

Объектом разработки дипломного проекта является устройства для однократного обрушивания семян сафлора.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы.

В первой части дипломного проекта проведен литературно-патентный обзор.

В расчетной части дипломного проекта произведены основные расчеты аппарата. Экологический раздел проекта посвящен очистке сточных вод от промышленных загрязнений молочного предприятия. Экологический раздел проекта посвящен очистке воздуха предприятия.

Заключение содержит основные выводы, полученные в ходе разработки проекта.

Содержание:

Введение .....	3
1 Литературно – патентный обзор.....	4
1.1 Описание машинно – аппаратной схемы производства масла из семян сафлора .....	4
1.5 Анализ и синтез технологического потока .....	6
1.5.1 Спецификация ведущего оборудования линии .....	6
1.5.2 Операторная модель технологической линии производства масла из семян сафлора.....	6
1.2 Литературный обзор конструкций для обрушивания .....	7
1.2.1 Центробежная семенорушка А1-МЦП.....	7
1.2.2 Семенорушка НРХ-4 и НРХ-4-01 .....	9
1.3 Патентный обзор .....	10
1.4 Техничко-экономическое обоснование.....	14
2. Описание семенорушки .....	15
3. Расчеты, подтверждающие работоспособность обрушивателя.....	18
3.1 Кинематический расчет .....	18
3.1.1 Определение частоты вращения на валах.....	18
3.1.2 Определение скорости вращения валов .....	18
3.1.3 Определение вращающих моментов на валах .....	19
3.1.4 Определение мощности на валах.....	19
3.2 Расчет массы рабочего органа .....	19
3.3 Расчет критической угловой скорости вертикального вала.....	24
4. Прочностные расчеты .....	26
4.1 Расчет вертикального вала на прочность.....	26
4.2 Прочностной расчет шпонки на ЭВМ.....	29
4.3 Прочностной расчет радиального подшипника на ЭВМ .....	30
4.4 Прочностной расчет шарикового радиально-упорного подшипника на ЭВМ.....	36
5. Исследовательская часть.....	44
5.1 Методика определения и расчёта прочностных свойств материалов при квазистатической нагрузке .....	44
5.2 Исследование сушки семян .....	50
Заключение .....	52
Список использованной литературы.....	53
Приложение	
А	
Б	
В	

					ЖОБ 00.00.000 ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
Разраб.		Усмонов			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Провер.		Руднев				2	54
Реценз.					КемТИПП гр. ПМ-121		
Н. Контр							
Утверд.		Руднев					

## ВВЕДЕНИЕ

Растительные масла относятся к группе пищевых жиров. Ненасыщенные жирные кислоты, преобладающие в растительных маслах влияют на количество холестерина, стимулируют его окисление и выделение из организма, повышают эластичность кровеносных сосудов, активизируют ферменты желудочно-кишечного тракта, повышают устойчивость организма к инфекционным заболеваниям и действию радиации. Пищевая ценность растительных масел обусловлена большим содержанием в них жира (70 – 80%), высокой степенью их усвоения, а так же очень ценных для организма человека непредельных жирных кислот и жирорастворимых витаминов А и Е. Сырьем для получения растительных масел являются семена масличных растений, бобов сои, плодов некоторых деревьев. [7,8]

Сафлор, (лат. *Cárthamus tinctorius*), является одной из древнейших зерновых культур. Считается, что этот вид вышел из юго-восточной Азии, но долго выращивался в Китае, Ближнем Востоке и Северной Африке.

Сафлор был относительно незначительной масличной культурой до начала 1950-х гг., когда были выведены сорта с более высоким содержанием масла в семенах, и сафлоровое масло стали использовать для защитных покрытий. В состав сафлорового масла входит в основном линолевая жирная кислота при очень низком содержании линоленовой, в результате чего оно является почти идеальным высыхающим маслом.[9]

В семенах сафлора красильного содержится 26 – 40% жирного масла, в плодах 43 – 58%. Содержит до 0,7 мг/г конъюгированной линолевой кислоты – это самое большое содержание КЛК среди растительных масел. Также содержит витамин К, производные серотонина, витамин Е [15]

Масло из неочищенных семян обладает горьким вкусом. Такое масло применяют для приготовления светлых, нежелтеющих олиф, в мыловарении и производстве линолеума [9]. Масло не желтеет со временем, поэтому его используют в производстве лака и красок.

Масло, полученное из очищенных семян, по наиболее важным показателям не уступает подсолнечному и используется в кулинарии.

Сафлоровое масло привлекательно для потребителей, стремящихся к здоровому питанию. Линолевая кислота, составляющая основную часть жирных кислот сафлорового масла, относится к незаменимым, т. е. не может быть синтезирована в человеческом организме. Она необходима для обеспечения целостности плазматических мембран, процессов роста и воспроизводства, функционирования кожи и других органов. Интерес вызывает также благотворное воздействие сопряженных жирных кислот на здоровье человека. Их потенциальными терапевтическими свойствами являются антиканцерогенное, антиатеросклерозное воздействие, активация роста при слабом увеличении массы тела. Сафлоровое масло является природным сырьем для производства сопряженной линолевой кислоты (conjugatedlinoleicfattyacids — CLA) [9,10]

					<i>ЖОБ 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 – аппаратной схемы производства масла из семян сафлора

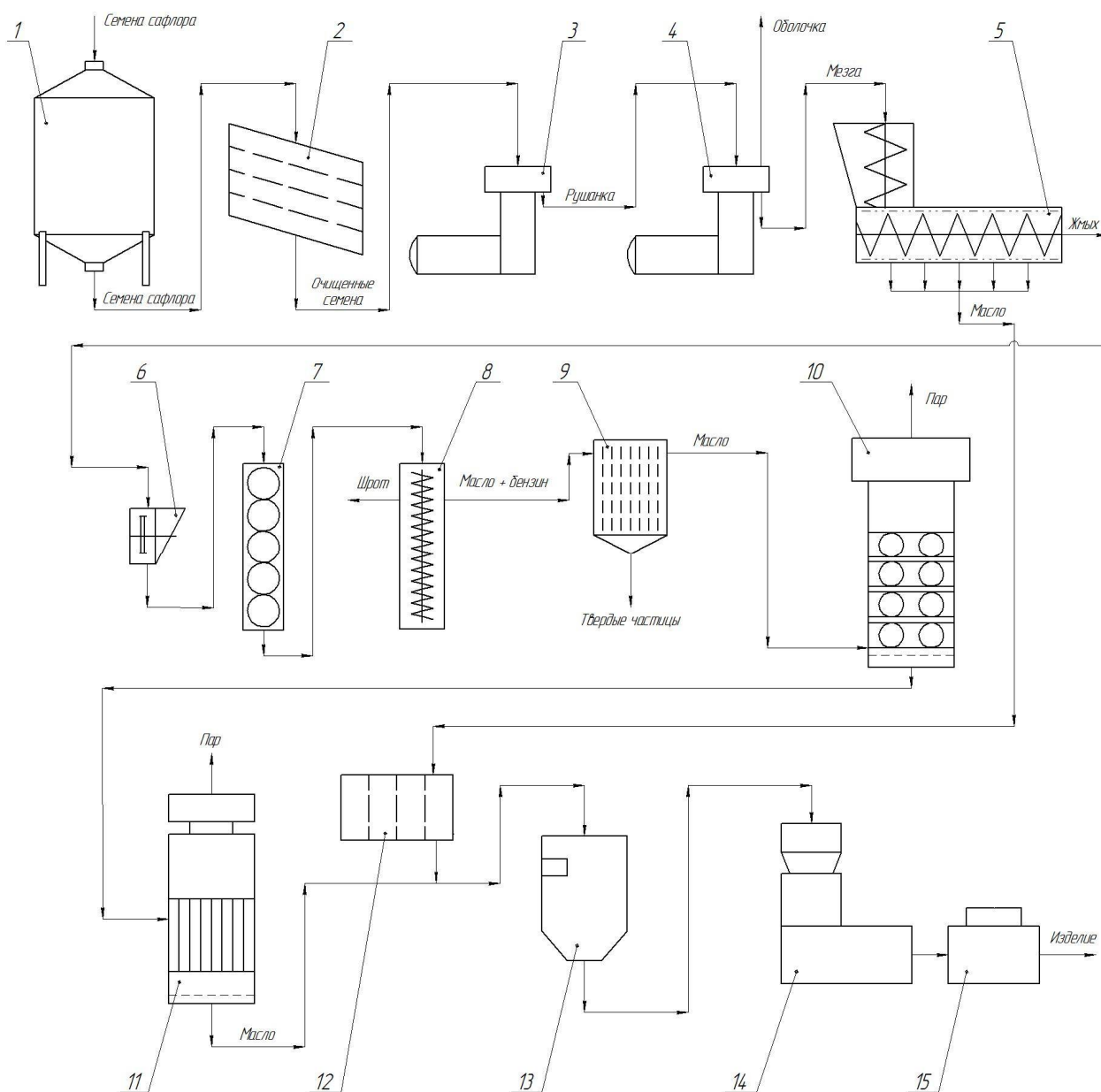


Рисунок 1.1 – Машинно - аппаратная схема производства масла из семян сафлора

Машинно-аппаратурная схема процесса показана на рисунке 1.1. Поступающие на кратковременное хранение в бункер 1 семена сафлора могут содержать большое количество примесей, поэтому перед переработкой их очищают на трехситовом сепараторе 2. Примеси растительного происхождения, отделяемые на сепараторе, собирают и используют в

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



## 1.5 Анализ и синтез технологического потока

### 1.5.1 Спецификация ведущего оборудования линии

Список оборудования линии производства масла из семян сафлора представлен на таблице 1.3

№	Оборудование	Класс оборудования
1.	Бункер для хранения	I
2.	Трехситовый сепаратор	II
3.	Обрушиватель	I
4.	Пневмосепаратор	II
5.	Маслопресс	I
6.	Дробилка	I
7.	Вальцевой станок	I
8.	Экстрактор	II
9.	Отстойник	I
10.	Дистилляторы	I
11.	Фильтр	II
12.	Весы	II

Таблица 1.3 - Список оборудования линии производства масла из семян сафлора

### 1.5.2 Операторная модель технологической линии производства масла из семян сафлора

На рисунке 1.9 приведена операторная модель технологической линии производства масла из семян сафлора. Для операторной модели приведены следующие обозначения:

А – подсистема образования изделий, соответствующих стандарту, имеющая операторы:

I - упаковка масла;

В – подсистема образования заготовок теста с заданными показателями качества, имеющая операторы;

I – удаление бензина из масла

II – измельчение жмыха







### 1.2.2 Семенорушка НРХ-4 и НРХ-4-01 компании ООО «Стэмекс Технолоджи»

Семенорушка марки НРХ-4 (рисунок 1.3) и НРХ-4-01 (рисунок 1.4) непрерывного действия предназначены для обрушивания масличных семян на предприятиях масложировой промышленности. Машины изготавливаются по 3-ей категории ГОСТ 15150 в климатическом исполнении «У» для внутреннего рынка и экспорта в страны с умеренным климатом. При этом машины должны надёжно работать в рабочих режимах при температуре от минус 10 до плюс 40°С, относительной влажности 80%, при среднегодовой температуре плюс 15 град С, атмосферном давлении от 650 до 800 мм.рт.ст.(86,6 град 106,7 кПа). Режим работы одно-, двух- и трехсменный.



Рисунок 1.3 - Семенорушка марки НРХ-4



Рисунок 1.4 - Семенорушка марки НРХ-4-01

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

9

Таблица 1.1 - Литературный обзор семенорушек для обрушения семян сафлора

Наименование источника информации	Авторы	Издательство, год издательства	Страница
Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел	Кошевой Е.П.	ЗАО ГИОРД, 2001	140
Технология производства растительных масел	Копейковский В.М.	«Легкая и пищевая промышленность», 1982	126
Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел	Кошевой Е.П.	ЗАО ГИОРД, 2001	146

### 1.3 Патентный обзор

Таблица 1.2 – Патентный обзор семенорушек для обрушения семян

Страна по которой произведен поиск	Индекс патентной классификации	Использованные источники информации	Глубина поиска	Выявленные аналоги
1	2	3	4	5
Россия	RU25006U1 Авторы: Деревенко В.В., Запорожченко С.Д., Дворников А.Ю.  Патентообладатель: Кубанский государственный технологический университет	Центробежная рушка для обрушивания масличных семян, состоящая из загрузочного бункера, корпуса, внутри которого расположена дека и роторное устройство, представляющая собой два жестко соединенных диска, между которыми расположены радиальные направляющие лопатки, с распределителем, а также привод с натяжным устройством, отличающаяся тем, что распределитель выполнен ступенчатым и соответственно каждой	2006-2016	-

1	2	3	4	5
Россия	RU 117429 U1 Автор(ы): Деревенко Валентин Витальевич (RU), Лобанов Александр Александрович (RU), Турчина Наталья Алексеевна (RU), Цику Марина Валерьевна (RU) Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный технологический университет" (ФГБОУ ВПО "КубГТУ") (RU)	его ступени в горизонтальной плоскости нарезаны канавки на радиальных направляющих лопатках. Полезная модель предназначена для обрушивания масличных семян и может быть использована на предприятиях для производства растительных масел на технологическом участке обрушивания масличных семян, в том числе и соевых. Техническим результатом является использование кинетической энергии воздушного потока, который образуется в результате вращения роторного устройства, для отделения свободной плодовой оболочки за счет различных аэродинамических свойств частичек получаемой рушанки масличных семян. Технический результат достигается тем, что в центробежной машине для обрушивания рапсовых семян и отделения плодовой оболочки, состоящей из корпуса, внутри которого расположены дека и роторное устройство, смонтированное из нижнего, верхнего дисков и радиальных п-образных лопаток между ними, загрузочного бункера с подвижным конусным распределителем, основание которого образует кольцевой зазор	2006-2016	-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

