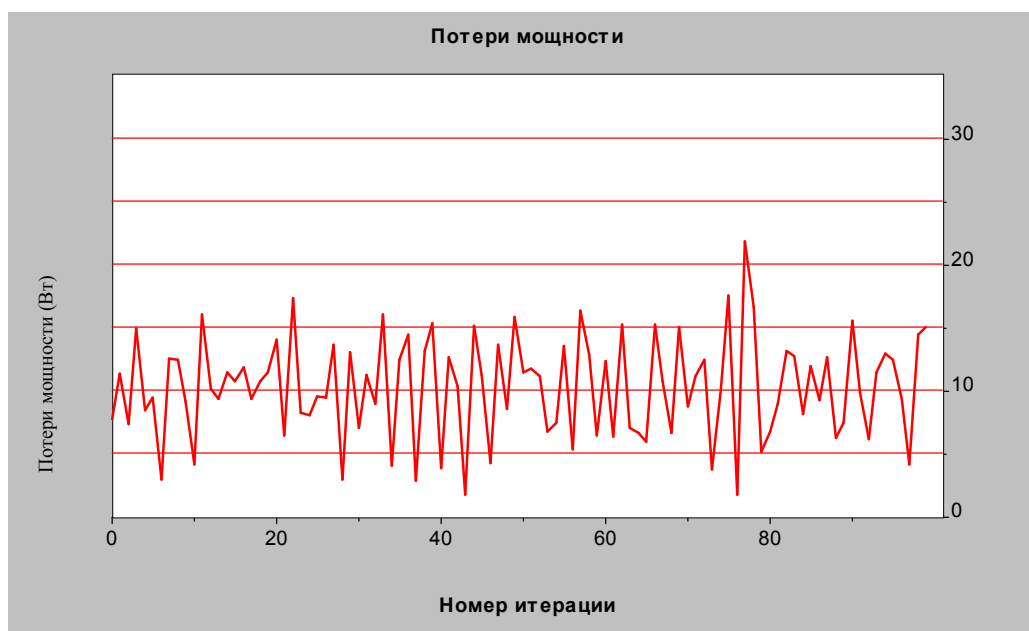


Рисунок 4.7 – График потери мощности

Таблица 4.11 - Радиальные биения, (мкм)

	1	2
Математическое ожидание		21.374
Дисперсия		15.226
Стандартное отклонение		3.882

Таблица 4.12 – Данные для построения графика радиального биения

1	2	3	4	5
15.355	21.496	18.425	22.520	21.496
19.449	22.520	29.685	24.567	23.544
22.520	25.591	20.473	22.520	16.378
16.378	19.449	14.331	22.520	19.449
22.520	18.425	24.567	18.425	15.355
22.520	22.520	21.496	14.331	25.591
18.425	20.473	16.378	20.473	15.355
20.473	18.425	24.567	24.567	22.520
16.378	24.567	23.544	24.567	19.449
22.520	24.567	21.496	29.685	23.544
20.473	23.544	20.473	19.449	16.378
29.685	24.567	25.591	19.449	11.260
24.567	21.496	22.520	18.425	21.496
28.662	22.520	20.473	16.378	25.591
19.449	23.544	17.402	17.402	23.544
20.473	22.520	28.662	24.567	14.331
29.685	17.402	26.615	26.615	17.402
19.449	19.449	20.473	20.473	19.449
22.520	15.355	28.662	29.685	18.425
18.425	22.520	20.473	22.520	20.473

График радиального биения показан на рисунке 4.8.

Продолжение таблицы 4.14

1	2	3	4	5
3.071	-15.355	-4.095	-6.142	4.095
11.260	9.213	10.236	1.024	-9.213
2.047	-13.307	5.118	11.260	2.047
8.189	-4.095	9.213	-1.024	-10.236
-31.733	8.189	7.165	-4.095	8.189
3.071	2.047	11.260	-14.331	-14.331
8.189	-47.087	-2.047	15.355	2.047
-7.165	-9.213	-0.000	7.165	3.071
7.165	4.095	6.142	-4.095	-15.355
3.071	1.024	-11.260	-7.165	2.047
6.142	2.047	-33.780	-4.095	10.236

График бокового биения показан на рисунке 4.9.

