

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение		5
	О ценности зерновой системы		7
1	1.1 Ценность зародыша		7
	1.2 Строение зерна		9
2	Известные технологические схемы и оборудование для производства зародышей		13
	2.1 Обзор технологических схем		13
	2.2 Способы выделения зернового зародыша		17
	2.3 Гидротермическая обработка (ГТО) зерна		20
3	Обзор конструкций оборудования для механического отделения зародышей		26
	3.1 Оборудование для отделения зародышей кукурузы		26
	3.2 Машина для шелушения зерна		27
	3.3 Машина для мокрого шелушения зерна		28
	3.4 Установка для шелушения зёрен		29
	3.5 Дежерминатор для управляемой обработки поверхности зерна		30
4	Предлагаемая технологическая схема производства зародышей		32
	4.1 Машинно – аппаратурная схема линии по выделению зародышей		32
	4.2 Морфология технологической линии производства хлопьев		32
	4.3 Операторная модель технологической системы производства зародышей		33
5	Технико – экономическое обоснование		35
6	Экспериментальная установка селективной дезинтеграции свободным ударом		36
	6.1 Конструкторские и прочностные расчеты		38
	6.2 Расчет вала на прочность		38
	6.3 Мощность электродвигателя дезинтегратора		39
	6.4 Расчет подшипников		40
7	Экспериментальные исследования зерна и зародыша		42
	7.1 Приборы и методики измерений		42
	7.1.1 Анализатор влажности МХ – 50: описание, принцип действия и методика обработки результатов		42
	7.1.2 Структурометр СТ-1: методика определения и расчёта прочностных свойств материалов при квазистатической нагрузке		45
	7.1.3 Весы лабораторные электронные серии ВК-300		49
	7.2 Результаты измерений, обработка и анализ		50

					БКМ 08.00.000 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Понаморов				Проект ударно-центробежной дробилки однократного действия в линии переработки зерна производительностью 1000кг/час	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Руднев					3	88	
Н. Контр.	Руднев				КемТИПП гр.ПМз-0191			
Утв.	Руднев							

7.2.1	Исследование прочностных свойств зерна под действием приложенной силы	50
7.2.2	Сушка зародышей и построение графиков сушки	58
8	Безопасность в производственных условиях	68
8.1	Условия труда	68
8.2	Потенциальные опасности и вредности	72
9	Экономический раздел	79
	Заключение	83
	Библиографический список	84
	Приложение	88

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
БKM 08.00.000 ПЗ					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	

ВВЕДЕНИЕ

Многие организмы (от грибов и бактерий до птиц и млекопитающих) питаются в значительной степени, а иногда и исключительно семенами. Семена составляют основу пищи таких животных, как некоторые насекомые и их личинки (например, муравьи-жнецы), зерноядные птицы, грызуны (бурундуки, белки, хомяки и др.).

Основу рациона человека со времён возникновения земледелия в большинстве регионов мира также составляют семена, в первую очередь, культурных злаков (пшеницы, риса, кукурузы и др.). Главное питательное вещество, с которым человечество получает наибольшее число калорий, — крахмал, содержащийся в семенах злаков. Важным источником белков для человечества служат также семена бобовых растений — сои, фасоли и др. Семена являются основным источником растительных масел, которые добывают из семян подсолнечника, рапса, кукурузы, льна и многих других масличных культур.

Одним из прогрессивных направлений в развитии производства продуктов функционального питания является создание обогащенных продуктов на основе зерна, в силу относительно невысокой стоимости исходного сырья, они доступны широким слоям населения и способны компенсировать недостаток биологически активных веществ в рационе, повысить сопротивляемость организма к неблагоприятным факторам внешней среды, так как зерновые продукты являются основным источником витаминов группы В, РР, многих минеральных веществ, пищевых волокон [1].

На мукомольных предприятиях, перерабатывающих зерновые культуры, такие как пшеницу, рожь, тритикале, ячмень, овес и прочие – образуется значительное количество вторичных продуктов, биологическая ценность которых несомненна, и в то же время не все и не полностью используют их в производстве пищевых продуктов. При помоле зерна удаляются его компоненты: зародыш, алейроновый слой, многослойные оболочки. Витамины зерна в основном сосредоточены в зародыше, щитке и алейроновом слое. Известно, что зародыш по составу химических элементов и витаминов является наиболее ценной частью зерна, которую, выделенную как самостоятельный продукт, используют для пищевых, кормовых и лекарственных целей.

Химический состав зародыш зерна зависит от культуры, но во всех случаях отличается высоким содержанием биологически активных веществ. Содержание белка составляет 15-35%, при этом белок является полноценным, т.е. содержит полный набор незаменимых аминокислот; жира – от 2% до 15%, богатого непредельными жирными кислотами и фосфолипидами. В зародыше присутствуют практически все известные витамины, макро- и микроэлементы, необходимые для физиологической деятельности человеческого организма. В связи с этим извлечение зародыша в виде самостоятельного продукта является важной инженерной задачей.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	БKM 08.00.000 ПЗ

При современных способах производства муки пшеничной зародыш выделяют на некоторых предприятиях. По современной технологии сортового помола пшеницы зародышевый продукт получают верхним сходом с отсева 4 Р в количестве 0,2-0,3% от массы зерна, т.е. 0,1 части зародыша зерна, в то время как его среднее содержание в зерне составляет до 5% (зародыша из зерна тритикале - 2-4%, зародыша пшеницы – 1,4-3,8%, зародыша ржи – 3,4-4,3%) [2].

При сортовых помолах зерновых культур, таких как тритикале, рожь, ячмень и других извлечение зародыша не предусмотрено. В технологическом процессе производства сеяной и обдирной тритикалевой или ржаной муки при измельчении зерна зародыш, попадая в муку, нарушает сроки ее хранения, способствует ее прогорканию, высокая концентрация в зародыше амилолитических ферментов увеличивает число падения (ЧП), что является причиной ухудшения хлебопекарных свойств. Поэтому одним из методов используемых для стабилизации ЧП рекомендовано удаление частично или полностью зародыша [3]. Таким образом, зародыши поступают в отруби целиком. Отруби – это измельченные до определенной степени семенные оболочки и алейроновый слой с частицами эндосперма и зародышем (до 5%). То, что принято называть зародышевыми хлопьями, по существу, является смесью зародыша (65-90%) и отрубей (10-35%) [1].

При более глубокой переработке из отрубей в качестве самостоятельных препаратов можно получить гемицеллюлозу, а из зародыша – зародышевое масло, содержащее до 0,2% витамина Е, фитостеролов и каротиноидов до 1%, а также обезжиренные зародышевые хлопья с повышенным сроком хранения и жмых.

На основании анализа современных технологий можно сделать вывод, что зародыш выделяется плющением в основном из крупок, где он находится в свободном виде или в виде сростков. Эффективность отбора зародыша низкая: его отбирают в количестве 0,2-0,6%, чистотой 60-90%, т.е. при среднем содержании зародыша в зерне 1,9-2,5% максимально возможная эффективность отбора зародыша составляет 20-25%.

Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Взам. инв. №			
Инв. № дубл.	Подп. и дата			
	Инв. № дубл.			
Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Инв. № подл.			
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
БКМ 08.00.000 ПЗ				Лист
				6

1 О ЦЕННОСТИ ЗЕРНОВОЙ СИСТЕМЫ

1.1 ЦЕННОСТЬ ЗАРОДЫША

Пищевая ценность и химический состав муки.

Ниже приведено содержание пищевых веществ, таблица 1.1, 1.2 (калорийности, белков, жиров, углеводов, витаминов и минералов) на 100 г съедобной части.

Таблица 1.1 – Пищевая ценность

Калорийность	335 кКал
Белки	33,8 гр
Жиры	7,7 гр
Углеводы	32,7 гр
Пищевые волокна	15,6 гр
Вода	5,9 гр
Насыщенные жирные кислоты	2,7 гр
Моно- и дисахариды	17,3 гр
Крахмал	15,5 гр
Зола	4,3 гр

Таблица 1.2 – Витамины

Элементы	Количество
Витамин РР	4,1 мг
Бэта-каротин	0,048 мг
Витамин А (РЭ)	8 мкг
Витамин В1 (тиамин)	1,6 мг
Витамин В2 (рибофлавин)	0,88 мг
Витамин Е (ТЭ)	9,6 мг
Витамин РР (Ниациновый эквивалент)	11,4 мг
Кальций	27 мг
Магний	176 мг
Натрий	5 мг
Калий	782 мг
Фосфор	1075 мг
Железо	4,3 мг

Подп. и дата

Взам. инв. №

Ине. № дубл.

Подп. и дата

Ине. № подл

Ли

Изм.

№ докум.

Подп.

Дат

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

7

Энергетическая ценность муки пшеницы составляет 335 кКал.

Стакан 250 мл = 160 гр (536 кКал)

Стакан 200 мл = 130 гр (435,5 кКал)

Столовая ложка ("с верхом" кроме жидких продуктов) = 25 гр (83,8 кКал)

Чайная ложка ("с верхом" кроме жидких продуктов) = 8 гр (26,8 кКал)

Кукурузный зародыш.

По содержанию жира кукуруза стоит на первом месте среди зерновых культур.

В советских сортах кукурузы, особенно в гибридных сортах ВИРа, содержание жира составляет в среднем 5%, а ботаническое содержание жира в зародыше доходит до 30—37%. Содержание зародыша в зерне составляет 10—11%.

В зародыше содержатся в основном энергетические и физиологически полезные вещества. Составляя по весу всего лишь 1/10 часть зерна, зародыш содержит более 4/5 всего жира зерна (около 82%), около 4/5 минеральных веществ и 1/5 часть протеина зерна. В нем находится большое количество фосфатидов и комплекс водо- и жирорастворимых витаминов. В кукурузном зерне содержатся каротин, витамин А, тиамин (В1), рибофлавин (В2), альфа-токоферол (Е), пантотеновая кислота, фолиевая кислота, ниацин (РР). Содержание альфа-токоферола в кукурузе составляет 11,21 мг/кг.

Кукурузный зародыш используют для получения ценного кукурузного пищевого масла. Высокое качество этого масла обусловлено значительным содержанием в нем указанных выше витаминов.

1.2 СТРОЕНИЕ ЗЕРНА

Се́мя — особая многоклеточная структура сложного строения, служащая для размножения и расселения семенных растений, обычно развивающаяся после оплодотворения из семязачатка (видоизменённый женский спорангий) и содержащая зародыш.

Определение термина «семя». Хотя семя нередко описывают (в том числе и в авторитетных источниках) как «орган семенного размножения растений» (реже — «орган полового размножения растений»), семя не является органом в обычном значении этого термина, так как в нём объединены структуры двух (у голосеменных — трёх) разных поколений жизненного цикла. Органы полового размножения (половые органы, гаметангии) у голосеменных растений представлены архегониями, а у цветковых редуцированы. Более оправданно определение семени как «зачаточного растения» (его дают многие школьные учебники ботаники); это определение подчеркивает, что из семени разовьётся новое поколение (спорофит) растения. При этом остальные части семени, кроме

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
					БKM 08.00.000 ПЗ					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат						

зародыша, можно считать добавочными структурами (органами), которые обеспечивают развитие зародыша.

Строение семян покрытосеменных.

Снаружи семя покрыто семенной кожурой, которая защищает внутренние части семени от высыхания и механических повреждений. Семенная кожура развивается из покровов (интегумента) семяпочки.

Эндосперм — ткань, содержащаяся внутри семени, обычно окружающая зародыш и снабжающая его питательными веществами в ходе развития. У голосеменных эндосперм представляет собой ткань женского гаметофита. Часто на ранних стадиях развития он имеет синцитиальное строение, позднее в нём формируются клеточные стенки. Клетки эндосперма исходно гаплоидные, но могут становиться полиплоидными. У цветковых эндосперм обычно образуется в ходе двойного оплодотворения в результате слияния центральной клетки (центрального ядра) зародышевого мешка с одним из спермиев. У многих цветковых клетки эндосперма триплоидны. У кувшинки эндосперм образуется при слиянии спермия с гаплоидной клеткой зародышевого мешка, так что его ядра диплоидны. У многих цветковых ядра эндосперма имеют набор хромосом более чем $3n$ (до $15n$).

Перисперм схож по функциям с эндоспермом, но имеет диплоидный набор хромосом, содержит малое количество белковых веществ, в основном крахмал, а иногда и жиры. Может выполнять роль основной запасяющей ткани как самостоятельно, так и наряду с эндоспермом.

Заро́дыш, или эмбрио́н – в ботанике: зачаток нового спорофита – бесполого (диплоидного) поколения в цикле развития высших растений.

Зародыш характерен как для высших споровых, так и для семенных растений.

Зародыш развивается из зиготы – клетки, образующейся при слиянии двух гамет при половом процессе.

Зародыш в значительной степени состоит из образовательных тканей.

У семенных растений зародыш является частью семени и состоит из следующих частей:

Заро́дышевый корешо́к – часть, из которой развивается главный корень растения.

Гипоко́тиль, или гипокотиле, или заро́дышевый стебелёк, или подсемядо́льное коле́но – часть, находящаяся в зародыше между зародышевым корешком и плюмулой; позднее — часть растения, которая расположена между главным корнем и главным побегом; в анатомическом плане гипокотиль также занимает промежуточное положение между корнем и стеблем. При прорастании семени над поверхностью почвы первым обычно становится виден именно гипокотиль — сначала он имеет форму петельки, а затем, распрямляясь, вытягивает из почвы семядоли и зародышевую почечку.

Заро́дышевая по́чечка, или плюму́ла – часть, из которой развивается главный побег растения.

Семядо́ли, или семенодо́ли, или заро́дышевые ли́стья – первые листья растения, развивающиеся у зародыша ещё в семени; часто существенным образом отличаются от последующих листьев – и по форме, и по внутреннему строению, а

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	Лист
БKM 08.00.000 ПЗ										

иногда и по функции. У голосеменных растений число семядолей составляет от двух до восемнадцати, причём их число может различаться даже в пределах вида. У однодольных семядоля одна, у двудольных – обычно две (но есть исключения: к примеру, у некоторых видов магнолии могут быть как две, так и три семядоли, а у дегенерии – или три, или четыре семядоли, но никогда две, что рассматривается как примитивный признак, унаследованный от голосеменных предков). У некоторых высокоспециализированных однодольных растений семядоля трансформировалась в особый орган, защищающий зародышевую почку — колеоптиль, который имеет вид колпачка (щитка); при прорастании семени он пробивает почву твёрдой верхушкой.

Имеется немало представителей цветковых растений, у которых зародыш не дифференцирован. В одних случаях такая организация зародыша является признаком примитивности, в других – признаком редуцированности (вторичностью упрощённости). У орхидей, а также у многих паразитических (например, из семейств Заразиховые) и сапрофитных (например, из подсемейства Грушанковые семейства Вересковые) растений зародыш именно редуцирован, но нередко бывает трудно установить, первичный это признак или вторичный.

Зерновка пшеницы является не семенем, а плодом. Ткани плода в зерновке представлены лишь пленчатым наружным слоем, получившим название плодовой оболочки. Вся остальная часть зерновки - семя. Вдоль семени пролегает бороздка, на которой находится рубчик. Зерновка пшеницы состоит из зародыша, питательной ткани, называемой эндоспермом и кожуры семени.

Зародыш в зерновке занимает очень небольшое место (рисунок 1.1), главную часть ее составляет эндосперм. Зерно пшеницы - это, по существу, и семя, и плод, называемой зерновкой. Зародыш зерновки состоит из зародышевого корешка, стебелька, почечки и щитка.

Считают, что щиток – единственная видоизмененная семядоля зародыша, которая не содержит запаса питательных веществ, плотно прилегает к эндосперму и похожа на тонкую пластинку. Щиток расположен так, будто образует перегородку между зародышем и эндоспермом и при прорастании семени берет из эндосперма питательные вещества.



Рисунок 1.1 – Строение зерна

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

У однодольных на верхушке продольной оси зародыша находится семядоля, а почечка (с конусом нарастания) в стороне от нее. Семядоля обычно с двумя главными проводящими пучками; при прорастании семени не выносятся на поверхность.

Зародыш расположен у основания зерновки под некоторым углом к эндосперму и может быть легко отделен от него. Он состоит из щитка, который соединяет его с эндоспермом, почечки и зачаточных бугорков корешков. Зародышевая почка семени состоит из конуса нарастания, первичного зачаточного стебля и зародышевых листьев, закрывающих в виде колпачка конус нарастания.

Средняя масса зародыша колеблется от 1,7 до 3% общей массы зерновки, масса плодовых и семенных оболочек – от 11,3 до 17,3 и масса эндосперма – от 78,5 до 87%. Зародыш отделен от эндосперма щитком, имеет две почки: листовую и корешок. Состав зародыша, %: жиры – 12–15; углеводы – 20–25; белки – 40; клетчатка – 2; зола – 6; много витаминов, активных ферментов; их масса 2-3 %. При переработке зародыш удаляют, так как он содержит много жиров, представленных глицеридами непредельных жирных кислот, легко разлагающихся и прогоркающих.

В некоторых случаях в одной зерновке образуются два или даже три зародыша. Это явление чаще всего наблюдается при выращивании пшеницы на высоком агротехническом фоне и при избытке азота на V – IX этапах органогенеза. Явление беззародышевости зерновок, когда при нормально развитом эндосперме зародыш отсутствует, встречается редко.

Во время прорастания зерна за счет активизации ферментативных процессов происходит разжижение эндосперма. Наружные клетки щитка, граничащие с эндоспермом, удлиняются и наподобие корешков проникают в его питательную среду, откуда и высасывают необходимую пищу для роста зародыша. В центральной части эндосперма находятся паренхимные клетки с большим количеством крахмальных зерен, в наружной его части расположены квадратные клетки алейронового слоя, в котором откладываются запасные белки в форме алейроновых зерен.

Пшеничный зародыш является ценным источником биологически активных веществ и широко используется в пищевой, кондитерской, хлебопекарной, комбикормовой, парфюмерной промышленности и медицине [1]. На мукомольных заводах его получают как в зерноочистительном, так и размольном отделении.

Размер семян. Минимальные размеры имеют семена орхидных и заразиховых; их масса составляет 0,001 – 0,003 мг. Максимального размера достигают семена сейшельской пальмы *Lodoicea maldivica* (масса около 20 кг).

Изн. № подл.	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Изн. № дубл.	Подп. и дата
	Изн. № дубл.
Изн. № подл.	Подп. и дата
	Изн. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

11

2 ИЗВЕСТНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗАРОДЫШЕЙ

2.1 ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

Принцип отбора зародыша в зерноочистительном отделении основан на отделении некоторой части зародыша при сухом шелушении зерна на обоечных или щеточных машинах с последующим пневмосепарированием проходимых продуктов [1].

По схеме, приведенной на рисунке 2.1, предусмотрено получение кормового пшеничного зародыша [2]. Для этого зародыше содержащие отходы сепараторов 2-го и 3-го проходов, установленных после обоечных машин первичного и повторного (после основного отволаживания) шелушения, соответственно, обрабатываются на центробежном бурате ЗЦБ-400, в котором устанавливаются сита 063 и 095-1,0. Полученный продукт 095-1,0/063 через воздушный сепаратор, магнитную колонку поступает в накопительный бункер и упаковывается в тару. Выход пшеничного зародыша - 0,03...0,14%.

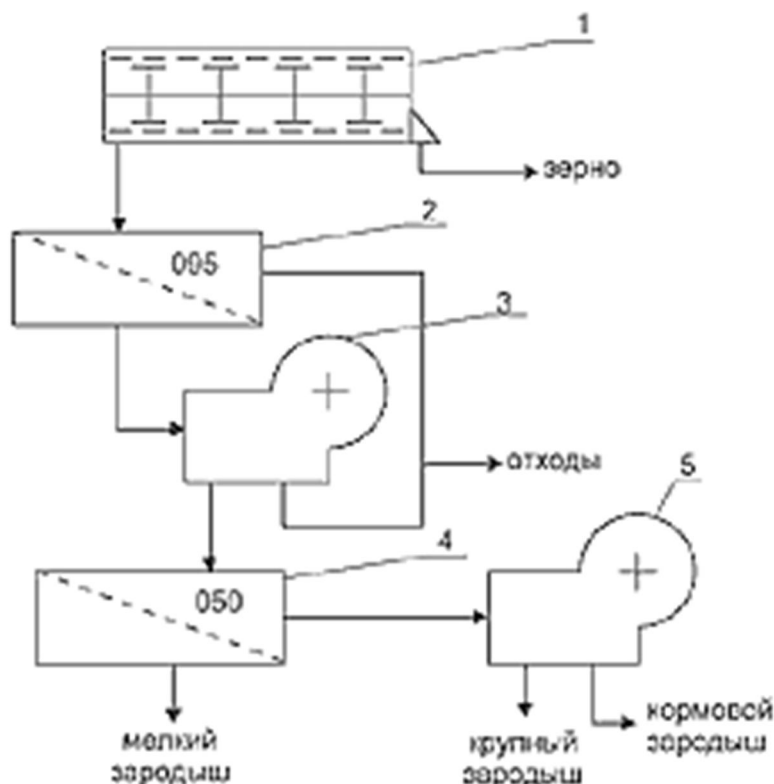


Рисунок 2.1 – Схема отбора зародыша в зерноочистительном отделении

Сущность способа заключается в выделении зародыша при подготовке зерна к помолу из продуктов первого и (или) повторного шелушения на обоечных

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

машинах 1. Просеивания проходowego продукта на вибросите 2 (сито №095, частота колебаний сита - 500...600 об/мин, эксцентриситет - 0,1...0,15 мм), сепарирования на пневмокласификаторе 3 (скорость воздушного потока 3,5...4,0 м/с, высота пневмосепарирующего канала 800...900 мм); разделения выделенного продукта на вибросите 4 (сито 050) на мелкую и крупную фракцию пшеничного зародыша. Крупная фракция дополнительно подвергается пневмокласификации 5 (скорость воздушного потока 3,5...4,0 м/с), что позволяет получить 93...95% крупного неразрушенного зародыша (общий выход до 0,05% по отношению к массе зерна; объемная масса - 630...660 г/л; масса 1000 штук - 0,43...0,47 г), который может быть использован на пищевые цели, и 5...7% мелкого разрушенного и неразрушенного кормового пшеничного зародыша. Полученный зародыш упаковывается в обычную тару и при влажности 14,0...14,5% может храниться 6...8 месяцев.

Британские исследователи рекомендуют для повышения эффективности отделения зародыша при подготовке зерна к помолу использовать специально сконструированные обдирочные устройства, а при помолу твердой пшеницы - специально оборудованный ударный аспиратор, устанавливаемый после вторичного отволаживания, в котором зерно обдирается грубой абразивной поверхн остью [3].

Полученный в зерноочистительном отделении практически неразрушенный зародыш отличается повышенной стойкостью при хранении, высокой объемной массой, но при этом содержит относительно высокое количество минеральных примесей, что затрудняет его использование на пищевые цели. Следует учитывать и тот факт, что зародыш пшеницы является очень важным компонентом при увлажнении пшеницы и протекании биохимических процессов, тепло- и влагопереноса, в связи с этим в большинстве стран стремятся зародыш сохранить в зерне (этому во многом способствует применение в обоечных машинах барабана, изготовленного из квадратной толстой проволоки или из чугуна с пробивными отверстиями вместо абразивного цилиндра, а также использование щеточных машин) и отделять его либо после отволаживания в подготовительном отделении, либо уже в процессе размола зерна в муку.

Интересен подход к отбору зародыша, предложенный в Венгрии. С помощью специально сконструированной машины, производительностью около 3,5...4,0 т/ч, зерно пшеницы разрезается на 3 части. Содержащая зародыш часть зерновки направляется в вертикальную спиральную камеру, в которой щетками зародыш счищается и смесь частиц зародыша, оболочек и эндосперма разделяется в пневмосепарирующем канале зародышеотделительной машины. Очищенные от частиц зародыша оболочки и частицы эндосперма, а также средняя часть зерновки, лишённая зародыша, и часть зерновки со стороны бородки направляются на различные системы размольного отделения [4].

Принцип выделения зародыша в размольном отделении основан на том, что зародыш по сравнению с другими анатомическими частями зерна обладает повышенной пластичностью за счет, во-первых, высокого содержания жира, а во-

Изн. № подл	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Изн. № дубл.	Подп. и дата
	Изн. № дубл.
Изн. № подл	Подп. и дата
	Изн. № подл

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	БКМ 08.00.000 ПЗ	Лист
						13

вторых, более высокой влажности, полученной в результате увлажнения зерна перед I драной системой и его кратковременного отволаживания. Таким образом, зародыш как упруго-пластичное тело при воздействии на него сжимающих усилий, возникающих между вальцами при $k=1,0...1,5$, сплющивается, и образуются хлопья.

В нашей стране отбором пшеничного зародыша при производстве муки начали заниматься еще в начале XX века. Однако, интенсификация мукомольного производства в целях увеличения производительности предприятий и выхода муки высоких сортов, установка в размольном процессе (на заводах с традиционным оборудованием) вальцов с рифленной поверхностью не позволяли организовать его промышленное получение как отдельного продукта переработки пшеницы; лишь на отдельных заводах специалисты самостоятельно осуществляли отбор зародыша. Вторая фракция крупной и средняя крупки с первых двух шлифовочных систем, отличающиеся повышенным содержанием зародыша, обогащаются в аспираторе, а затем направляются на две (для повышения качества образующихся зародышевых хлопьев) последовательно работающие зародышевые системы ($k=1,25...1,5$; $V_b=4,5$ м/с, микрошероховатые вальцы). На этих системах получают крупную и мелкую фракции зародыша сходом с капроновых сит №10 и №25, соответственно.

На мельницах США для отбора зародыша крупную крупку I и II драных и специальной системы после обогащения в ситовойке направляют на шлифование. В зависимости от производительности на мельницах предусматривают от 1 до 4 шлифовочных систем. В процессе шлифования крупок задаются целью не столько отделить частицы оболочек от сростков крупок, сколько получить верхние сходовые продукты с максимальным содержанием зародыша. Верхние схода с сита №10 первых двух шлифовочных систем поступает на зародышевую систему, а второй и третий схода поступают на ситовойки, сход с которых также направляется на зародышевую систему. На микрошероховатых вальцах зародышевой системы ($k=1,0...1,5$; $V_b=6$ м/с) образуются зародышевые хлопья, отбираемые сходом сита №1,2 [5]. Количество зародышевых хлопьев составляет 20...30% от массы продукта, поступающего на зародышевую систему. Содержание жира в зародышевых хлопьях достигает 12...18%. Возможен вариант установки в качестве верхнего сита размером 600 мкм. При этом зародыше содержащий продукт дополнительно просеивается на ситовом сепараторе с ситом размером отверстий 910 мкм. Проходом сита отбираются отруби и мелкие частицы зародыша. Сход сита представляет собой зародышевые хлопья в количестве 0,60% от массы зерна, направляемого на I драную систему.

