

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РК**  
**Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина**

**Частная технология  
комбикормового производства**

**Астана – 2007 г.**

**УДК 664.71**  
**ББК 42.2 Я7**  
**М 78**

**Рецензенты:**

**Спандияров Е.С.** д.т.н., профессор, Таразского института международного казахско-турецкого университета им. Х.А. Ясави;

**Кенжеходжаев М.Д.** к.т.н., зав. кафедрой «Технология продовольственных продуктов», ТарГУ им. М.Х.Дулати

**Муслимов Н.Ж.**

**М 78. Частная технология комбикормового производства: Учебное пособие.** – Астана: КазГАТУ им. С. Сейфуллина, 2007. – 217 с.

**ISBN 9965-725-79-0**

Настоящее учебное пособие предназначено для ВУЗов обучающие по специальности инженеры-технологи в области послеуборочной обработки, хранения и переработки зернового сырья. В предложенном материале приведены основные сведения по технологии комбикормового производства.

Для студентов, обучающихся по индивидуальному плану, предложены основы построения технологических процессов производства комбикормов, что в свою очередь отвечает перспективам развития и методикам обучения в высшей школе, которая требует повышения уровня самостоятельной работы студентов при изучении курса специальных дисциплин.

Обсуждено и одобрено на заседании Ученого совета Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина. Протокол №28 сентября 2007 г.

4310020000  
М  $\frac{4310020000}{00(05)06}$

**ISBN 9965-725-79-0**

**©Муслимов Н.Ж., 2007**

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	5
<b>1 СВЕДЕНИЯ О КОМБИКОРМАХ</b>	10
1.1 Ассортимент и показатели качества комбикормов	10
1.2 Потребительские свойства комбикормов	12
<b>2. КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ</b>	12
2.1 Зерновое сырье для производства комбикормов	13
2.2 Сырье технической переработки растительных культур	15
2.3 Продукты технической переработки животного происхождения	16
2.4 Минеральные компоненты для выработки комбикормов	17
2.5 Микродобавки для производства полнорационных комбикормов	18
2.6 Нетрадиционные виды минерального сырья в производстве комбикормов	19
2.7 Рецептура комбикормовой продукции	25
<b>3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ</b>	29
3.1 Физические свойства компонентов комбикормов	29
3.2 Научные основы совершенствования процесса хранения зерна	31
3.3 Реологические свойства зернового сырья	42
3.4 Научные основы совершенствования процесса измельчения	44
3.4.1 Основные проблемы механики разрушения	47
3.4.2 Основы эффективного измельчения сырья в комбикормовой промышленности	50
3.4.3 К расчету напряжений и деформаций при ударном измельчении тел сферической формы	53
3.5 Научные основы совершенствования процесса дозирования	59
3.6 Научные основы совершенствования процесса смешивания	63
3.7 Научные основы совершенствования процесса гранулирования	70
<b>4 ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ КОМБИКОРМОВОГО ПРОИЗВОДСТВА</b>	75
4.1 Принципы построения и методы анализа технологических линий	75
4.2 Линия подготовки зернового сырья для производства комбикормов	80
4.3 Линия мучнистого сырья	81
4.4 Линия кормовых продуктов пищевых производств	85
4.5 Линия прессованного и кускового сырья	85
4.6 Линия подготовки соли и мела	85
4.7 Линия отделения пленок у овса и ячменя	89
4.8 Линия витаминной и травяной муки	91
4.9 Линия ввода жидких компонентов	91
4.10 Линия дозирования и смешивания сыпучих компонентов	96
4.11 Линия гранулирования рассыпного комбикорма	101
4.12 Линия размещения, хранения и отпуска готовой продукции	103

<b>5. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ</b>	<b>103</b>
5.1 Термоамидная обработка зернового сырья	103
5.2 Технология микробиологической биоконверсии	105
5.3 Экструзионная технология производства комбикормов	108
5.4 Технология производства кормовых смесей в условиях крестьянских и фермерских хозяйств	113
<b>6. СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ</b>	<b>114</b>
6.1 Оценка основного технологического оборудования комбикормового производства	116
6.2 Просеивающие машины	122
6.3 Измельчающие машины	126
6.4 Дозирующие машины	133
6.5 Смешивающие машины	137
6.6 Прессующие машины	145
6.7 Мини-комбикормовые заводы	151
6.8 Вспомогательное транспортно-технологическое оборудование	164
<b>7. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМБИКОРМОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ</b>	<b>167</b>
7.1 Расчет и выбор технологического оборудования по проектируемой схеме	168
7.2 Расположение оборудования на комбикормовых предприятиях	183
7.3 Спецификация и техническая характеристика технологического оборудования	185
7.4 Контроль и управление технологическим процессом	186
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>	<b>188</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	<b>196</b>

## ВВЕДЕНИЕ

В послании Президента Республики Казахстан Н.Назарбаева народу Казахстана «Стратегия вхождения Казахстана в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира» отмечена необходимость дальнейшего устойчивого и динамичного роста во всех отраслях экономики нашего государства, в том числе и аграрном секторе [1].