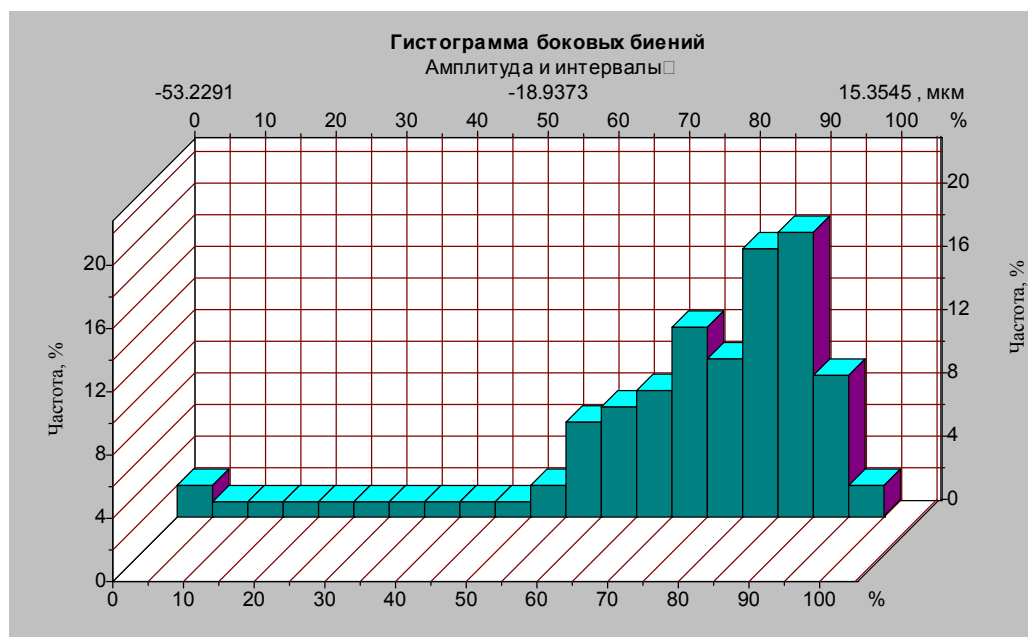


Рисунок 4.9 – Боковое биение

Вывод: Расчет показал, что работа данного подшипника осуществляется в пределах нормы

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ККМ 00.00.000 ПЗ

Лист

38

4.4 Прочностной расчет шпонки на ЭВМ

Таблица 4.15 – Исходные данные шпонки

1	2	3
Диаметр вала	22.0	мм
Передаваемый момент	6.5	Нм
Тип нагрузки	Непрерывная	
Тип соединения	Подвижное	
Материал вала	15	
Материал шпонки	Ст3кп	
Материал втулки	10	

Таблица 4.16 – Результаты расчета

1	2	3
Ширина шпонки	6.0	мм
Высота шпонки	6.0	мм
Глубина паза на валу	3.5	мм
Глубина паза во втулке	2.8	мм
Длина шпонки	5.0	мм
Допускаемое напряжение смятия	51.25	МПа
Напряжение смятия	47.273	МПа
Допускаемое напряжение среза	25.625	МПа
Напряжение среза	19.697	МПа

Схема соединения призматической шпонки показан на рисунке 4.10.

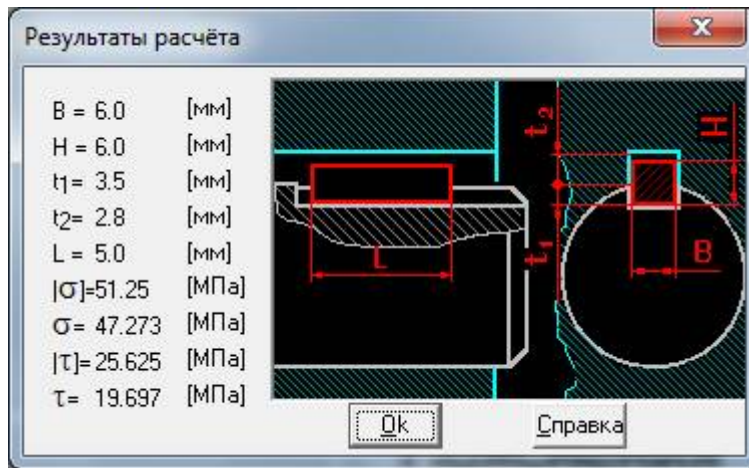


Рисунок 4.10 – Схема соединения

Вывод: Проверочный расчет шпонки показал, что условие прочности на срез выполняется.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ККМ 00.00.000 ПЗ