Схема отбора зародыша на мельницах Англии более сложная [5]. Вторые проходы ситовеек, обогащающие крупные крупки I и II драных систем, направляют на шлифовочную систему №1. Второй сход с сита №080 III драной системы направляют в пневмоаспиратор, из которого фракцию с большим количеством частиц зародыша направляют на 1-ую зародышевую систему, а фракцию с преобладанием оболочек с частицами эндосперма - на IV драную систему мелкую. На 1-ую зародышевую систему также направляют верхние схода шлифованных

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	БKM 08.00.000 ПЗ

систем №1 и 2 (сита 11 и 12, соответственно), а также сход с ситовойки, обогащающей мелкую крупку шлифовочной системы №1. На 2-ю зародышевую систему направляют сход и третий проход сита №11 ситовойки, принимающей первый сход 1-й размольной системы. Сходом верхних шелковых сит №10 зародышевых систем отбирают зародышевые хлопья; вторым сходом 2-ой зародышевой системы - кормовую муку. Извлечение муки зольностью 0,60...0,62% на зародышевых системах составляет 10...12% по отношению к нагрузке на каждую систему (1,0...1,2% по отношению к нагрузке на I драную систему) при зольности поступающего продукта 1,70..1,85 и 1,84...1,95%. На драных и шлифовочных системах рифли располагают "острие против острия", скорости быстровращающихся валцов соответственно 4 и 3,5 м/с, а отношение скоростей валцов $K=2,5$; на зародышевых системах величина окружной скорости валцов 3 м/с, а их отношение $K=1,0$.

Разработанная болгарскими исследователями схема [6] отбора зародыша отличается тем, что на 1-ую зародышевую систему поступает крупная крупка с 1-й и 2-й шлифовочных систем (1,1/071 и 1,0/067, соответственно), а также сходовый продукт (сход сита 071) с 1-й размольной системы. Валцы вышеназванных, а также зародышевых систем имеют микрошероховатую поверхность (на всех драных и остальных размольных системах установлены рифленые валцы), что, очевидно, позволяет не переизмельчить частицы зародыша, а на зародышевых системах - получить зародышевые хлопья. Верхние схода с 1-ой и 2-ой зародышевых систем (сита №1,3 и 1,2 соответственно) дополнительно обрабатываются в энтолейторе, а затем возвращаются на 2-ую зародышевую систему, где сходом сит №1,0 и №063 получают крупную и мелкую фракции зародыша. Видимо, такая обработка позволяет полнее отделить зародыш от сростков с эндоспермом вследствие его высокой пластичности.

В Украине зародыш получают на 4-ой размольной системе сходом сита 1,0 на заводах, оснащенных комплектным оборудованием в количестве 0,1...0,3% при среднем содержании его в зерне 1,9...2,5%. Таким образом, основная часть зародыша направляется в отруби, а на мельницах, где не предусмотрено выделение зародыша, он поступает в отруби целиком. Получение зародыша именно на этой системе обусловлено тем, что она выполняет роль сходовой системы: на нее направляются сходовые продукты с ситовеек, обогащающих крупную, среднюю и мелкую крупки I-III драных систем, верхние схода шлифовочных систем, а также первых размольных систем. На микрошероховатых валцах 4-ой размольной системы (зазор 0,05...0,04 мм, отношение скоростей валцов $k=1,25$, $V=5,2$ м/с) зародыш сплющивается и образуются хлопья чистотой около 80...85%.

По рассмотренным выше технологиям можно сделать вывод, что зародыш выделяется плющением в основном из крупок, где он находится в свободном виде или в виде сростков. Эффективность отбора зародыша низкая: его отбирают в количестве 0,2...0,6%, чистотой 60...90%, т.е. при среднем содержании зародыша в зерне 1,9...2,5% максимально возможная эффективность отбора зародыша составляет 20...25%.

Изн. № подл.	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Изн. № дубл.	Подп. и дата
	Изн. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	БКМ 08.00.000 ПЗ	Лист
						15

Исследованиями установлено, что максимальное количество целого зародыша в свободном виде находится во 2-м сходовом продукте II драной системы - до 0,60% зародыша (по отношению к нагрузке на I драную систему). На последующих системах зародыш измельчается и попадает, главным образом, в дунсты вымольных систем, где содержание жира составляет 5,4...7,2%, и в отрубях, где жира только 3,2...4,1%.

2.2 СПОСОБЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗЕРНОВОГО ЗАРОДЫША

По содержанию жира кукуруза стоит на первом месте среди зерновых культур.

Выделение зародыша. Отделение зародыша при переработке кукурузы является нелегкой задачей. В промышленности известно два способа отделения зародыша:

- мокрый способ выделения зародыша,
- сухой способ выделения зародыша.

Оба эти способа не позволяют получать зародыш в чистом виде. Мокрый способ отделения зародыша применяется главным образом на крахмалопаточных предприятиях, сухой способ выделения зародыша — на мельницах при выработке кукурузной муки и крупы и на пищевых комбинатах — при выработке кукурузных хлопьев.

При переработке кукурузы сухим способом выделяется около 70% зародыша.

Кукурузный зародыш, выделяемый влажным способом, содержит жира в пересчете на сухое вещество 55%, а выделяемый сухим способом — до 20-25%. Однако масло и жмых кукурузного зародыша, выделенного сухим способом, лучше по качеству, так как полезные вещества, в том числе и физиологически ценные, сохраняются в нем более полно, чем при выделении зародыша влажным способом.

Связи с этим особую важность приобретает выделение зародыша сухим способом с минимальным содержанием в нем примесей эндосперма и обогащение его путем дополнительного удаления эндосперма.

Кафедра промышленной переработки зерна МТИППа разрабатывает схему и методы выделения зародыша из кукурузы сухим способом, обеспечивающим высокую масличность зародыша.

Необходимо подчеркнуть, что наличие жира в кукурузной муке, крупе или хлопьях приводит к быстрой порче их (прогорканию), поэтому максимальное отделение зародыша должно резко улучшить качество продуктов и предотвратить их порчу.

Наиболее полное выделение зародыша позволяет увеличить ресурсы сырья для производства масла.

Вследствие большого содержания эндосперма и низкого процента жира в зародыше при с ухом способе его выделения производство масла прессовым способом из зародыша кукурузы очень затруднено, так как масло плохо

Име. № подл.	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	БKM 08.00.000 ПЗ

отжимается. Более рационально поэтому извлечение масла из зародыша кукурузы экстракционным способом. Однако наличие в зародыше большого количества крахмала может привести к его клейстеризации, что может вызвать осложнение в технологическом процессе производства. Для извлечения масла прессовым способом из зародыша при сухом методе его выделения требуется разработать эффективный способ его получения с минимальным количеством примесей.

При мокром способе отделения зародыша на крахмало-паточных заводах кукурузное зерно подвергается при замочке длительному воздействию слабого водного раствора сернистой кислоты и затем воды.

В процессе замочки зародыш становится упруго-эластичным и его связь с зерном ослабевает. Для освобождения зародыша в схеме крахмального производства предусмотрено двукратное дробление зерна с отделением освобожденного зародыша. Схема выделения зародыша дана на рисунок 2.2.

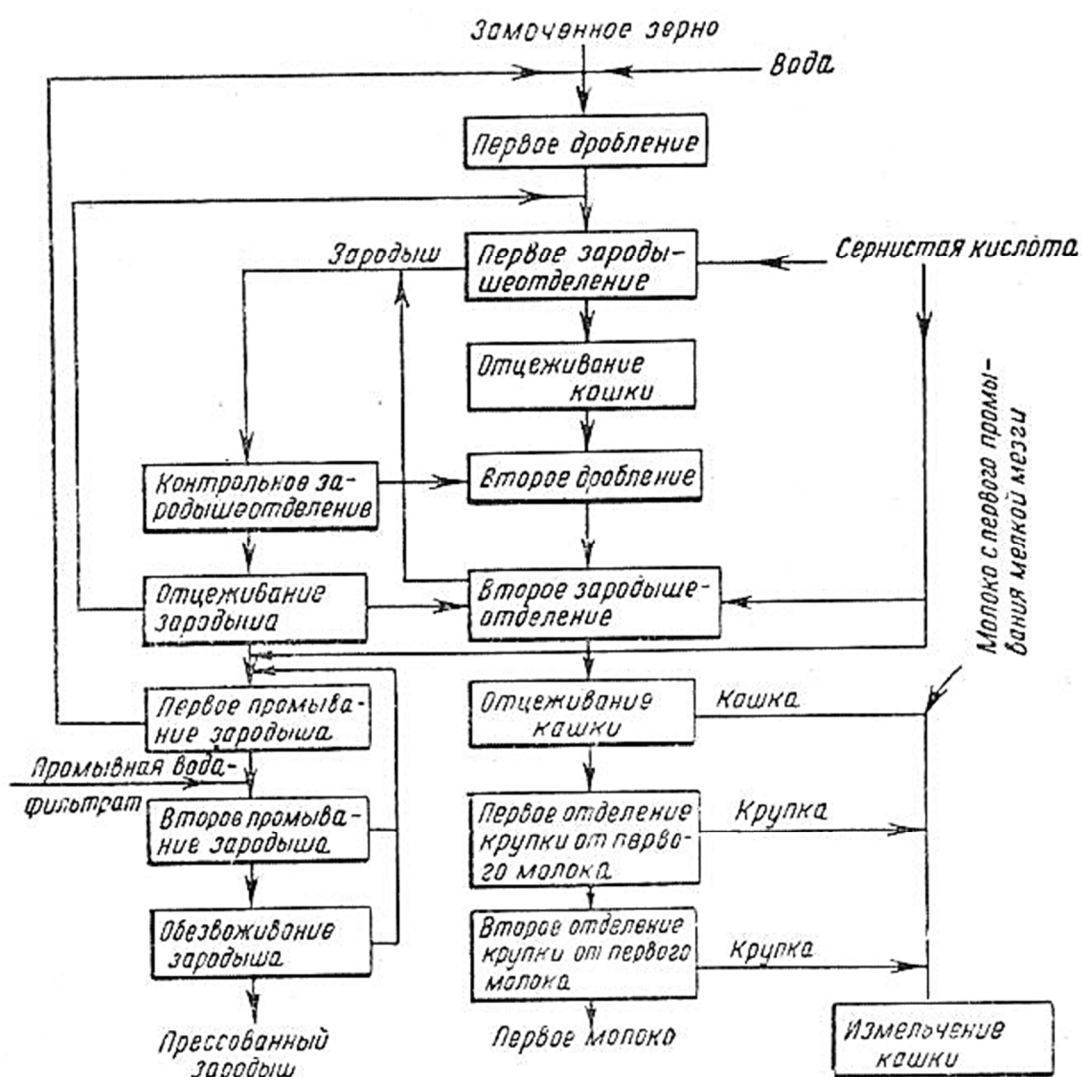


Рисунок 2.2 – Технологическая схема мокрого отделения (выделения) зародыша от зерна

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Ине. № инв.	
Ли	Изм.
№ докум.	Подп.
Дат	

При первом дроблении выделяется до 85% всего получаемого зародыша, при втором — 15%. Зародыш выделяется в зародыше отделителях, принцип работы которых основан на разнице в удельном весе кашки и зародыша.

Таблица 2.1 – Химический состав зародыша при мокром способе его выделения (в % на сухое вещество):

Элемент	Количество
Жира	53-57 (до 60)
протеина	12-19
Крахмала	8-12
Золы	0,7-1,2
Клетчатки	15-18
прочих веществ	2-3

В процессе выделения зародыша происходят физико-химические изменения, которые ухудшают качество зародыша и масла и особенно физиологически ценных веществ - витаминов и фосфатидов. Одним из происходящих при этом процессов является экстракция из зародыша растворимых белков, углеводов и других веществ, всего до 35%. За счет этого происходит обеднение зародыша белками типа альбуминов и глобулинов и обогащение его жиром. Масличность зародыша возрастает с 30-37% (ботаническая) в среднем до 55% на сухое вещество.

На существующих крахмальных заводах зародыш подвергается сушке до влажности 0,9—1,5% отходящими дымовыми газами котельной во вращающихся сушилках при температуре теплоносителя 350—450 °С. В процессе сушки дымовыми газами котельной от сжигания мазута (на Беслановском маисовом комбинате), торфа и дров (на Ярославском) или стержней кукурузных початков (на Кабардинском крахмальном заводе) зародыш загрязняется и изменяется его цвет от нормального бледно-желтого до серого и нередко черного. Одновременно ценные составные вещества зародыша (белки, витамины и фосфатиды) подвергаются значительной денатурации, в результате чего качество зародыша ухудшается. Это объясняется тем, что кукурузный зародыш лишен защитной оболочки, и содержащееся в нем масло в процессе сушки при высоких температурах легко окисляется. При этом значительно ухудшается его запах. Для предотвращения окисления и сохранения в масле физиологических ценных веществ — витаминов и фосфатидов — сушку зародыша необходимо проводить при температуре теплоносителя не выше 90 °С. В этом случае сохраняются также физиологически ценные вещества жмыха — важного концентрированного корма.

За рубежом, и в частности в США, сушка зародыша проводится обычно последовательно в двух вращающихся барабанных сушилках, обогреваемых паром. На некоторых заводах применяются вакуум-сушилki.

В 1958 г. на Беслановском маисовом комбинате были проведены опыты по сушке кукурузного зародыша в периодически действующей барабанной вакуум-сушилке.

Ине. № подл. Подп. и дата Подп. и дата Инв. № дубл. Взам. инв. №

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

18

В процессе сушки температура зародыша повышалась от 20—23 до 85—93 °С, а влажность его уменьшалась с 60,3— 61,2 до 1,72 — 2,60%. Высушенный зародыш имел естественную светлую окраску, его объемный вес оказался выше объемного веса зародыша, высушенного дымовыми газами, на 38%.

Полученное масло имело более темную окраску, чем масло из зародыша, высушенного дымовыми газами. По вкусу и запаху масло из зародыша вакуумной сушки значительно лучше, чем из зародыша, высушенного дымовыми газами.

Периодическая работа вакуум-сушилки вызывает некоторое охлаждение зародыша при выгрузке.

При высушивании зародыша потоком теплоносителя отделяется часть лепестка, который обычно используется для производства корма.

На кукурузоперерабатывающем крахмальном комбинате в Пхеньяне (Корейская Народно-Демократическая Республика) производительностью 180 т товарной кукурузы в сутки зародыш после обезвоживания на шнековых прессах высушивают в паровой сушилке от влажности 48—50% до 1,8. Высушенный зародыш после отделения пелевы направляется для переработки на масло в маслоцех.

По данным А. Novak 1961 при переработке очищенной кукурузы из нее извлекают зародыш—примерно 7% к весу кукурузы.

Влажные зародыши подают шнеком 1 в сушилку 2 — вращающийся трубчатый барабан, обогреваемый паром. После высушивания до влажности 3% зародыши пневмотранспортом 3 подаются в воздушный сепаратор 4, где их очищают от примесей.

2.3 ГИДРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА (ГТО) ЗЕРНА

Для улучшения технологических свойств зерна применяют ГТО, заключающуюся в воздействии на зерно влаги (пара) и тепла. В результате такого воздействия происходит направленное изменение свойств составных частей зерна – ядра и оболочек. При применении рациональных способов и режимов обработки оболочки легче отделяются от ядра, ядро меньше дробится, что ведет к повышению выхода крупы и улучшению ее качества.

В настоящее время на крупяных заводах применяют в основном два способа ГТО зерна. Первый способ заключается в пропаривании зерна, его кратковременном отволаживании, сушке и охлаждении. Этот способ используют в технологии переработки гречихи, овса и гороха. Второй способ – увлажнение зерна с последующим отволаживанием – применяют для пшеницы и кукурузы.

При первом способе добиваются повышения прочности ядра при пропаривании и повышении хрупкости оболочек в результате резкого снижения их влажности при сушке и охлаждении (рисунок 2.3).

При обработке паром зерно увлажняется и прогревается одновременно. В результате конденсации пара на более холодном зерне образуется пленка воды, быстро проникающей в глубь зерна. Выделение теплоты парообразования при

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

19

конденсации пара резко повышает температуру зерна, которая повышается также и в результате действия температуры паровоздушной среды в пропаривателе.

Из-за проникновения влаги в глубь ядра и прогрева оно пластифицируется, т.е. становится менее хрупким, в меньшей степени разрушается при дальнейших механических воздействиях в процессе шелушения. Пропаривание зерна характеризуется двумя параметрами – давлением пара и длительностью (экспозицией) пропаривания. Установлено, что чем выше давление пара и длительность пропаривания, тем более высокую влажность и температуру имеет зерно.

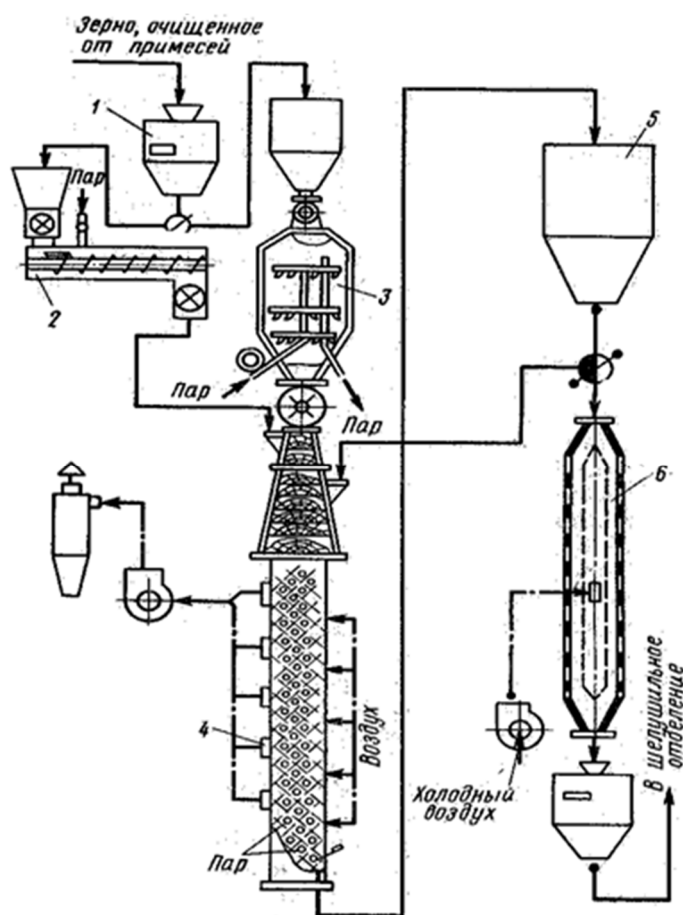


Рисунок 2.3 – Схема ГТО зерна овса, гречихи, гороха:

1-автоматические весы; 2-пропариватель непрерывного действия; 3-пропариватель порционный; 4-паровая сушилка; 5- бункер для отволаживания зерна; 6-охладительная колонка

Выбор режимов пропаривания зависит от достижения зерном наиболее высоких технологических свойств. Пропаривание вызывает тепловую деструкцию крахмала с образованием декстринов. Оклеистеризованный крахмал и декстрины обладают клеящими свойствами, делают структуру ядра более монолитной. Этому способствуют также частичная денатурация белков, т.е. снижение их растворимости, в результате чего создается впечатление, что белок и крахмальные гранулы склеиваются в единую монолитную массу. Следует отметить, что такое

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № инв.	Подп. и дата
Ине. № инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

изменение структуры делает ядро более устойчивым, прежде всего к ударным нагрузкам, оно меньше дробится при шелушении и шлифовании.

Параметры пропаривания неодинаково влияют на технологические свойства зерна. Так, замечено, что повышение давления пара и длительности пропаривания снижает выход дробленого ядра и повышает эффективность шелушения зерна гречихи, поэтому для нее приняты наиболее жесткие параметры, а именно давление пара до 0,30 МПа (при таком давлении пара температура его достигает 143°C) и экспозиция – 5 мин. Более высокие параметры обработки ухудшают потребительские достоинства крупы.

Для овса зависимость эффективности переработки от параметров гидротермической обработки несколько иная. Хорошие результаты получают при пропаривании зерна овса паром давлением 0,05...0,10 МПа в течение 3...5 мин. Более высокие параметры пропаривания не приводят к лучшим результатам. Влияние параметров пропаривания риса на его технологические свойства отличается от рассмотренных выше.

В результате пропаривания зерна увлажняется не только ядро, но и оболочки, состоящие в основном из клетчатки и минеральных веществ. Эти компоненты претерпевают незначительные изменения, хотя из-за большого количества капилляров они интенсивно насыщаются влагой, которая проникает в пространство между оболочками и ядром, ослабляет их связь или способствует отслаиванию оболочек от ядра. Этому способствует и набухание полимеров зерна при увлажнении и прогреве.

Пропаривают зерно в пропаривателях непрерывного и периодического действия. Пропариватели непрерывного действия – шнековые горизонтальные, компактны, конструктивно просты, не требуют бункеров до и после аппарата. Их достоинство – равномерное пропаривание зерна, так как в процессе обработки оно постоянно перемешивается. Их недостатки – невозможность создания высокого давления в рабочей камере, отсутствие регулирования длительности пропаривания. В лучшем случае в них можно создать давление 0,03...0,05 МПа.

Пропариватели периодического действия А9-БПБ не имеют недостатков, свойственных пропаривателям непрерывного действия. Так, в них можно обрабатывать зерно при практически любых допустимых давлениях, регулировать длительность пропаривания. Пропаривание производят в автоматическом режиме, по командам с пульта управления. Зерно загружают в сосуд аппарата (длительность пропаривания 1...6 мин в зависимости от вида и качества зерна), выгружают через разгрузочный затвор. Максимальная длительность цикла около 8 мин. При пропаривании гречихи с использованием рекомендуемых режимов ее влажность повышается на 3,5...4,5 %. Недостатки пропаривателя периодического действия: большие габариты, обязательное наличие бункеров до и после аппарата, недостаточная равномерность пропаривания зерна (особенно при относительно низких давлениях пара и длительности пропаривания, так как зерно пропаривается в неподвижном слое). При пропаривании зерна некоторых культур, например овса, в результате набухания затрудняется его выпуск. В настоящее время пропариватели периодического действия применяют только для пропаривания зерна гречихи, так как только в них можно обеспечить необходимое давление пара. Для пропаривания

Изн. № подл	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Изн. № дубл.	Подп. и дата
	Изн. № дубл.
Изн. № подл	Подп. и дата
	Изн. № подл

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

21

овса применяют пропариватели непрерывного действия, так как при обработке зерна не требуется высоких параметров пара.

Пропаривание – начальный этап обработки, после которого следует непродолжительное отволаживание. В процессе отволаживания завершаются преобразования, начатые при пропаривании, при этом влага продолжает поступать в ядро, протекают физико-химические процессы. Так как из пропаривателя выходит нагретое и влажное зерно, то его следует отволаживать в бункерах, имеющих теплоизолированные стенки и днища. В противном случае интенсивное испарение влаги из горячего влажного зерна вызовет значительную конденсацию влаги на стенках бункеров, что затруднит истечение из них зерна.

Сушка зерна – важный этап ГТО, в результате которого зерно приобретает оптимальную для дальнейшей переработки влажность, не превышающую норм, установленных стандартом.

Однако сушка не просто снижает влажность зерна, но и усиливает преобразования структурно-механических свойств оболочек и ядра. В результате сушки оболочки, находящиеся на поверхности зерна и имеющие структуру с крупными капиллярами, сравнительно легко отдают влагу. Ядро, находящееся внутри зерна и более прочно удерживающее влагу, высыхает значительно медленнее, поэтому в процессе сушки возникают различия во влажности оболочек и ядра. Оболочки со значительно более низкой (на 3...8%) влажностью по сравнению с ядром. Сухие оболочки более хрупки, легко раскалываются при шелушении и отделяются от ядра, которое, имея достаточно высокую влажность, остается пластичным и мало дробится при механическом воздействии на зерно. Хрупкость оболочек повышается не только в результате снижения влажности, но и из-за их частичного растрескивания при обезвоживании.

Сушку следует проводить довольно быстро, чтобы влага из влажного ядра не успевала переходить к сухим оболочкам. Пересушивание зерна при гидротермической обработке резко повышает хрупкость не только оболочек, но и ядра, ведет к его растрескиванию и снижению механической прочности.

Сушат зерно в вертикальных паровых сушилках. Нагрев зерна в таких сушилках осуществляется благодаря его контакту с горизонтальными паровыми трубками, в которые подают пар под давлением 0,2...0,5 МПа при температуре 133...158°C. Проходя вплотную с паровыми трубами, зерно нагревается, влага испаряется и удаляется с помощью аспирации из шахты сушилки. Используют также воздушные сушилки, в которых зерно сушат воздухом, нагретым в паровых или электрических калориферах.

После сушки горячее зерно охлаждают либо в специальных охлаждающих колонках, либо в воздушных сепараторах, но не с замкнутым циклом воздуха. Иногда зерно охлаждают в процессе транспортирования, при пневмотранспортировании. Охлаждение способствует дальнейшему снижению влажности зерна (хотя и незначительному). При охлаждении также повышается хрупкость оболочек в результате снижения их температуры и влажности, но одновременно то же самое происходит и с ядром, поэтому на некоторых заводах зерно не охлаждают, а перерабатывают теплым, температурой 35...40°C.

Изн. № подл	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Изн. № дубл.	Подп. и дата
	Изн. № дубл.
Изн. № подл	Подп. и дата
	Изн. № подл

Второй способ ГТО зерна включает две операции – увлажнение (пропаривание) и отволаживание (рисунок 2.4)

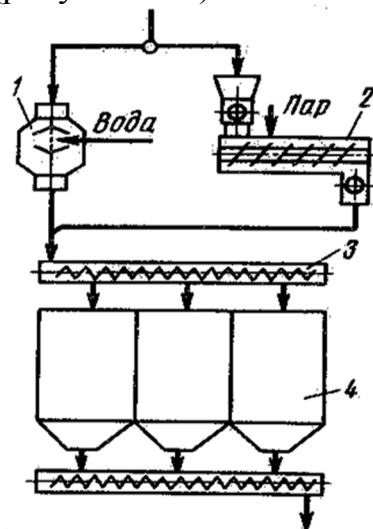


Рисунок 2.4 – Схема ГТО зерна пшеницы и кукурузы:
1-увлажнительная машина; 2-пропариватель непрерывного действия; 3-шнек; 4-бункер отволаживания зерна

Увлажнение зерна производят в увлажнительных аппаратах, широко применяющихся в мукомольном производстве. Сразу после увлажнения вода сосредотачивается в оболочках зерна, заполняет его капилляры, затем начинает проникать в ядро. Сам процесс увлажнения весьма краток, он происходит в течение нескольких десятков секунд, учитывая непосредственную подачу воды, а также перемешивание зерна с водой в шнеках перед направлением в бункера для отволаживания.