В настоящее время продукция предприятий по производству комбикормов является основой кормового баланса сельскохозяйственного производства, в частности, его важнейших отраслей – животноводства и птицеводства. Поэтому перед комбикормовой промышленностью стоит задача, наряду с увеличением выпуска качественных продуктов, использовать все резервы, дающие возможность повысить эффективность их применения.

Производство комбикормов в Республике Казахстан получило развитие в двух направлениях, первое – на крупных предприятиях (табл.1), где производят весь ассортимент комбикормовой продукции, в т.ч. белково-витаминные добавки (БВД) и премиксы, второе – в условиях малых предприятий, фермерских и крестьянских хозяйствах с использованием собственного или давальческого зернового сырья, отходов пищевой промышленности и приобретенных БВД.

Таблица 1 - Распределение предприятий по производству комбикормов в Республики Казахстан (по данным Агентства по статистике РК)

Наименование областей	По производству комбикормов	
	Всего, шт	Мощность, тонн в год
Акмолинская	2	175 000
Актюбинская	2	118 750
Алматинская	2	282 500
Восточно-Казахстанская	6	373 000
Жамбылская	1	90 000
Западно-Казахстанская	1	100 000
Карагандинская	5	400 000
Кызылординская	1	75 000
Костанайская	3	220 000
Павлодарская	3	109 500
Северо-Казахстанская	4	157 500
Южно-Казахстанская	3	140 000
г.Астана	1	50 000
г.Алматы	25	127 500
ВСЕГО	59	2418750

На рынке комбикормовой продукции складывается следующая ситуация. Общий объем производства комбикормов в Казахстане составляет 370,4 тыс. тонн. Динамика отечественного производства и

потребления комбикормовой продукции на основе фуражного зерна злаковых и зернобобовых культур представлена рис.1 (тыс.т.).

Объем экспорта комбикормовой продукции составляет около 126,1 тыс. тонн, при этом доля экспорта от объема производства – 34,0% (рис. 2). Общая потребность в комбикормах сельхозформирований соответствует 4 049 тыс. тонн (рис. 3).

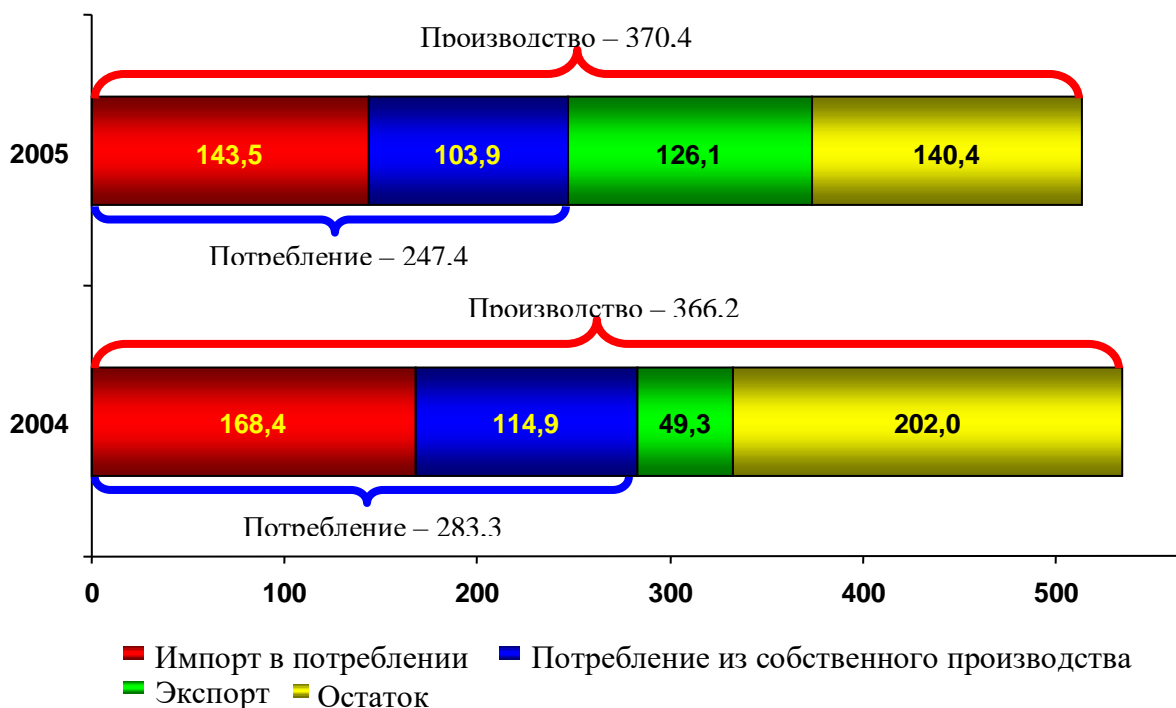


Рисунок 1 - Производство и потребление комбикормов в 2004-2005 годы, тыс.т.