11

1	2	3	4	5
		<p>в разгрузочном отверстии, патрубка для отвода рушанки и привода, нижний диск роторного устройства снабжен радиальными пластинами и дополнительно установлены два разделительных циклона, соединенных патрубками для подвода рушанки, которые расположены тангенциально к корпусу.</p>		
Россия	<p>RU 134 446 U1            Авторы:            Корчагин Виталий Иванович (RU),            Агапов Михаил Андреевич (RU)            Патентообладатель:            Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова            Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (RU)</p>	<p>Полезная модель предназначена для обрушивания масличных культур, в частности семян подсолнечника, и может быть использована на масложировых заводах и в фермерских хозяйствах по производству растительных масел. Задачей полезной модели является разделение рушанки на составляющие компоненты, что позволяет исключить из технологического процесса производства растительного масла из подсолнечника дорогостоящую машину - семеновейку. Поставленная задача достигается тем, что устройство для обрушивания семян подсолнечника, состоящее из загрузочного бункера, кольцеобразной деки, электродвигателя с консольным валом, на котором закреплена ступица, а в ней запрессованы радиальные каналы, выполненные в виде трубок и питающего устройства, в которые</p>	2006-2016	-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

12

1	2	3	4	5
		<p>поступают семена подсолнечника и при движении их от центра загрузки к периферии кольцеобразной деки они ориентируются большой геометрической осью. При ударе о деку происходит разрушение семян подсолнечника и образуется рушанка, состоящая из ядра, недоруша, лузги и дробленки.</p>		
Россия	<p>RU 2162880 Владельцы патента: Кошевой Евгений Пантелеевич Тарасов Василий Евгеньевич Иванов Алексей Витальевич</p>	<p>Устройство для обрушивания подсолнечных семян, включающее корпус с вертикальным валом с установленным на нем быстровращающимся диском с лопатками, питатель, деку, расположенную по периферии корпуса, отличающееся тем, что питатель выполнен в виде конусов и механизма регулирования точки попадания семян на лопатки диска, дека выполнена из амортизирующего материала, дополнительно установлен ситовой корпус на шаровых опорах с устройством для отделения лузги от ядер семян.</p>	2006-2016	-
Россия	<p>RU 2527286 Руднев Сергей Дмитриевич (RU) Лушников Наталья Викторовна (RU) Грачев Алексей Валерьевич (RU)</p>	<p>Устройство для однократного разрушения семян масличных культур, содержащее привод-мультипликатор с регулируемой частотой вращения, цилиндрический корпус с осесимметричным приемным патрубком</p>	2006-2016	-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

13



Семена в обрушивателе приобретает необходимую кинетическую энергию для обрушивания одним ударом о деку под действием центробежной силы.

На основе литературного анализа поставлены следующие задачи:

- 1 Изучить характеристику масличных культур, в нашем случае сафлора.
- 2 Разработать машину для обрушения семян

В дипломной работе было разработано и сконструировано обрушиватель для разделении рушанки сафлора в линии производства масла. Достоинствами обрушивателя являются: простота конструкции, малая металлоемкость, а также низкие экономические затраты на внедрение и обслуживание.

За основу конструирования нами был взят патент № 2527286

## 2. ОПИСАНИЕ СЕМЕНОРУШКИ

Экспериментальная установка относится к устройствам для обрушивания семян масличных культур. Устройство содержит электродвигатель с регулируемой частотой вращения ротора, привод-мультипликатор, включающий горизонтальный вал и вертикальный вал, сопряженные винтовой передачей. Рабочая часть включает пластины, приемный патрубок, разгрузочную трубу. В процессе обрушивания материал через приемный патрубок, поступая в разгонный диск, разгоняется центробежными силами в радиальных пластинах, сталкивается с отражательными ребрами деки-отбойника, установленными под углом  $45^\circ$  к образующей корпуса, разрушается и воздушным потоком выводится из рабочего пространства через разгрузочную трубу. От повторного удара частицы защищает верхняя пластина и обечайка с отверстиями, а столкновение с кромками отверстий предотвращается воздушным потоком. Изобретение позволяет повысить качество получаемой рушанки.

Настоящее изобретение относится к масложировой промышленности и может быть использовано для обрушивания семян сафлора, льна, рапса, рыжика и других условно бескожурных масличных культур.

Недостатком указанной конструкции является то, что некоторое количество семян сталкивается с ребрами лопаток ротора и отскакивает в сторону нижних поверхностей питателя, в результате возникает многократный удар, что ухудшает качество получаемой рушки.

Наиболее близким к изобретению является устройство для обрушивания семян. При вращении ступицы устройства в радиальных каналах создается разрежение. В результате вращения ротора возникает центробежная сила, которая ориентирует семена большой геометрической осью при

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

продвижении их от центра загрузки на периферию к деке. В результате движения семян в радиальных каналах они дополнительно соприкасаются с направляющими, что способствует более четкой ориентации исходного продукта своей большой геометрической осью. На выходе из радиальных каналов продукт, подлежащий обрушиванию, приобретает максимальную линейную скорость, и при ударе о деку происходит разрушение поверхностной оболочки. Недостатком является то, что в результате отскока частиц в сторону ротора происходит повторное разрушение частиц о боковую поверхность ротора.

В основе изобретения лежит задача обеспечения однократного свободного удара в рабочем пространстве машины.

Поставленная задача решается тем, что устройство для однократного разрушения содержит привод-мультипликатор с регулируемой частотой вращения, цилиндрический корпус и осесимметричный приемный патрубок, деку с отражательными ребрами, установленными под углом  $45^\circ$  к образующей корпуса, тангенциальную разгрузочную трубу.

На рисунке 2.1 изображена схема обрушивателя.

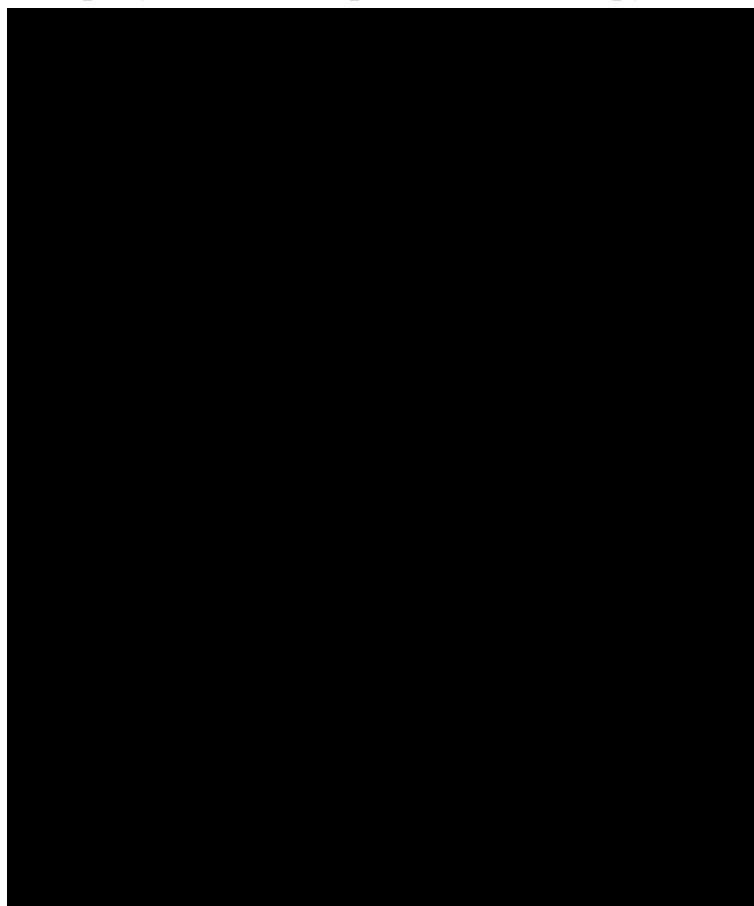


Рисунок 2.1 - Схема обрушивателя

Обрушиватель содержит электродвигатель 1 с регулируемой частотой вращения ротора, привод-мультипликатор 2, включающий горизонтальный

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



вал 3 и вертикальный вал 4, сопряженные винтовой передачей 5. Рабочая часть 6 включает деку-отбойник 7, приемный патрубок 8, разгрузочную трубу 9. Внутри деки-отбойника соосно расположен рабочий орган 10.

На рисунке 2.1 представлен рабочий орган, содержащий центральную посадочную втулку 11, радиальные пластины 12, жестко закрепленные между верхней пластиной 13 и основанием диска 14. На боковой поверхности закреплена обечайка с отверстиями 15.



Рисунок 2.2 – Рабочий орган

Электродвигатель 1 через горизонтальный вал 3 и винтовую передачу 5 приводит во вращение рабочего органа 10, жестко установленный на вертикальном валу 4. Устройство работает следующим образом: Разрушаемый материал через приемный патрубок 8 поступает в рабочий орган на его основание 14, разгоняется центробежными силами в радиальных пластинах 12, сталкивается с отражательными ребрами деки-отбойника 7, установленными под углом  $45^\circ$  к образующей корпуса, разрушается и воздушным потоком выводится из рабочего пространства через разгрузочную трубу 9.

Таким образом, предложенное устройство позволяет осуществлять разрушение однократным свободным ударом без переизмельчения материала.

					<i>ЖОБ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		17

### 3. РАСЧЕТЫ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ОБРУШИВАТЕЛЯ

#### 3.1 Кинематический расчет

##### 3.1.1 Определение частоты вращения на валах

Частота вращения тихоходного вала  $n_1$ , об/мин, равна частоте вращения электродвигателя  $n_M$ , об/мин

$$n_1 = n_M = 1410 \text{ об/мин}$$

Частота вращения быстроходного вала  $n_2$ , об/мин, определяется по формуле 3.1

$$\begin{aligned} n_2 &= n_1 \cdot U_{\text{общ}}, \\ n_2 &= 1410 \cdot 5,2 = 7332 \text{ об/мин} \end{aligned} \quad (3.1)$$

где  $U_{\text{общ}}$  – передаточное число приводного механизма,  $U_{\text{общ}} = 5,2$

Частота вращения быстроходного вала увеличивается, так как передача является мультипликационной, и не превышает критического значения

$$n_{\text{кр}} = 13850 < n_2 = 7332$$

##### 3.1.2 Определение скорости вращения валов

Скорость вращения тихоходного вала  $\omega_1$ , рад/с, определяется по формуле 3.2

$$\begin{aligned} \omega_1 &= \pi \cdot n_M / 30, \\ \omega_1 &= 3,14 \cdot 1410 / 30 = 147,58 \end{aligned} \quad (3.2)$$

Скорость вращения быстроходного вала  $\omega_2$ , рад/с, определяется по формуле 3.3

$$\begin{aligned} \omega_2 &= \pi \cdot n_2 / 30, \\ \omega_2 &= 3,14 \cdot 7332 / 30 = 767,4 \end{aligned} \quad (3.3)$$

Скорость вращения быстроходного вала не превышает критического значения

$$\omega_{\text{кр}} = 1449,7 < \omega_2 = 767,4$$

### 3.1.3 Определение вращающих моментов на валах

Вращающий момент на тихоходном валу  $T_1$ , н/м, определяется по формуле 3.4

$$T_1 = P_M / \omega_1, \quad (3.4)$$
$$T_1 = 3000 / 147,58 = 20,3$$

где  $P_M$  – мощность электродвигателя,  $P_M = 3$  кВт

Вращающий момент на быстроходном валу  $T_2$ , н/м, определяется по формуле 3.5

$$T_2 = T_1 / U_{\text{общ}}, \quad (3.5)$$
$$T_2 = 20,3 / 5,2 = 4$$

Вращающий момент на быстроходном валу уменьшается, так как передача является мультипликационной

### 3.1.4 Определение мощности на валах

Мощность на тихоходном валу  $P_1$ , кВт, равна мощности электродвигателя  $P_M$ , кВт

$$P_M = P_1 = 3 \text{ кВт}$$

Мощность на быстроходном валу  $P_2$ , кВт, определяется по формуле 3.6

$$P_2 = T_2 \cdot \omega_2, \quad (3.6)$$
$$P_2 = 4 \cdot 764,4 = 3,057$$

### 3.2 Расчет массы рабочего органа

Для определения массы рабочего органа сложной формы разбиваем его на простейшие геометрические фигуры. Эскиз рабочего органа разделенную на простые фигуры показан на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Рабочий орган

Фигура – №1 показана на рисунке 3.2

$$D = 50 \text{ мм} = 0,05 \text{ м}$$

$$d = 32 \text{ мм} = 0,032 \text{ м}$$

$$h = 5 \text{ мм} = 0,005 \text{ м}$$

D – Наружный диаметр

d – Внутренний диаметр

h – Высота

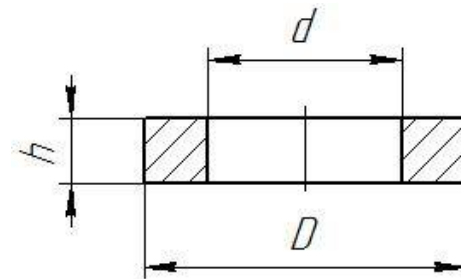


Рисунок 3.2 – Фигура – №1

Площадь фигуры S, м<sup>2</sup> рассчитывается по формуле 3.7

$$S_1 = \pi/4 (D^2 - d^2) \quad (3.7)$$
$$S = \pi/4 (D^2 - d^2) = 3.14/4 (0.05^2 - 0.032^2) = 0.0012 \text{ м}^2$$