Увлажнение оболочек несколько размягчает их, последующее проникновение влаги в наружный слой эндосперма ослабляет его связь с оболочками. Гидротермическая обработка зерна кукурузы способствует также лучшему отделению зародыша. При дроблении зерна влажный зародыш остается целым, ослабляется его связь с эндоспермом.

Для более эффективного изменения свойств составных частей зерна и увлажнения применяют теплую воду температурой 35...40°C. Увлажнение может быть заменено кратковременным пропариванием зерна в пропаривателях непрерывного действия при давлении пара до 0,1 МПа. Пропаривание обеспечивает не только увлажнение, но и прогрев зерна.

Конечная влажность зерна после увлажнения зависит от его вида и конечных целей переработки. Например, может быть 15...16 и 19...22 %. Это объясняется тем, что в первом случае получают мелкую крупу для палочек, поэтому при первичном дроблении для выделения зародыша эндосперм может быть раздроблен на сравнительно мелкие части. Во втором случае получают крупную крупу для хлопьев. В этом случае нужно дробить более влажное зерно, при этом получают крупные части эндосперма.

Отволаживание зерна необходимо для проникновения влаги в пространство между оболочками и ядром, в результате чего происходит отслаивание оболочек

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

23

вследствие неравномерного набухания составных частей зерна, размягчения оболочек и наружных слоев ядра. С этим связана сравнительная кратковременность отволаживания. Во всех случаях длительность отволаживания зерна не превышает 2...3 ч. Данный способ может быть применен и для обработки овса в тех случаях, когда его шелушат способом однократного удара в центробежных шелушителях.

Параметры гидротермической обработки зависят от вида зерна, в отдельных случаях способов его шелушения и ассортимента вырабатываемой продукции.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Взам. инв. №	Подп. и дата	
	Инв. № дубл.						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	БKM 08.00.000 ПЗ		Лист
							24

3 ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ ЗАРОДЫШЕЙ

3.1 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ЗАРОДЫШЕЙ КУКУРУЗЫ

Изобретение по патенту №2314871 относится к способу и устройству для отделения зародышей от зерен кукурузы. Способ осуществляют с помощью устройства рисунок 3.1, содержащего ротор, снабженный обрабатывающими инструментами, и статор, содержащий обрабатывающие инструменты и сита, охватывающие ротор с образованием зоны обработки. Зерна предварительно очищают, затем зародыши отделяют от зерен либо непосредственно, либо после поверхностного увлажнения. Отделение зародышей проводят в зоне обработки, образованной на стороне статора отбойными планками и установленными между ними половинами сетчатой корзины таким образом, что они полностью охватывают ротор с отбойными планками в осевом направлении. При этом установленный внутри сетчатой корзины с возможностью вращения валок содержит выступы. Изобретение обеспечивает эффективное и легкое отделение зародышей от зерен кукурузы. 2 н.з. и 7 з.п. ф-лы, 3 ил.

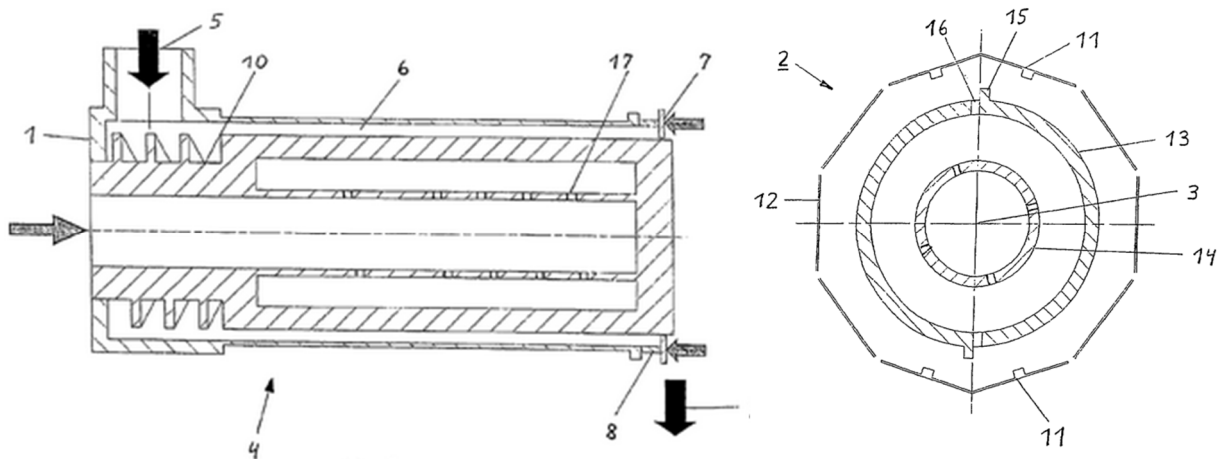


Рисунок 3.1 – Роторный разделитель

Способ отделения зародышей от зерен кукурузы с помощью устройства, содержащего ротор с обрабатывающими инструментами и статор с обрабатывающими инструментами и ситами, охватывающими ротор с образованием зоны обработки (6), причем зерна предварительно очищают, отличающийся тем, что зародыши отделяют от зерен либо непосредственно, либо после поверхностного увлажнения, причем отделение зародышей проводят в зоне обработки (6), образованной на стороне статора отбойными планками (11) и установленными между ними половинами сетчатой корзины (12) таким образом, что они полностью охватывают ротор (3) с отбойными планками (11) в осевом

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

направлении, причем установленный внутри сетчатой корзины (12) с возможностью вращения валок содержит выступы.

3.2 МАШИНА ДЛЯ ШЕЛУШЕНИЯ ЗЕРНА

Машина для шелушения зерна крупяных культур по патенту №2231385. Преимущественно гороха, риса, проса и гречихи, на рисунке 3.2 содержащая корпус, механизм питания с направляющим лотком, два обрезиненных валка, установленных на валах с возможностью встречного вращения с различными скоростями, механизм регулирования межвалкового зазора с подвижным винтом. Электродвигатель с выходным валом, дополнительный блок, установленный на оси, включающий ведущую шестерню и шкив, соединенный клиноременной передачей с выходным валом электродвигателя, при этом тихоходный вал снабжен ведомой шестерней, и кулису, шарнирно укрепленную одним концом на неподвижной оси с возможностью поворота, а другим концом - на механизме регулирования угла поворота кулисы, отличающаяся тем, что машина снабжена вторым механизмом регулирования межвалкового зазора, промежуточной шестерней, установленной на неподвижной оси, кинематически связанной с ведущей шестерней блока и шестерней тихоходного валка, второй кулисой с третьим валком и ведомой шестерней, связанной с промежуточной шестерней, причем вторая кулиса шарнирно укреплена одним концом на оси промежуточной шестерни с возможностью поворота на угол, достаточный для компенсации износа валков, а другим - на втором механизме регулирования межвалкового зазора.

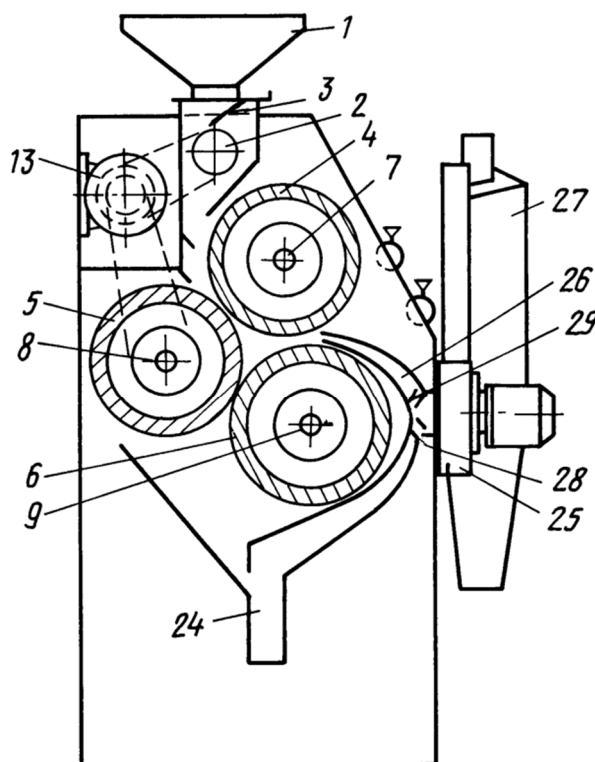


Рисунок 3.2 – Машина для шелушения зерна крупяных культур

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	БKM 08.00.000 ПЗ
					26

3.3 МАШИНА ДЛЯ МОКРОГО ШЕЛУШЕНИЯ ЗЕРНА

Машина А1-БМШ рисунок 3.3 предназначена для мокрого шелушения зерна пшеницы и ржи при подготовке его к помолу. Машина предназначена для установки в зерноочистительных отделениях мельниц в составе комплектного оборудования. Машина мокрого шелушения предназначена для мойки зерна, его отжима и шелушения.

Зерно равномерно подается в нижнюю часть машины через приемный патрубок, одновременно в приемный патрубок подается вода из водопроводной сети. Зерно подхватывается гонками и поднимается вверх, последовательно проходя зону мойки, зону отжима, шелушения и камеру выброса продукта. Зерно в момент подъема, под действием центробежной силы отбрасывается от поверхности решетчатого цилиндра. В результате трения зерновых между собой и о поверхность решета происходит очистка поверхности зерна от надорванных оболочек и частично от зародыша и бородки. При этом с поверхности зерна удаляется избыточная влага.

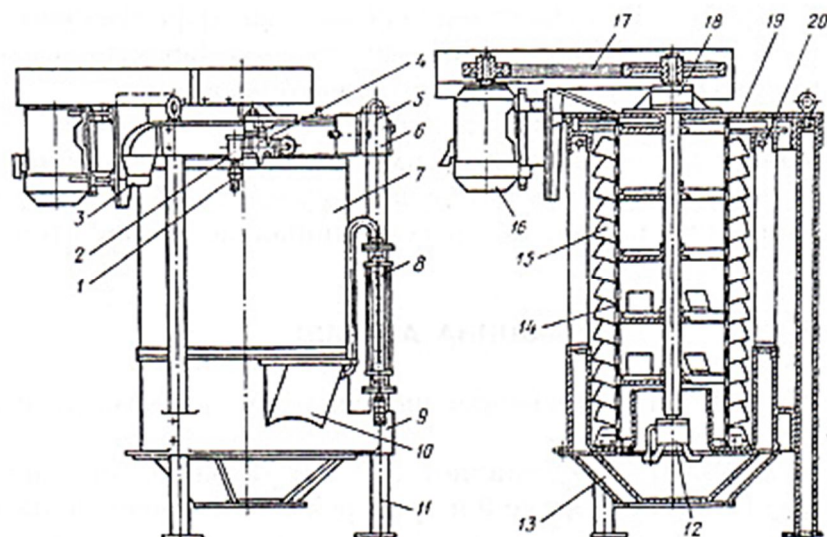


Рисунок 3.3 – Машина А-1 БМШ для мокрого шелушения зерна:

1-запорный вентиль; 2-фильтр; 3-выпускной клапан; 4-мембранный вентиль; 5-командные приборы; 6-ситовса; 7-кожух; 8-ротометр; 9-корпус; 10-приемный патрубок; 11-стойка; 12,18-нижний и верхний подшипниковые узлы; 13-конус; 14-ситовой цилиндр; 15-ротор; 16-электродвигатель; 17-клиноременная передача; 19-крышка; 20-трубчатое кольцо

Основной рабочий орган машины – бичевой ротор 9 и ситовой цилиндр 6. Зерно поступает в машину через приёмный патрубок 5, а вода через ротаметр 3 и трубопровод 2. Зерно подхватывается гонками 11 и поднимается вверх, последовательно проходя зоны мойки, отжима и шелушения. После обработки лопатки верхней части корпуса 14 выводят очищенное зерно в патрубок 13. В процессе обработки зерно многократно отбрасывается гонками 11 и ударяется о внутреннюю поверхность ситового цилиндра 6. В результате ударного воздействия бичей 10, гонков 11, интенсивного взаимного трения и трения зёрен о ситовую

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

поверхность происходит очистка зерна от минерального загрязнения, надорванных оболочек, частиц зародыша и бородки.

С поверхности зерна удаляется избыточная влага. Отходы проходят через чешуйчатое сито 6 и падают вниз, а частицы, осевшие на внешней поверхности сита и корпуса, периодически смываются водой и выводятся вместе с основной массой отходов через кольцевой канал между конусами 7 и 8. Периодичность подачи воды на смыв обеспечивается командным аппаратом 4. Отработавшая (загрязнённая) вода из моечной зоны выпускается через внутренний конус 8. Количество подаваемой в машину воды регулируется вентилем 15, а контролируется ротаметром 3.

3.4 УСТАНОВКА ДЛЯ ШЕЛУШЕНИЯ ЗЁРЕН

Установка шелушения зерна ЗШН Я31.124.00.00.00 рисунок 3.4 предназначена для шелушения зёрен ячменя, пшеницы и гороха на крупяных и комбикормовых заводах малой мощности.

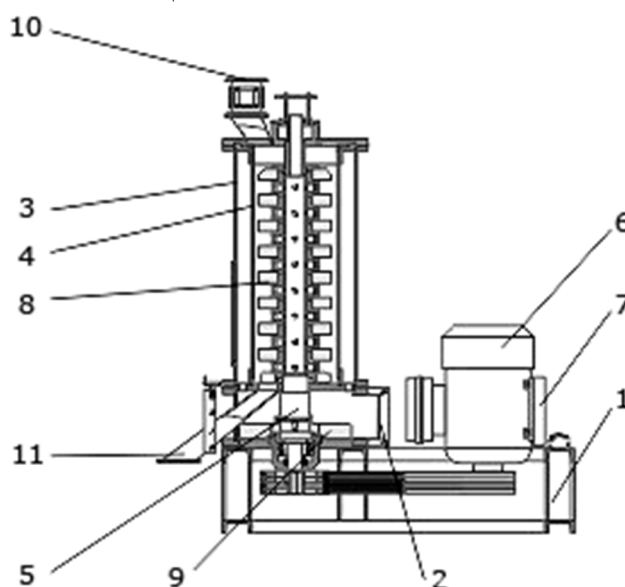


Рисунок 3.4 – Установка шелушения зерна ЗШН Я31.124.00.00.00

Зерно подаётся через магнитную колонку (10), поступает в зазор, образованный перфорированным цилиндром (4) и абразивными кругами (8). При вращении абразивных кругов (8) зерно совершает сложное движение, при этом, благодаря интенсивному трению, происходит отделение зерновых оболочек. Образующиеся мелкие частицы и пыль удаляются потоком воздуха, создаваемого крыльчаткой скребка (9) в систему аспирации. Отшелушенное зерно выводится из установки через выходной патрубком (11), оснащённый шиберной заслонкой. Шиберная заслонка снабжена рукояткой для регулирования её положения.

3.5 ДЕЖЕРМИНАТОР ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕРНА

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

Дежерминатор рисунок 3.5 предназначен для управляемой обработки поверхности зерна, шлифования и полировки различных крупяных культур, а также дежерминации зерна кукурузы с целью выделения зародыша.



Рисунок 3.5 – Дежерминатор СИМО ДС-2

Машина состоит из загрузочной камеры с подающим шнеком и входным патрубком, рабочей камеры состоящей из горизонтальной ситовой обечайки закрепленной в ситовой корзине при помощи тормозных пластин, и рабочего органа выполненного в виде полого вала на котором закреплены в виде выступов два шлифовальных рабочих органа - ножа. Вдоль данных рабочих органов в полом вала выполнены щелевые отверстия. На выходе установлено тормозное устройство. Ситовая обечайка, тормозные пластины и ножи выполнены сменными.

Продукт подается в загрузочную камеру и подрисовывается шнеком в рабочую зону. В рабочей зоне за счет сжатия и воздействия шлифовальных рабочих органов закрепленных на полом вращающемся валу и тормозных пластин, закреплённых на ситовой корзине происходит шлифовка поверхности продукта.

За счет регулировки тормозного устройства расположенного на выходе из рабочей камеры происходит регулирование степени шлифовки. Для удаления образующейся в процессе шлифовки мучели через полый вал нагнетается воздух, который через щелевые отверстия выполненные вдоль вала пронизывает продукт и выходит через ситовую корзину унося с собой и часть образующейся мучели.

Применение данной машины позволяет снизить травмируемость крупы и уменьшить количество образующейся мучели, а также добиться более гладкой поверхности крупинок из-за отсутствия воздействия на них абразивных материалов.

Ине. № подл	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № дубл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ВЫВОД: обзор конструкций показал что роторный разделитель работает при помощи ротора в котором зародыш отделяется при свободном ударе о отбойные планки.

В машине для шелушения зерна крупяных культур видно что зерно проходя между волками измельчается путем истирания об волки за счет встречного вращения с различными скоростями, в результате зародыш смешивается с основным семенем.

В машине А1-БМШ происходит процесс мойки, отжима и шелушения, зерно трется о поверхность решетки и друг об друга, происходит истирание, удаляется зародыш и бородка.

В установке шелушения зерна ЗШН Я31.124.00.00.00 происходит истирание зерна об абразивные перфорированные цилиндры, тем самым удаляется не весь зародыш.

В дежерминаторе установлены на полом валу два шлифовальных ножа в результате вращения которого происходит истирание зерна.

Данные конструкции имеют невысокую эффективность отбора от 20-25%. А следовательно нуждаюсь в разработке более эффективного оборудования.

Для отделения зародыша в поверхностном слое зерна нужно создавать напряжение и прикладывать динамическую нагрузку для более эффективного отделения. Необходимо изучить внутренние свойства зерна, для определения оптимальных параметров при которых зародыш будет свободно отделяться от зерна.

Инв. № подл	Подп. и дата				Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	БКМ 08.00.000 ПЗ						Лист
											30

4 ПРЕДЛАГАЕМАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ЗАРОДЫШЕЙ

4.1 МАШИННО – АППАРАТУРНАЯ СХЕМА ЛИНИИ ПО ВЫДЕЛЕНИЮ ЗАРОДЫШЕЙ

На рисунке 4.1 представлена машинно-аппаратурная схема линии по выделению зародышей.

Устройство и принцип действия линии. Из бункера 1 и 2 подается одновременно зерно и вода в смеситель 3, где зерно проходит отволаживание. Далее зерно поступает в сушильную камеру 4 где зерно подсушивается. В камеру 4 горячий воздух подается из вентилятора 6, проходя через фильтр 7 и нагреваясь в калорифере 5. После сушильной камеры зерно поступает в дезинтегратор 8 где и происходит процесс разрушения зерна. Получившуюся фракцию отправляют в воздушный сепаратор 9 для отделения отрубей от зародыша, зародыш отправляется на хранение в бункер 12, а отруби в бункер 10. Воздух поступающий в воздушный сепаратор из вентилятора 6 проходит через фильтр 7, через регулировочный клапан 11.

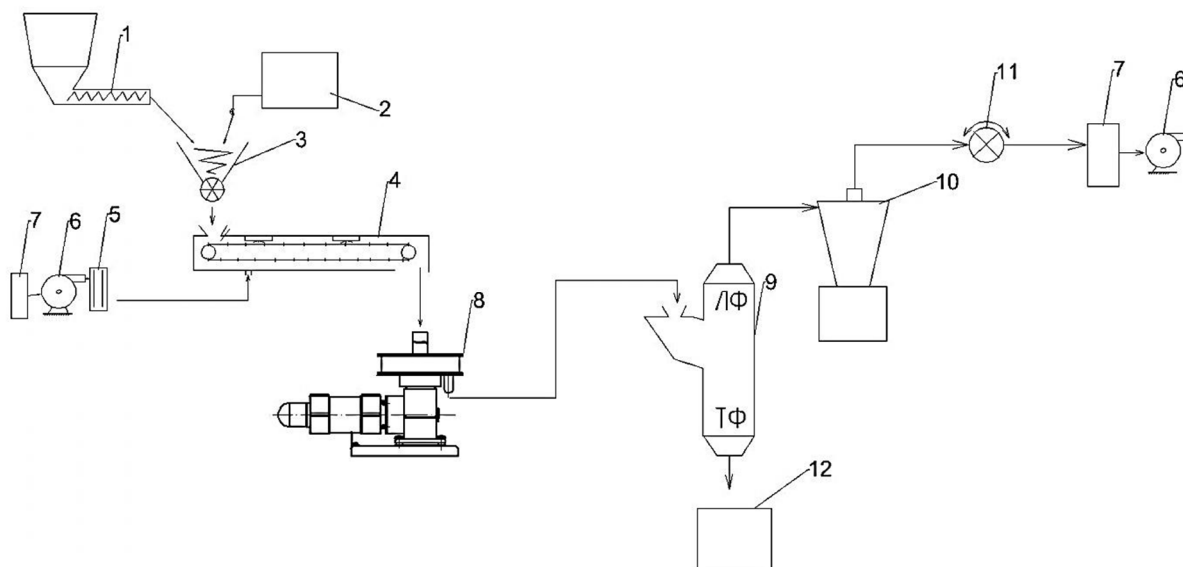


Рисунок 4.1 – Машинно-аппаратурная схема линии производства хлопьев
1-шнековый дозатор, 2-ёмкость с водой, 3-смеситель, 4-сушильная камера,
5-калорифер, 6-вентилятор, 7-фильтр, 8-дезинтегратор, 9-воздушный сепаратор, 10-
бункер для хранения ЛФ, 11-регулятор, 12-бункер для хранения ТФ

4.2 МОРФОЛОГИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТОКА ХЛОПЬЕВ

В таблице 1приведено деление оборудования на классы по морфологии технологических операций.

Ине. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
-------------	--------------	--------------	--------------

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

Технологический поток относится к первому классу, так как наименьшим является 4.1 класс операций.

По виду связей между операциями технологический поток относится к потоку с полужесткой связью (рисунок 4.2). К нему относятся группы операций, имеющие жесткие связи внутри группы, но между собой эти группы имеют гибкие связи в виде операций хранения.



Рисунок 4.2 – Схема строения технологического потока

По виду связей ветвей технологический поток относится к разветвленному расходящемуся

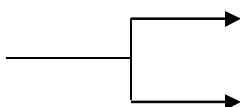


Таблица 4.1 – Деление оборудования на классы операций

Позиция	Классы операций			
	1	2	3	4
Шнековый дозатор	+			
Смеситель		+		
Дезинтегратор			+	
Воздушный сепаратор		+		

4.3 ОПЕРАТОРНАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ЗАРОДЫШЕЙ

На рисунке 4.4 приведена операторная модель технологической системы производства зародыша. Для операторной модели приведены следующие обозначения:

Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Ине. № подл.	Ине. № подл.
Ли	Изм.	№ докум.
Подп.	Дат	

С1 – подсистема получения промежуточного продукта с заданными показателями качества, имеющая операторы: I – разрушение и разделение; II – подогрев; III – смешивание.

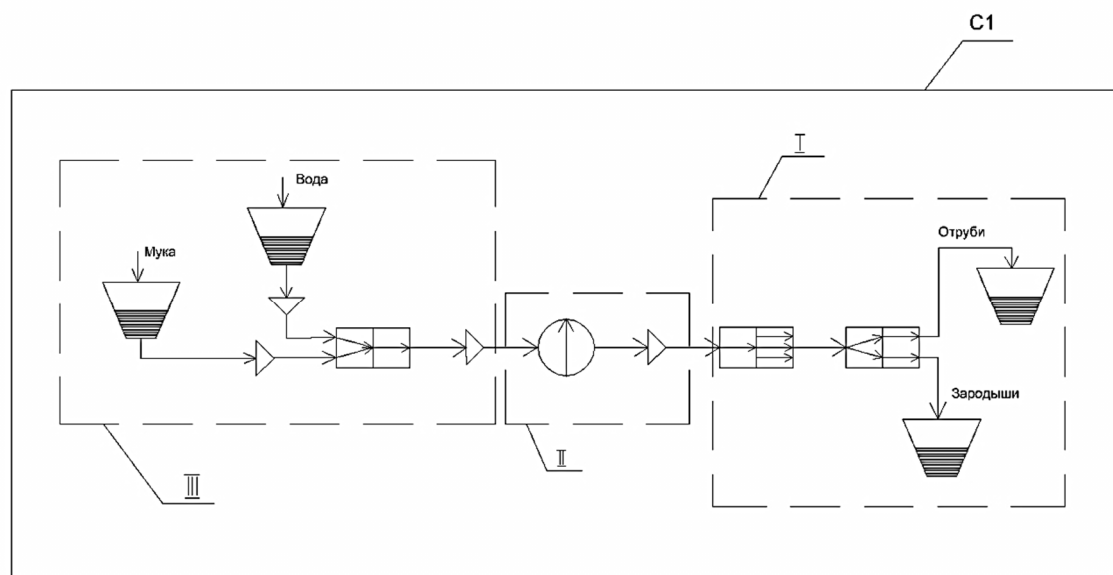


Рисунок 4.4 - Операторная модель технологической системы производства зародышей

Вывод: предлагаемая линия позволяет увеличить эффективность отбора зародыша за счет подобранный оборудования которое позволяет создавать внутренние напряжения в зерне что увеличивает степень отделения зародыша от основного семени.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

5 ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Пшеничный зародыш является ценным источником биологически активных веществ и широко используется в пищевой, кондитерской, хлебопекарной, комбикормовой, парфюмерной промышленности и медицине. На мукомольных заводах его получают как в зерноочистительном, так и размольном отделении.

Масло зародышей пшеницы обладает высокой пищевой и биологической ценностью, и является поистине уникальным по своему биохимическому составу и целебным свойствам натуральным растительным продуктом. Себестоимость производства масла зародышей пшеницы достаточно высока (для изготовления методом холодного прессования 250 г этого ценного масла требуется переработать более одной тонны пшеничного зерна).