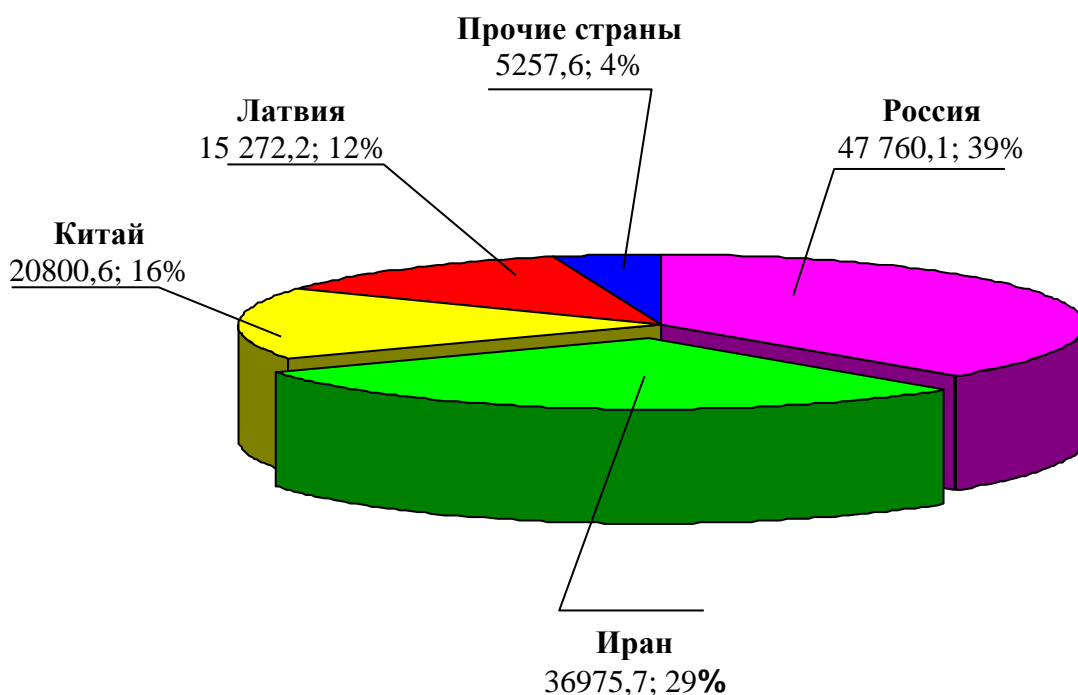


Рисунок 2 - Структура экспорта комбикормов в 2005 году, тыс.тн/%

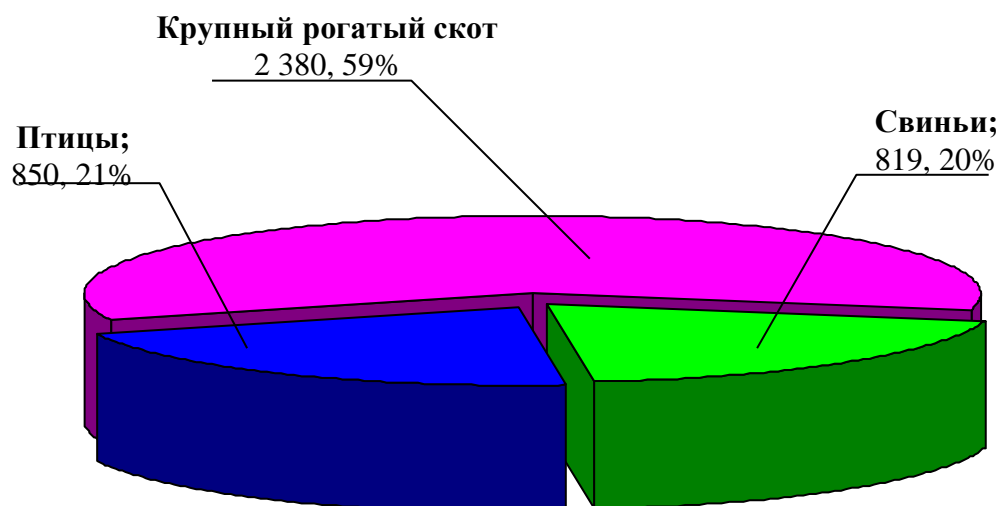


Рисунок 3 - Годовая потребность скота и птицы в комбикормах, тыс.т/%

Вместе с тем, по данным Министерства сельского хозяйства РК наблюдается тенденция увеличения объемов производства комбикормовой продукции на 2006-2008 гг. (табл. 2).