Объем фигуры V, м<sup>3</sup> рассчитывается по формуле 3.8

$$V = S \cdot h \quad (3.8)$$
$$V = 0.0012 \cdot 0.005 = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$$

Масса фигуры m, кг рассчитывается по формуле 3.9

$$m = v \cdot \rho \quad (3.9)$$
$$m = 6 \cdot 10^{-7} \cdot 7850 = 0.0471 \text{ кг}$$

					ЖОБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

где  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup> плотность материала,  $\rho=7850$  кг/м<sup>3</sup>  
 Фигура – №2 показана на рисунке 3.3

$$D = 32 \text{ мм} = 0,032 \text{ м}$$

$$d = 22 \text{ мм} = 0,022 \text{ м}$$

$$h = 10 \text{ мм} = 0,001 \text{ м}$$

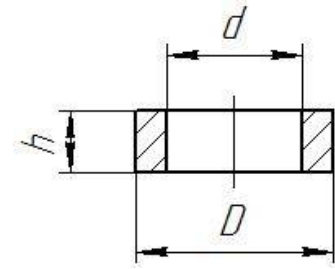


Рисунок 3.3 – Фигура – №2

Площадь фигуры  $S$ , м<sup>2</sup> рассчитывается по формуле 3.7

$$S_2 = \pi/4 (D^2 - d^2) = 3.14/4 (0,032^2 - 0,022^2) = 0.00042 \text{ м}^2$$

Объем фигуры  $V$ , м<sup>3</sup> рассчитывается по формуле 3.8

$$V_2 = 0,00042 * 0,005 = 2,12 * 10^{-6} \text{ м}^3$$

Масса фигуры  $m$ , кг рассчитывается по формуле 3.9

$$m_2 = 2,12 * 10^{-6} * 7850 = 0,0166 \text{ кг}$$

Фигура – №3 показана на рисунке 3.4

$$D_1 = 32 \text{ мм} = 0,032 \text{ м}$$

$$D_2 = 17.4 \text{ мм} = 0,0174 \text{ м}$$

$$d_1 = 22 \text{ мм} = 0,022 \text{ м}$$

$$d_2 = 7.4 \text{ мм} = 0,0074 \text{ м}$$

$$h = 52 \text{ мм} = 0,052 \text{ м}$$

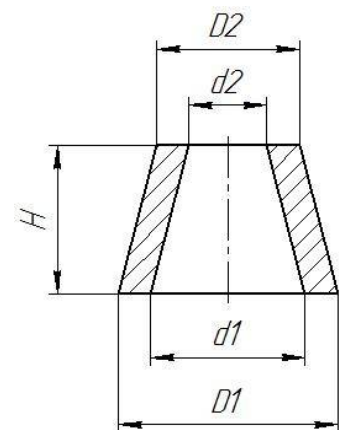


Рисунок 3.4 – Фигура №3

Объем фигуры рассчитывается по формуле 3.10

$$V = 1/3 \pi h (R_1^2 + R_1 * R_2 + R_2^2) \quad (3.10)$$

$$V_1 = 1/3 * 3.14 * 0,052 (0,016^2 + 0,016 * 0,087 + 0,087^2) = 0,0005016 \text{ м}^3$$

$$V_2 = 1/3 * 3.14 * 0,052 (0,011^2 + 0,011 * 0,0037 + 0,0037^2) = 0,0001032 \text{ м}^3$$

$$V = 0.0005016 - 0,0001032 = 0,0003984 \text{ м}^3$$

Масса фигуры  $m$ , кг рассчитывается по формуле 3.9

$$m = 0,0003984 * 7850 = 3,127 \text{ кг}$$

					ЖОБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Фигура №4 показана на рисунке 3.5

$$D = 288 \text{ мм} = 0,288 \text{ м}$$

$$d = 32 \text{ мм} = 0,032 \text{ м}$$

$$h = 5 = 0,005 \text{ м}$$

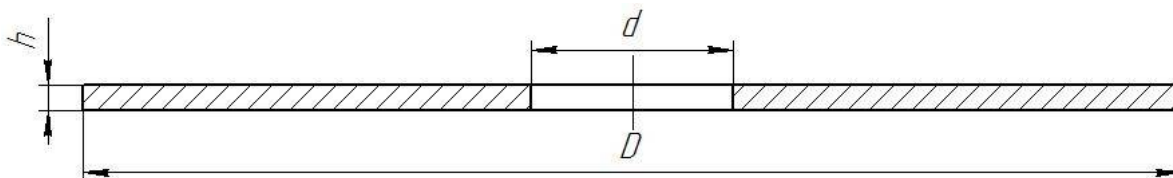


Рисунок 3.5 – Фигура №4

Площадь фигуры  $S$ ,  $\text{м}^2$  рассчитывается по формуле 3.7

$$S = 3.14/4 (0,288^2 - 0,032^2) = 0,0643 \text{ м}^2$$

Объем фигуры  $V$ ,  $\text{м}^3$  рассчитывается по формуле 3.8

$$V = 0,0643 * 0,005 = 0,000321 \text{ м}^3$$

Масса фигуры  $m$ , кг рассчитывается по формуле 3.9

$$m = 0,321 * 7850 = 2,52 \text{ кг}$$

Фигура №5 показана на рисунке 3.2.5

$$D = 288 \text{ мм} = 0,288 \text{ м}$$

$$d = 66 \text{ мм} = 0,066 \text{ м}$$

$$h = 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м}$$

Площадь фигуры  $S$ ,  $\text{м}^2$  рассчитывается по формуле 3.7

$$S = 3.14/4 (0,288^2 - 0,066^2) = 0,0617 \text{ м}^2$$

Объем фигуры  $V$ ,  $\text{м}^3$  рассчитывается по формуле 3.8

$$V = 0,0617 * 0,001 = 6.17 * 10^{-5} \text{ м}^3$$

Масса фигуры  $m$ , кг рассчитывается по формуле 3.9

$$m = 6.17 * 10^{-5} * 7850 = 0,4843 \text{ кг}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Фигура №6

$$D = 288 \text{ мм} = 0,288 \text{ м}$$

$$d = 286 \text{ мм} = 0,286 \text{ м}$$

$$h = 64 \text{ мм} = 0,064 \text{ м}$$

Площадь фигуры  $S$ ,  $\text{м}^2$  рассчитывается по формуле 3.7

$$S = \pi/4 (D^2 - d^2) = 3.14/4 (0,288^2 - 0,286^2) = 0.0009 \text{ м}^2$$

Объем фигуры  $V$ ,  $\text{м}^3$  рассчитывается по формуле 3.8

$$V = 0,0009 * 0,064 = 5,76 * 10^{-5} \text{ м}^3$$

$$a = 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м}$$

$$b = 15 \text{ мм} = 0,015 \text{ м}$$

$$c = 60 \text{ мм} = 0,06 \text{ м}$$

Объем фигуры  $V$ ,  $\text{м}^3$  рассчитывается по формуле 3.2.5

$$V = a * b * c$$

(3.11)

$$V = (0,015 * 0,06 * 0,001) * 8 = 7,2 * 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$V = V_a - V_b = 5,76 * 10^{-5} - 7,2 * 10^{-6} = 5,04 * 10^{-5} \text{ м}^3$$

Масса фигуры  $m$ , кг рассчитывается по формуле 3.9

$$m = 5,04 * 10^{-5} * 7850 = 0,396 \text{ кг}$$

Фигура №7 показана на рисунке 3.6

$$a = 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м}$$

$$b = 117 \text{ мм} = 0,117 \text{ м}$$

$$c = 64 \text{ мм} = 0,064 \text{ м}$$

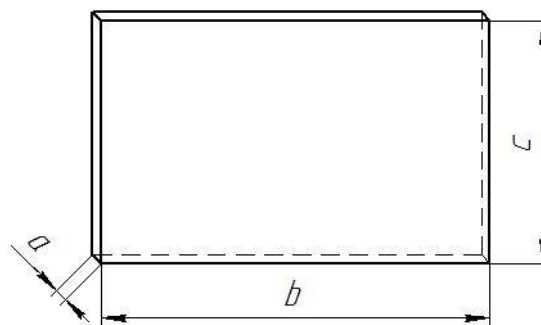


Рисунок 3.6 – Фигура №7

Объем фигуры  $V$ ,  $\text{м}^3$  рассчитывается по формуле 3.11

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

23

$$V = (0,117 * 0,064 * 0,001) * 8 = 7.488 * 10^{-6} \text{ м}^3$$

Масса фигуры  $m$ , кг рассчитывается по формуле 3.9

$$m = 7.488 * 10^{-6} * 7850 = 0,0587 \text{ кг}$$

Общая масса рабочего органа будет равен:

$$m = \sum m = 0.0471 + 0,0166 + 3,127 + 2,52 + 0,4843 + 0,396 + 0,0587 = 6,65 \text{ кг}$$

### 3.3 Расчет критической угловой скорости вертикального вала

Расчет критической угловой скорости  $\omega_{кр}$ , рад/с, вертикального вала определяется по формуле

$$\omega_{кр} = l / (l - c) \cdot \sqrt{(K / m_k)} \quad (3.12)$$

$$\omega_{кр} = 0,3 / (0,3 - 0,16) \cdot \sqrt{(917883 / 6,65)} = 796 \text{ рад/с,}$$

где  $l$  - расстояние между верхним и нижним подшипником,  $l = 0,3$ ;

$c$  - расстояние от верхнего подшипника до центра тяжести,  $c = 0,16$

$m_k$  - масса рабочего диска,  $m = 6.65$ , кг

$I$  - момент инерции сечения рабочего диска,  $\text{м}^4$ , который определяется по формуле (3.13)

$$I = m_6 \cdot D^4, \quad (3.13)$$

$$I = 6,65 \cdot 0,28^4 = 0,04087 \text{ м}^4$$

где  $m_6$  - масса рабочего диска

$D^4$  - диаметр рабочего диска

$K$  - сила, вызывающая прогиб вала на 1 м, Н/м, которая определяется по формуле

$$K = (3 \cdot E \cdot I) / (c^2 \cdot (c + l)), \quad (4.16)$$

$$K = (3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,000000018) / (0,16^2 \cdot (0,16 + 0,3)) = 917883$$

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



где  $E$  – модуль упругости материала вала (сталь 40Х), Н/м,  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Н/м<sup>2</sup>,

$I$  – момент инерции сечения вертикального вала, м<sup>4</sup>, который определяется по формуле (3.14)

$$I = 0,05 \cdot d_b^4, \quad (3.14)$$
$$I = 0,05 \cdot 0,0245^4 = 0,00000018 \text{ м}^4$$

где  $d_b$  – диаметр вала, м,  $d_b = 0,0245$

Критическую частоту вращения  $n_{кр}$ , об/мин, вертикального вала определяют по формуле (3.15)

$$n_{кр} = \omega_{кр} \cdot 30 / \pi, \quad (4.18)$$
$$n_{кр} = 760 \cdot 30 / 3,14 = 7261 \text{ об/мин}$$
$$n_{кр} = 7261 > n_2 = 3900$$

Вывод: Скорость и частота вращения быстроходного вала не совпадает критического значения

					<i>ЖОБ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		25

## 4. ПРОЧНОСТНЫЕ РАСЧЕТЫ

### 4.1 Расчет вертикального вала на прочность

#### 4.1.1 Определение реакций в опорах вала

Для определения реакций составляются уравнения статики (4.1)

$$\begin{cases} \sum F_x = 0, \\ \sum F_y = 0, \\ \sum F_z = 0, \\ \sum F_a = 0. \end{cases} \quad (4.1)$$

$$\begin{cases} R_{ax} + F_{bx} - R_{cx} + F_{dx} = 0, \\ R_{ay} + F_{by} - R_{cy} + F_{dy} = 0, \\ R_{az} + F_{bz} - R_{cz} + F_{dz} = 0, \\ R_b \cdot l_1 - R_c \cdot l_1 + F_d \cdot l = 0. \end{cases}$$