На мукомольных предприятиях, перерабатывающих зерновые культуры, такие как пшеницу, рожь, тритикале, ячмень, овес и прочие – образуется значительное количество вторичных продуктов, биологическая ценность которых несомненна, и в то же время не все и не полностью используют их в производстве пищевых продуктов. При помоле зерна удаляются его компоненты: зародыш, алейроновый слой, многослойные оболочки. Витамины зерна в основном сосредоточены в зародыше, щитке и алейроновом слое. Известно, что зародыш по составу химических элементов и витаминов является наиболее ценной частью зерна, которую, выделенную как самостоятельный продукт, используют для пищевых, кормовых и лекарственных целей.

При современных способах производства муки пшеничной зародыш выделяют на некоторых предприятиях. По современной технологии сортового помола пшеницы зародышевый продукт получают верхним сходом с отсева 4 Р в количестве 0,2-0,3% от массы зерна, т.е. 0,1 части зародыша зерна, в то время как его среднее содержание в зерне составляет до 5% (зародыша из зерна тритикале - 2-4%, зародыша пшеницы – 1,4-3,8%, зародыша ржи – 3,4-4,3%) [2].

На основании анализа современных технологий можно сделать вывод, что зародыш выделяется плющением в основном из крупок, где он находится в свободном виде или в виде сrostков. Эффективность отбора зародыша низкая: его отбирают в количестве 0,2-0,6%, чистотой 60-90%, т.е. при среднем содержании зародыша в зерне 1,9-2,5% максимально возможная эффективность отбора зародыша составляет 20-25%.

Технологическая схема основу которой составляет дезинтегратор повышает количество получаемого чистого зародыша в результате особенностей данной конструкции зародыш отделяется от эндосперма, что увеличивает максимально возможную эффективность отбора зародыша до 80%, а так же его качество за счет сокращения времени пребывания на воздухе.

Экономический эффект от модернизации дезинтегратора будет достигнут за счет внедрения готовой конструкции, что способствует предотвратить повторное разрушение зародыша в результате качество готового продукта увеличивается на 55%.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

34

6 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА СЕЛЕКТИВНОЙ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ СВОБОДНЫМ УДАРОМ

В этом разделе представлена экспериментальная установка селективной дезинтеграции свободным ударом оригинальной конструкции, представлена на рисунок 6.1.

Экспериментальная установка включает в себя цилиндрический корпус, в котором на вертикальном валу 4 закреплен разгонный диск 10, представляющий собой быстро вращающийся ротор. На верхней поверхности диска установлен полый стакан (трубка приемника) 8, к боковым отверстиям которого прикреплены радиальные разгонные трубки. На нижней поверхности диска закреплены четыре лопатки для усиления вентиляционного эффекта, который способствует выводу осколков из зоны разрушения. На внутренней цилиндрической поверхности корпуса установлены неподвижные отражательные ребра-отбойники 7 с углом закрепления 45°. Для создания высоких угловых скоростей вращения рабочего органа использован привод-мультипликатор жидкостного сепаратора ОМ-1 производства завода «Смычка» г. Плавск. Горизонтальный вал 3 через центробежную фрикционную муфту сопряжен с валом электродвигателя 1 постоянного тока 2ПБ-112 мощностью 0.75 кВт с частотой вращения до 3000 об/мин.

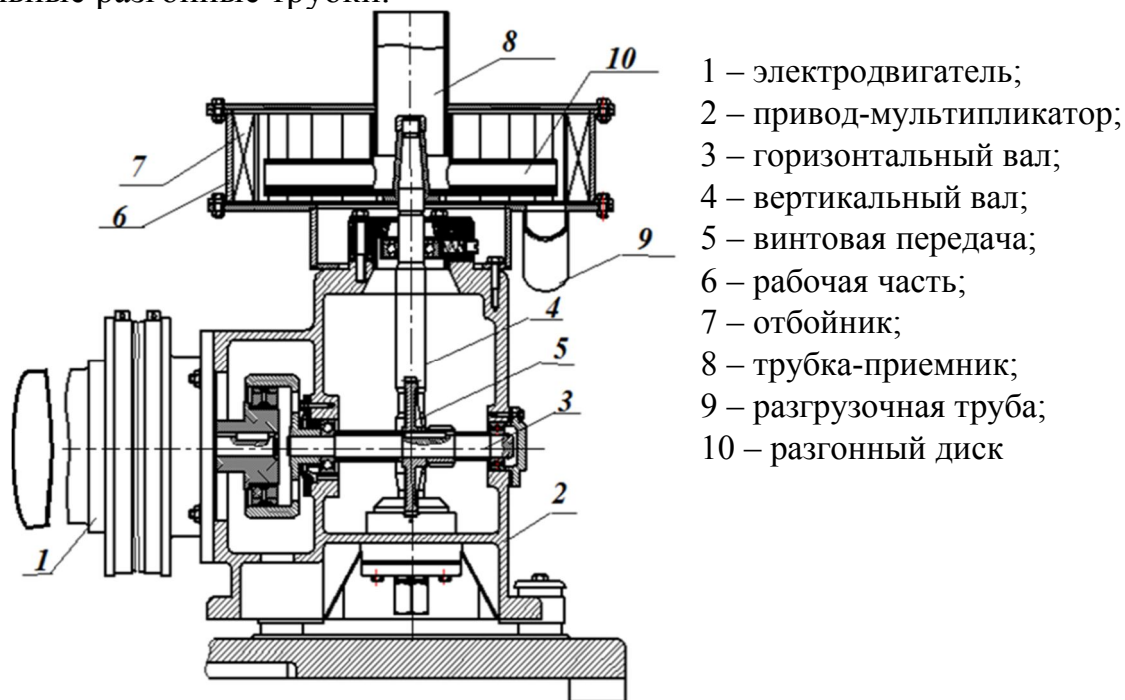


Рисунок 6.1 – Экспериментальная установка селективной дезинтеграции свободным ударом

На нижней поверхности диска закреплены четыре лопатки для усиления вентиляционного эффекта, который способствует выводу осколков из зоны разрушения. На внутренней цилиндрической поверхности корпуса установлены неподвижные отражательные ребра-отбойники 7 с углом закрепления 45°. Для создания высоких угловых скоростей вращения рабочего органа использован привод-мультипликатор жидкостного сепаратора ОМ-1 производства завода «Смычка» г. Плавск. Горизонтальный вал 3 через центробежную фрикционную муфту сопряжен с валом электродвигателя 1 постоянного тока 2ПБ-112 мощностью 0.75 кВт с частотой вращения до 3000 об/мин.

Единичные твердые тела попадают в загрузочную трубку 8 устройства. Под действием центробежных сил частицы материала разгоняются в трубках диска-ускорителя 10 до определенной скорости и срываются с их поверхности. После вылета из разгонной трубки в рабочее пространство, твердые тела ударяются о поверхность отражательных ребер отбойника 7 и разрушаются вследствие

Изн. № подл.	Подп. и дата
Изн. № дубл.	Взам. инв. №
Изн. № инв.	Подп. и дата
Изн. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

свободного удара. При вращении разгонного диска возникает значительный вентиляционный эффект. Как только прекращается центробежное действие разгонных трубок, частицы материала начинают тормозиться в свободном пространстве рабочей камеры под действием сопротивления воздуха, который движется медленнее частицы. Для уменьшения влияния аэродинамического сопротивления воздуха при движении тела в свободном пространстве на нижней поверхности диска ускорителя 10 установлены четыре лопатки, которые при вращении ротора создают дополнительный вентиляционный эффект. При этом уменьшается влияние сопротивления воздуха на движущееся к отражательным ребрам тело. Процесс разрушения твердых тел в представленном устройстве осуществляется свободным ударом частицы об отбойную поверхность отражательных ребер.

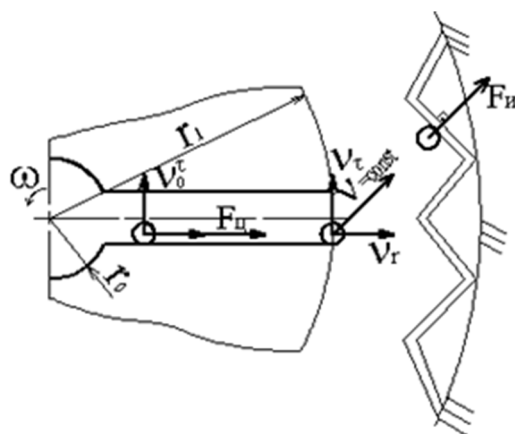


Рисунок 6.2 – Модель движения единичных тел в рабочем пространстве экспериментальной установки

Модель движения единичных тел в рабочем пространстве экспериментальной установки представлена на рисунке 6.2. Анализ модели позволил получить выражение для критической скорости $v_{кр}$ столкновения частицы с отражательным ребром, при которой произойдет разрушение тела с оболочкой:

$$v_{кр} = 2\sigma_p \sqrt{\frac{\pi(R^3 - r^3)}{3mE}}, \quad (6.1)$$

где: σ_p – предел прочности материала оболочки тела при разрушении, Па;
 E – модуль упругости материала оболочки, Па;
 m – масса тела, кг;
 R, r – внешний и внутренний диаметр оболочки, м.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

6.1. КОНСТРУКТИВНЫЕ И ПРОЧНОСТНЫЕ РАСЧЕТЫ

В пищевой промышленности для проведения процесса разрушения применяются машины, рабочим органом которого является быстро вращающийся диск, располагаемый горизонтально. Диск закреплен на валу и вращается внутри цилиндрического корпуса.

6.2 РАСЧЕТ ВАЛА НА ПРОЧНОСТЬ

Критическая частота вращения вала $\omega_{кр}$, т. е. скорость, при которой происходит разрушение вала, c^{-1} , [9]

$$\omega_{кр} = \frac{1}{1-c} \sqrt{\frac{K}{m_{\sigma}}} \quad (6.2)$$

где K - сила, вызывающая прогиб вала на 1 м, Н/м, для дезинтегратора с жестко зацепленным (без амортизатора) верхним радиальным подшипником;

$$K = \frac{3EI}{c^2(c+l)} \quad (6.3)$$

где E - модуль упругости материала вал к Н/м² ($E = 2 \cdot 10^{11}$ Н/м² для сталей);
 I - момент инерции сечения вертикального вала, м;
 c - сила, вызывающая единичный прогиб вала. Для стали $c = 48EJ/l^3$;
 l - расстояние между двумя опорами, м $l = 215$ м;

$$c = 48 \cdot \frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 0,00166 \cdot 10^{-5}}{0,215} = 741209,3;$$

$$I = 0,05 d_{\sigma}^4 \quad (6.4)$$

здесь d_{σ} - диаметр вала, м, $d_{\sigma} = 0,024$ м;

$$I = 0,05 \cdot 0,024^4 = 0,00166 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4;$$

$$K = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,00166 \cdot 10^{-5}}{741209,3^2 (741209,3 + 0,215)} = 2,4$$

$$\omega_{кр} = \frac{1}{1 - 741209,3} \sqrt{\frac{2,4}{3}} = 1,19$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	

6.3 МОЩНОСТЬ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ДЕЗИНТЕГРАТОРА

Мощность электродвигателя дезинтегратора N , работающего в установленном режиме, кВт,

$$N = 1,2 \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta_{np}} \quad (6.5)$$

$$N = 1,2 \frac{0,77 + 0,007 + 0,0033}{0,93} = 0,706, \text{ кВт}$$

где η_{np} - КПД привода ($\eta_{np} = 0,92 \dots 0,95$);

N_1 - мощность, затрачиваемая для сообщения выбрасываемого из разгонного диска семени энергии, кВт,

$$N_1 = \frac{\Pi \cdot p}{\eta_{н.д.} \cdot 1000} \quad (6.6)$$

где p - давление семени на выходе, Па; $p = (2,0 \dots 2,5) \cdot 10^5$ Па; Π - количество зерна, кг;

$\eta_{н.д.}$ - КПД разгрузочного диска ($\eta_{н.д.} \sim 0,3$);

$$N_1 = \frac{100 \cdot 2,3}{0,3 \cdot 1000} = 0,77$$

N_2 - мощность, необходимая для преодоления сил трения барабана о воздух, кВт,

$$N_2 = 1,8 \cdot 10^{-6} \rho_a \cdot F \cdot v_d^3 \quad (6.7)$$

здесь ρ_a - плотность воздуха, кг/м³ ($\rho_a = 1,23$ кг/м³);

F - общая площадь поверхности трения диска, м².

$$F \approx \pi(R_6^2 - R_m^2) = 3,14(0,130^2 - 0,033^2) = 0,049, \text{ м}^2 \quad (6.8)$$

где R_6 - радиус диска, $R_6 = 0,130$, м;

R_m - радиус центра малой окружности диска, $R_m = 0,033$, м;

v_d - окружная скорость диска, м/с,

$$v_d = \pi \cdot n \cdot R_6 / 30, \quad (6.9)$$

$$v_d = 3,14 \cdot 3000 \cdot 0,130 / 30 = 40,82 \text{ м/с}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	БKM 08.00.000 ПЗ

$$N_2 = 1,8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,23 \cdot 0,049 \cdot 40,82^3 = 0,007$$

где N_3 - мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения в подшипниках, кВт,

$$N_3 = 10^{-3} \cdot \mu \cdot G \cdot g \cdot v_{\epsilon} \quad (6.10)$$

где μ - коэффициент трения ($\mu=0,03$ для шарикоподшипников);
 v_{ϵ} - линейная скорость вращения вала, м/с,

$$v_{\epsilon} = \pi n d_{\epsilon} / 60, \quad (6.11)$$

где d_{ϵ} - диаметр вала, м.

$$v_{\epsilon} = 3,14 \cdot 3000 \cdot 0,024 / 60 = 3,77$$

$$N_3 = 10^{-3} \cdot 0,03 \cdot 3 \cdot 9,81 \cdot 3,77 = 0,0033$$

Выбираем двигатель с запасом мощности, двигатель: тип 2ПБ-112
 $N=0,75$ кВт, $n=0-4000$ об/мин

6.4 РАСЧЕТ ПОДШИПНИКОВ

Вал устанавливается вертикально и закрепляется в двух подшипниках качения, один для восприятия радиальных нагрузок, второй для восприятия осевых нагрузок.

Радиальная нагрузка рассчитывается по формуле:

$$F_r = F_{\text{ц}} + F_{\text{н}} \quad (6.12)$$

где: $F_{\text{ц}}$ - центробежная сила, Н;
 $F_{\text{н}}$ - номинальное усилие, Н, $F_{\text{н}}=1$.

$$F_{\text{ц}} = m_{\text{н}} \cdot e \cdot \omega^2 \quad (6.13)$$

где: $m_{\text{н}}$ - масса неуравновешенных частей, кг, $m_{\text{н}}=0,1$;
 e - эксцентриситет, 0,001, м;
 ω - угловая скорость диска, об/мин, $\omega=3000$.

$$F_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 0,001 \cdot 3000^2 = 900,$$

$$F_r = 900 + 1 = 901.$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	БKM 08.00.000 ПЗ

Статическая эквивалентная радиальная нагрузка для шариковых радиальных ($\alpha \neq 0^\circ$) подшипников равна большему из двух значений, рассчитанных по формулам:

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a; \quad (6.14)$$

где F_r и F_a - соответственно радиальная и осевая нагрузка на подшипник, $F_r=901$, $F_a=29,43$ Н; X_0 и Y_0 -соответственно коэффициент статической радиальной и статической осевой нагрузки $X_0=0,6$, $Y_0=0,5$.

$$P_{or}=0,6 \cdot 901+0,5 \cdot 29,43=555,3$$

Статическую эквивалентную осевую нагрузку для шариковых и роликовых упорно-радиальных подшипников ($\alpha \neq 90^\circ$) рассчитывают по формуле:

$$P_{oa} = 2,3 F_r \operatorname{tg} \alpha + F_a, \quad (6.15)$$

$$P_{oa}=901 \cdot 2,4 \cdot 0,5+29,43=1110,63$$

По таблице [7, с.224] выбираем подшипник марки 103 ГОСТ 3722-89, 104 ГОСТ 520-89

ВЫВОД: В процессе кинематического расчета определены все основные параметры передаточных и исполнительных механизмов: общее передаточное отношение от вала электродвигателя до вала ведущего звена исполнительного механизма. Определили мощность электродвигателя.

В процессе выполнения прочностного расчета проведены расчеты вала на прочность, жесткость.

При расчете получили, что условия прочности, жесткости выполняются.

Произведен расчет на нагрузку и подбор подшипников.

Таким образом, разработанная конструкция дезинтегратора для выделения зародыша является оптимальной, и проведенные расчеты обеспечивают надежность работы аппарата.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

40

7. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕРНА И ЗАРОДЫША

В седьмом разделе приводятся результаты экспериментальных исследований свойств зерна под действием приложенной к нему нагрузки. Цель исследования является изучение деформационных характеристик зерна при воздействии различных внешних факторов.

7.1 ПРИБОРЫ И МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1.1 АНАЛИЗАТОР ВЛАЖНОСТИ МХ-50: ОПИСАНИЕ, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ

Влагомеры весовые MF-50, ML-50, MS-70, МХ-50 (рисунок 7.1) предназначены для измерения влажности (массовой доли влаги) твердых, монолитных, сыпучих, пастообразных материалов, водных суспензий и неводных жидкостей.

Влагомеры могут применяться в сельском хозяйстве, на предприятиях и научно-производственных лабораториях предприятий различных областей промышленности.

В анализаторе влажности, так же, как и в аналитических весах, использован супер гибридный сенсор (S.H.S.). Следовательно, точность измерений, а также повторяемость результатов очень высоки.

Анализатор, использующий S.H.S., имеет высокий уровень чувствительности.

Поэтому необходимо всего несколько граммов образца. При этом время измерений сокращается.

В качестве источника тепла используется галогеновая лампа мощностью 400Вт, и температура образца через 2 минуты может достигать 200°C.

Имеется пять режимов анализа:

Стандартный: Позволяет измерить уровень содержания влаги после установки температуры сушки и точности измерений.

Ускоренный: Образец нагревается до 200°C примерно за 3 минуты, тем самым уменьшается время анализа. Уровень влагосодержания может быть получен путем установки температуры сушки и точности измерений.

Автоматический: Если изменение уровня содержания влаги в минуту меньше заранее заданного значения, измерения автоматически прекращаются, и считывается результат.

По таймеру: Образец сушится в течение заранее установленного времени, после чего считывается результат.

Ручной: Этот режим позволяет прекратить измерения с помощью клавиатуры, после чего оценивается полученный результат.

В режимах анализа (кроме ускоренного режима работы) могут использоваться следующие модели нагрева.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Изн. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	Лист	41

Стандартная сушка: Поддерживает постоянную температуру сушки.

Линейная сушка: Постепенно увеличивает температуру сушки.

Пошаговая сушка: Температура сушки изменяется пошагово.

Ускоренная сушка: Нагрев до 200°C в течение нескольких минут, затем сушка при постоянной температуре.

Анализатор может запоминать и вызывать из памяти индивидуальные установки для каждого образца. Для этого используется номер программы (PROG No).

Функция памяти позволяет запоминать результаты и выводить их за один раз.

Анализатор оснащен серийным интерфейсом, который используется для подключения к принтеру или компьютеру.

Анализатор может калибровать весовой сенсор (используется специальная гиря) и температуру сушки (используется калибратор температуры для MS-70 и MX-50). После завершения калибровки анализатор может выводить данные, необходимые для отчетов в форматах GLP, GMP и ISO.

Анализатор имеет функцию самотестирования, позволяющую выявлять функциональные ошибки.

Анализатор выводит на дисплей текущее значение изменения уровня содержания влаги в минуту [%/мин] в реальном времени. Это значение может быть использовано в качестве контрольного при выборе режима анализа.

Чашка для образцов, входящая в стандартный комплект, может использоваться многократно.

Контрольный образец является стандартным аксессуаром, который используется для проверки точности измерений.

Анализатор оснащен встроенной справочной карточкой.

Принцип работы:

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.

Име. № подл.	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

42

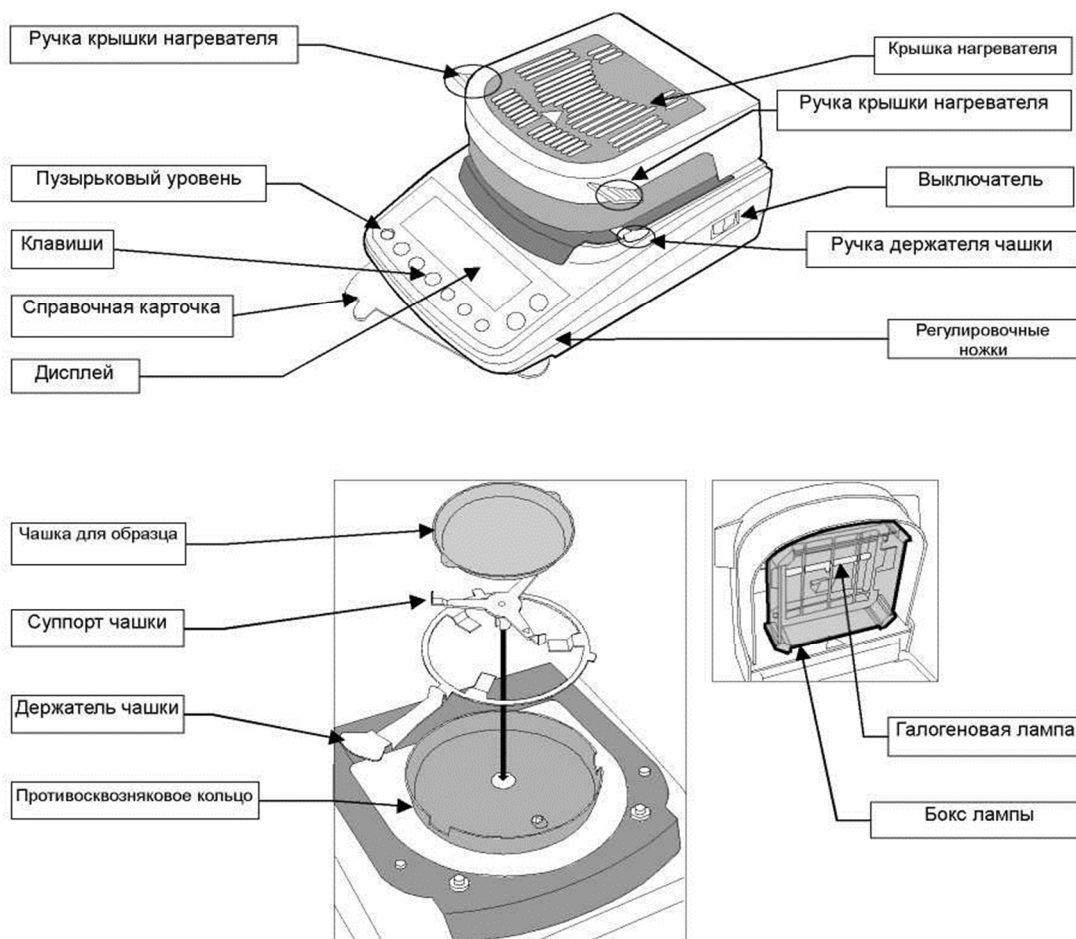


Рисунок 7.1 – Анализатор влажности МХ–50

Работа анализатора:

Нажимаем клавишу RESET для обнуления дисплея перед началом каждого измерения.

Перед началом измерений убедились, что значение веса пробы на дисплее стабильно. Для начала измерения нажимаем клавишу START .

Для завершения измерения выбираем нужный режим анализа. В качестве контрольного значения используем величину изменения содержания влаги в минуту [%/мин], выведенную на дисплей.

Перед началом измерений анализатор необходимо прогреть. При повторных или непрерывных измерениях образцов первый результат всегда отличается от последующих.

Процедура прогрева следующая: помещаем в прибор пустую чашку для образца. Нажимаем клавишу START для начала прогрева. Температура анализатора уравнивается.

Помещаем пробу на чашку для образца, охлажденную до комнатной температуры. Если поместить пробу на горячую чашку, влага начнет рассеиваться до начала измерений. В этом случае точные измерения невозможны. Рекомендуется использовать несколько чашек для образцов.

Инв. № подл.	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Инв. № дубл.	
	Подп. и дата
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

Стандартным аксессуаром МХ-50 является программа "WinСТ-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 WindowsXP.

7.1.2 СТРУКТУРОМЕТР СТ-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 7.2. Принцип работы устройства основан на измерении силы взаимодействия неподвижного инструмента методом тензометрии и исследуемого образца материала, который перемещается столиком по заданному закону.

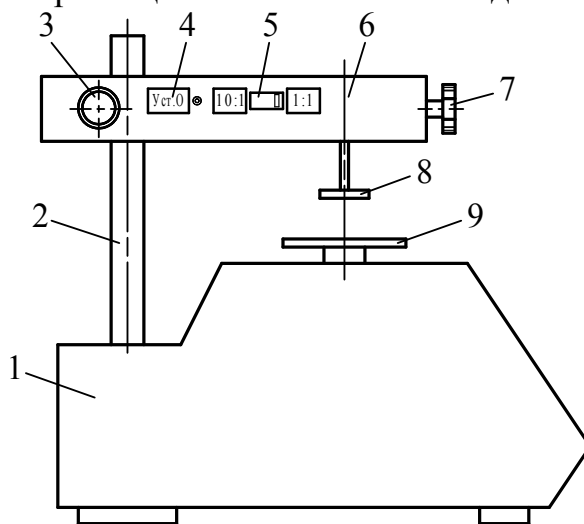


Рисунок 7.2 – Схема прибора "Структурометр"

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.

Име. № подл.	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	БKM 08.00.000 ПЗ					Лист
										44
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат						

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

Прибор настраивали на режим "Определение упругих и пластических деформаций". Выбранный режим по заданному закону и рабочим параметрам

Инв. № подл	Подп. и дата				Лист 45
	Взам. инв. №				
Инв. № дубл.	Подп. и дата				Лист 45
	Инв. № инв.				
<div style="text-align: right; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">БКМ 08.00.000 ПЗ</div>					Лист 45
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	

полностью отвечает экспериментальному определению прочностных свойств сырья. После выбора режима задавали следующие параметры: значение начального усилия касания $F_0 = 0,5 \text{ Н}$, 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 $F = 60 \text{ Н}$. 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 v 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 $H1$ запоминается, и столик движется вниз с заданной скоростью. При достижении значения F_0 раздаётся короткий звуковой сигнал и фиксируется значение перемещения $H2$. Столик движется с максимальной скоростью вниз, в исходное положение, и останавливается. На индикатор выводятся значения $H1$ и $H2$.