Таблица 2 - Прогноз увеличения объемов производства комбикормов (в ассортименте) на основе зернофуража на период 2006-2008 гг.\*

**Птичий - до 500,0 тыс. тонн**

Годы	Всего	в том числе						
		пшеница (15 %)	ячмень (20 %)	кукуруза (35 %)	овес (10 %)	озимая рожь	бобовые	соя (15 %)
2006	350,0	53,0	70	123,0	35,0	-	-	53
2007	400,0	60,0	80	140,0	40,0	-	-	60
2008	500,0	75,0	100	175,0	75,0	-	-	75

**Свиной - до 500,0 тыс. тонн**

Годы	Всего	в том числе						
		пшеница (50 %)	ячмень (25 %)	кукуруза	овес	озимая рожь (5 %)	бобовые	соя
2006	150,0	75,0	38	-	-	8,0	-	-
2007	300,0	150,0	75	-	-	15,0	-	-
2008	500,0	250,0	125	-	-	25,0	-	-

**Всего других видов – до 1000,0 тыс. тонн**

Годы	Всего	в том числе						
		пшеница	ячмень	кукуруза	овес	озимая рожь	бобовые	соя
2006	500,0	128,0	108,0	123,0	35,0	8,0	-	53,0
2007	700,0	210,0	155,0	140,0	40,0	15,0	-	60,0
2008	1000,0	325,0	225,0	175,0	75,0	25,0	-	75,0

Примечание: \*- по данным МСХ РК

В настоящее время комбикормовые предприятия столкнулись с рядом организационных и технологических проблем:

- нарушены организационные структуры по производству и приготовлению кормов;
- резко ухудшилась материально-техническая база предприятий;
- сокращены площади под кормовыми и фуражными культурами;
- приостановлено внедрение кормовых севооборотов;
- практически прекращено улучшение естественных кормовых угодий и создание долголетних культурных пастбищ;
- значительное ухудшение качества кормов;
- уменьшились объемы применения эффективных технологий заготовки и приготовления кормов;
- дисбалансирован в кормах протеино-углеводный и минеральный комплекс;
- сокращены объемы обеспечения кормами животноводства;
- большинство фермеров, за редким исключением, получив немалые площади сельскохозяйственных угодий, игнорируют необходимость организации товарного животноводства, а заодно и кормопроизводства;
- резко возросла себестоимость производимых кормов.

В связи с предстоящим вступлением нашего государства в ВТО особо актуальной является проблема повышения конкурентоспособности комбикормовой отрасли за счет развития и внедрения передовых достижений в области техники и технологии, что позволило бы предприятиям повысить производительность, снизить себестоимость продукции, повысить качество продукции, расширить ассортимент выпускаемой продукции. Внедрение передового оборудования позволит сократить число операций за счет совмещения технологических процессов, что позволит сократить длительность и повысить эффективность технологических процессов.

В этой связи для обеспечения отраслей животноводства развитой кормовой базой и повышения конкурентоспособности кормопроизводства необходимо:

- сохранить высокопроизводительные предприятия, так как именно на них ориентирована материально-техническая база, формировавшаяся десятилетиями;
- восстановить или создать вновь специализированные подразделения по кормопроизводству;
- совершенствование структуры посевов кормового поля (пастбищных угодий);
- максимальное приближение кормового поля к животноводческим фермам, что позволит сократить до минимума энергетические, материальные и трудовые затраты на нерациональные транспортные перевозки кормов и энергетические расходы животных, связанных с их перегонами;



- задействовать политику диверсификации растениеводства, что будет способствовать развитию посевных площадей под кормовыми (фуражными) культурами;

- создать нормативную основу и обеспечить государственную поддержку, которые будут направлены на стимулирование процесса укрупнения и консолидации комбикормовых производств, в том числе способствующие созданию системы организационных структур по производству и приготовлению кормов, их материально-техническому перевооружению, непосредственно привязанных к сырьевым источникам и каналам реализации;

- разработать и внедрить систему оценки качества кормов по их питательной ценности и сертификации кормов.

Настоящее учебное пособие предназначено для вузов, подготавливающих инженеров-технологов в области послеуборочной обработки, хранения и переработки зернового сырья. В предложенном материале приведены основные сведения по технологии комбикормового производства.

Для студентов, обучающихся по индивидуальному плану, предложены основы построения технологических процессов производства комбикормов, что в свою очередь отвечает перспективам развития и методикам обучения в высшей школе, которая требует повышения уровня самостоятельной работы студентов при изучении курса специальных дисциплин.

## 1. СВЕДЕНИЯ О КОМБИКОРМАХ

На комбикормовых предприятиях вырабатывают комбикорма, белково-витаминные добавки и премиксы.