Эпюры изгибающих моментов представлены на рисунке 4.1

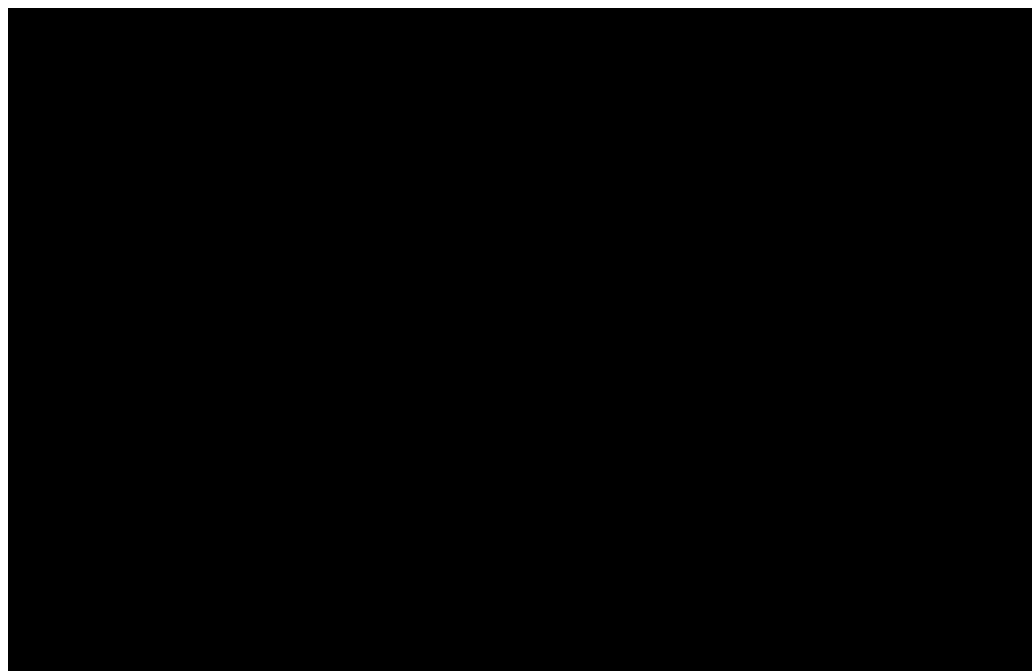


Рисунок 4.1- Эпюры изгибающих моментов

Из уравнения 4.2 определяем реакцию опоры  $R_c$  в точке С

$$R_c = (F_d \cdot l + F_b \cdot l_2) / l_1 \quad (4.2)$$

					ЖОБ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Где  $F_d$  – сила, действующая в рабочей части аппарата, которая определяется по формуле 4.3

$F_B$  – сила нормального давления в зацеплении, которая определяется как проекция на оси  $x$ ,  $y$  и  $z$

$$F_d = m \cdot e \cdot \omega^2, \quad (4.3)$$
$$F_d = 0,005 \cdot 0,002 \cdot 408,2^2 = 1,67$$

где  $m$  – масса неуравновешенной части ротора, принимаем  $m = 0,005$  кг из возможного неравномерного распределения продукта

Окружная сила  $F_{By}$ , действующая в плоскости  $y$  определяется по формуле 4.4

$$F_{By} = 2 \cdot 10^3 \cdot T_{кр1}/d^2, \quad (4.4)$$
$$F_{By} = 2 \cdot 10^3 \cdot 3,67/25 = 293,6$$

Радиальная сила  $F_{Bx}$ , действующая в плоскости  $x$  определяется по формуле 4.5

$$F_{Bx} = F_{By} \cdot \operatorname{tg} \alpha / \cos \beta, \quad (4.5)$$
$$F_{Bx} = 293,6 \cdot 1/0,97 = 302,6$$

где  $\alpha$  – угол зацепления,  $\alpha = 45^\circ$ ,  
 $\beta$  – угол наклона линии зуба,  $\beta = 15^\circ$

Осевая сила  $F_{Bz}$ , действующая в плоскости определяется по формуле 4.6

$$F_{Bz} = F_{By} \cdot \operatorname{tg} \beta, \quad (4.6)$$
$$F_{Bz} = 293,6 \cdot 0,27 = 79,3$$

На основании формулы 3.20 определяем реакции опор в точке  $C$  по оси  $x$  и  $y$

$$R_{cx} = (1,67 \cdot 346 + 302,6 \cdot 96)/263 = 112,6,$$
$$R_{cy} = (1,67 \cdot 346 + 293,6 \cdot 96)/263 = 109,3,$$
$$R_{cz} = (1,67 \cdot 346 + 79,3 \cdot 96)/263 = 31,1.$$

					<i>ЖОБ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						27
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Реакция опоры  $R_{ax}$  в точке А, определяется по формуле 4.7

$$R_{ax} = -F_{vx} + R_{cx} - F_{dx}, \quad (4.7)$$
$$R_{ax} = -302,6 + 112,6 - 1,67 = -191,67$$

Реакция опоры  $R_{ay}$  в точке А, определяется по формуле 4.8

$$R_{ay} = F_{vy} - R_{cy} - F_{dy}, \quad (4.8)$$
$$R_{ay} = 293,6 - 109,3 - 1,67 = 182,63$$

Реакция опоры  $R_{az}$  в точке А, определяется по формуле 4.9

$$R_{az} = -F_{vz} + R_{cz} - F_{dz}, \quad (4.9)$$
$$R_{az} = -79,3 + 31,1 - 1,67 = -49,9$$

Полная реакция опоры (суммарный изгибающий момент)  $F_B$  в точке В определяется по формуле 4.10

$$F_B = \sqrt{(F_{vx}^2 + F_{vy}^2 + F_{vz}^2)}, \quad (4.10)$$
$$F_B = \sqrt{302,6^2 + 293,6^2 + 79,3^2} = 429$$

В точке В суммарный изгибающий момент максимальный, следовательно в этой точке находится опасное сечение.

#### 4.1.2 Проверка статической прочности

Эту проверку выполняют с целью предупреждения пластических деформаций и разрушений при кратковременных перегрузках. При этом определяют эквивалентное напряжение  $\sigma_{\text{эКВ}}$ , МПа, по формуле 4.30

Определяем эквивалентное напряжение в точке В

$$\sigma_{\text{эКВ}} = \sqrt{(\sigma_u^2 + 3 \cdot \tau^2)} \leq [\sigma], \quad (4.11)$$
$$\sigma_{\text{эКВ}} = \sqrt{(275^2 + 3 \cdot 1,2^2)} = 275,$$

где  $\sigma_u$  - напряжение изгиба, МПа, которое определяется по формуле 4.12

$$\sigma_u = M / 0,1 \cdot d^3, \quad (4.12)$$
$$\sigma_u = 429 / 0,1 \cdot 0,025^3 = 275$$

$\tau$  – напряжение кручения, МПа, которое определяется по формуле 4.13

					<i>ЖОБ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

$$\tau = T/0,2 \cdot d^3, \quad (4.13)$$

$$\tau = 3,67/0,2 \cdot 0,025^3 = 1,17$$

[σ] – предельное допускаемое напряжение, МПа, его принимают равным близким к пределу текучести по формуле 4.14

$$[\sigma] = 0,8 \cdot \sigma_{т}, \quad (4.14)$$

$$[\sigma] = 0,8 \cdot 750 = 600$$

$$\sigma_{\text{экв}} = 275 \geq 600 \text{ МПа}$$

Вывод: Эквивалентное напряжение не превышает предельного допустимого значения.

#### 4.2 Прочностной расчет шпонки на ЭВМ

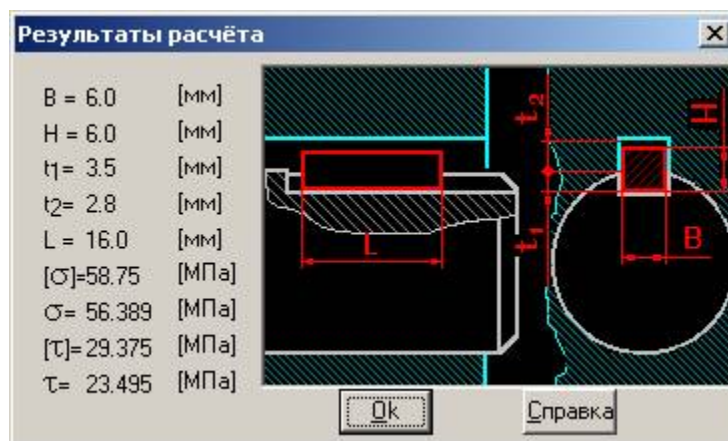
Соединение: Призматической шпонкой

##### Исходные данные

Диаметр вала	18.0	мм
Передаваемый момент	20.3	Нм
Тип нагрузки	Знакопеременная	
Тип соединения	Подвижное	
Материал вала	35	
Материал шпонки	Ст3кп	
Материал втулки	25	

##### Результаты расчета

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	16.0	мм
Допускаемое напряжение смятия	58.75	МПа
Напряжение смятия	56.389	МПа
Допускаемое напряжение среза	29.375	МПа
Напряжение среза	23.495	МПа



### 4.3 Прочностной расчет радиального подшипника на ЭВМ

Исходные данные

Геометрия

Внешний диаметр	52.000	мм
Внутренний диаметр	20.000	мм
Диаметр тела качения	9.530	мм
Число тел качения	7.000	
Число рядов тел качения	1.000	

Точность

Радиальные биения внешн. кольца	0.100	мм
Радиальные биения внутр. кольца	0.100	мм
Радиальные биения внешн. кольца	0.100	мм

Условия работы

Радиальная сила	120.000	Н
Скорость вращения	1410.000	об/мин
Коэфф. динамичности	1.100	
Тип нагружения	Переменная	

Резюме:

Средняя долговечность	84485649.924	час
Максимальное контактное напряжение	0.000	Н/кв.мм
Выделение тепла	1799.789	Дж/час

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

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

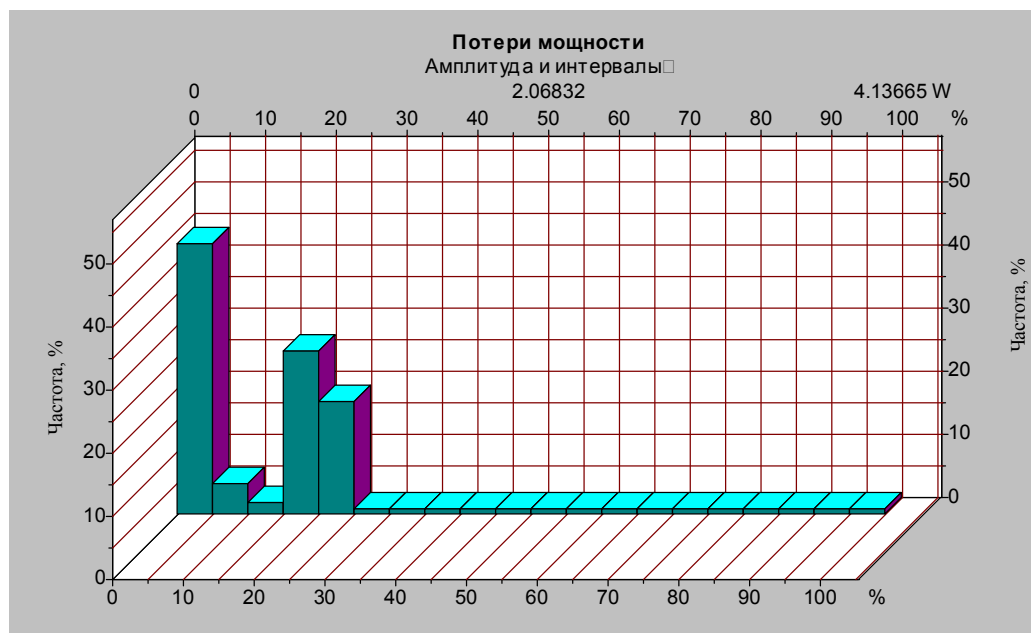
30







0.000	0.000	4.137	0.000	0.848
0.159	0.687	2.062	0.281	0.715
0.663	0.717	0.995	0.000	0.735
0.000	0.837	0.000	0.000	0.000
0.927	0.757	1.146	0.697	0.000
0.000	0.000	0.000	0.719	0.000
0.009	0.948	0.000	0.939	2.113
1.003	0.730	0.994	0.000	0.785
0.000	0.413	0.866	0.000	0.861
0.000	0.239	0.915	0.701	0.000
0.000	0.329	0.929	0.645	0.000
0.000	0.620	0.000	0.000	0.669
0.732	0.283	0.471	0.639	0.000
1.466	0.734	0.000	0.000	0.926
0.000	0.000	0.654	0.716	0.000



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

33



Радиальные биения, (мкм)