Лист

40

5 МОНТАЖНЫЙ ПРОЕКТ

5.1 Расчет фундаментной площадки

5.1.1 Статический расчет фундаментной площадки

Эскиз фундаментной площадки показан на рисунке 5.1.

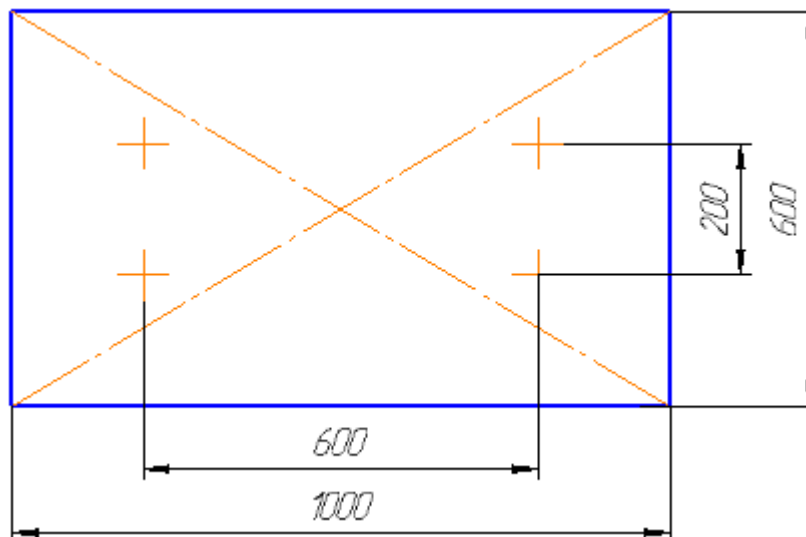


Рисунок 5.1 – Эскиз фундаментной площадки

Определим наибольшую величину эксцентриситетов e и e' измелителя, смонтированного на фундаментную площадку со сторонами $a=1000$ мм и $b=600$ мм по формуле (5.1) и (5.2):

$$e=5a/100, \quad (5.1)$$

$$e=5b/100, \quad (5.2)$$

$$e=5000/100=50 \text{ мм}$$

$$e=3000/100=30 \text{ мм}$$

Приняв припуск $\delta=200$ мм на каждую сторону определяем площадь подошвы фундамента F , м^2 , по формуле (5.3):

$$F=(a + 2 \cdot \delta) \cdot (b + 2 \cdot \delta), \quad (5.3)$$

$$F=(1 + 2 \cdot 0,2) \cdot (0,6 + 2 \cdot 0,2) = 0,6 \text{ м}^2$$

					ККМ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

где: а и в - расстояние между осями фундаментных болтов, мм;

δ - припуск на каждую сторону, мм

Высоту фундаментной площадки принимаем $H = 200 \text{ мм} = 0,2 \text{ м}$.

Объем фундамента $V, \text{ м}^3$, определяется по формуле (5.4):

$$V = F \cdot H, \quad (5.4)$$

$$V = 0,6 \cdot 0,2 = 0,12 \text{ м}^3$$

Вес фундамента G_{ϕ} , кН, определяется по формуле (5.5):

$$G_{\phi} = V \cdot \square \quad (5.5)$$

$$G_{\phi} = 0,12 \cdot 20 = 2,4 \text{ кН}$$

где: $\square = 20$ - удельный вес материала, кН/м³.