Согласно ГОСТам [2-5], под комбикормом понимают сложную смесь очищенных и измельченных до необходимой крупности различных кормовых средств и микродобавок, выработанных по научно-обоснованному рецепту, обеспечивающей полноценное кормление сельскохозяйственных животных.

Под белково-витаминными добавками (далее - БВД) понимают однородную смесь измельченных до необходимой крупности высокобелковых кормовых средств и микродобавок, используемую для обогащения комбикормов.

Премиксом называют однородную смесь измельченных до необходимой крупности микродобавок и наполнителя, используемую для обогащения комбикормов и БВД.

### 1.1 Ассортимент и показатели качества комбикормов

Продукция комбикормовых предприятий представлена широким ассортиментом. На комбикормовых предприятиях вырабатывают: полнорационные комбикорма, комбикорма-концентраты, БВД, премиксы, кормовые смеси для жвачных животных, заменители цельного молока, карбамидные концентраты, специальные комбикорма для ценных пород животных и жидкие комбикорма.

*Полнорационные комбикорма* (далее - ПК) - должны обладать всеми качествами полноценного рациона, обеспечивающего высокую продуктивность и качество продукции, хорошее состояние здоровья животных при низких затратах питательных веществ на единицу продукции. По своему химическому составу, питательности и специфическим свойствам полнорационный комбикорм должен полностью отвечать требованиям организма данного вида и возраста животных.

*Комбикорма-концентраты* (далее - К) предназначены для скармливания животным в дополнение к основному рациону в зависимости от вида, возраста и хозяйственной направленности животных, а также от структуры и качества основного рациона. Часто комбикорма-концентраты добавляют к грубым, сочным и другим кормам.

*БВД* - состоят из белковых компонентов, витаминов, микроэлементов, стимуляторов роста и повышения продуктивности животных. БВД предназначены для производства комбикормов непосредственно на фермерских хозяйствах различной формы собственности на основе имеющегося фуража.

*Премиксы* (далее - П) – представляют собой смесь биологически активных веществ (витаминов, антибиотиков, микроэлементов,

аминокислот, лекарственных и вкусовых препаратов) и наполнителя, предназначенных для обогащения комбикормов и БВД на комбикормовых предприятиях.

*Кормовые смеси* (далее - КС) – для жвачных животных вырабатывают на основе некоторых продуктов, например лузги с добавлением отрубей, шрота, сырья минерального происхождения и микродобавок.

*Заменители цельного молока* (далее - ЗЦМ) – вырабатывают на основе сухого обезжиренного молока с добавлением животных и растительных жиров, фосфатидов, микродобавок и др.

*Карбамидный концентрат* (далее - КК) – представляет собой смесь карбамида, зернопродуктов, бентонита, получаемую по специально разработанной технологии.

*Жидкие комбикорма* (далее - ЖК) – это особый вид кормовых средств, получаемых на основе мелассы с добавлением ряда компонентов: ортофосфорной кислоты, рыбных гидролизатов, кормового животного жира, растворов карбамида, фосфатов, фильтрата барды, витаминов и лекарственных средств.

Комбикорма вырабатывают в рассыпном и гранулированном виде. Для отдельных видов животных предусмотрен выпуск крошки на основе измельчения гранул. Производство полнорационных и полноценных комбикормов возможно только на базе высококачественного сырья, полностью удовлетворяющего требованиям стандартов и технических условий [6-18]. Качество готовой продукции оценивают как в процессе их производства, так и при хранении.

Показатели качества комбикормов регламентируют влажность, крупность частиц, содержание сырого протеина, количество кормовых единиц (питательность), обменную энергию, наличие металломагнитной примеси и др. При этом конкретные значения этих показателей находятся в зависимости от рецепта комбикорма.

Органолептические показатели (запах, внешний вид, цвет) комбикормов должны соответствовать набору кормового сырья, которые входят в его состав. Не допускается наличие признаков плесени и несвойственного комбикормам запаха.

Зараженность вредителями в комбикормовой продукции ограничена до 5-ти экземпляров в 1 кг, а для рыб не допускается.

Наличие металломагнитных примесей устанавливают в следующих параметрах: не более 20-30 мг на 1кг комбикорма. Частиц размером более 2 мм и с острыми краями не допускается.

Влажность комбикорма по нормам для разных видов животных находится в пределах 14,5...15%. Крупность нормируют отдельно по видам и возрастным группам животных. Содержание микроэлементов нормируется в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

Конкретные значения показателей качества находятся в зависимости от рецепта комбикорма.

## **1.2 Потребительские свойства комбикормов**

Потребительские свойства определяют степень соответствия готовой продукции своему назначению. В этой связи комбикорма должны – служить высокоэффективными кормами сельскохозяйственным животным.