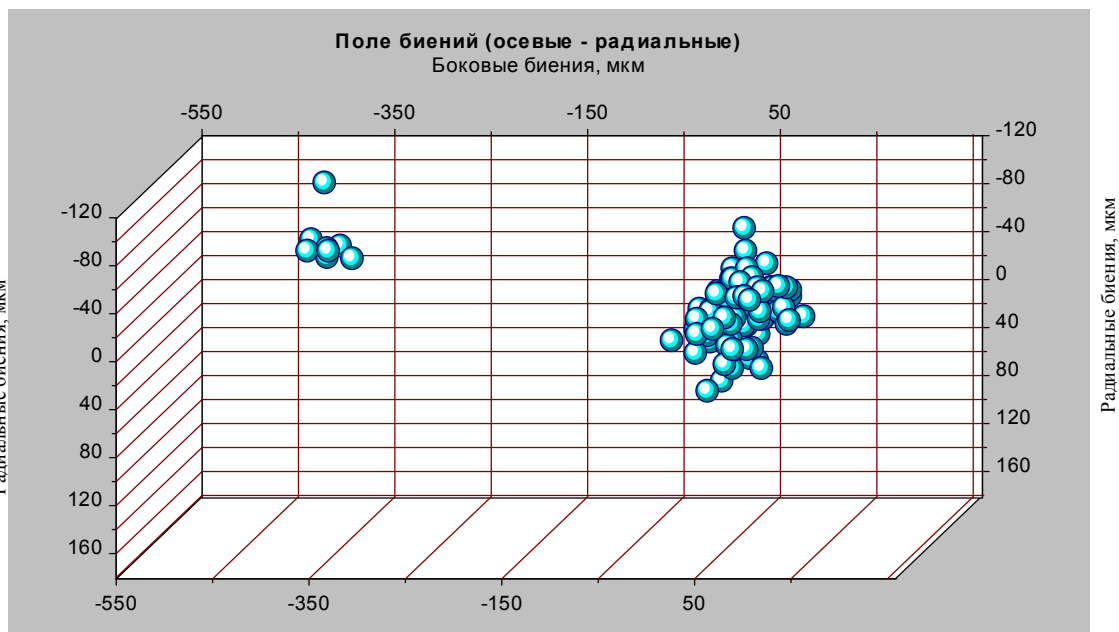
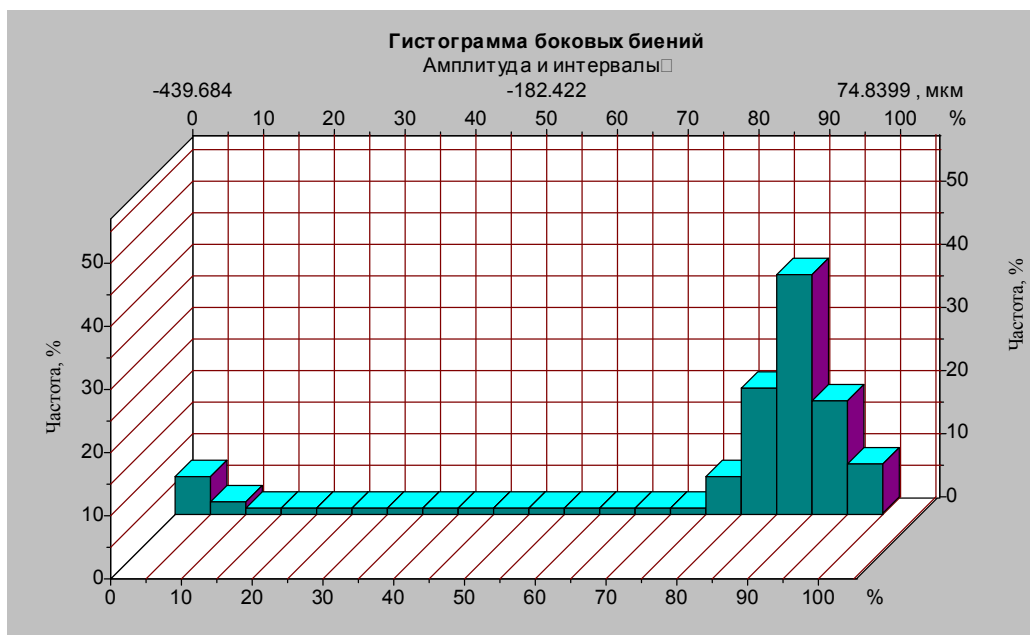
Математическое ожидание	24.519
Дисперсия	833.138
Стандартное отклонение	28.719

11.226	32.742	41.162	32.742	14.968
-27.129	46.775	5.613	66.420	7.484
29.000	-22.452	27.129	11.226	26.194
26.194	26.194	37.420	19.645	-17.774
86.066	53.323	70.162	36.484	15.903
17.774	17.774	69.227	6.548	34.613
-31.807	39.291	67.356	39.291	7.484
15.903	-24.323	94.485	43.033	74.840
33.678	60.807	43.968	47.710	62.678
34.613	11.226	13.097	10.290	-7.484
36.484	28.065	34.613	58.001	16.839
51.452	28.065	-12.161	31.807	-15.903
52.388	11.226	22.452	11.226	34.613
0.935	56.130	6.548	-0.000	38.355
10.290	-79.517	46.775	24.323	-8.419
32.742	38.355	59.872	8.419	-0.000
3.742	15.903	33.678	43.033	13.097
8.419	-22.452	18.710	35.549	6.548
-22.452	28.065	16.839	72.033	74.840
-41.162	59.872	14.968	11.226	18.710

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

ЖОБ 00.00.000 ПЗ





#### 4.4 Прочностной расчет шарикового радиально-упорного подшипника на ЭВМ

Исходные данные

Геометрия

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

Внешний диаметр	52.000	мм
Внутренний диаметр	25.000	мм
Диаметр тела качения	7.940	мм
Число тел качения	12.000	
Угол контакта	26.000	град

### Точность

Радиальные биения внешн. кольца	0.01	мм
Радиальные биения внутр. кольца	0.01	мм

### Условия работы

Осевая сила	320.000	Н
Радиальная сила на нагр.опоре	0.000	Н
Радиальная сила на ненагр. опоре	0.000	Н
Осевая сила преднатяга	0.000	мм
Скорость вращения	7332.000	об/мин
Коэфф. динамичности	1.000	
Тип нагружения	Переменная	
Тип установки	Схема "О"	

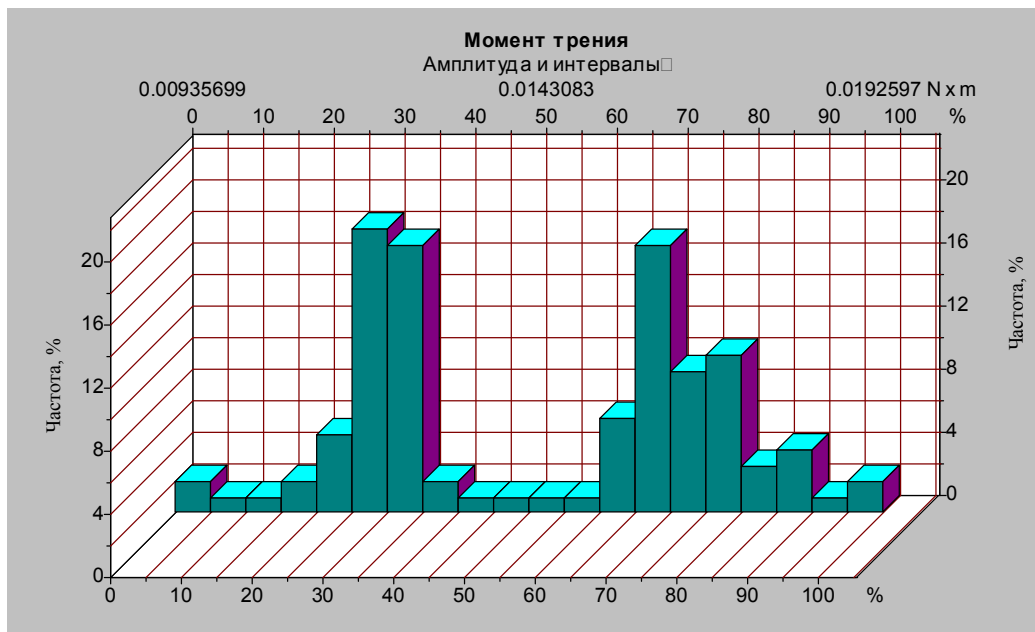
### Резюме:

Средняя долговечность	1654956.573	час
Максимальное контактное напряжение	2251.539	Н/кв.мм
Выделение тепла	40018.816	Дж/час
Динамическая грузоподъемность	15778.409	Н
Осевые биения	42.668	мкм
Радиальные биения	-0.160	мкм
Боковые биения	-1.240	мкм
Момент трения	0.014	Н х м

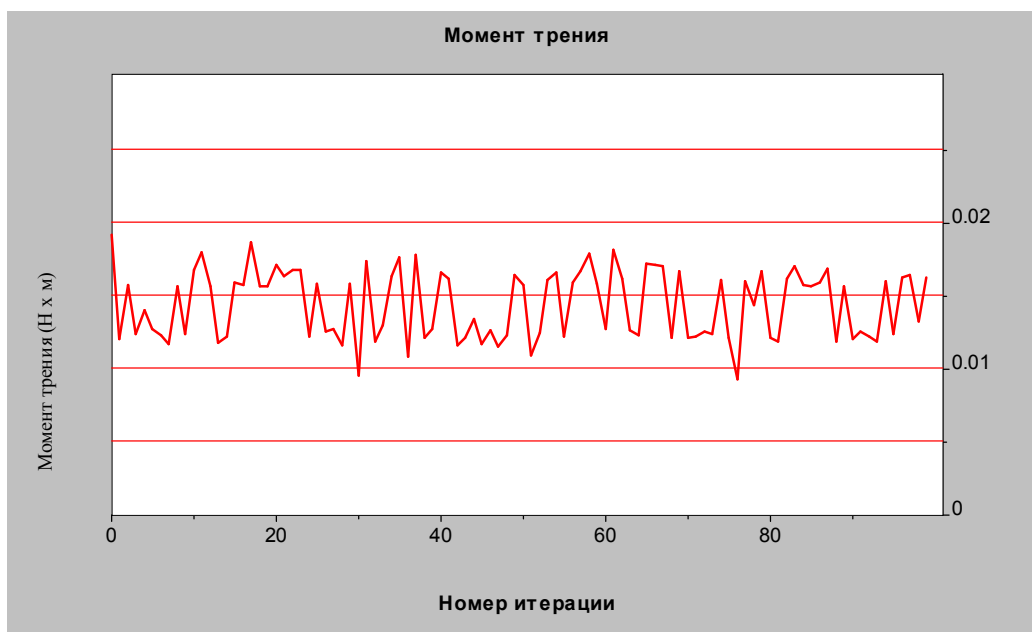
### Момент трения, (Н х м)

Математическое ожидание	0.014
Дисперсия	0.000
Стандартное отклонение	0.002

0.019	0.012	0.016	0.012	0.014
0.013	0.012	0.012	0.016	0.012
0.017	0.018	0.016	0.012	0.012
0.016	0.016	0.019	0.016	0.016
0.017	0.016	0.017	0.017	0.012
0.016	0.013	0.013	0.012	0.016
0.010	0.017	0.012	0.013	0.016
0.018	0.011	0.018	0.012	0.013
0.017	0.016	0.012	0.012	0.014
0.012	0.013	0.012	0.012	0.017
0.016	0.011	0.013	0.016	0.017
0.012	0.016	0.017	0.018	0.016
0.013	0.018	0.016	0.013	0.012
0.017	0.017	0.017	0.012	0.017
0.012	0.012	0.013	0.012	0.016
0.012	0.009	0.016	0.014	0.017
0.012	0.012	0.016	0.017	0.016
0.016	0.016	0.017	0.012	0.016
0.012	0.013	0.012	0.012	0.016
0.012	0.016	0.016	0.013	0.016



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



Потери мощности (Вт)

Математическое ожидание	11.116
Дисперсия	3.267
Стандартное отклонение	1.798

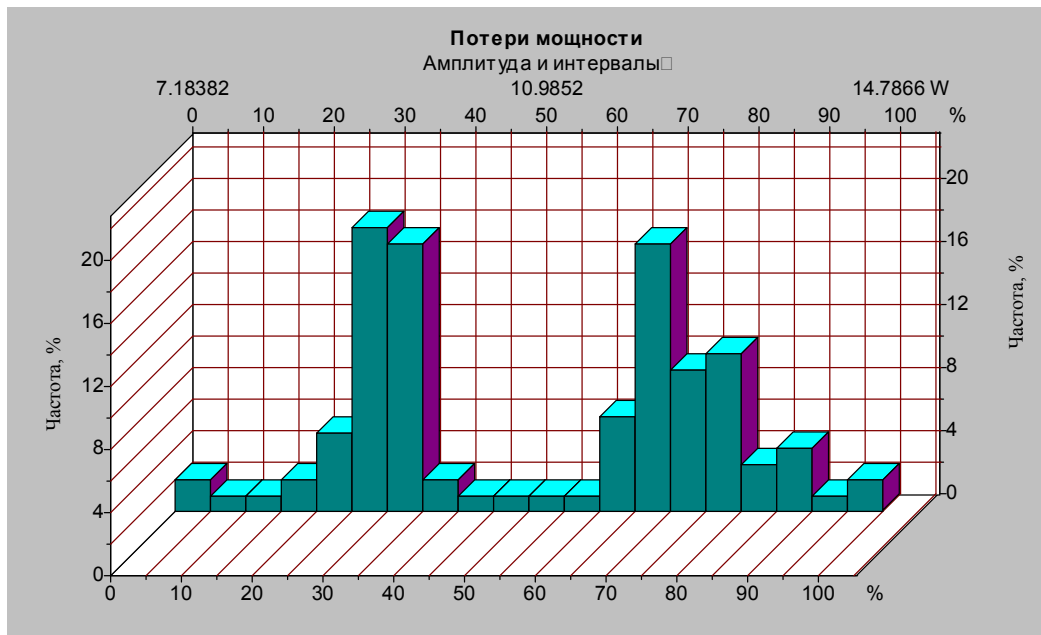
14.787	9.296	12.126	9.551	10.810
9.803	9.512	9.015	12.110	9.567
12.934	13.850	12.099	9.131	9.416
12.296	12.134	14.426	12.097	12.107
13.234	12.607	12.971	12.930	9.421
12.194	9.706	9.834	8.962	12.185
7.403	13.429	9.174	10.027	12.609
13.605	8.350	13.750	9.396	9.804
12.833	12.452	8.956	9.366	10.381
9.014	9.769	8.876	9.511	12.682
12.165	8.408	9.649	12.422	12.828
9.410	12.246	12.901	13.767	12.241
9.813	13.978	12.463	9.738	9.519
13.270	13.200	13.153	9.380	12.899
9.358	9.425	9.680	9.542	12.389
9.379	7.184	12.373	11.070	12.858
9.369	9.193	12.447	13.126	12.168
12.101	12.294	12.997	9.174	12.091
9.291	9.722	9.401	9.169	12.352
9.570	12.534	12.644	10.210	12.575