Фактическое давление на перекрытие основания P , кН, определяется по формуле (5.6):

$$P = \frac{G_m + G_{\phi}}{(\alpha \cdot F)} \leq [R_H] \quad (5.6)$$

$$P = \frac{4,5 + 2,4}{(0,7 \cdot 0,6)} = 16,4 \text{ кПа} \leq 25 \text{ кПа}$$

где: $G_m = 450$ – масса машины, кг;

$\alpha = 0,7$ - динамический коэффициент;

$[R_H] = 25 \text{ кПа}$ – нормативное (допускаемое) давления на перекрытие.

Фактическое давление на перекрытие не превышает допустимого значения.

Следовательно, фундаментная площадка с принятыми размерами спроектирована правильно [6].

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

5.1.2 Динамический расчет фундаментной площадки

Фактическое давление на перекрытие основания P , кН, определяется по формуле (5.7):

$$P = \frac{G_m + G_\phi + P_z}{(\alpha \cdot F)} \leq [R_H] \quad (5.7)$$

$$P = \frac{4,5 + 2,4 + 1,4}{(0,7 \cdot 0,6)} = 19,7 \text{ кПа} \leq [25 \text{ кПа}]$$

где: $\alpha = 0,7$ - динамический коэффициент;

P_z – вертикально составляющая неуравновешенных сил инерции, кН. Рассчитываем по формуле (5.8):

$$P_z = m \cdot \omega^2 \cdot e \quad (5.8)$$

$$P_z = 0,15 \cdot 314^2 \cdot 0,11 = 1,4 \text{ кН}$$

где: m – масса массивной вращающейся части машины (как правило рабочего органа), кг;

e – эксцентриситет приложения силы P_z , м.

Так как в роторе материал распределяется неравномерно, эксцентриситет определяем следующим образом, формула (5.9):

$$e = 0,5 \cdot R \quad (5.9)$$

$$e = 0,5 \cdot 0,23 = 0,11$$

где: R – радиус диска, м.

Амплитуда вынужденных вертикальных колебаний A_z , м, определяется по формуле (5.10):

$$A_z = K \cdot \frac{P_z}{G_0 \cdot (N_z - n^2)} \leq [A_z] \quad (5.10)$$

$$A_z = K \cdot \frac{1,4}{4,8 \cdot (21,8 - 3000^2)} = 0,7 \cdot 10^{-6} \leq [A_z]$$

					<i>ККМ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		43

где: G_0 – вес фундамента и машины, кН;

K – коэффициент; $K = 90 \text{ м/мин}^2$.

N_z - частота вертикальных колебаний, мин^{-1} ;

n – частота вращения массивной детали, вызывающей динамику (как правило рабочего органа), об/мин;

A_z – допустимая амплитуда вертикальных колебаний, м.

Частота вертикальных колебаний N_z , мин^{-1} определяется по формуле (5.11):

$$N_z = K_1 \cdot \sqrt{\frac{C_z \cdot F}{G_0}} \quad (5.11)$$

$$N_z = 9,55 \cdot \sqrt{\frac{45 \cdot 10^3 \cdot 0,6}{4,8 \cdot 10^3}} = 21,8 \text{ мин}^{-1}$$

где: $K_1 = 9,55$ - коэффициент, мин^{-1} ;

C_z – коэффициент упругости грунта, Н/м^2 , который определяется по формуле (5.12):

$$C_z = \frac{3,2 \cdot 10^4}{\sqrt{F}} \quad (5.12)$$

$$C_z = \frac{3,2 \cdot 10^4}{\sqrt{0,6}} = 4,5 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 45 \text{ кПа}$$

При проверке на резонанс находим отношение вынужденных и собственных колебаний системы «фундаментная площадка-машина» по формуле (5.13):

$$0,7 \geq \frac{n}{N_z} \geq 1,3 \quad (5.13)$$

$\frac{3000}{21,8} = 137$ следовательно частота собственных колебаний не находится в зоне резонанса.

Явления резонанса у машины отсутствует [6].

					<i>ККМ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

5.2 Расчет крепления оборудования

5.2.1 Статический расчет болта

Болты изготавливаем из стали Ст.3 ГОСТ 380 - 88 с пределом прочности $[\sigma_p] = 140$ МПа. Марка бетона М0150. Количество болтов 4.