Потребительские свойства оцениваются на основе лабораторных анализов, а также на основе опытной проверки. ГОСТ (СТ РК) и ТУ на готовую продукцию составляются обязательно с учетом обеспечения ее высоких потребительских свойств. Отдельные показатели качества зерна и зерноотходов оцениваются по существующим методикам, описанных в ГОСТах:

- определение запаха, цвета и степени обесцвеченности по ГОСТ 10967-90;
- определение влажности по ГОСТ 13586.5-93;
- определение зараженности вредителями по ГОСТ 13586.4-83;
- определение поврежденности вредителями по ГОСТ 13586.6-93;
- определение общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей, мелких зерен и крупности, зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой и металломагнитной примеси по ГОСТ 30483-97;
- определение типового состава по ГОСТ 10940-64;
- определение содержания белка по ГОСТ 10846-91;
- определение солей тяжелых металлов по ГОСТ Р 51301-99, ГОСТ 26929-94, МВИ 08-047/097, МУ 08-047/042.

## **2. КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ**

Для производства комбикормов используют широкий ассортимент различных кормовых средств, минеральных продуктов, биологически активных веществ.

Комбикормовую промышленность отличает применение разнообразного по происхождения сырья: растительного, животного, микробиологического. Компоненты растительного происхождения занимают наибольший объем в составе рецепта комбикорма.

При производстве комбикормов некоторые компоненты подвергают специальной обработке для повышения их питательной ценности, а также добавляют недостающие биологически активные вещества в виде специальных препаратов биологического или химического синтеза.

Компоненты комбикормов можно разделить на [19]:

- компоненты, поставляющие энергию (зерно, кукуруза, жир);

- протеиносодержащие компоненты (обрат, соевая мука, посевной горох, рапсовая мука, подсолнечниковая мука, белый или синий сладкий люпин, рыбная мука, бобы, дрожжи, мясокостная мука, кровяная мука);

- сочные корма (картофель, свекла, капуста, трава и силос). Эти компоненты наиболее трудно перевариваемы и постоянно их можно использовать для кормления супоросных свиноматок и поросят на откорме, особенно при весе свыше 70 кг;

- другие составляющие (пищевые отходы, отходы от пивоваренной промышленности, промышленные протеиносодержащие отходы, отходы мясокомбинатов).

При оценке кормовой ценности комбикормов и кормовых продуктов используют показатель кормовая единица. Которая эквивалентна питательной ценности 1 кг овса с натурой 450...480 г/л и влажностью 13%. Кормовая единица выражается способностью откладывать жировые отложения у сельскохозяйственных животных в количестве 150 гр. Для удобства расчетов питательную ценность кормов выражают количеством кормовых единиц, содержащихся в 100 кг корма.

## 2.1 Зерновое сырье для производства комбикормов

К основному сырью комбикормовой промышленности относят зерновое сырье (кукуруза, ячмень, овес, пшеница, горох, просо и др.). Зерно злаковых и крупяных культур богато углеводами, но недостаточно протеина. Содержание углеводов в зерне злаковых достигает до 80%, белка от 5 до 26 %, жира от 1,6 до 15%. Однако содержание других элементов в химическом составе злаковых культур минимально. Эту особенность зернового сырья необходимо учитывать при сбалансировании комбикормов по минеральному составу.

*Кукуруза* является одним из высокопитательных компонентов для производства комбикормов. Питательная ценность, содержит 134 кормовые единицы в 100 кг зерна и обладает хорошими вкусовыми качествами, охотно поедается сельскохозяйственными животными и птицами. Основной недостаток – низкое содержание протеина и ряда незаменимых аминокислот, в первую очередь лизина.

*Овес* – ценный компонент для производства комбикормов, применяется преимущественно для молодняка сельскохозяйственных животных. Для молодняка овес очищают от грубых цветковых пленок, количество которых достигает до 40% и более. В 100 кг овса с объемной массой 480 г/л при влажности 13 % содержится 100 кормовых единиц.

*Ячмень* – важная зерновая, фуражная культура. Ячмень используется в комбикормовой промышленности для всех сельскохозяйственных животных и птиц. Также как и овес, ячмень при скармливании необходимо отделить от пленок. По сравнению с зерном овса, ячмень содержит меньше жира и клетчатки и больше крахмала. В 100 кг зерна (влажность 13 %) в

среднем содержится 120,5 кормовых единиц. Наличие ячменя в рецептуре комбикорма улучшает потребительские свойства и качество мяса и жира.

*Пшеница* – используется в комбикормах для всех видов животных и птиц. Содержание протеина в ней достаточно высокое, клетчатки сравнительно мало. Для производства комбикормов применяют чаще всего зерно с пониженными хлебопекарными свойствами, с примесью зерен других культур, пригодное для кормовых целей. В 100 кг зерна пшеницы влажностью 13% в среднем содержится 119,5 кормовых единиц.