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

39



**Осевые биения**

Математическое ожидание	42.668
Дисперсия	391.323
Стандартное отклонение	19.683

24.148	44.148	44.148	36.148	12.148
40.148	64.148	36.148	56.148	28.148
56.148	12.148	44.148	32.148	24.148
44.148	56.148	12.148	28.148	36.148
64.148	72.148	44.148	40.148	28.148
36.148	40.148	96.148	48.148	24.148

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



12.148	44.148	28.148	12.148	36.148
12.148	36.148	56.148	44.148	48.148
36.148	48.148	64.148	52.148	12.148
28.148	28.148	44.148	48.148	44.148
68.148	48.148	32.148	44.148	56.148
40.148	100.148	64.148	44.148	40.148
24.148	40.148	100.148	40.148	28.148
44.148	40.148	32.148	44.148	28.148
48.148	32.148	36.148	24.148	56.148
28.148	12.148	52.148	12.148	48.148
64.148	36.148	40.148	48.148	56.148
80.148	36.148	28.148	36.148	100.148
12.148	64.148	40.148	28.148	72.148
60.148	88.148	48.148	12.148	48.148

Радиальные биения, (мкм)

Математическое ожидание	-0.160
Дисперсия	18.075
Стандартное отклонение	4.230

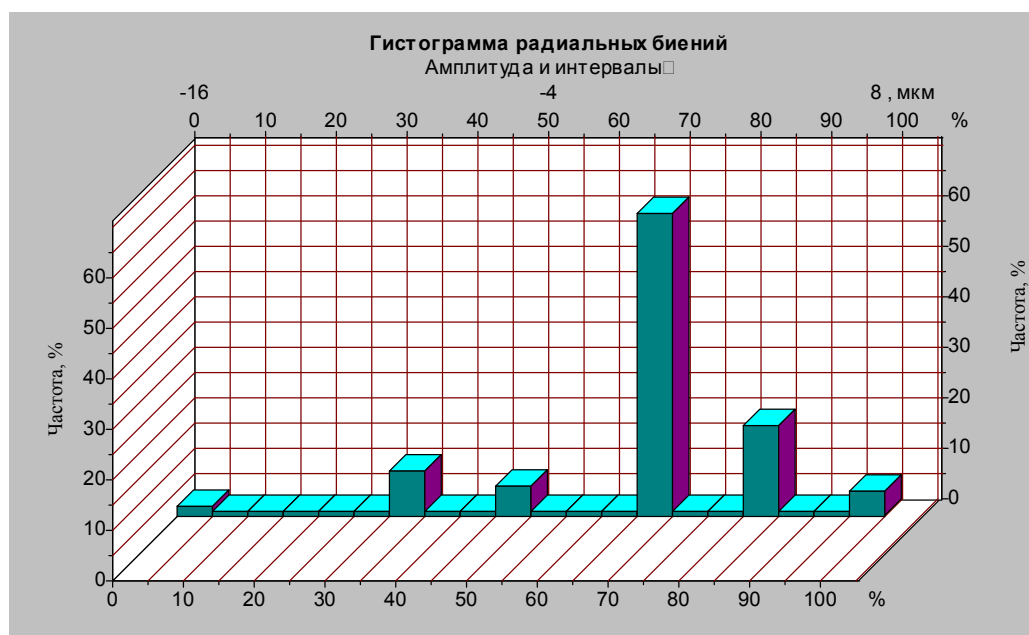
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-8.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	-8.000	-8.000	-8.000
-8.000	-8.000	-16.000	-16.000	-8.000
0.000	4.000	4.000	0.000	0.000
0.000	-8.000	4.000	4.000	4.000
4.000	4.000	4.000	4.000	0.000
0.000	0.000	0.000	8.000	8.000
8.000	8.000	8.000	4.000	0.000
0.000	0.000	0.000	-4.000	-4.000
-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	4.000	4.000	4.000
4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	-8.000

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

41



**Боковые биения**

Математическое ожидание	-1.240
Дисперсия	379.699
Стандартное отклонение	19.388

0.000	4.000	-16.000	16.000	0.000
16.000	-4.000	0.000	-20.000	0.000
-32.000	0.000	0.000	0.000	40.000
-4.000	-8.000	0.000	0.000	-4.000
-4.000	-8.000	12.000	0.000	20.000
-4.000	0.000	-36.000	4.000	8.000
0.000	-4.000	8.000	0.000	0.000
0.000	28.000	28.000	0.000	12.000
-12.000	-4.000	0.000	0.000	0.000
4.000	4.000	4.000	4.000	0.000
-8.000	0.000	28.000	-8.000	-4.000
0.000	-60.000	-24.000	-8.000	-4.000
8.000	0.000	-48.000	0.000	4.000
0.000	0.000	-4.000	4.000	-4.000
20.000	0.000	12.000	0.000	-12.000
12.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	40.000	-8.000	-8.000	-12.000

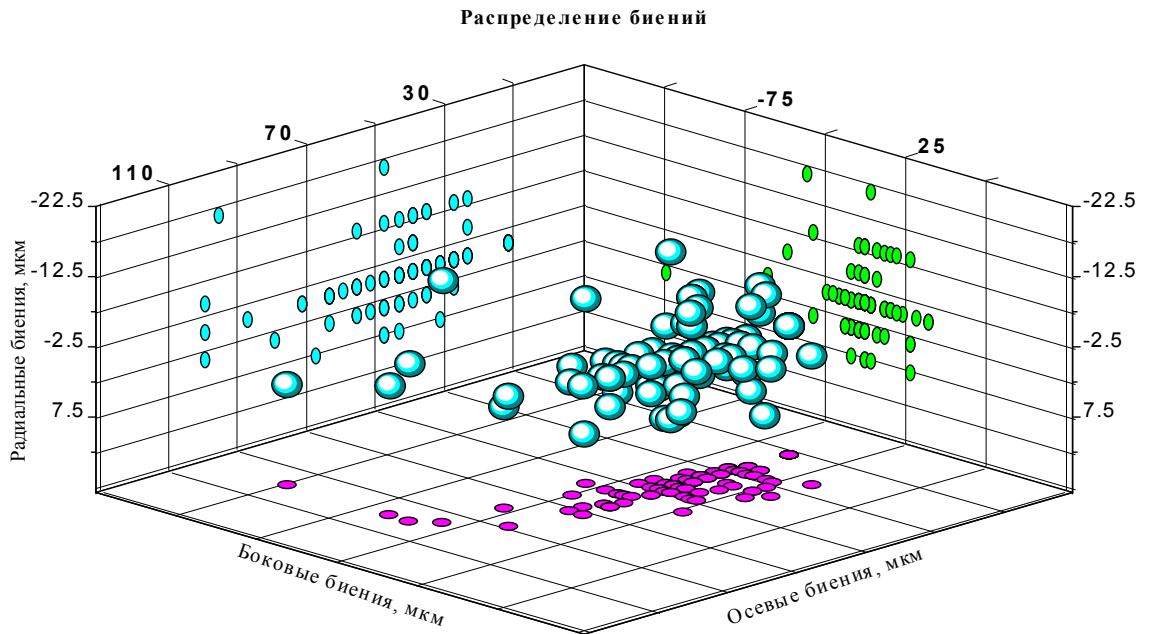
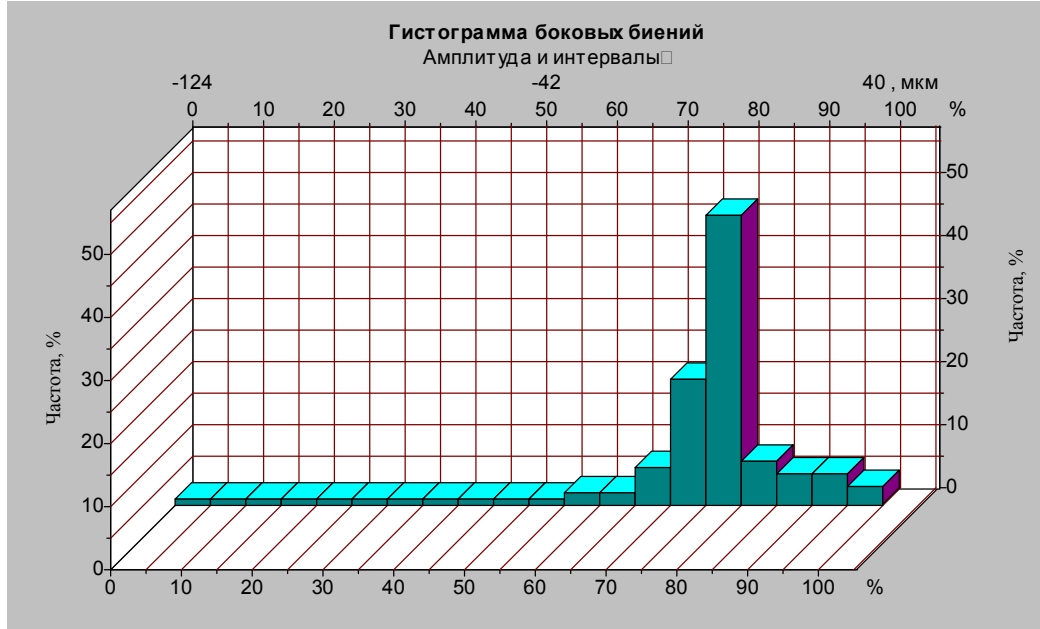
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

42

-32.000	-4.000	-4.000	28.000	-124.000
0.000	0.000	32.000	24.000	0.000
0.000	-12.000	-16.000	0.000	16.000



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЖОБ 00.00.000 ПЗ

Лист

43

## 5. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

### 5.1 Методика определения и расчёта прочностных свойств материалов при квазистатической нагрузке

Схема лабораторного измерительного прибора для проведения структурно-механических исследований "Структурометр СТ-1" представлена на рисунке 5.1. Принцип работы устройства основан на измерении силы взаимодействия неподвижного инструмента методом тензометрии и исследуемого образца материала, который перемещается столиком по заданному закону.

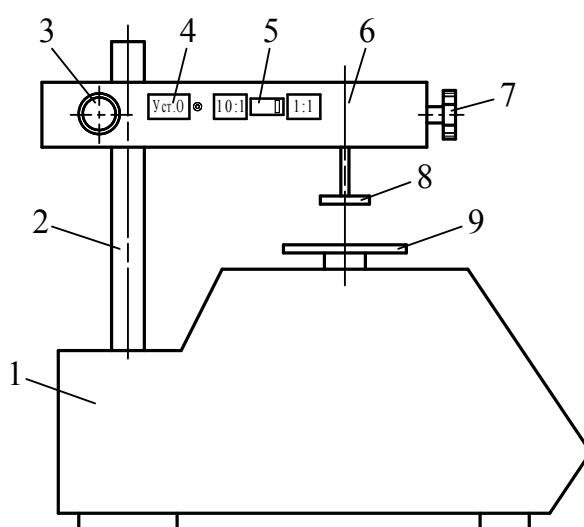


Рисунок 7.2 – Схема прибора "Структурометр"

1 – блок управления; 2 – штанга; 3 – винт, фиксирующий головку на штанге; 4 – резистор установки "0"; 5 – переключатель коэффициента усиления; 6 – измерительная головка; 7 – винт, фиксирующий сменный инструмент; 8 – сменный инструмент; 9 – столик

Устройство имеет восемь режимов работы:

- определение упругих и пластических деформаций;
- определение прочностных свойств при изгибе и резании;
- определение адгезионных свойств;
- исследование релаксационных процессов;
- исследование кинетики деформации;
- определение нормальных напряжений;
- определение времени релаксации при заданном усилии;
- определение времени релаксации при заданном перемещении столика.

Подготовка устройства к работе осуществляется следующим образом. В измерительную головку 6 устанавливается требуемый инструмент (пластина)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

8 и закрепляется с помощью винта 7. Подготавливаемый исследуемый образец устанавливается на столик строго по оси инструмента. При необходимости можно приблизить инструмент к образцу, либо опустив измерительную головку вниз вдоль штанги, либо подняв столик при помощи соответствующей кнопки "↑". Затем, при помощи кнопок на панели управления выбираются коды операций, если требуется их изменение, и вводятся параметры операций. Изменение коэффициентов кодов операций производится до выбора режима работы "Структурометра", который обуславливается целью экспериментальных исследований. После выбора режима вводятся параметры работы устройства.

С панели управления задаются следующие параметры работы устройства: значение начального усилия касания  $F_0$ , с которого начинается отсчёт перемещения столика; значение скорости перемещения столика  $V$ ; значение усилия, до которого будет нагружаться образец в ходе эксперимента  $F$ . Величина  $F_0$  зависит от характера поверхности образца материала, формы инструмента (индентора) и вида испытания. Устройство позволяет проводить измерения при следующих диапазонах и погрешностях настроек:

- диапазон задания скорости перемещения столика, *мм/мин* 1– 100;
- дискретность задания скорости, *мм/мин* 1;
- относительная погрешность поддержания скорости, % менее 0,1;
- диапазон измерения нагрузки, *H* 0,1 – 100;
- относительная погрешность измерения нагрузки, % менее 1;
- диапазон измерения перемещения, *мм* 0 – 43;
- относительная погрешность измерения времени, % менее 1.

"Структурометр" может работать как самостоятельно, как и в составе информационно-измерительного комплекса. Для передачи экспериментальных данных предусмотрена возможность подключения "Структурометра" к персональному компьютеру.