В процессе сжатия исследуемых образцов в устройстве при каждом шаге измерений регистрировались следующие экспериментальные данные: N – число измерений (количество перемещений столика); F – усилие нагружения, H ; t – время, c ; 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.

Инд. № подл.	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Инд. № дубл.	Подп. и дата
	Инд. № дубл.
Инд. № подл.	Подп. и дата
	Инд. № дубл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	БКМ 08.00.000 ПЗ	Лист
						46

Для дальнейшего изучения из таблицы усилий выбираем значения, соответствующие диапазону интересующих нас частот 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 $\sigma - \varepsilon$ путём деления ординат F на первоначальную площадь сечения образца S и абсцисс, подставляя вместо частоты измерений N величину деформации Δl ($\Delta l = H -$ значения расстояний перемещения столика) на начальный размер l (что равносильно изменению масштабов по обеим осям). Пересчитанные таким образом зависимости трансформируются в функции напряжений σ от относительной деформации ε .

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 σ_{np} зависимостей напряжений от относительных деформаций ε образцов при различных скоростях V .

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

$$\sigma_{np} = F/S, \quad (7.1)$$

где σ_{np} – предельное напряжение сжатия, Па; F – усилия нагружения при сжатии, Н; S – площадь поперечного сечения оболочки образца, м².

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:

$$\varepsilon = \Delta l/l, \quad (7.2)$$

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

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № инв.	Подп. и дата
Ине. № инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

47

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

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

$$\sigma = E\varepsilon, \quad (7.3)$$

где E – модуль упругости первого рода, Па.

При этом модуль упругости равен:

$$E = \sigma/\varepsilon = tg\alpha$$

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

Модуль упругости E вычисляем для каждого образца по результатам исследований на сжатие при различных скоростях. За результат принимаем среднее арифметическое модуля упругости испытываемых 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 σ_{np} для образцов до разрушения оболочек от скорости нагружения v

$$\sigma_{np} = f(v) \quad (7.4)$$

Проводим обработку результатов экспериментов и анализ полученных результатов.

7.1.3 ВЕСЫ ЛАБОРАТОРНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СЕРИИ ВК-300

Весы лабораторные электронные серии ВК (рисунок 7.3) предназначены для статических измерений массы грузов в научно-исследовательских организациях и лабораториях, на ювелирных предприятиях, в ювелирных магазинах и ломбардах.

Ине. № подл	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----



Рисунок 7.3 – Весы лабораторные электронные серии ВК-300

Класс точности лабораторных весов - высокий (II) по ГОСТ 24104-01. В Госреестр средств измерений России весы лабораторные внесены под № 30956-06.

Сертификат утверждения типа средств измерений RU. С.28.001А № 22968.

Функциональные особенности весов:

Весы могут работать от сети или автономно. Контрастный жидкокристаллический легко читаемый дисплей с подсветкой. Платформа весов изготовлена из нержавеющей стали. Ветрозащитный колпак для весов с нагрузкой до 600г. Устройство установки по уровню - ампула уровня и регулируемые по высоте ножки. Функция тарирования (обнуление массы тары во всём диапазоне взвешивания). Счетный режим (подсчет количества изделий, имеющих одинаковую массу). Процентное взвешивание (осуществление измерений в процентном соотношении компонентов). Интерфейс RS-232C.

Источник питания: сеть 220В/50Гц через сетевой адаптер или встроенный аккумулятор.

Рабочий диапазон температур: от +10°C до +40°C.

Масса весов: 2 кг. Габаритные размеры весов: 180 x 220 x 85.

7.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ, ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ

7.2.1 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ЗЕРНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПРИЛОЖЕННОЙ СИЛЫ

Целью данных исследований являлось определение рациональных параметров под действием которых зародыш отделялся более эффективно,

Име. № подл.	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	БKM 08.00.000 ПЗ					Лист
										49
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат						

изменяемые параметры: прикладываемая нагрузка при различной влажности. Для проведения данных исследований были проведены эксперименты. В ходе которых варьировался следующий параметр: влажность W в диапазоне (8,1 – 18%). В качестве исследуемого образца было взято зерно пшеницы. Для проведения экспериментов зерна сушили на ситах, через определенный промежуток времени производилось взвешивание зерен на весах ВК-300, до момента пока масса перестала меняться. Так достигли равновесной влажности зерна, после чего зерна разделили на три группы, в первой влажность осталась без изменения, во второй зерна были увлажнены, с помощью добавления воды в соотношении 15% от массы зерен, в третьей группе до 18%.

Далее по методике описанной выше было проведено ряд экспериментов на установке "Структурометр СТ-1".

Полученные данные приведены в приложении 2.

Первый эксперимент был проведен на зернах с равновесной влажностью 8,1%, графики представлены на рисунках (7,4а-7,4г).

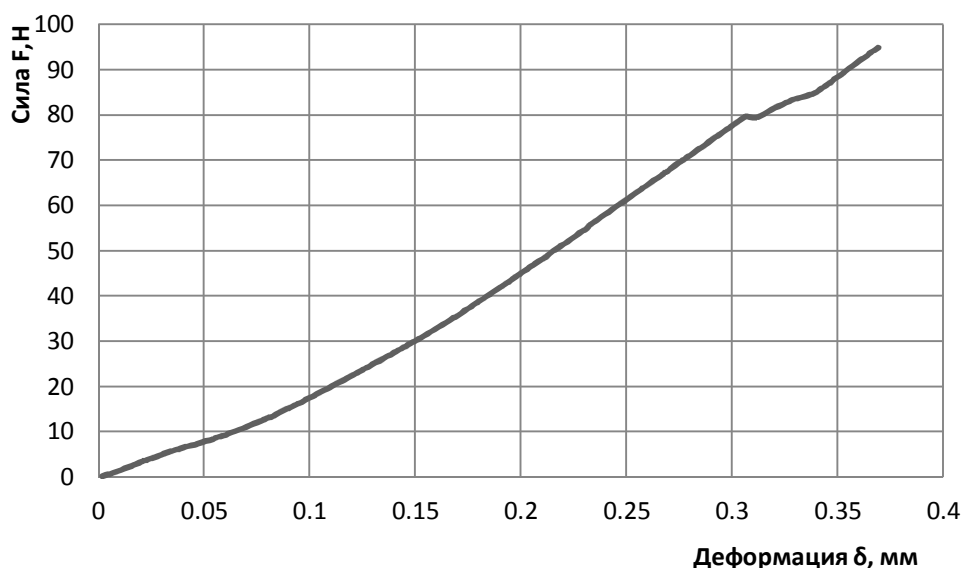


Рисунок 7.4а – График зависимости силы от деформации при раздавливании зерна пшеницы (первый образец)

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

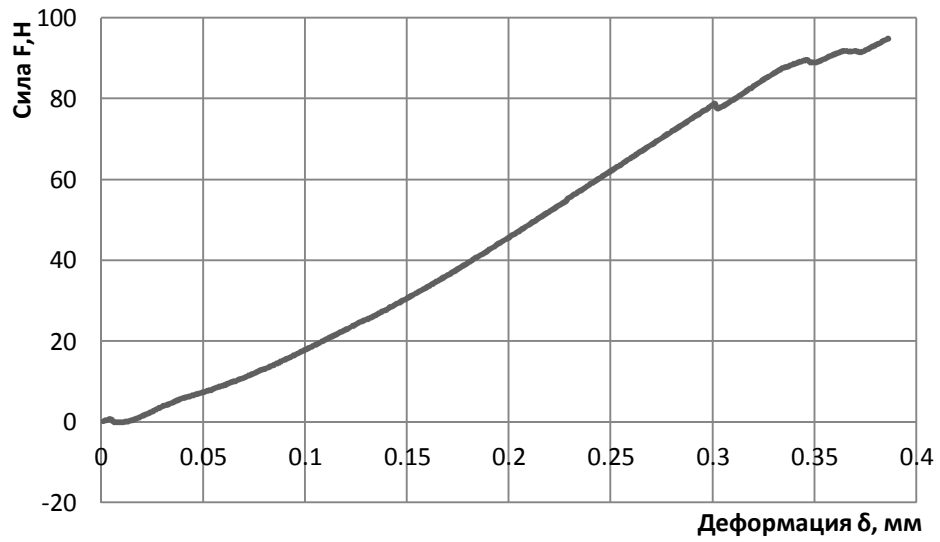


Рисунок 7.4б – График зависимости силы от деформации при раздавливании зерна пшеницы (второй образец)

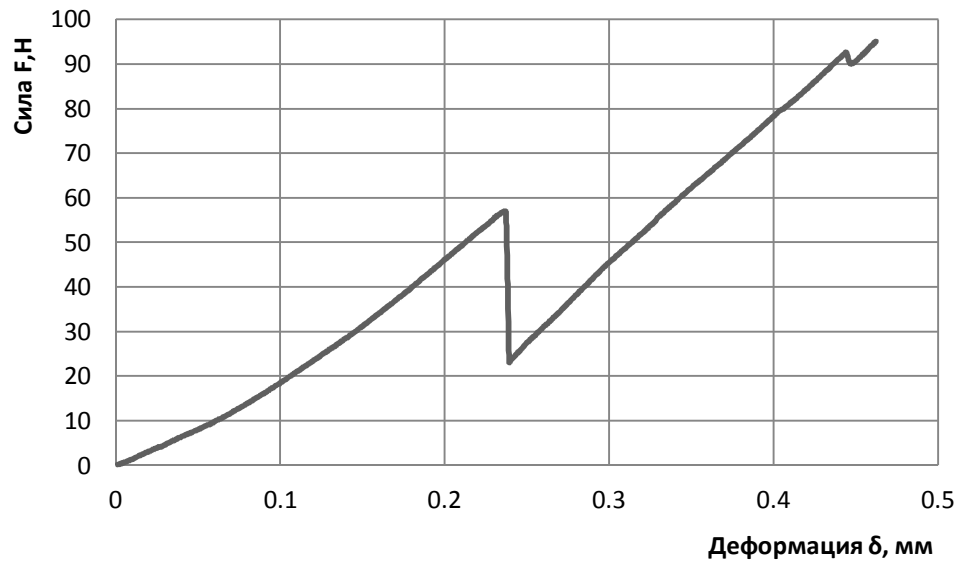


Рисунок 7.4в – График зависимости силы от деформации при раздавливании зерна пшеницы (третий образец)

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Ине. № подл.	Ине. № дубл.
Ли	Изм.
№ докум.	Подп.
Дат	

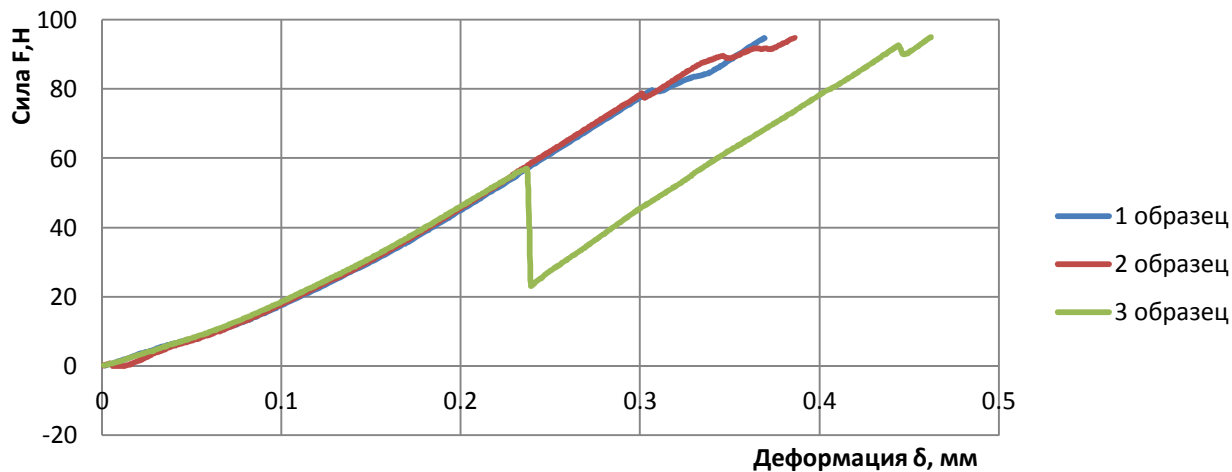


Рисунок 7.4г – Графики зависимости силы от деформации при раздавливании зерна пшеницы

Второй эксперимент был проведен на зернах с влажностью 15%, графики представлены на рисунках (7,5а-7,5г).

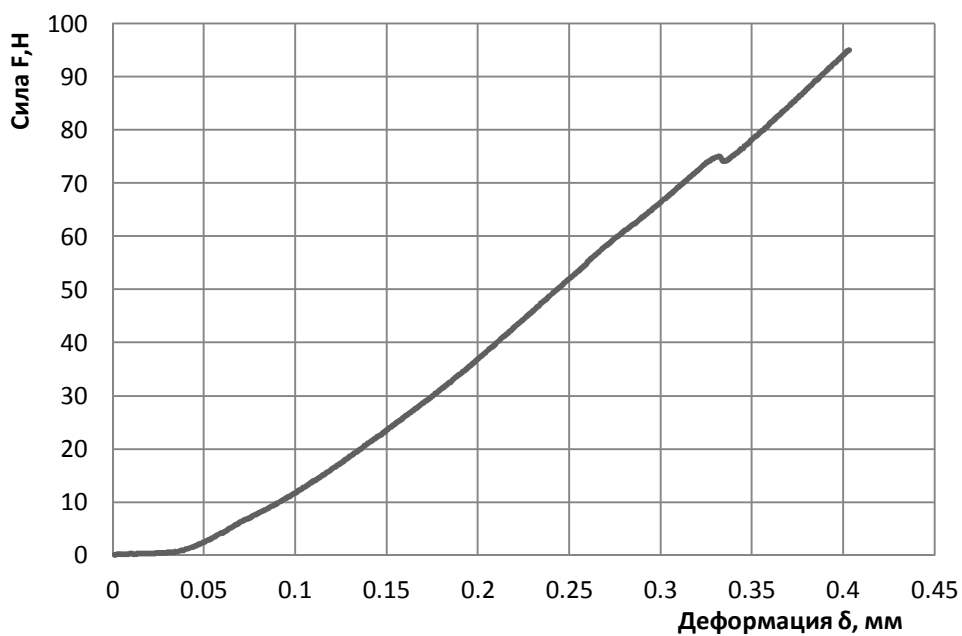


Рисунок 7.5а – График зависимости силы от деформации при раздавливании зерна пшеницы (первый образец)

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

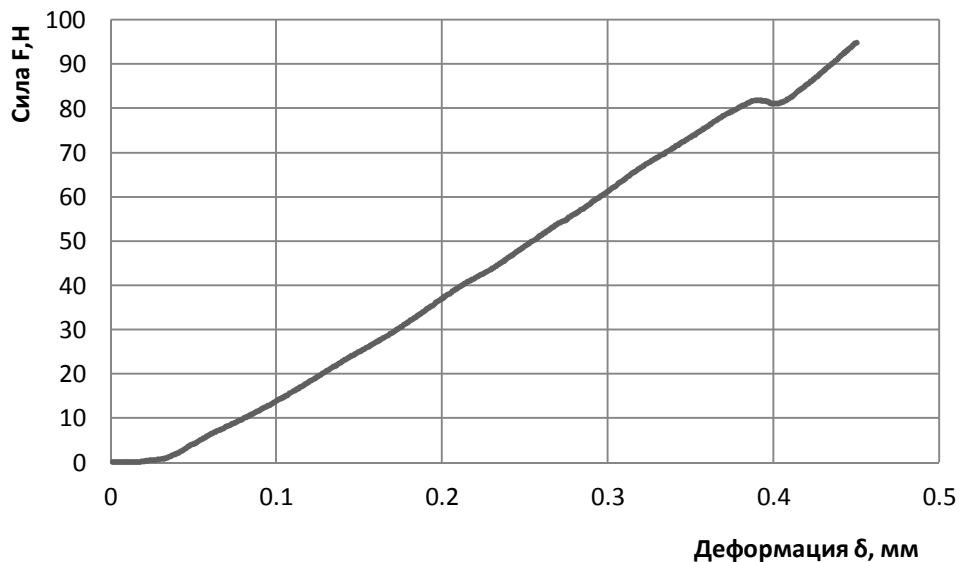


Рисунок 7.5б – График зависимости силы от деформации при раздавливании зерна пшеницы (второй образец)

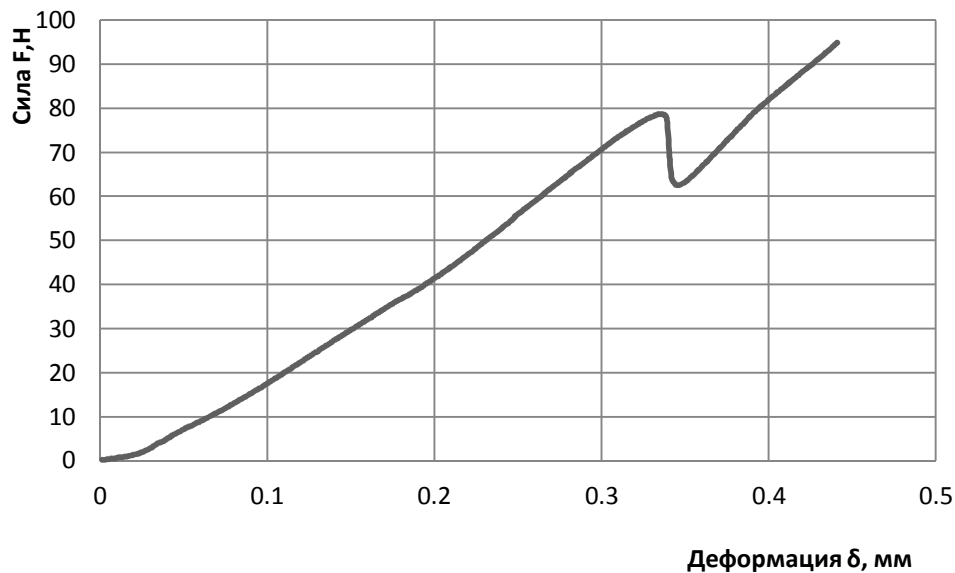


Рисунок 7.5в – График зависимости силы от деформации при раздавливании зерна пшеницы (третий образец)

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № дубл.			
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.
			Дат

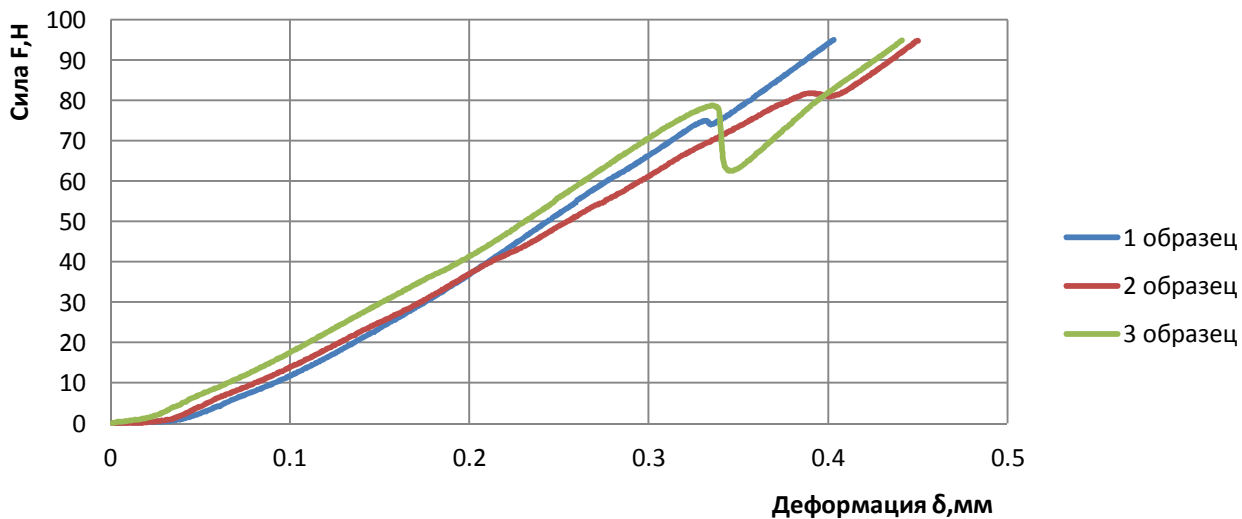


Рисунок 7.5г – Графики зависимости силы от деформации при раздавливании зерна пшеницы

Третий эксперимент был проведен на зернах с влажностью 18%, графики представлены на рисунках (7,6а-7,6г).

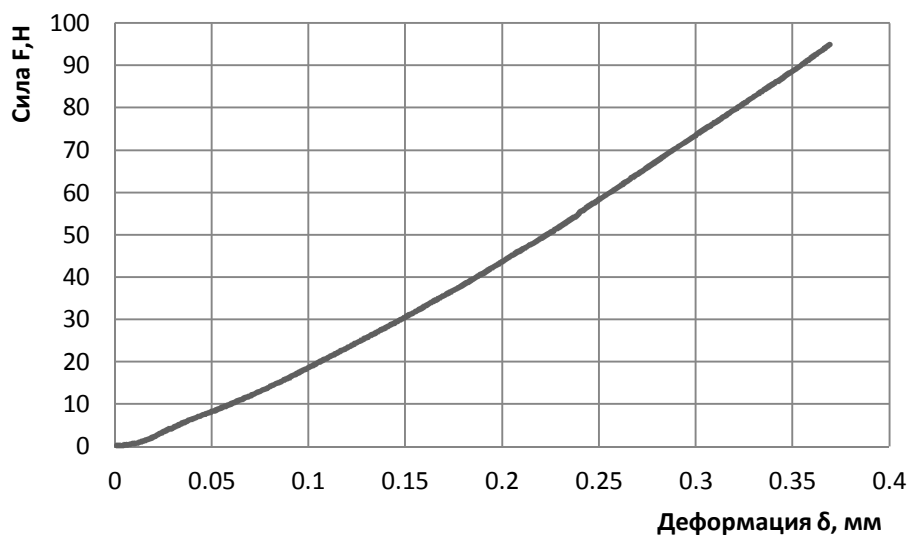


Рисунок 7.6а – Графики зависимости силы от деформации при раздавливании зерна пшеницы (первый образец)

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ли	Изм.
№ докум.	Подп.
Дат	

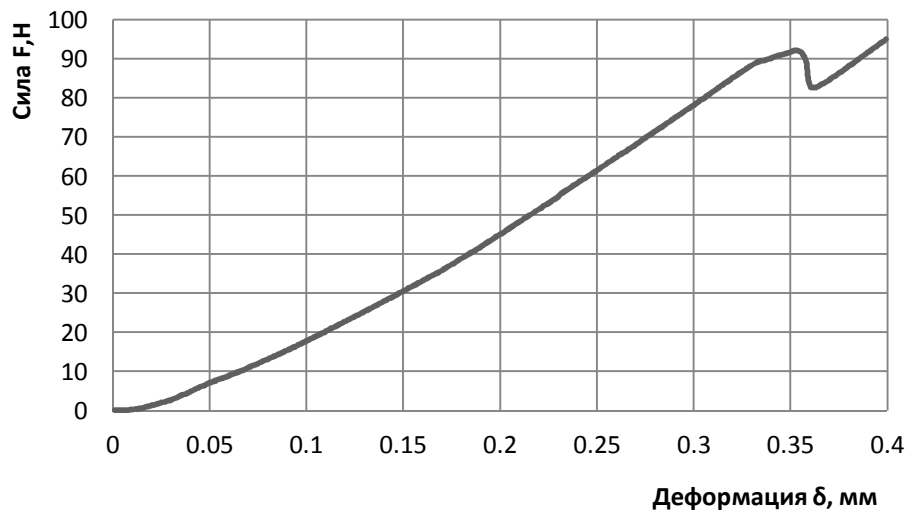


Рисунок 7.6б – Графики зависимости силы от деформации при раздавливании зерна пшеницы (второй образец)

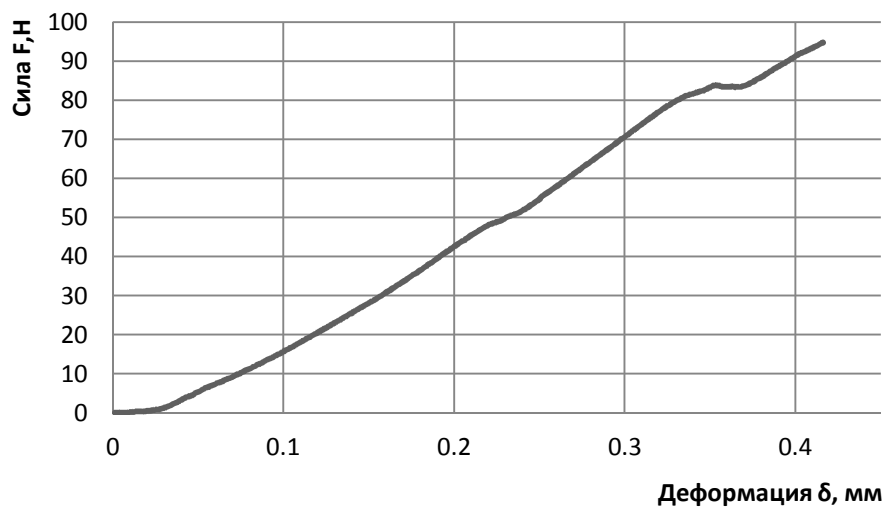


Рисунок 7.6в – Графики зависимости силы от деформации при раздавливании зерна пшеницы (третий образец)

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ли	Изм.
№ докум.	Подп.
Дат	

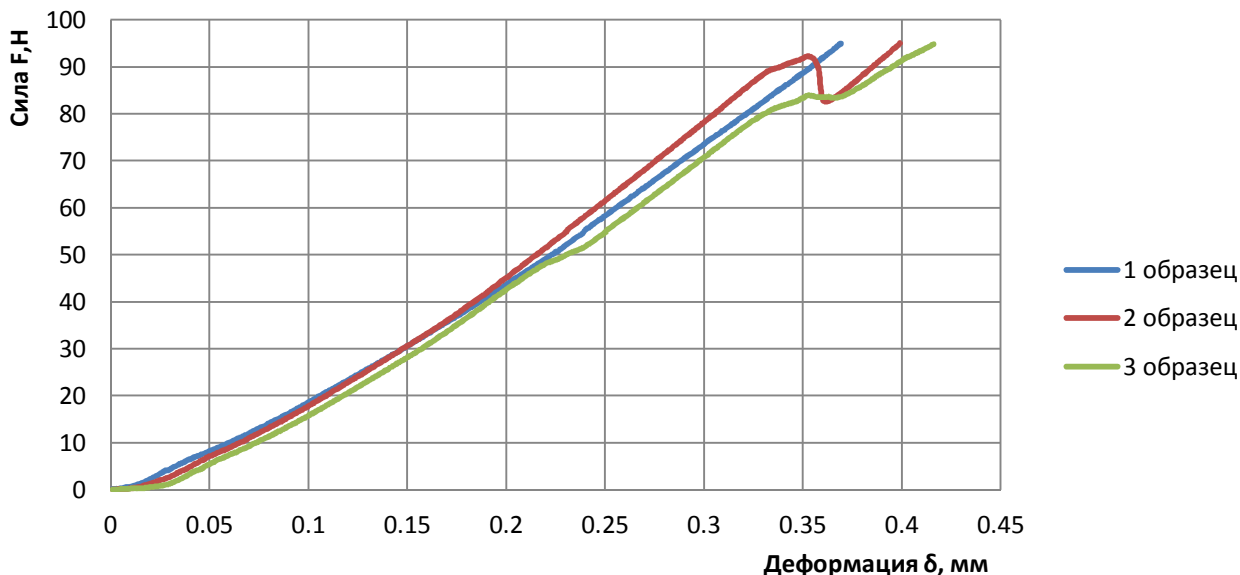


Рисунок 7.6г – Графики зависимости силы от деформации при раздавливании зерна пшеницы

Далее строим графики (рисунок 7.7) зависимости напряжения(σ) от относительной деформации(ξ), $\sigma = \frac{F}{\delta}$, Па, $\xi = \frac{\delta_i}{l}$,

l – ширина зерна.