Площадь сечения болтов S , м^2 , определяется по формуле (5.14):

$$S = \frac{P_3 + x \cdot P}{z \cdot [\sigma_p]}, \quad (5.14)$$

$$S = \frac{1,17 + 0,6 \cdot 1,4}{4 \cdot 140 \cdot 10^6} = 0,04 \cdot 10^{-4} \text{м}^2$$

где: x – коэффициент нагрузки, $x = 0,6$;

P – расчетная динамическая нагрузка, которая равна $P_z = P = 1,4$ кН

P_3 – усилие затяжки, кН, которое определяется по формуле (5.15):

$$P_3 = K_{cn} \cdot P \cdot (1 - x) \quad (5.15)$$

$$P_3 = 2,1 \cdot 1,4 \cdot (1 - 0,6) = 1,17$$

где: $K_{cn} = 2,1$ - коэффициент стабильности затяжки;

5.2.2 Динамический расчет болта

При динамических нагрузках площадь сечения болта S_q , м^2 проверяют на выносливость по формуле (5.16):

$$S_q = \frac{P_3 + x \cdot P}{z \cdot [\sigma_q]}, \quad (5.16)$$

$$S_q = \frac{1,4 + 0,6 \cdot 1,4}{4 \cdot 48,9 \cdot 10^6} = 0,1 \cdot 10^{-4} \text{м}^2$$

где: $[\sigma_g]$ – предел допустимой прочности болта при динамических нагрузках, МПа, который определяется по формуле (5.17):

					<i>ККМ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

$$[\sigma_g] = \frac{0,278 \cdot [\sigma_p] \cdot \alpha}{\mu} \quad (5.17)$$

$$[\sigma_g] = \frac{0,278 \cdot 140 \cdot 10^6 \cdot 1,25}{1,1} = 48,9 \cdot 10^6$$

где: $\alpha = 1,25$ – коэффициент, учитывающий число циклов нагружения при 10^6

Так как $S_g > S$, то принимаем болты М16

Глубину заделки болта в бетон, Н, м, определяют по формуле (5.18):

$$H = 10 \cdot d \quad (5.18)$$

$$H = 10 \cdot 16 = 0,16 \text{ м}$$

Эскиз фундаментного болта представлен на рисунке 5.2.

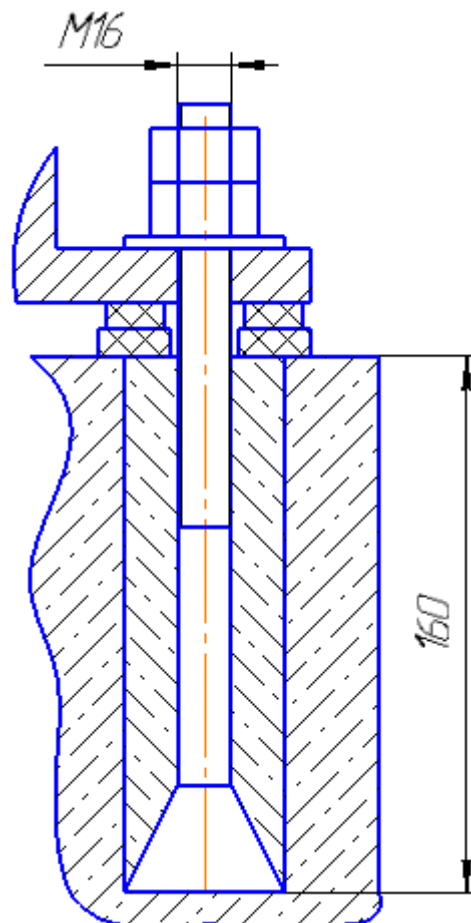


Рисунок 5.2 – Эскиз фундаментного болта

5.3 Сетевой график монтажа оборудования

Сетевой график монтажа оборудования представлен в разделе приложения.