При исследовании на "Структурометре" прочностных свойств объектов разрушения при сжатии испытания проводили не менее чем на пяти образцах следующим образом. В измерительной головке 6 прибора закрепляли с помощью винта 7 насадку 8. В качестве сменного инструмента использовали пластину диаметром  $30 \cdot 10^{-3}$  м. Исследуемый образец устанавливали на столик 9 прибора и подводили вплотную к нему пластину 8. Произвели изменение параметров кодов операций. Выбрали следующие значения коэффициентов: для графопостроителя (код 1) по умолчанию 7, сжатия данных (код 3) – 3. Ввод коэффициента сжатия объясняется нехваткой объёма памяти устройства для большого количества результатов измерений. Для дальнейшей обработки и анализа результатов экспериментов требуется разумное количество зафиксированных экспериментальных точек, достаточных для установления общей формы зависимости и предела прочности [14].

Прибор настраивали на режим "Определение упругих и пластических деформаций". Выбранный режим по заданному закону и рабочим параметрам полностью отвечает экспериментальному определению прочностных свойств сырья. После выбора режима задавали следующие параметры: значение начального усилия касания  $F_0 = 0,5$  Н, с которого начинается отсчёт перемещения столика; измерения проводили при различных скоростях перемещения столика  $V = 0,17 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$ ,  $V = 0,33 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$ ,  $V = 0,83 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$ ,  $V = 1,17 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$ ,  $V = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$ ; разрушение образца производили до достижения заданного значения, предельного усилия нагружения  $F = 60$  Н. Это значение было установлено при проведении пробных экспериментов, оно является достаточным для разрушения любого образца данного типа. На этом задание параметров заканчивается. На индикатор прибора выводятся текущие значения усилия  $F$  и перемещения  $H$ .

По нажатию кнопки "Старт" на лицевой панели блока управления 1 значения  $F$  и  $H$  обнуляются, столик 9 движется вверх с заданной скоростью и сжимает исследуемый образец, разрушая его. При достижении значения  $F_0$  начинается отсчёт перемещения. Текущие значения при каждом шаге измерений  $F$  и  $H$  выводятся на индикатор. При достижении заданного значения усилия нагружения  $F$  столик останавливается, даётся короткий звуковой сигнал, значение перемещения  $H_1$  запоминается, и столик движется вниз с заданной скоростью. При достижении значения  $F_0$  раздаётся короткий звуковой сигнал и фиксируется значение перемещения  $H_2$ . Столик движется с максимальной скоростью вниз, в исходное положение, и останавливается. На индикатор выводятся значения  $H_1$  и  $H_2$ .

В процессе сжатия исследуемых образцов в устройстве при каждом шаге измерений регистрировались следующие экспериментальные данные:  $N$  – число измерений (количество перемещений столика);  $F$  – усилие нагружения, Н;  $t$  – время, с;  $H$  – деформация образца (значение перемещения столика), мм. При помощи установленной на персональном компьютере программы STRUCT полученные данные считывались с прибора и записывались в текстовые файлы для просмотра. Информация была представлена в виде таблиц усилий. Содержимое таблиц иллюстрируется графиками  $F = f(N)$ .

Обработка результатов экспериментов проводилась при помощи прикладной программы Excel в среде Windows 2000. Файлы экспериментальных данных, полученные в ходе работы на "Структурометре" с помощью специальной программы STRUCT и имеющие расширение ".lst", были конвертированы в программе Excel в файлы с расширением ".xls" для последующих расчётов и построений экспериментальных зависимостей.

Результаты испытаний, полученные из таблицы усилий, в программе Excel представляем в виде диаграмм нагружения на "Структурометре" исследуемых тел  $F=f(N)$  в процессе деформирования при сжатии, построенных в координатах: усилие сжатия или сдвига  $F$  и частота измерений  $N$ .

При обработке полученных диаграмм интерес представляет начальная часть экспериментальных кривых до первичного разрушения оболочки, что отражается характерным изломом линии графика, а также резким сбросом силы сопротивления образца.

Для дальнейшего изучения из таблицы усилий выбираем значения, соответствующие диапазону интересующих нас частей экспериментальных кривых. По выбранным данным строим диаграмму нагружения сжатием до разрушения оболочек исследуемых объектов.

Полученные диаграммы нагружения до разрушения оболочек образцов  $F=f(N)$  при различных скоростях  $V$  не являются качественными характеристиками компонентов, образующих исследуемое тело, так как действующая на образцы сила зависит от площади сечения, а деформация образца – от его геометрических размеров и требуют преобразования.

Чтобы исключить влияние размеров рассматриваемых тел и получить зависимости, характеризующие поведение не отдельных образцов, а материалов, и дать количественную оценку прочностным свойствам, диаграммы нагружения до разрушения оболочек образцов  $F=f(N)$  пересчитывают в координатах  $\sigma - \epsilon$  путём деления ординат  $F$  на первоначальную площадь сечения образца  $S$  и абсцисс, подставляя вместо частоты измерений  $N$  величину деформации  $\Delta l$  ( $\Delta l = N -$  значения расстояний перемещения столика) на начальный размер  $l$  (что равносильно изменению масштабов по обеим осям). Пересчитанные таким образом зависимости трансформируются в функции напряжений  $\sigma$  от относительной деформации  $\epsilon$  [14].

Ординатам предельных характерных точек усилий сжатия или сдвига  $F$ , когда происходит разрушение оболочек образцов, диаграмм нагружения  $F=f(N)$  соответствуют предельные прочностные характеристики компонентов при сжатии  $\sigma_{np}$  зависимостей напряжений от относительных деформаций  $\sigma$  образцов при различных скоростях  $V$  [14].

Расчёт предельных напряжений исследуемых образцов при сжатии и сдвиге проводили по формулам:

$$\sigma_{np} = F / S \quad (5.1)$$

где  $\sigma_{np}$  – предельное напряжение сжатия, Па;  $F$  – усилия нагружения при сжатии, Н;  $S$  – площадь поперечного сечения оболочки образца, м<sup>2</sup>.

Деформируемая оболочка образца в поперечном сечении образует кольцо, следовательно площадь поперечного сечения образца  $S$  определяем по формуле:

$$S = \pi(R^2 - r^2),$$

где  $R$  – внешний радиус оболочки образца, м;  $r$  – внутренний радиус оболочки образца, м.

Рассчитываем относительную деформацию образца при сжатии:

									Лист
									47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$\varepsilon = \Delta l / l \quad (5.2)$$

где  $\Delta l$  – деформация оболочки образца ( $\Delta l$  соответствует  $H$  – значению расстояния перемещения столика в таблице усилий, мм),  $m$ ;  $l$  – начальный размер оболочки образца, м.

По полученным данным строим кривые зависимостей  $\sigma=f(\varepsilon)$  напряжений сжатия  $\sigma$  до разрушения оболочек от относительных деформаций  $\varepsilon$  образцов при различных скоростях  $V$  в координатах  $\sigma - \varepsilon$ .

Прямолинейные участки зависимостей  $\sigma=f(\varepsilon)$  указывают на прямопропорциональность между напряжением сжатия  $\sigma$  и относительной деформации  $\varepsilon$  образцов. Для данных зависимостей справедлив закон Гука в упрощённой форме [14]:

$$\sigma = E\varepsilon \quad (5.3)$$

где  $E$  – модуль упругости первого рода, Па.

При этом модуль упругости равен:

$$E = \sigma / \varepsilon = \operatorname{tg} \alpha$$

т.е. модуль  $E$  графически определяется тангенсом угла наклона к оси абсцисс прямолинейной части зависимости напряжений при сжатии  $\sigma=f(\varepsilon)$  от относительной деформации  $\varepsilon$ .

Модуль упругости  $E$  вычисляем для каждого образца по результатам исследований на сжатие при различных скоростях. За результат принимаем среднее арифметическое модуля упругости испытуемых образцов  $E$  при сжатии с различными скоростями.

По полученным данным строим зависимости модуля упругости  $E$  для образцов при сжатии до разрушения оболочек от скорости нагружения  $V$   $E=f(v)$  и зависимости предельных напряжений сжатия  $\sigma_{np}$  для образцов до разрушения оболочек от скорости нагружения  $V$  [14]

$$\sigma_{np} = f(v) \quad (5.4)$$

Влажность семян сафлора при равновесном состоянии 5.59 %. Чтобы создавать нужную нам влажность добавляем воду. Количество необходимую на добавлении воды МВ, кг рассчитываем по формуле 5.5 [12]

$$\begin{aligned} \text{МВ} &= \text{СВ} * 100 / (100 - \text{ВТ}) - \text{КС} & (5.5) \\ \text{МВ} &= 0.0042 * 100 / (100-10) - 0.0044 = 0.00026 \text{ кг} \\ \text{МВ} &= 0.0046 * 100 / (100-22) - 0.00473 = 0.001 \text{ кг} \end{aligned}$$

где СВ – масса сухого материала, 0.0042 кг

ВТ – требуемая влажность, ВТ = 10%

КС – общая масса, 0.0044 кг

										Лист
										48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЖОБ 00.00.000 ПЗ					



Проводим обработку результатов экспериментов и анализ полученных результатов.

На рисунке 5.1 изображена диаграмма нагружений семян сафлора при их влажности 5.59 %

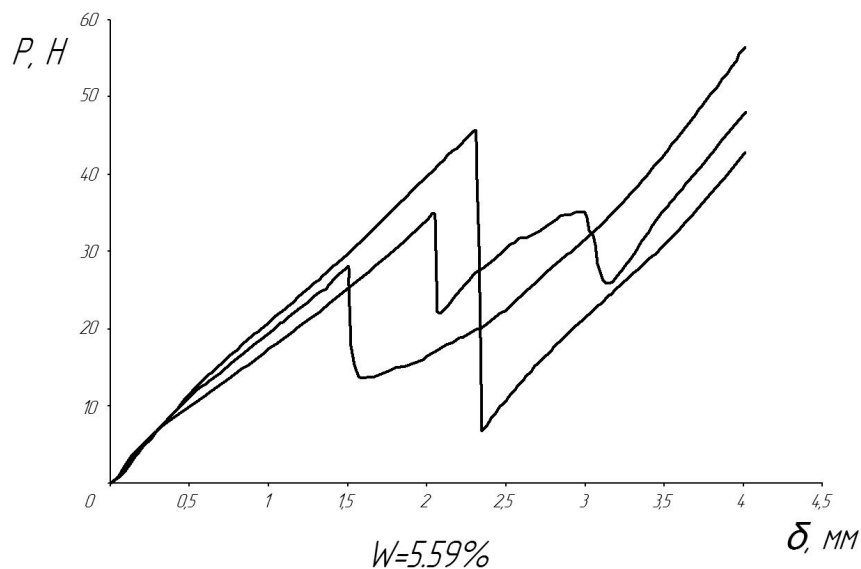


Рисунок 5.1 – Диаграмма нагружений семян сафлора при их влажности 5.59%

На рисунке 5.2 изображена диаграмма нагружений семян сафлора при их влажности 10 %

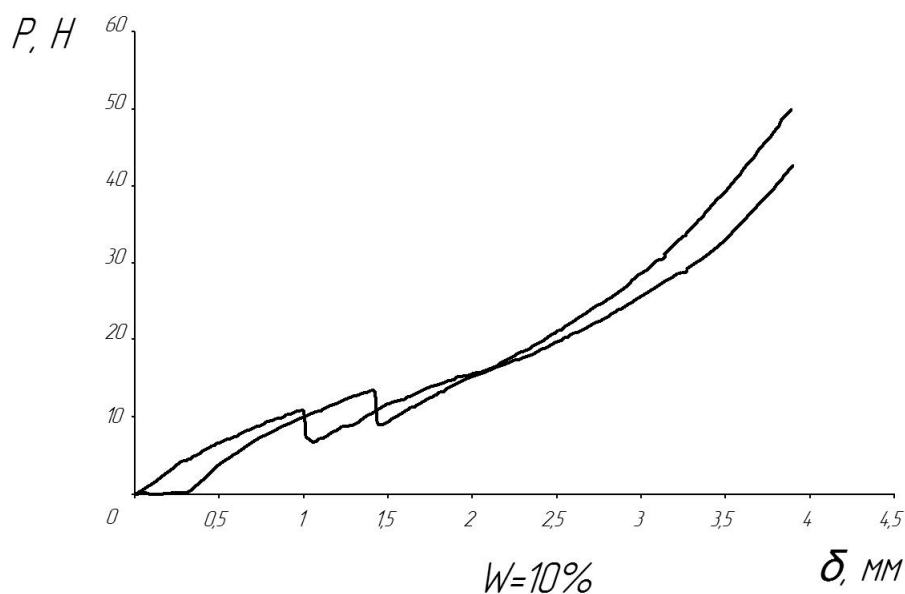


Рисунок 5.2 – Диаграмма нагружений семян сафлора при их влажности 10%

На рисунке 5.3 изображена диаграмма нагружений семян сафлора при их влажности 22 %

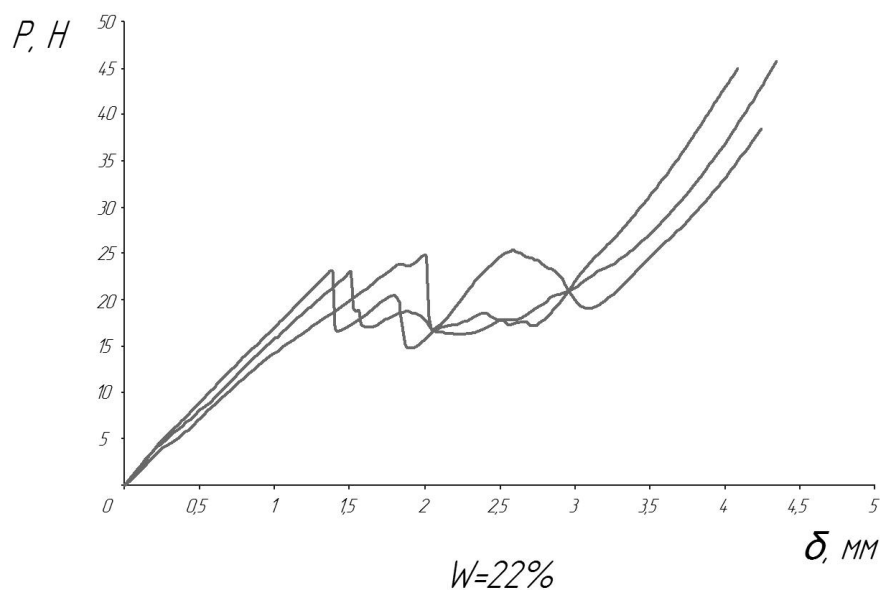


Рисунок 5.3 – Диаграмма нагружений семян сафлора при их влажности 22%

Как видно из диаграмм, семена влажностью 10% обладает наименьшей прочностью.