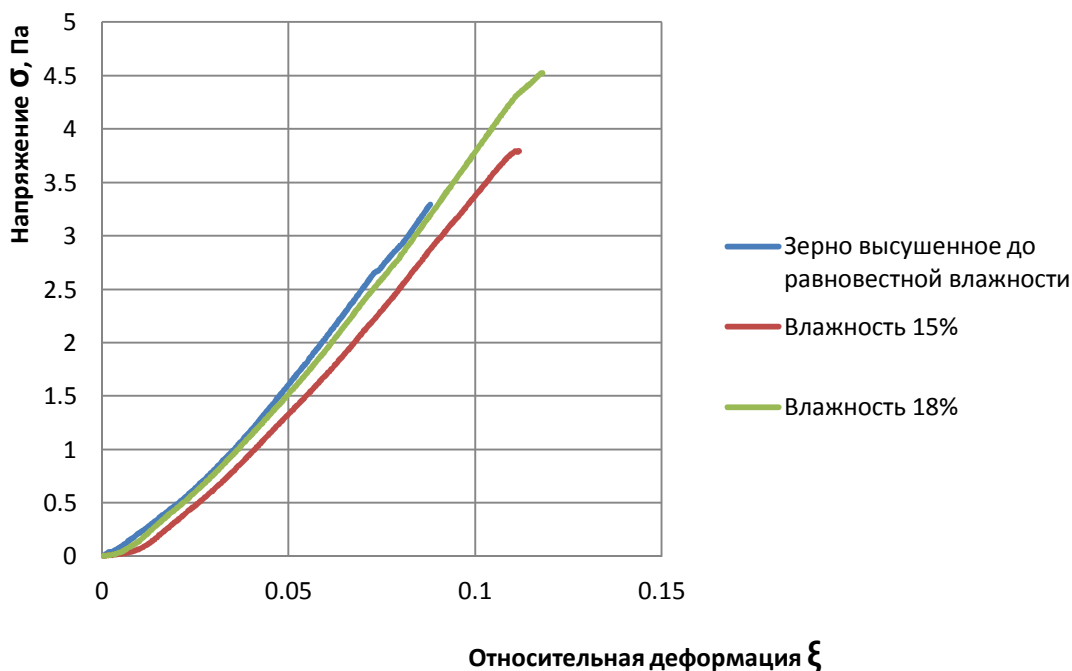


Рисунок 7.7 – Графики зависимости напряжения от относительной деформации зерна пшеницы

Строим график (рисунок 7.8) зависимости модуля упругости E от влажности W , $E = f(W)$, $E = \frac{\sigma}{\xi}$.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

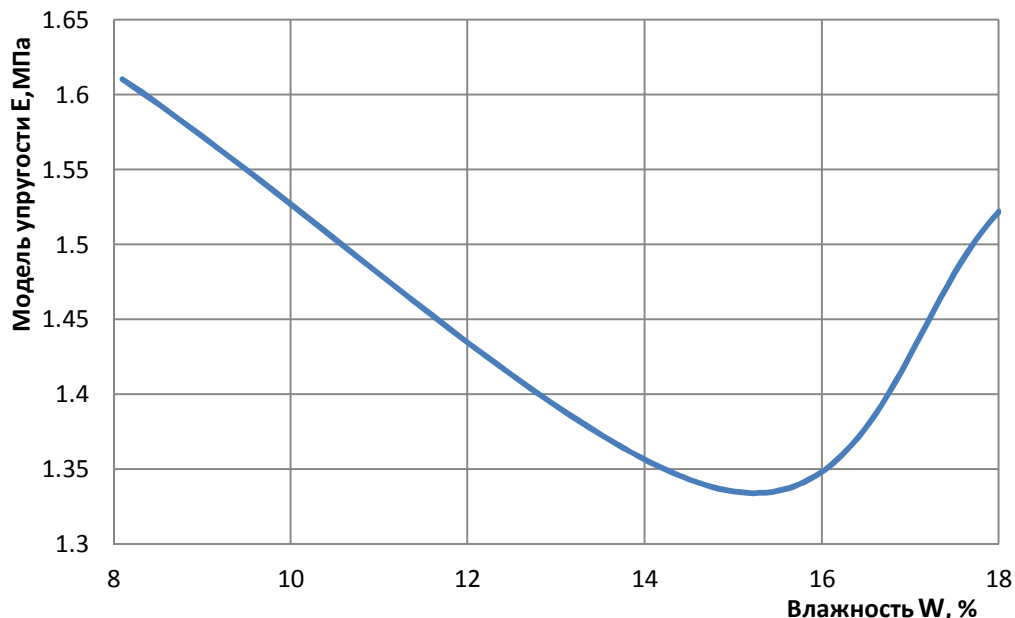


Рисунок 7.8 – Графики зависимости модуля упругости от влажности зерна пшеницы

7.2.2 СУШКА ЗАРОДЫШЕЙ И ПОСТОРЕНИЕ ГРАФИКОВ СУШКИ

Для проведения экспериментов были высушены зародыши пшеницы по методике указанной выше. С помощью прибора МХ-50 на протяжении определенного времени производилась сушка с замером влажности через определенный интервал времени. По полученным данным (приложение 1) были построены графики (рисунок 7,9а – 7.9е).

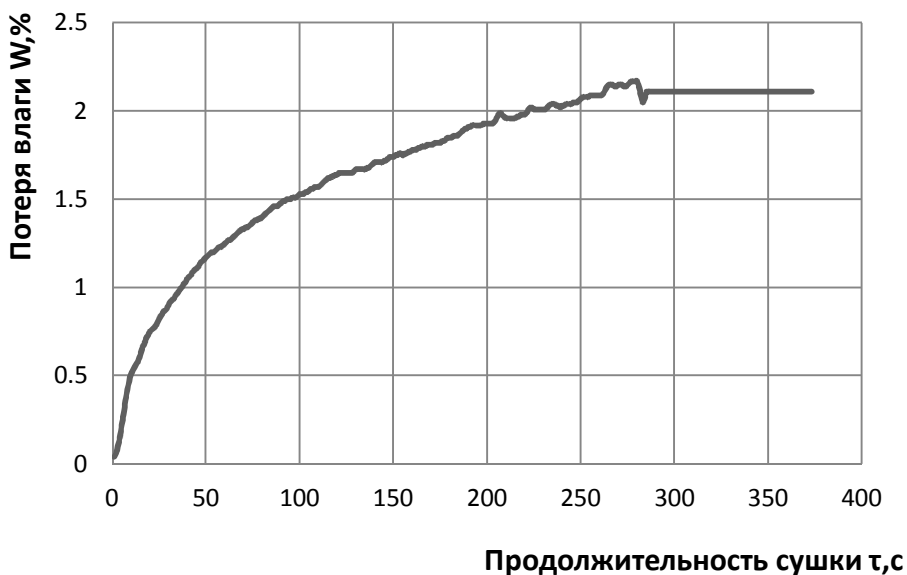


Рисунок 7.9а – Диаграмма сушки, 60⁰С, 2 мин.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

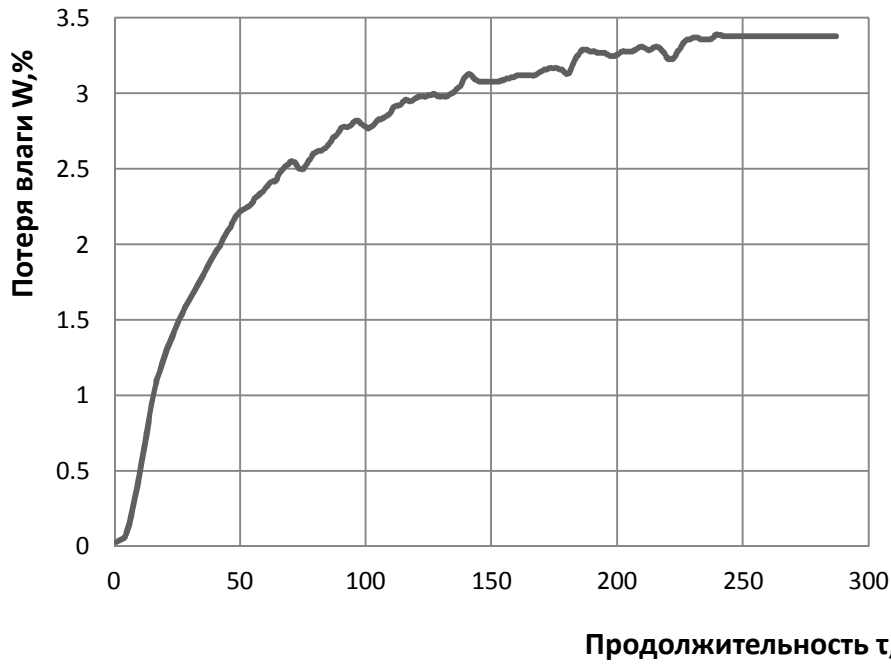


Рисунок 7.9б – Диаграмма сушки, 80⁰С, 4 мин.

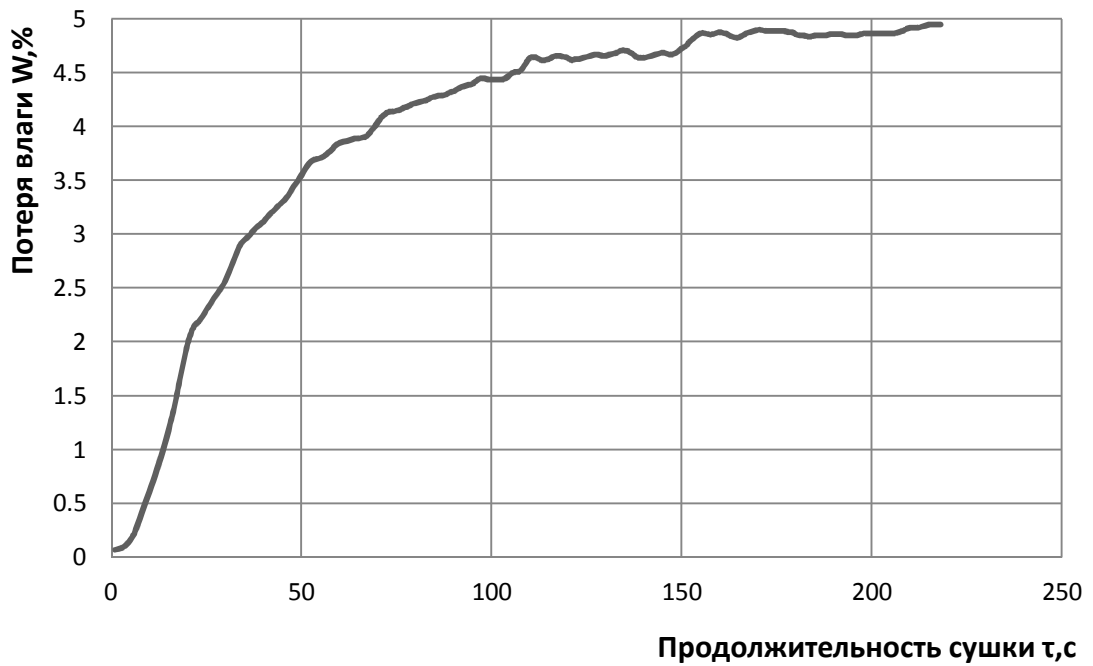


Рисунок 7.9в – Диаграмма сушки, 120⁰С, 3,5 мин.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № дубл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

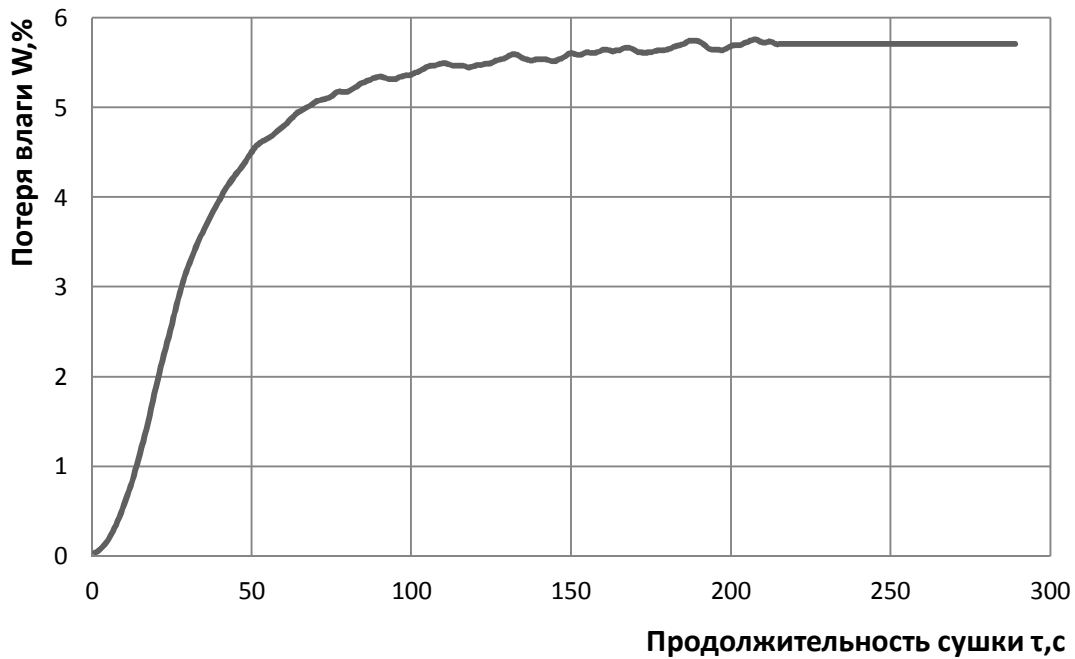


Рисунок 7.9г – Диаграмма сушки, 160⁰С, 3,5 мин.

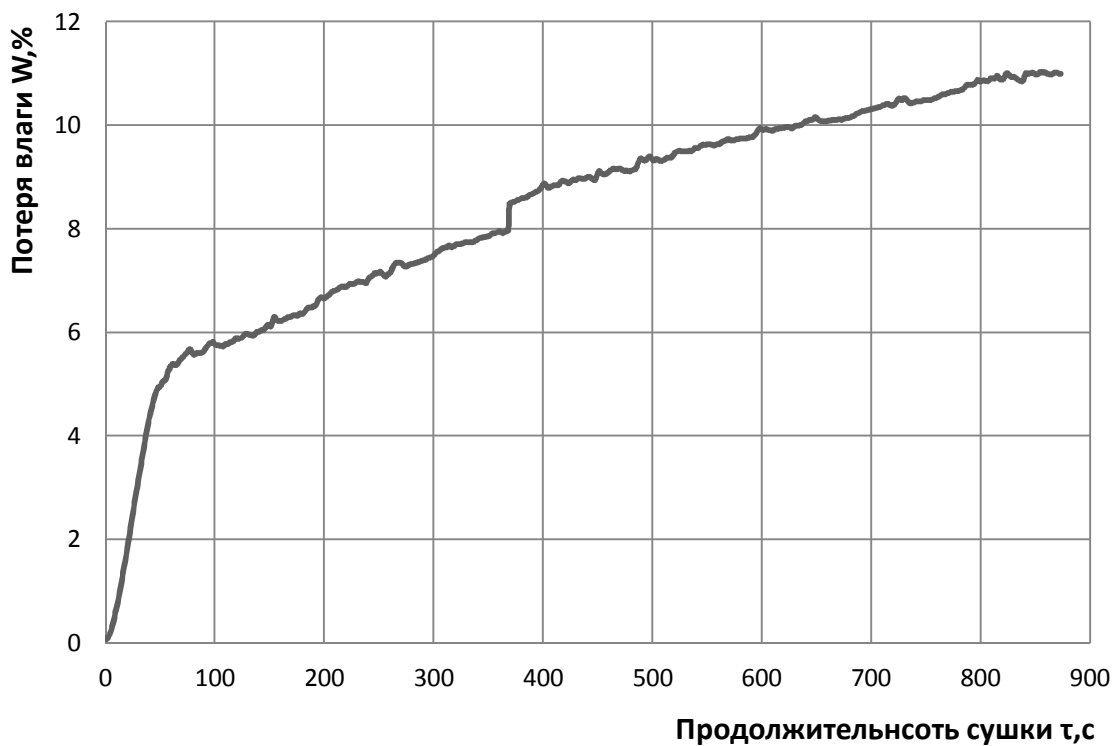


Рисунок 7.9д – Диаграмма сушки, 180⁰С, 15,9 мин.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № инв.	Подп. и дата
Ине. № инв.	Взам. инв. №

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

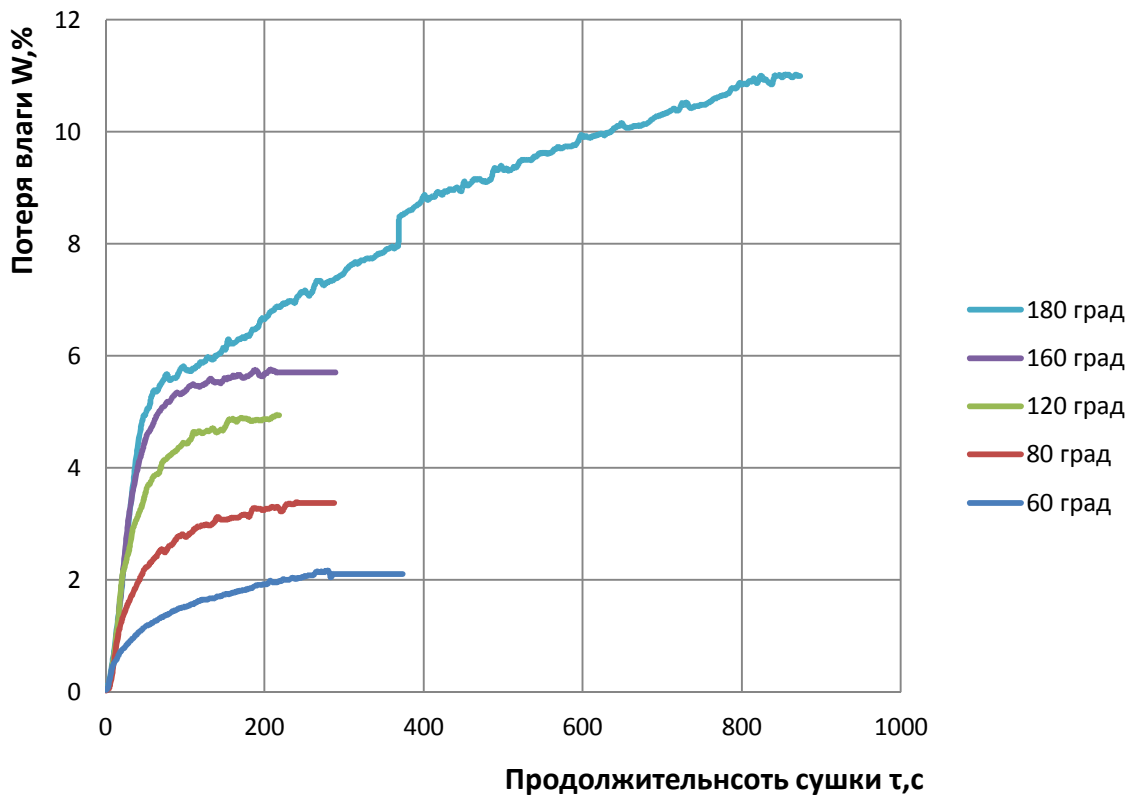


Рисунок 7.9е – Диаграмма сушки при различных температурах

Графики зависимостей $W=f(t)$ и $dW/dt=f(w)$ изображены на рисунках (7.10а-7.10е), (7.11а-7.11е).

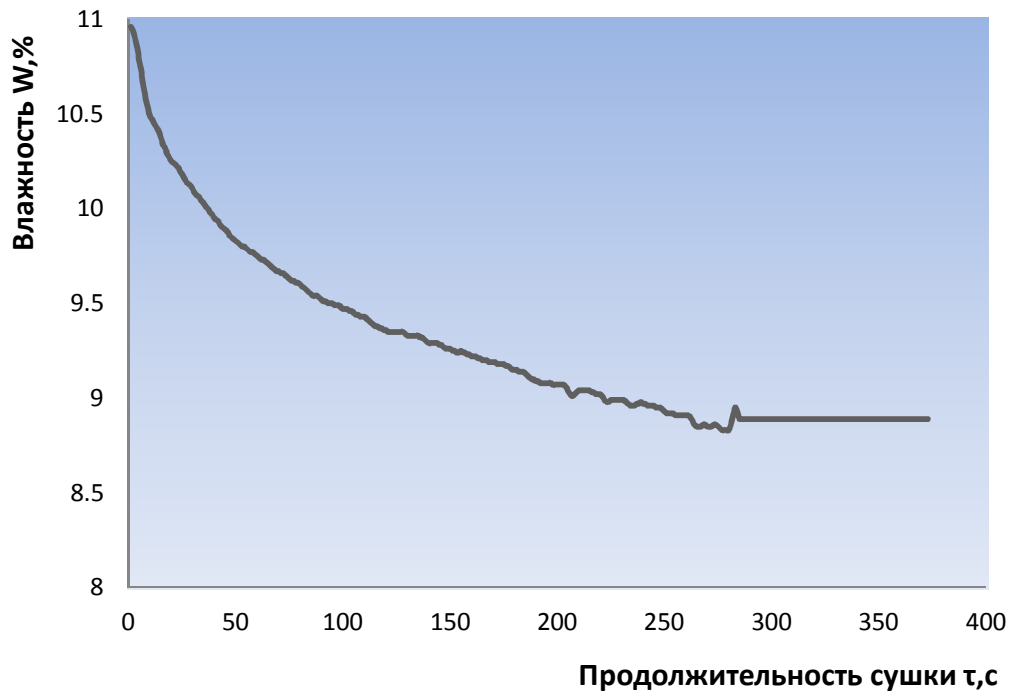


Рисунок 7.10а – Потеря влаги во времени, 60⁰С, 2 мин.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № инв.	Подп. и дата
Ине. № инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----



Рисунок 7.10б – Потеря влаги во времени, 80⁰С, 4 мин.



Рисунок 7.10в – Потеря влаги во времени, 120⁰С, 3,5 мин.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

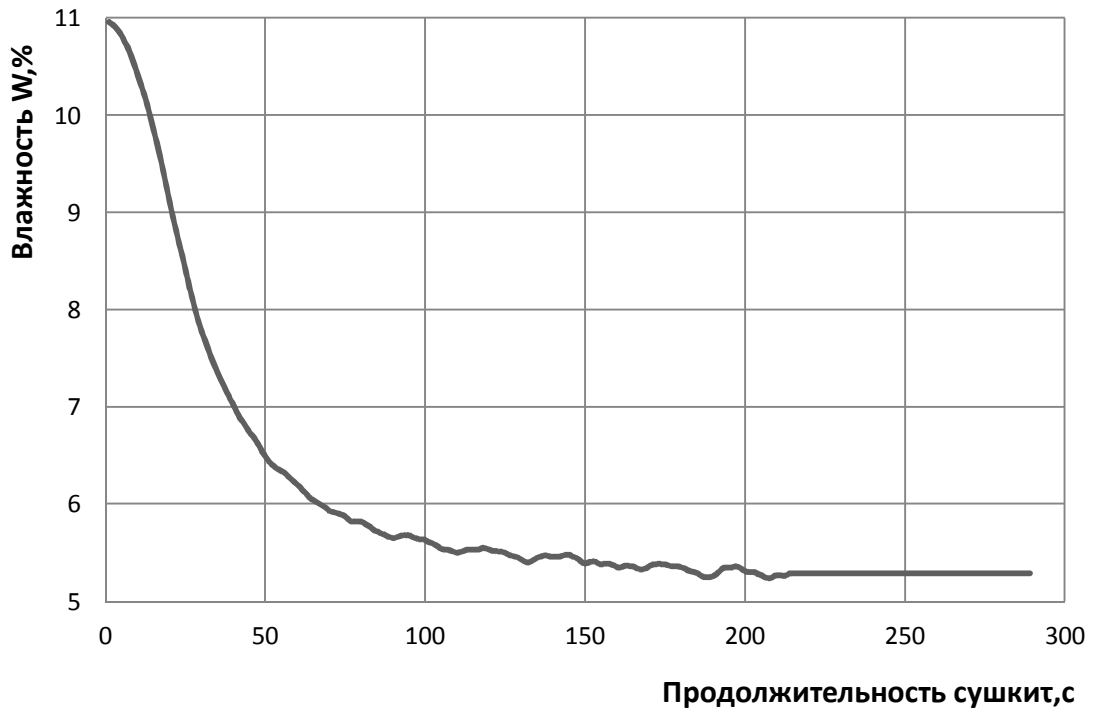


Рисунок 7.10г – Потеря влаги во времени, 160⁰С, 3,5 мин.