*Рожь* также является сырьем для производства комбикормов. В силу своего химического состава, сильно набухающих слизей, его ввод в рецептуру комбикорма ограничен, вызывающие расстройство пищеварения у животных. Для производства комбикормов используют рожь, не пригодную для производства хлебопекарной муки. В 100 кг зерна ржи, влажностью 13%, содержится в среднем 118,4 кормовых единицы.

*Просо* – ценный продукт для птиц и промышленного откорма крупнорогатого скота и свиней. В связи с высоким значением показателя пленчатости (от 17 до 25%), зерно проса требует дополнительного тонкого измельчения. При влажности 13% 100 кг зерна проса соответствует 95,5 корм. единицам.

*Сорго* – внешне напоминает зерно проса и по химическому составу приближено к зерну проса, но значительно крупнее. Зерно сорго применяют при выработке комбикормов-концентратов для свиней от четырех месяцев. В 100 кг зерна при влажности 13 % содержится 118,8 корм. единиц. Но в отдельных случаях в зерне сорго обнаруживают синильную кислоту, в связи с этим перед введением зерна в рецептуру комбикорма его проверяют на содержание кислоты.

Кроме вышеуказанных культур в состав комбикормов вводят зернобобовые культуры, которые являются важным источником растительного белка, содержание которого составляет от 20 до 35%. Поэтому для повышения белковой питательности комбикормов применяют зернобобовые культуры. Кроме того, в семенах бобовых культур, по сравнению другими культурами содержится больше ферментов, способствующих лучше перевариваемости питательных веществ в организме животных. Также содержание бобовых культур в рецептуре приготавливаемого комбикорма, легко возможно изменять уровень протеина. Для этого используют горох, кормовые бобы, чину, сою, чечевицу, люпин и др.

*Горох* – один из лучших питательных высокобелковых растительных кормов. Его рекомендуют применять в комбикормах для свиней и в меньшей степени для крупнорогатого скота и птицы. В 100 кг гороха при влажности 13% содержится 117 кормовых единиц.

*Вика* – одна из распространенных кормовых культур, однако чаще всего ее используют на корм скоту в виде травы и силоса. В силу своего химического состава зерно вики проверяют на содержание синильной кислоты, в связи с этим ввод в рецептуру комбикорма этой культур

ограничен. В 100 кг вики влажности 14% содержится 116 кормовых единиц.

*Бобы кормовые* – ценный компонент комбикормов, содержащий белковые вещества до 33%. Содержание в составе дубильных веществ ограничивает ввод кормовых бобов в комбикорма. В 100 кг зерна при влажности 13% содержится до 111 корм. единиц.

*Люпин сладкий* – по общей питательности и количеству протеина зерно этой культуры превосходит другие бобовые. В 100 кг зерна сладкого люпина при влажности 14% содержание кормовых единиц составляет до 104.

## 2.2 Сырье технической переработки растительных культур

Эту группу компонентов составляют продукты переработки мукомольной, крупяной, пивоваренной промышленности, а также спиртовой, масложировой, крахмалопаточной, сахарной и др.

*Отруби* получают в качестве побочного продукта при переработке зернового сырья в муку на мельничных предприятиях. Отруби представляют собой хорошо концентрированный корм для всех сельскохозяйственных животных и птиц. Общая питательная ценность отрубей при влажности 13% равна в среднем 71-79 кормовых единиц.

*Кормовая мучка* – промежуточный продукт между низким сортом муки и отрубями, или побочный продукт на операциях шлифования крупяных заводов. При производстве различных видов муки и крупы получают пшеничную, овсяную, ячменную, просяную, кукурузную, рисовую и др. мучки.

*Кормовые продукты маслозаводов* - это жмыхи и шроты, получаемые после извлечения масла из большинства масличных культур, являющихся съедобными и ценными кормами для животных.

*Жмых* – является побочным продуктом при извлечении масла прессованием с предварительным подогревом зерна. В жмыхе в среднем содержится до 7% не извлеченного масла.

*Шрот* – получают при извлечении масла путем применения растворителей в результате чего получается рассыпчатая масса. Содержание не извлеченного масла в шроте составляет до 2%.

Различают следующие жмыхи и шроты: хлопковый, подсолнечный, соевый, льняной, кокосовый, кориандровый, кунжутковый кукурузный, сафлоровый и др.

Отличительная особенность этих кормовых продуктов является, содержание ядовитого вещества госсипола. При этом, если содержание госсипола превышает 0,1%, то их не применяют для производства комбикормов.

*Кормовые продукты предприятий сахарной промышленности* – сушеный свекловичный жом и меласса, нашли широкое применение в комбикормовой промышленности.

*Жом* представляет собой сушеные стружки свеклы после извлечения сахара. Сухой свекловичный жом обладает большой гигроскопичностью, поэтому при скармливании животным комбикорма с содержанием свыше 5% жома, комбикорм целесообразно смачивать водой. В 1 кг сухого жома при влажности 13% содержится 84 корм.единицы.