## 5.2 Исследование сушки семян

Одним из важнейших этапов подготовки зерна к хранению и дальнейшей переработке является их сушка. Однако, в силу высокой энергоёмкости, этот процесс по возможности стараются избежать. В то же время, при рациональном проведении процесса сушка может дать значительный экономический эффект. Процесс сушки исследовался в анализаторе влажности МХ-50 (Япония). Передача теплоты в приборе осуществляется излучением и конвекцией в заданной программе. Влагомеры весовые МХ-50 предназначены для измерения влажности (массовой доли влаги) твёрдых, монолитных, сыпучих, пастообразных материалов, водных суспензий и неводных жидкостей. В анализаторе влажности, так же, как и в аналитических весах, использован супергибридный сенсор (SHS.). Следовательно, точность измерений, а также повторяемость результатов очень высоки. Анализатор, использующий SHS, имеет высокий уровень чувствительности. Поэтому необходимо всего несколько граммов образца. При этом время измерений сокращается. В качестве источника тепла используется галогеновая лампа мощностью 400 Вт, и температура образца через 2 минуты может достигать 200°С. В анализаторе влажности реализован принцип термогравиметрического анализа, при котором происходит высушивание образца с помощью галогеновой лампы и определение содержания влаги (в %), а также других значений, вычисляемых на основе

разности между влажным и сухим весом. Все вычисления осуществляет программа "WinCT-Moisture" для Windows. Эта программа имеет функцию построения графиков изменения уровня содержания влаги и прочее в реальном времени, а также программу подбора оптимальной температуры сушки. Обработка результатов экспериментов проводилась при помощи прикладной программы Excel в среде Windows XP. Анализатор влажности сертифицирован в Российской Федерации, соответствует ГОСТ 24104-01. В Госреестр средств измерений России МХ-50 внесен под № 24789-05.

На рисунке 5.4 представлены кривые сушки зерна, полученные с помощью анализатора влажности МХ-50. Эксперименты осуществлялись в режиме «ускоренная сушка» при температуре процесса 120 °С.

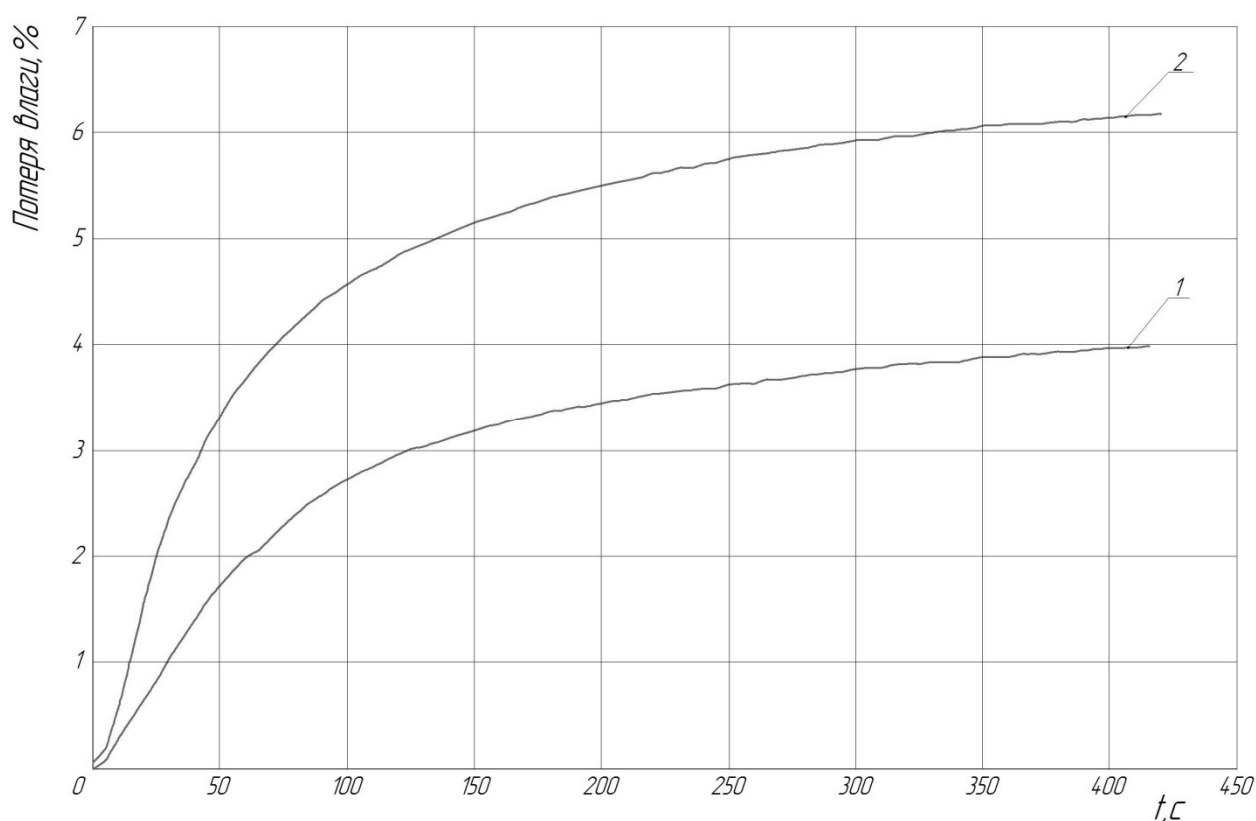


Рисунок 5.4 – Кривые сушки  
1 – цельные семена, 2 – обрубленные семена

Анализ полученных кривых показывает что при температуре 120<sup>0</sup>С у обрубленных семян сафлора удаляется большая часть влаги чем при сушке цельных семян.

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

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте рассмотрена машинно-аппаратурная схема производства масла из семян сафлора, из которой выявлена структура производства. Был обработан спектр большого количества теоретического материала современных конструкции обрушивателей, а также патентный обзор. Из всего обзора сделан вывод: разработан новый обрушиватель с центробежным вращающимся рабочим органом. Далее была рассмотрена машинно-аппаратурная схема производства масла, из которой выявлена структура производства, а также анализ и синтез технологического потока.

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

					<i>ЖОБ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52



# ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение А

(Справочное)

Патенты

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11) [2 527 286](#) (13)  
C1

(51) МПК  
[C11B 1/04 \(2006.01\)](#)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 17.09.2015)  
Пошлина: учтена за 4 год с 19.06.2016 по 18.06.2017

(21)(22) Заявка: [2013128182/13](#),  
**18.06.2013**

(24) Дата начала отсчета срока  
действия патента:  
**18.06.2013**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **18.06.2013**

(45) Опубликовано: [27.08.2014](#) Бюл. №  
[24](#)

(56) Список документов,  
цитированных в отчете о поиске: RU  
**2378052 C1, 10.01.2010. SU 1777955**  
**A1, 30.11.1992. US 6703227 B2,**  
**09.03.2004. SU 1657108 A1, 23.06.1991.**

Адрес для переписки:  
**650056, г. Кемерово, б-р Строителей,**  
**47, КемТИПП, патентовед Котляров**  
**Р.В.**

(72) Автор(ы):  
**Руднев Сергей Дмитриевич (RU),**  
**Грачев Алексей Валерьевич (RU),**  
**Лушникова Наталья Викторовна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):  
**Федеральное государственное бюджетное**  
**образовательное учреждение высшего**  
**профессионального образования "Кемеровский**  
**технологический институт пищевой**  
**промышленности" (RU)**

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОДНОКРАТНОГО РАЗРУШЕНИЯ СЕМЯН  
МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам для обрушивания семян масличных культур. Устройство однократного разрушения содержит электродвигатель с регулируемой частотой вращения ротора, привод-мультипликатор, включающий горизонтальный вал и вертикальный вал, сопряженные винтовой передачей. Рабочая часть включает деку-отбойник, приемный патрубок, разгрузочную трубу.





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

- [C11B 1/04 \(2000.01\)](#)

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 19.09.2011)

Пошлина: учтена за 3 год с 27.04.2001 по 26.04.2002

(21)(22) Заявка: [99109357/13](#), 26.04.1999

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**26.04.1999**

(45) Опубликовано: **10.02.2001** Бюл. № 4

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2053253 C1, 27.01.1996. SU 412238 A, 19.06.1994. Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел. - М.: Пищепромиздат, 1962, с.101-103.

Адрес для переписки:  
**350000, г.Краснодар, ул. Рашпилевская 32, кв.105, Кошевой Е.П.**

(71) Заявитель(и):  
**Кошевой Евгений  
Пантелеевич,  
Тарасов Василий  
Евгеньевич,  
Иванов Алексей  
Витальевич**

(72) Автор(ы):  
**Кошевой Е.П.,  
Тарасов В.Е.,  
Иванов А.В.**

(73)  
Патентообладатель(и):  
**Кошевой Евгений  
Пантелеевич,  
Тарасов Василий  
Евгеньевич,  
Иванов Алексей  
Витальевич**

**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРУШИВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНЫХ СЕМЯН**

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) [25 006](#) (13) U1



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

- [C11B 1/10 \(2000.01\)](#)

**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 19.09.2011)

Пошлина: учтена за 5 год с 28.05.2006 по 27.05.2007

(21)(22) Заявка: [2002114129/20](#), 27.05.2002

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**27.05.2002**

(45) Опубликовано: **10.09.2002** Бюл. № 25

Адрес для переписки:

**350072, г.Краснодар, ул.Московская, 2, КГТУ,  
патентный отдел, пат.пов. Л.В.Ломакиной, рег.  
№ 109**

(71) Заявитель(и):

**Кубанский государственный  
технологический университет**

(72) Автор(ы):

**Деревенко В.В.,  
Запорожченко С.Д.,  
Дворников А.Ю.**

(73) Патентообладатель(и):

**Кубанский государственный  
технологический университет**

**(54) ЦЕНТРОБЕЖНАЯ РУШКА ДЛЯ ОБРУШИВАНИЯ МАСЛИЧНЫХ СЕМЯН**

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) [117 429](#) (13) U1



(51) МПК

- [C11B 1/00 \(2006.01\)](#)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 08.02.2016)

Пошлина: учтена за 5 год с 12.03.2016 по 11.03.2017

(21)(22) Заявка: [2012109085/13](#),  
11.03.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия  
патента:  
11.03.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.03.2012

(45) Опубликовано: [27.06.2012](#) Бюл. №  
18

Адрес для переписки:  
350072, г.Краснодар, ул. Московская,  
2, ФГБОУ ВПО "КубГТУ", отдел  
интеллектуальной и промышленной  
собственности, начальнику ОИПС  
Л.В. Разведской

(72) Автор(ы):

Деревенко Валентин Витальевич (RU),  
Лобанов Александр Александрович (RU),  
Турчина Наталья Алексеевна (RU),  
Цику Марина Валерьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования "Кубанский  
государственный технологический  
университет" (ФГБОУ ВПО "КубГТУ") (RU)

(54) ЦЕНТРОБЕЖНАЯ МАШИНА ДЛЯ ОБРУШИВАНИЯ РАПСОВЫХ СЕМЯН И  
ОТДЕЛЕНИЯ ПЛОДОВОЙ ОБОЛОЧКИ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) RU (11) [134 446](#) (13) U1

(51) МПК

- [B02B 3/00 \(2006.01\)](#)

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: прекратил действие, но может быть восстановлен (последнее изменение статуса: 27.11.2015)

(21)(22) Заявка: [2013121150/13](#),  
07.05.2013

(24) Дата начала отсчета срока  
действия патента:  
07.05.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки:  
07.05.2013

(45) Опубликовано: [20.11.2013](#)  
Бюл. № 32

Адрес для переписки:  
305021, г. Курск, ул. К. Маркса,  
70, КГСХА

(72) Автор(ы):  
Корчагин Виталий Иванович (RU),  
Агапов Михаил Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования Курская  
государственная сельскохозяйственная академия  
имени профессора И.И. Иванова Министерства  
сельского хозяйства Российской Федерации (RU)

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРУШИВАНИЯ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

Приложение Б

(Справочное)

Графическая часть

Приложение Г

(Справочное)

Спецификация к графической части