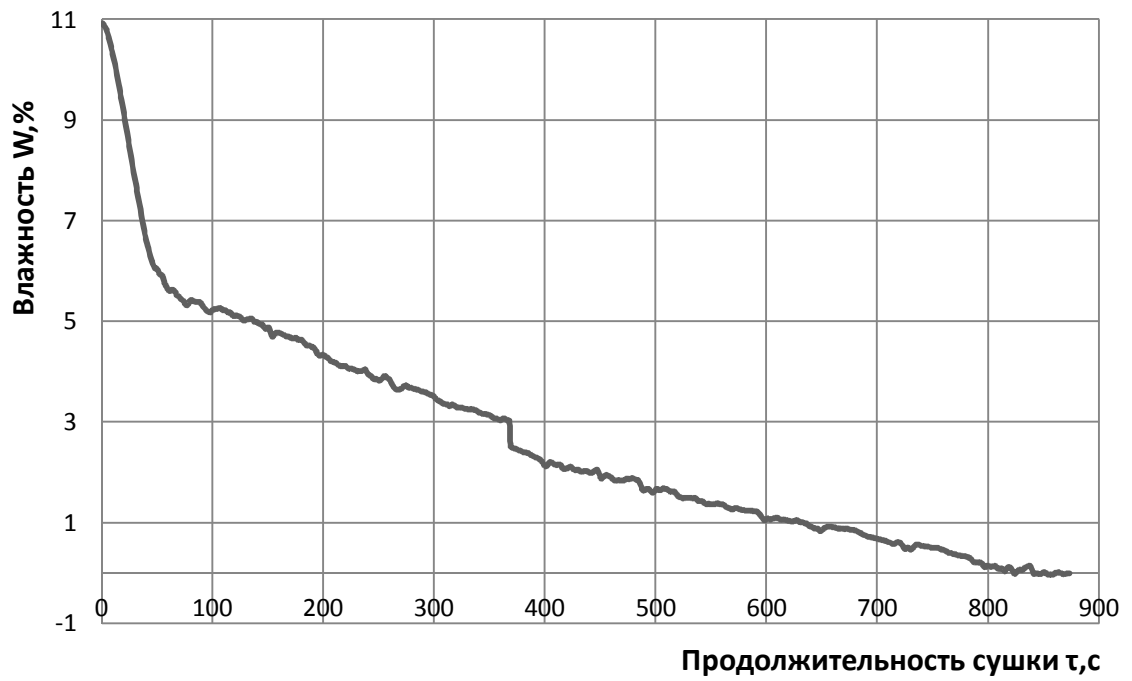


Рисунок 7.10д – Потеря влаги во времени, 180⁰С, 15,9 мин.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № инв.	Подп. и дата
Ине. № инв.	Подп. и дата
Ине. № инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

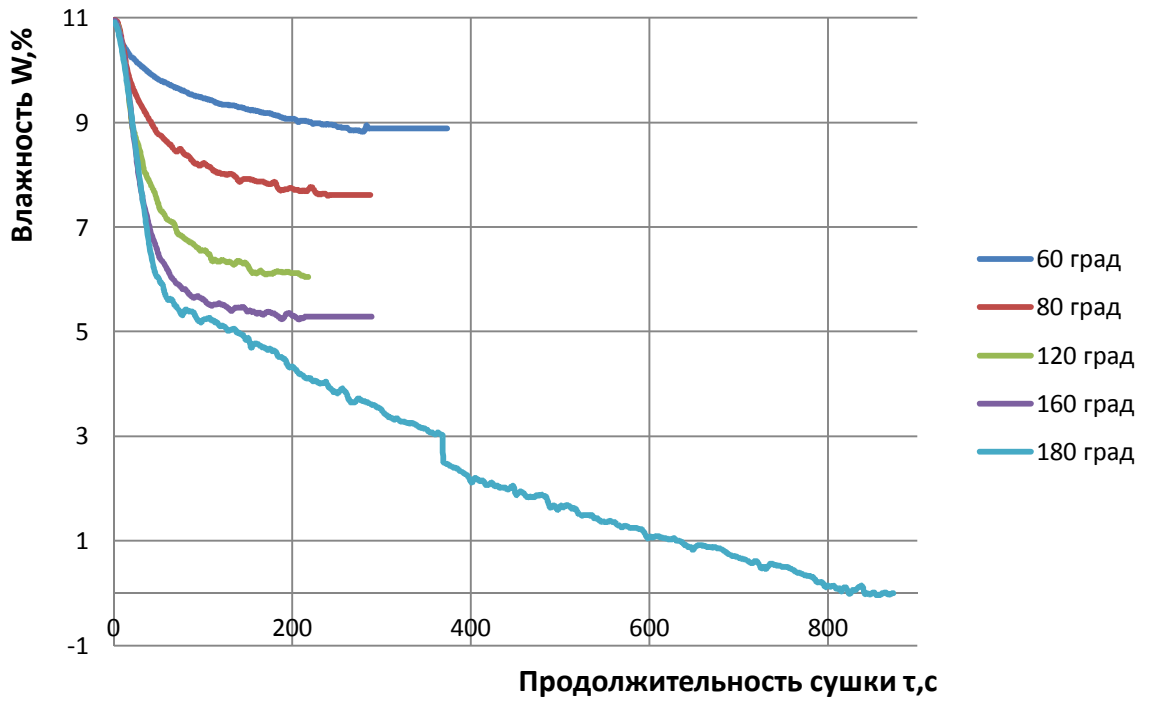


Рисунок 7.10е – Потеря влаги во времени при различных температурах

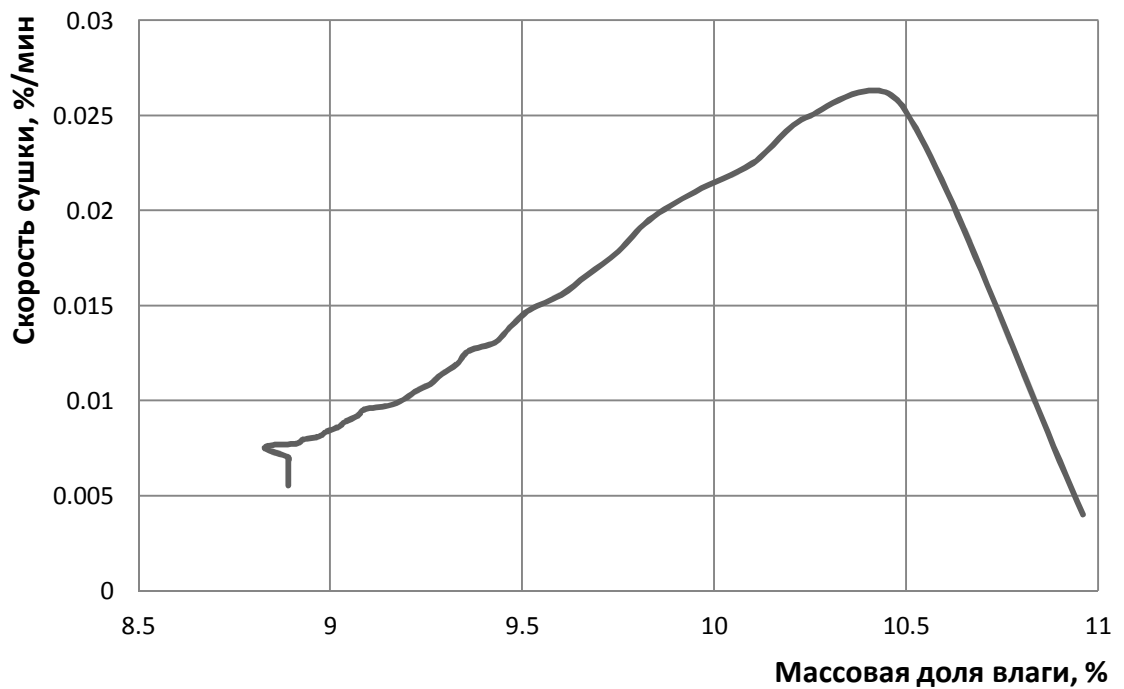


Рисунок 7.11а – График кинетики сушки, 60⁰С, 2 мин.

Ине. № подл.	Подп. и дата			
Ине. № дубл.	Взам. инв. №			
Ине. № подл.	Подп. и дата			
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

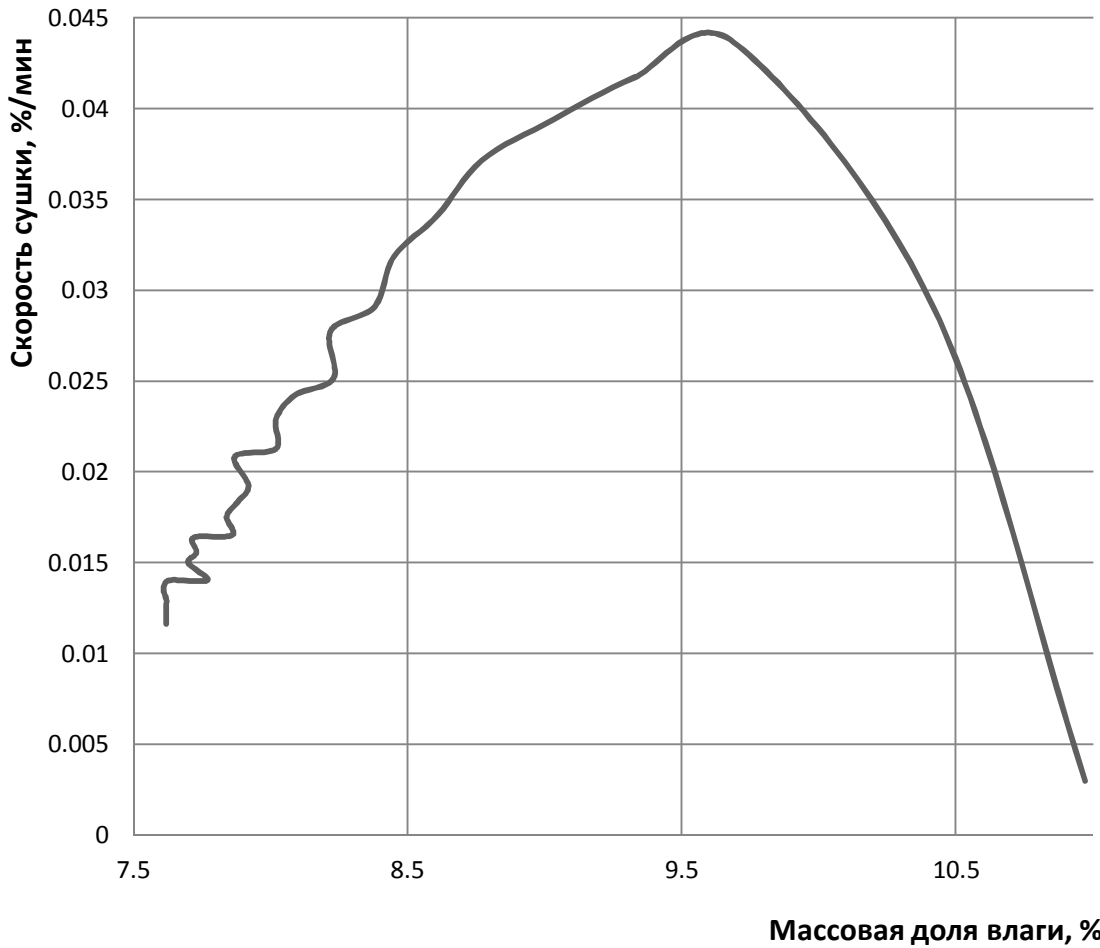


Рисунок 7.11б – График кинетики сушки 80⁰С, 4 мин.

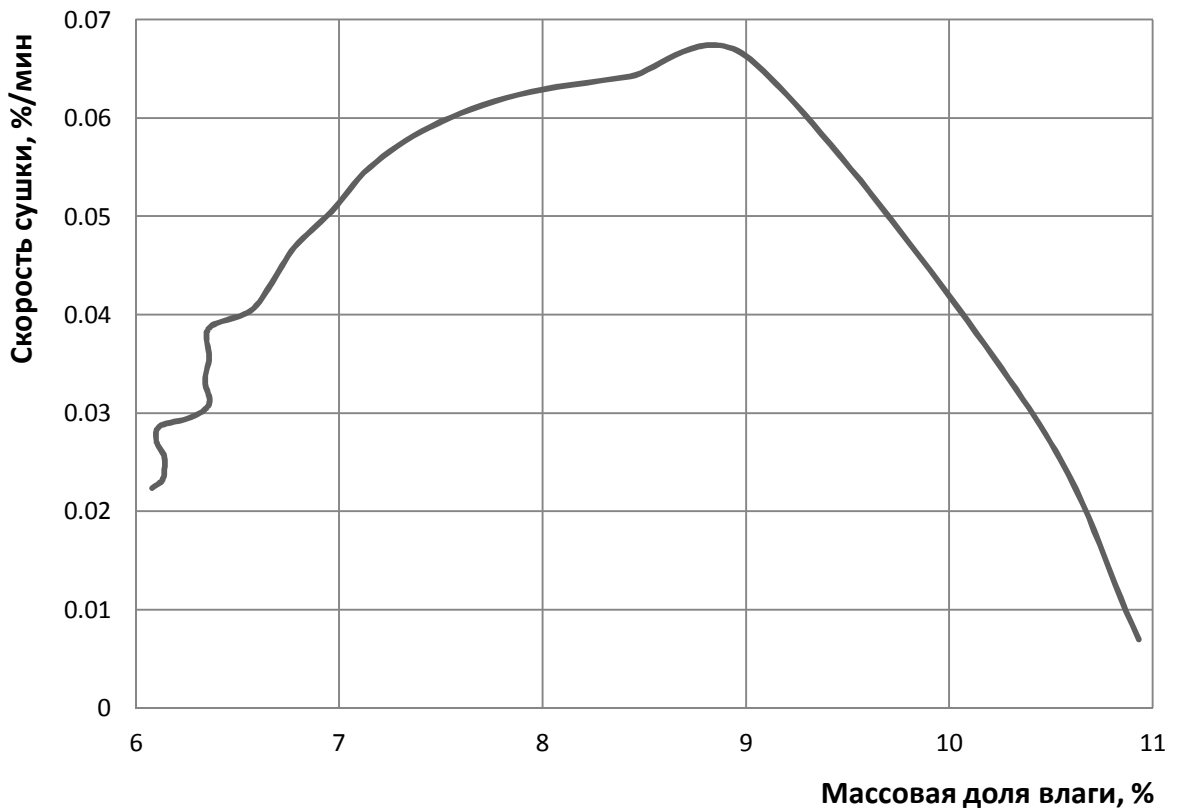


Рисунок 7.11в – График кинетики сушки 120⁰С, 3,5 мин.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

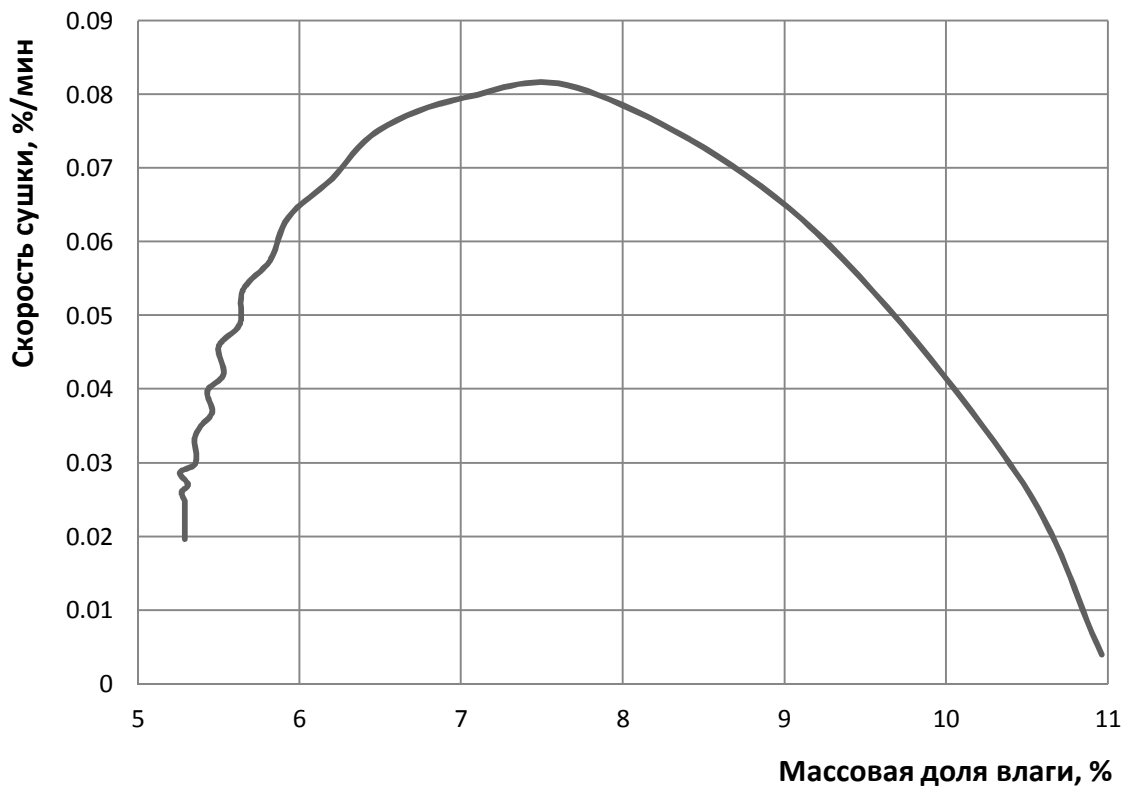


Рисунок 7.11г – График кинетики сушки 160⁰С, 3,5 мин.

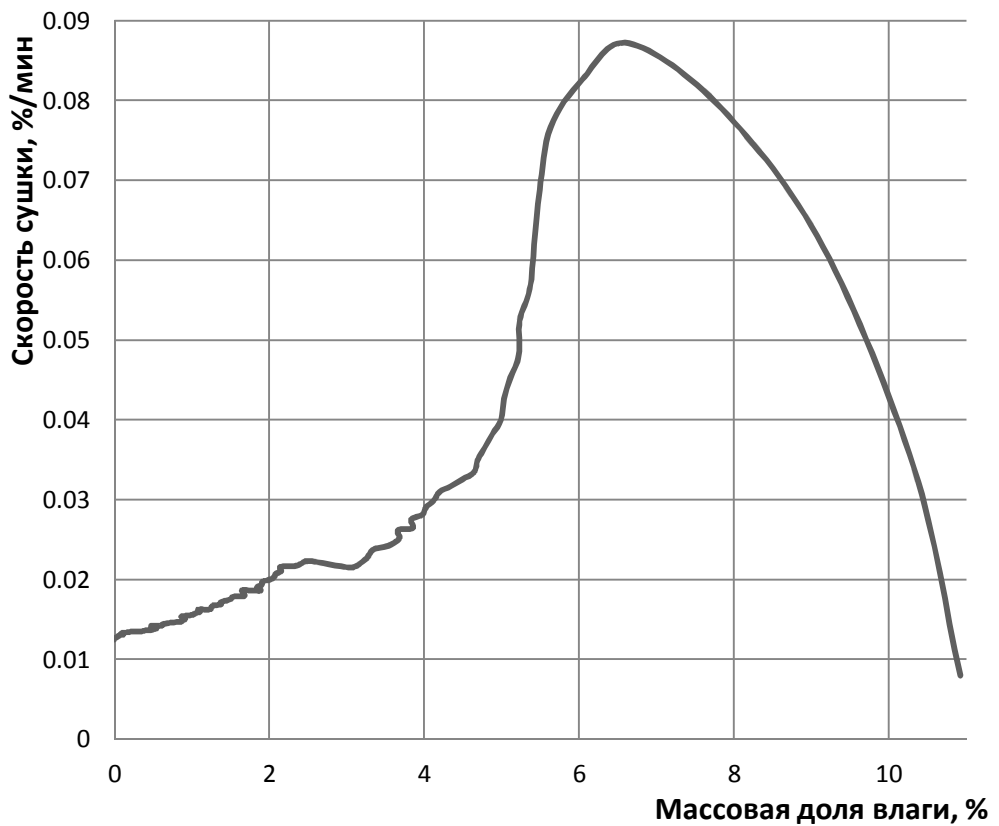


Рисунок 7.11д – График кинетики сушки 180⁰С, 15,9 мин.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

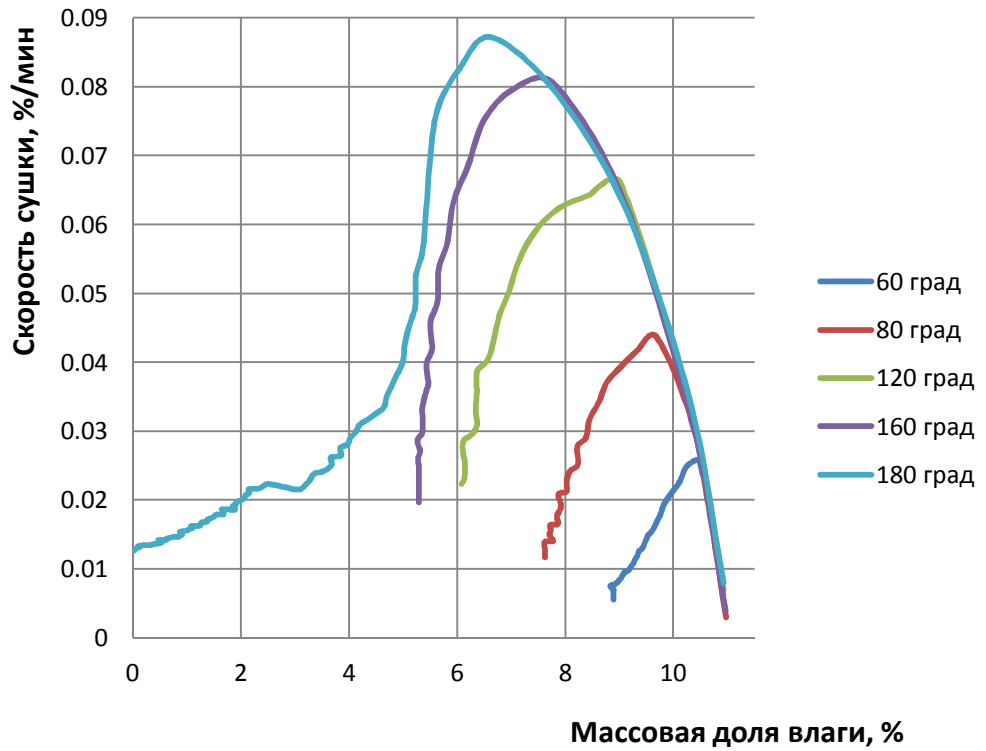


Рисунок 7.11е – График кинетики сушки при различной температуре

Вывод: проанализировав результаты экспериментов видно что при влажности зерна 15% модуль упругости имеет наименьшее значение, а следовательно зародыш при таких условиях будет отделяться более эффективно.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
БKM 08.00.000 ПЗ				Лист
				66

8 БЕЗОПАСНОСТЬ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

8.1 УСЛОВИЯ ТРУДА

Проблемы обеспечения безопасности человека приобретают особую остроту в производственной среде, в которой осуществляется трудовая деятельность человека и происходит формирование различных опасных и вредных факторов. Современному производству свойственна быстрая смена технологий, обновление оборудования, внедрение новых процессов и материалов. Условия труда требуют от специалиста своевременно определять и осуществлять комплекс мероприятий по защите работоспособности и здоровья работника.

Произведем анализ лаборатории КемТИПП на соответствие санитарным требованиям, а также санитарно-гигиеническим условиям.

КемТИПП расположен в городе Кемерово. Лаборатория, размерами 2 × 6 × 3 метров, расположен на первом этаже двухэтажного здания с покрытием из железобетонных плит. Стены из кирпича. Потолок белый, верхняя часть стен также белая, нижняя покрыта краской, пол покрыт плиткой.

Согласно СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания» [11], производственный процесс по санитарной характеристике относится к 1б группе, т. е. к процессам, вызывающие загрязнение веществами 3-го и 4-го классов опасности: тела и спец одежды. Санитарно-бытовые помещения и санитарно-технические устройства расположены в административной части здания.

В максимальную смену в цехе работают 2 человек.

Уборка помещения производится один раз в смену.

Характеристику лаборатории получения зародышевых хлопьев сводим в таблицу 8.1.

Таблица 8.1 – Характеристика лаборатории получения зародышевых хлопьев

Цех, отделение	Тип здания и этажность	Строительные размеры, м	Площадь и объем помещения на одного работающего				Периодичность уборки помещения
			м ²		м ³		
			норма	факт	норма	факт	
Лаборатория	Кирпичное, двухэтажное	2 x 6 x 3	4,5	6	25	36	1 раз в смену

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [12], ГОСТ 12.1.005-88* «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [13] устанавливают оптимальные и допустимые параметры температуры и влажности, скорости движения воздуха в зависимости от категории работ, характера рабочего места и периода года.

Работа, выполняемая в лаборатории разрушение зерна по энергозатратам относится к категории средней тяжести, а именно Па связанной с переносом тяжестей до 1 кг и затратами энергии от 151 до 200 ккал/ч (175-232 Вт).

Результаты анализа приведены в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Параметры микроклиматических условий

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С			Температура поверхности, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		
		Оптимальная	Допускается		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допускается	
			Ниже	Выше						Ниже	Выше
Холодный	Па	19 -21	17,0 - 18,9	21,1 - 23,0	18 - 22	16-24	60-40	75-15	0,2	0,1	0,3
Теплый	Па	20 -22	18 - 19,9	22,1 - 27	19 - 23	17-28	60-40	75-15	0,2	0,1	0,4

Согласно СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания» [11] при численности работающих до 2 человек допускается общая уборная для мужчин и женщин. Вход в уборную должен предусматриваться через тамбур с умывальником и самозакрывающейся дверью.

Номенклатура и оборудование санитарно – бытовых помещений представлены в таблице 8.3.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Таблица 8.3 – Номенклатура и оборудование санитарно – бытовых помещений

Цех, отделение	Количество работающих в максимальную смену		Группа производственного процесса	Санитарно-технические устройства		
	жен	муж		Наименование	Количество	
					факт	норма
Лаборатория	-	2	16	Напольные чаши	1	1
				Умывальник	1	1

Требования к освещению цеха формования и выпечки определяются СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» [14].