Расчет сетевого графика представлен в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Расчет сетевого графика

№ начального события предшествующих работ	Наименование работы	Шифр работ	Продолжительность работ		Резерв времени
			Минимальная	Максимальная	
1	2	3	4	5	6
0	Ознакомление с документацией	0-1	2	2,5	0,5
1	Изготовление опалубки	1-2	2	2	0
2	Разметка	2-3	2	2	0
3	Такилажные работы	3-4	1	1	0
4	Распаковка	4-5	1	1	0
5	Подготовка пола	5-6	1	2	1
6	Установка опалубки	6-7	2	3	1
7	Выверка опалубки	7-8	1	1	0
8	Устранение схватывания бетона с опалубки	8-9	2	2	0
9	Заливка бетона	9-10	1	2	1
10	Уплотнение бетона	10-11	1	1	0
11	Застывание бетона	11-12	48	51	3
12	Сверление отверстия под болт	12-13	2	3	1
13	Установка измельчителя	13-14	1	2	1
14	Выверка измельчителя	14-15	1	1	0
15	Закрепление измельчителя	15-16	1	1	0
16	Испытание Пуск-Останов.	16-17	30сек	30сек	0
17	Пуск установки	17-18	1	1	0
18	Испытание на холостом ходу	18-19	2	2	0
19	Испытание с нагрузкой	19-20	2	2	0
20	Отделочная часть	20-21	3	3	0
21	Сдача заказчику	21			

Вывод: Статический и динамический расчеты фундаментной площадки показали, что фактическое давление на перекрытие не превышает допустимого значения и явление резонанса у машины отсутствует. Динамический расчет крепления оборудования выявил, что предел допустимой прочности болта при динамических нагрузках не превышает нормы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте рассмотрена машинно-аппаратурная схема производства маринадов, из которой выявлена структура производства, а также узкие места в линии. Далее был обработан спектр большого количества теоретического материала современных конструкций дробилок и измельчителей, а также патентный обзор. Из всего обзора сделан вывод: разработан новый измельчитель с центробежным вращающимся ротором и установленным вдоль разгонного диска отбойником (пластины), направленного на улучшение качества разрушаемого продукта (кунжута). Улучшение качества разрушаемого продукта осуществляется за счет высокой частоты вращения диска и однократного свободного удара с пластиной.

Изучили инструкцию измельчителя и произвели кинематический, прочностной расчет его составляющих и выявили, что работа обеспечивается в пределах нормы для данного вида оборудования.

Также был спроектирован монтажный проект с расчетами по проектированию фундаментной площадки, который показал, что перекрытие и сама фундаментная площадка разработана верно для данного оборудования, крепления оборудования показали, что нужно использовать болты М16. Был разработан сетевой график оборудования вместе с компоновкой цеха линии производства маринадов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Кошевой, Е.П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел / Е.П. Кошевой. – С-Пб: ГИОРД, 2001. – 368 с.
- 2) Панфилов, В.А. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий / Панфилов В.А. – РАСХН. 2013. – 912 с.
- 3) Коровин Ф.Н. Зерно хлебных, бобовых и масличных культур. М.: Пищевая промышленность, 1964. — 463 с.
- 4) Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. М.: Высшая школа, 2006
- 5) Федосьев В.И. Сопротивление материалов. М.: Наука, 1970. – 544с.
- 6) Петров В.И. Диагностика, ремонт, монтаж и сервисное обслуживание оборудования. Учебное пособие, 2003 – 160с.
- 7) Электронный ресурс:
http://studopedia.ru/15_130956_harakteristika-rushalno-veechnih-mashin.html
- 8) Электронный ресурс:
<http://www.comodity.ru/marmelad/halva/9.html>
- 9) Электронный ресурс:
<http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002851000/rsl01002851>
- 10) Электронный ресурс:
<http://www.znaytovar.ru/s/Drobilki.html>
- 11) Электронный ресурс:
<http://www.dissercat.com/content/innovatsionnoe-razvitiie-tekhnologicheskikh-protsesov-proizvodstva-polnoratsionnykh-kombikor>
- 12) Электронный ресурс:
<http://5fan.ru/wievjob.php?id=1249>
- 13) Руднев С.Д. Оборудование пищевых производств. Конспект лекции, 268с.