Таблица 8.4 – Освещение производственных помещений

Цех, отделение	Группа административного района	Разряд и подразряд зрительной работы	Искусственное освещение					Тип ламп и исполнение светильника	Естественное освещение, %		Совмещённое освещение, %	
			Освещённость, лк		Коэффициенты				при верхнем и комбинированном	при боковом	при верхнем и комбинированном	при боковом
			Комбинированное		Общее	Ослеплённости	Пульсации, %					
			Всего	в т.ч. общего								
Лаборатория	1	IV б	500	200	200	40	20	ЛД - 40	4,0	1,5	2,4	0,9
								ПВЛ-1-2x40				

Для поддержания в помещении цеха нормальных микроклиматических условий и чистоты воздуха, удовлетворяющих санитарно-гигиеническим нормам, применяется общеобменная смешанная вентиляция.

Требования к системам вентиляции установлены СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [15].

Подп. и дата
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

Таблица 8.5 – Рекомендуемые системы вентиляции в производственных помещениях

Цех, отделение	Основные выделяющиеся вредности	Система вентиляции		
		Вытяжная	Приточная	
			В холодный период года	В теплый период года
Лаборатория	Мучная пыль	Местные отсосы	Механическая с подачей воздуха в верхнюю зону с малой скоростью	Естественная

В лаборатории действует система водяного отопления с верхней разводкой из расчета обеспечения оптимальных температурных параметров для осуществления работ категории Па.

Требования к системам отопления установлены СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [15] и СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» [16].

Требуемое количество тепла для отопления анализируемого цеха, Q, Вт, определяется по формуле:

$$Q = q \cdot a \cdot (t_n - t_b) \cdot v \cdot n \cdot \tau, \quad (8.1)$$

где t_n – температура наружного воздуха, °С;

t_b – температура внутреннего воздуха, °С;

v – объём отапливаемого помещения, м³;

n – число дней отопительного периода;

τ – число часов работы системы отопления в сутки;

$q = 0,44$; $a = 0,8$.

$$Q = 0,44 \cdot 0,8 \cdot (-6,9 - 20) \cdot 24 \cdot 243 \cdot 24 = 1,3 \text{ МВт}$$

Основные характеристики системы отопления приведены в таблице 8.6.

Таблица 8.6 – Параметры системы отопления

Температура холодной пятидневки, °С	Среднесуточная температура наружного воздуха в холодный период, °С	Продолжительность сезона, дней	Система отопления	Потребное количество тепла, МВт	Температура теплоносителя, °С
-39	-6,9	243	Водяная	1,3	не более 150

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Инв. № подл.	Лист	70
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат			

Общие эргономические требования к рабочему месту установлены ГОСТ 12.2.033 – 78 «Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования» [17] и представлены в таблице 8.7.

Таблица 8.7 – Общие эргономические требования

Цех, отделение	Профессия	Рабочая поза	Высота рабочей поверхности, мм
			При выполнении работ стоя
Лаборатория	Технолог	Стоя	730

8.2 ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ОПАСНОСТИ И ВРЕДНОСТИ

Идентификация вредностей и опасностей, под воздействием которых может оказаться человек в процессе производства, выполняется согласно ГОСТ 12.0.003-74 "Опасные и вредные производственные факторы. Классификация" [18].

При разрушении зерен большую вредность представляют выделяющаяся пыль, характеристика которых, на основании ГОСТ 12.1.005-88* «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [19] представлена в таблице 8.8.

Схема линии с внедренным дезинтегратором, с указанием вредностей и опасностей изображена на рисунке 8.1.

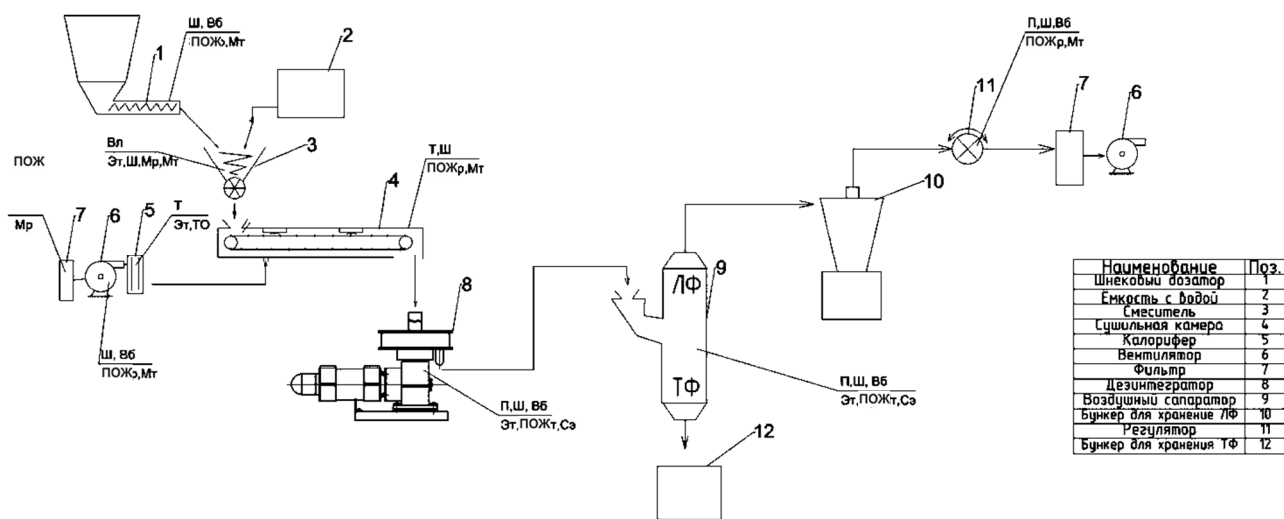


Рисунок 8.1 – Схема линии производства зародышевых хлопьев

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Ине. № инв.	Лист
БKM 08.00.000 ПЗ						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		71

Таблица 8.8 – Физико-химическая и санитарно-гигиеническая характеристика веществ.

Цех	Вещество	Источник выделения	ПДК в рабочей зоне, мг/м ³	Класс опасности, агрегатное состояние	Токсическое действие	Средства защиты(тип, марка)	Приборы контроля
Лаборатория	Зерновая пыль	Дезинтегратор	4	III	Аллергия, фиброгенное действие	А, РУ-60М	Аспиратор М-822

Произведем анализ вредностей и средств индивидуальной защиты рабочих, руководствуясь ГОСТ 12.4.011-89 "Средства защиты работающих. Общие требования и классификация". [20] Результаты анализа представлены в таблице 8.9.

Предельно допустимый уровень шума регламентируется СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [21], ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». [22]

Предельно допустимый уровень вибрации регламентируется СН 2.2.4/2.1.8.566-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий". [23]

Таблица 8.9 – Вредные производственные факторы и средства защиты

Цех, отделение	Наименование вредности	ПДУ, доза	Действие на организм человека	Индивидуальные средства защиты
Лаборатория	Влаговыведения	до 75 %	Затруднительное дыхание, простудные заболевания	Специальная одежда, специальная обувь, перчатки
	Тепловыведения	45 °С	Локальные и термические ожоги	Термоизолирующая одежда, обувь, печатки
	Шум	80 дБА	Общебиологическое, повышенная утомляемость	Средства защиты органов слуха: наушники, вкладыши в уши
	Вибрация	92 дБ	Расстройство вестибулярного аппарата, общебиологическое, повышенная утомляемость	Специальная обувь с виброгасящими прокладками, коврики, рукавицы

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

72

Возможные опасные производственные факторы и средства защиты оборудования представлены в таблице 8.10. Указанные характерные опасные производственные факторы для всей технологической линии.

Таблица 8.10 – Опасные производственные факторы и средства защиты оборудования

Наименование оборудования	Опасности		КИП и предохранительные устройства	Устройства и способы защиты
	Локальные	Опасные аварии		
Шнековый дозатор, вентилятор, сушильная камера, смеситель, регулятор	Эт, Мт	Мр, ПОЖ	Блокирующее устройство	Защитное заземление, знаки безопасности, автоматический контроль и регулирование, защитное ограждение
Дезинтегратор, воздушный сепаратор	Эт, Мт	Мр, Сэ, ПОЖ	Блокирующее устройство	Защитное заземление, знаки безопасности, автоматический контроль и регулирование, защитное ограждение

Взрывопожарные свойства веществ и материалов указаны в [24] и представлены в таблице 8.11

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

73

Таблица 8.11 – Взрывопожарные свойства веществ и материалов

Наименование вещества	Место нахождения(№ аппарата по технологической схеме)	Агрегатное состояние	НКПВ, ВКПВ г/м ³	Температура воспламенения, °С	Величина min энергии зажигания, мДж	Максимальное давление взрыва, кПа	Источники инициирования взрыва
Мука	8	Твердый	10-35	250	29	520	Искры различной природы

Согласно ГОСТ 14254-80 «Изделия электротехнические. Оболочки. Степени защиты» [25] для обозначения степени применяют буквы IP (International Protection) и следующие за ними цифры.

Первая цифра обозначает степень защиты персонала от соприкосновения с находящимися под напряжением частями электрооборудования или приближения к ним и от соприкосновения с движущимися частями, расположенными внутри оболочки, а также степень защиты изделия от попадания внутрь твёрдых посторонних тел.

Вторая цифра обозначает степень защиты изделия от попадания воды.

Для оборудования анализируемого цеха назначаем степень защиты IP54.

Уровни и виды взрывозащитные установлены ГОСТ 12.2.020 – 76 «Электрооборудование взрывозащищённое. Классификация. Маркировка». [26]

Уровень взрывозащиты электрооборудования – это степень взрывозащиты электрооборудования при установленных нормативными документами условиях.

Назначаем вид взрывозащиты i – взрывобезопасная цепь, уровень взрывозащитные – «Взрывобезопасное оборудование».

Уровень «Взрывобезопасное оборудование» - взрывозащищённое электрооборудование, в котором взрывозащита обеспечена как при нормальном режиме работы, так и при признанных вероятных повреждениях, определяемых условиями эксплуатации, кроме повреждения средств взрывозащиты. Знак уровня – 1.

Категории и группы взрывоопасных смесей установлены ГОСТ 12.1.011-78*. [27]

Результаты анализа представлены в таблице 8.12.

Ине. № дубл.	Ине. № инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Ине. № инв. №	Ине. № дубл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

БКМ 08.00.000 ПЗ

Таблица 8.12 – Характеристика взрывозащиты оборудования и степени его защиты

Цех	Класс зоны помещения по взрывопожароопасности	Оборудование, светильники	Вид взрывозащиты	Степень защиты от внешних воздействий
Лаборатория	В-Па	Дезинтегратор, шнековый дозатор, сушильная камера, калорифер, вентилятор, воздушный сепаратор. Светильники закрытые	оболочка	IP54

Выбор средств пожаротушения в анализируемом цехе производим в соответствии с ППР-2012.

Характеристика средств пожаротушения представлена в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Характеристика средств пожаротушения

Цех	Горючее вещество	Класс и подкласс пожара	Степень огнестойкости здания	Категория помещения по взрывопожароопасности	Первичные средства пожаротушения		Автоматические средства пожаротушения	Меры и средства пожаротушения
					Тип	Количество		
Лаборатория	Мука, пыль, э/у под напряжением	А, Е	II	Г	Порошковый, 10 л	1	-	Инструкции о мерах пожарной безопасности

Основной задачей пожарной профилактики является исключение возникновения пожара. Эта задача решается на предприятии системой предотвращения пожара.

Система предотвращения пожара реализуется строгим исполнением инструкций о мерах пожарной безопасности, разработанных на предприятии, выполнением режимных (ограничительных) мероприятий и достигается

Подп. и дата
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

БКМ 08.00.000 ПЗ

предотвращением образования горючей среды и (или) предотвращением образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания.

Другие задачи направлены на обеспечение безопасности людей и материальных ценностей путем ограничения распространения пожара, а также создание условий для успешного тушения пожара. Эти задачи решаются на предприятии системой противопожарной защиты.

Система противопожарной защиты регламентирует выполнение капитальных мероприятий и достигается:

- применением средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники;
- применением установок автоматической пожарной сигнализации и пожаротушения;
- применением основных строительных конструкций и материалов, в том числе используемых для облицовок конструкций, с нормированными показателями пожарной опасности, применением пропитки конструкций объектов антипиренами и нанесением на их поверхности огнезащитных красок (составов);
- устройствами, обеспечивающими ограничение распространения пожара, применением систем противодымной защиты и т. д.

В общем случае система противопожарной защиты реализуется комплексом технических (доводчики на дверях эвакуационных выходов; калиброванные плавкие вставки предохранителей электросетей и т. п.), конструктивных (противопожарные стены, перегородки, двери; огнезащита и т. д.) и собственно противопожарных средств: применения установок пожарной сигнализации, пожаротушения, дымоудаления первичными средствами пожаротушения. и обеспечения помещений

Для реализации капитальных мероприятий необходимо точное следование требованиям государственных стандартов, строительных норм и правил, ведомственных документов в части, регламентирующей пожарную безопасность на стадии проектирования и инвестирования строительства и реконструкции.

На заказчика (руководителя предприятия) в этом случае возлагается обязанность разработки задания для проектной организации с учетом конкретных требований действующих нормативных технических документов, а также своевременного внесения в рабочую документацию изменений, связанных с введением в действие новых нормативных документов.

Реализации систем пожарной безопасности во всех случаях предшествуют организационно-технические мероприятия, подразумевающие осмысление задач обеспечения пожарной безопасности на объекте и проведение подготовительных мероприятий организационного и технического характера.

Численное значение затрат на мероприятия по обеспечению пожарной безопасности определяется на основе бухгалтерской отчетности объекта защиты.

Затраты на обеспечение пожарной безопасности следует считать эффективными с социальной точки зрения, если они обеспечивают выполнение норматива по исключению воздействия на людей опасных факторов пожара.

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

Требования к молниезащите зданий и сооружений установлены РД 34.21.122.-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» [27] и представлены в таблице 8.14.

Таблица 8.14 – Молниезащита зданий и сооружений

Район расположен ия предприяти я	Среднегодовая продолжительно сть гроз	Вид объекта и класс взрывоопас ных зон	Тип зоны защиты	Кategori я молниеза щиты	Тип молни еотвод а
г. Кемерово	40 - 60	П-П	Б	III	Сетка на кровле

В данном разделе дипломного проекта был выполнен анализ лаборатории, в результате которого были определены оптимальные и допустимые параметры микроклимата, установлены нормы освещения, рекомендованы системы вентиляции, установлены вредные и опасные производственные факторы, подобраны средства пожаротушения и молниезащиты.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	БKM 08.00.000 ПЗ

9 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В данном разделе определяются затраты на изготовление дезинтегратора и на проведение экспериментов.

Затраты на изготовление дезинтегратора представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Расчет стоимости сырья и материалов

Наименование материала	Единицы измерения	Кол-во единиц	Оптовая цена за единицу (руб/кг)	Общая стоимость (руб.)
1	2	3	4	5
Лист $\frac{5 \times 1000 \times 2000 \text{ ГОСТ } 19903 - 74}{12 \times 18 \text{ Н}10 \text{ ГОСТ } 5582 - 75}$	кг	80	270	21600
Лист $\frac{1 \times 320 \times 320 \text{ ГОСТ } 19903 - 74}{12 \times 18 \text{ Н}10 \text{ ГОСТ } 5582 - 75}$	кг	6	270	1620
Лист $\frac{2,5 \times 320 \times 320 \text{ ГОСТ } 19903 - 74}{12 \times 18 \text{ Н}10 \text{ ГОСТ } 5582 - 75}$	кг	8	270	2160
Уголок $\frac{25 \times 2 \text{ ГОСТ } 8509 - 93}{\text{Ст}3 \text{ ГОСТ } 380 - 94}$	м	2,5	74	185
Труба $40 \times 2 \text{ ГОСТ } 5676 - 86$	м	0,09	157	14.13
Труба $64 \times 2 \text{ ГОСТ } 5676 - 86$	м	0,2	210	42
Труба $180 \times 5 \text{ ГОСТ } 5676 - 86$	м	0,05	1200	60
Труба $24 \times 1,5 \text{ ГОСТ } 5676 - 86$	м	0,91	127	115.57
Труба $70 \times 2 \text{ ГОСТ } 5676 - 86$	м	0,075	280	21
Итого:				25817.7
Итого с транспортными расходами (3%):				26592.23

Таблица 9.2 – Расчет стоимости покупных изделий

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	БКМ 08.00.000 ПЗ					Лист
											Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	78

Наименование изделия	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
Электродвигатель 2ПБ-112 0,75 кВт ГОСТ 9578-79	1	29800	29800
Мультипликатор ГОСТ 2345-89	1	43000	43000
Муфта центробежная ГОСТ 2036-66	1	3100	3100
Манжета 1.1-25x42-1 ГОСТ 8752-70	2	131	262
Болт М6x12 ГОСТ 7798-70	1	4	4
Болт М4x30 ГОСТ 7805-70	4	3.3	3.6
Болт М8x22 ГОСТ 7805-70	4	7.4	29.6
Болт М8x16 ГОСТ 7805-70	16	5.6	89.6
Болт М2x3 ГОСТ 7805-70	1	2.2	2.2
Болт М4x22 ГОСТ 7805-70	12	3	36
Шайба М6 ГОСТ 6968-78	1	1.5	1.5
Прокладка ГОСТ 6478-84	2	120	240
Подшипник 104 ГОСТ 7435-79	1	165	165
Подшипник 103 ГОСТ 7435-79	1	120	120
Проволока сварная МР-3 ГОСТ 9466-80	150	8	1200
Проволока сварная ЗИО-3 ГОСТ 9767-75	180	12	2160
Итого:			80213.5
Итого с транспортными расходами (3%):			82619.9

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № инв.	Подп. и дата
Ине. № докум.	Подп. и дата
Ине. № инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

79

Таблица 9.3 – Расчет стоимости топлива и энергии

Вид оборудования	Потребляемая мощность, кВт	Отработано, час.	Тариф за энергию, руб./кВт.-час	Общая стоимость, руб.
1	2	3	4	5
Токарно-винторезный станок 1К62	5,5	20	6	660
Вертикально-сверлильный станок 2Б125	3	20	6	360
Угло-шлифовальная машинка УШМ-260	1,8	15	6	162
Сварочный аппарат (электродуговая сварка)	6	20	6	720
Вертикально – фрезерный станок 6Н13П	3	10	6	180
Итого:				2082

Таблица 9.4 – Расчет заработной платы рабочих

Профессия рабочего	Разряд	Тарифная ставка, руб/час	Отработано, час	Основная з/пл.руб.	Количество человек	Сумма, руб.
Токарь	6	110	20	2200	1	2200
Сварщик	5	95	20	1900	1	1900
Слесарь	5	95	30	2850	1	2850
Фрезеровщик	5	95	10	950	1	950
Слесарь для монтажа	2	65	60	3900	3	11700
Итого:						19600
Дополнительная заработная плата(25%):						24500
Итого с отчислением на соц.страх (30%):						31850

Затраты на проведение экспериментов приведены в таблицах 9.5 – 9.7.

Ине. № подл. Подп. и дата
Ине. № дубл. Подп. и дата
Взам. инв. № Подп. и дата

Ли Изм. № докум. Подп. Дат

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

80

Таблица 9.5 – Расчеты стоимости сырья и материалов

Наименование материала	Ед.изм.	Кол-во	цена за единицу (руб.)	Общая стоимость (руб.)
1	2	3	4	5
Вода холодная	м ³	0,5	52	26
Зерно	кг	1	16	16
итого				42

Таблица 9.6 – Расчет стоимости топлива и энергии

Вид оборудования	Потребляемая мощность ,кВт	Отработано, час	Тариф за энергию руб./кВт-час	Общая стоимость руб.
1	2	3	4	5
1.Привод дезинтегратора	0,75	8	6	36
2.Калорифер	4,8	8	6	230.6
3.Привод вытяжки	5	8	6	240
итого				506.6

Профессия рабочего	Разряд	Тарифная ставка руб./час	Отработано час.	Основная зарплата руб.	Дополнительная зарплата руб	Общая заработная плата

Таблица 9.7 – Расчет заработной плат

Подп. и дата
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

1.Лаборант	5	90	24	2160	540	2700
2.Разнорабочий	4	80	24	1920	480	2400
Итого						5100
Отчисления на социальное страхование 30%						1530
Итого с отчислениями на социальное страхование						6630

Таблица 9.8 – Смета затрат на создание опытно промышленной установки и проведение исследований

Статьи затрат	Сумма ,руб.		итого
	На создание установки	На проведение исследований	
1	2	3	4
1.Сырье и материалы	26592.23	42	26634.23
2.Покупные изделия и полуфабрикаты	82619.5	--	82619.5
3.Топливо и энергия на технологические цели	2082	506.6	2588.6
4.Зароботная плата рабочих	31850	6630	38480
5.Отчисления на социальное страхование	7350	1530	8880
6.Итого			159202.33

Вывод: затраты на изготовление аппарата и на проведение экспериментов составили 159202.33рубля.

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

БКМ 08.00.000 ПЗ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте проведено исследование свойств зерна для определения оптимальных параметров при которых зародыш свободно отделится от зерна. Для этого спроектирована машинно-аппаратурная схема для выделения зародыша основанная на такой технологической схеме составляет дезинтегратор, повышает количество полученного чистого зародыша в результате особенностей конструкции машины зародыш максимально эффективно отделяется и повышается его качество из-за сокращения пребывания зародыша на воздухе что позволяет увеличить эффективность отбора зародыша за счет специально подобранного оборудования позволяющее создавать внутреннее напряжение в зерне что увеличивает степень отделения зародыша от основного семени для разрушения применяются машина, рабочим органом которой является быстро вращающийся диск, располагаемый горизонтально. Диск закреплен на валу и вращается внутри цилиндрического корпуса.

Разработанная конструкция дезинтегратора для выделения зародыша является оптимальной, и проведенные расчеты обеспечивают надежность работы аппарата и на 80% отделение зародыша.

В процессе кинематического расчета определены все основные параметры передаточных и исполнительных механизмов: общее передаточное отношение от вала электродвигателя до вала ведущего звена исполнительного механизма. Определили мощность электродвигателя.

Экономический эффект от модернизации дезинтегратора способствует предотвращению повторного разрушения зародыша в результате чего качество готового продукта увеличивается на 55%

Име. № подл	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	БKM 08.00.000 ПЗ	Лист
						83
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шаповаленко О., Янюк Т. Мікрохвильова обробка пшеничних зародків і сушіння інфрачервоним випроміненням. // Зерно і хліб. - 2000. - №4. - С.20-21.

2. Пархоменко Н.А., Эдельман А.М. Получение кормового пшеничного зародыша на мельничных предприятиях. // ЦИНТИ Госкомзага СССР. Хранение и переработка зерна. - 1968. - Вып.2. - С.18-22.

3. Патент 2039604. Россия, МКИ В 02 В 3/00. Способ получения пшеничного зародыша при переработке зерна в муку. / Максимчук Б.М., Коломенский С.Б. / Эксперим. мельз-д №2 "Новая Победа". - №93012476/13; Заявл. 09.03.93.; Оpubл. 20.07.95. - 6 с.

5. Rushton F.W. Wheat slicin and germ extracting prior to milling. // Milling production. - 1959. - v.24. - №12. - P.1,9-11.

6. Егоров Г.А., Мельников Е.М., Максимчук Б.М. Технология муки, крупы и комбикормов. - М.: Колос, 1984. - 376 с.

7. Иванов, Михаил Николаевич. Детали машин [Текст] : учебник для машиностроит. спец. вузов / М. Н. Иванов. - 4-е изд., перераб. - М. : Высш. шк., 1984. - 336 с. : ил. - 0.95 р.

8. Дунаев, Петр Федорович. Детали машин. Курсовое проектирование [Текст] : учеб. пособие для машиностроит. спец. техникумов / О. П. Леликов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1990. - 339 с. : ил. - ISBN 5-06-000696-4 : 0.85 р

Интернет источник

<http://www.apk-inform.com/showart.php?id=6441>

<http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rs101004568000/rs101004568...>

<http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec103...>

<http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rs101004829000/rs101004829...>

<http://mylsa.ru/xo15pliov193/%D0%A1%D0%B5%D0%BC%D1%8F>

<http://ru.wikipedia.org/wiki/Семя>

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	БКМ 08.00.000 ПЗ	Лист 84
----	------	----------	-------	-----	-------------------------	------------

- <http://lib.convdocs.org/docs/index-16300.html?page=4>
- <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/639079>
- <http://www.hlebprod.ru/index.php/component/content/article/6...>
- <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=655540>
- <http://mybiblioteka.ru/2-122312.html>
- <http://cyberleninka.ru/article/n/stend-metodika-i-rezultaty-...>
- <http://agrobiz.net/print.php?goodsid=369/#6>
- <http://dlib.rsl.ru/rsl0100000000/rsl01000237000/rsl01000237...>
- <http://www.dslib.net/piwe-proizvodstvo/sovershenstvovanie-pr...>
- <http://window.edu.ru/resource/380/77380/files/orik-100121.pd...>
- http://edu.secna.ru/media/f/txpz___.pdf#1
- <http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002637000/rsl01002637...>
- <http://all-referats.com/diploms/diplom-54949.html>
- <http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002338000/rsl01002338...>
- <http://dlib.rsl.ru/rsl01005000000/rsl01005086000/rsl01005086...>
- http://fullref.ru/job_d64fd2a23b7a63d5b96b5a2605b4cd97.html
- <http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002851000/rsl01002851...>
- <http://knowledge.allbest.ru/marketing/2c0b65625b2bd78a4d43a8...>
- http://otherreferats.allbest.ru/biology/00145172_0.html
- <http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004870000/rsl01004870...>
- <http://www.sadisibiri.ru/botanika-spravochnik.html#4>
- <http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004594000/rsl01004594...>
- <http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003385000/rsl01003385...>
- <http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002623000/rsl01002623...>
- <http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004135000/rsl01004135...>
- <http://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0a65635b3ac78b4d43...>

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

85

<http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003306000/rsl01003306...>

<http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004371000/rsl01004371...>

<http://dlib.rsl.ru/rsl01000000000/rsl01000261000/rsl01000261...>

<http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004581000/rsl01004581...>

<http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002327000/rsl01002327...>

<http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002979000/rsl01002979...>

<http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003306000/rsl01003306...>

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	БKM 08.00.000 ПЗ	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		86

ПРИЛОЖЕНИЕ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

БКМ 08.00.000 ПЗ

Лист

87