*Меласса* (кормовая или сахарная патока) – сироп, содержащий около 75% сухих веществ и 25% воды. Из-за большого содержания сахара меласса поедается животными. Мелассу добавляют при гранулировании, что устраняет пылеобразование, и улучшает вкусовые свойства и прочность прессованных комбикормов. В 100 кг мелассы (при влажности 20,3%) содержится 76,8 корм. единиц.

*Кормовые продукты крахмалопаточной промышленности* – побочные продукты при производстве крахмала. При выработке крахмала на зерновой основе (кукуруза, пшеница) остаются побочные продукты богатые протеином – мезга и оболочки с частичками крахмала. Однако при приемке этих кормов необходимо обратить внимание на содержание в них металломагнитных примесей. В 100 кг корма при влажности 13% содержится 114,3 корм. единиц.

*Кормовые продукты бродильных производств* – барда сухая из картофельно-зернового сырья получается при переработке на спирт богатых крахмалом или сахаром продуктов. В 100 кг сухой зерновой барды при влажности 12% содержится 85, 2 кормовых единиц. Также для производства комбикормов применяют солодовые ростки (67 кормовых единиц), пивная дробина (79,5 кормовых единиц).

Одним из важнейших источников, позволяющих сбалансировать рационы сельскохозяйственных животных по белку, витаминам и минеральным веществам, является мука из растений.

*Травяную муку* получают путем искусственной сушки – наиболее рациональным способом консервирования. По общей питательной ценности и перевариваемости мука из молодых, особенно бобовых трав, приближается к кормам из зерна гороха, вики, кормовых бобов и люпина. По содержанию сырого протеина травяная мука превосходит зерновые культуры. Питательная ценность 100 кг травяной муки составляет 47 кормовых единиц. В комбикормовой промышленности травяная мука – единственный компонент, богатый каротином.

*Хвойную муку* изготавливают из хвои ели и сосны. Питательная ценность 100 кг хвойной муки составляет 40 кормовых единиц.

*Мука из водорослей* является ценным источником витаминов и микроэлементов, особенно йода. Питательная ценность 100 кг составляет 35 кормовых единиц.

### **2.3 Продукты технической переработки животного происхождения**

К этим продуктам относят продукты переработки молока (обрат, сыворотка, заменитель сухого молока), кормовые продукты



мясокомбинатов (кровяная, костная, мясная, мясокостная, перьевая мука), кормовые продукты перерабатывающей промышленности (рыбная мука и т. д.). Все вышеперечисленные продукты используются в виде сухой муки, которая отличается высоким содержанием полноценного белка и минеральных веществ, хорошо усваиваемых организмом животных.

*Мясокостная мука* вырабатывается из пищевых продуктов мясного сырья - мясные отходы, туши животных непригодные для пищевых целей, рядовая кость.

*Мясная мука* вырабатывается из внутренних органов, эмбрионов, фибрина, кровяных сгустков, мясных отходов и костей не более 10%. В 100 кг муки при влажности 10% содержится 106,8 кормовых единиц.

*Кровяная мука* вырабатывается преимущественно из кровяных сгустков, фибрина, шлама и костей не более 5%. В 10 кг кровяной муки при влажности 9% содержится 105,8 кормовых единиц.

*Мука из шквары* получается в результате вытопки животных жиров. В 100 кг муки из шквары при влажности 8,8% содержится 81,7 кормовых единиц.

В последнее время в комбикормовой промышленности применяют жир и жироподобные вещества. Это прежде всего связано с тем, что жир обладает свойствами стимулировать рост и продуктивность сельскохозяйственных животных и птиц.

*Технический жир* – побочный продукт мясокомбинатов. Жир содержит больше энергии, чем любой другой кормовой продукт.

*Рыбная мука* приготовлена из рыбы и рыбных продуктов, пригодных для корма сельскохозяйственных животных. В 100 кг рыбной муки содержится 107 кормовых единиц.

*Китовая мука* изготавливается из мяса и шквары сала китов, которая ценится как источник витаминов группы В, в том числе и В<sub>12</sub>. В 100 кг муки при влажности 13% содержится до 10,7 кормовых единиц.

*Молочные корма* используют в виде обезжиренного молока и казеина. Эти корма легкоусваиваемые и применяют, преимущественно, для молодняка. В 100 кг сухого обезжиренного молока при влажности 9% содержится 120 кормовых единиц.

## **2.4 Минеральные компоненты для выработки комбикормов**

Группа минеральных компонентов включает: поваренную соль, мел, кормовые фосфаты, муку и крупу из раковин моллюсков, травертиновую муку, известняк. Минеральные вещества способствуют лучшей перевариваемости корма. Из всех минеральных веществ наибольшее значение имеет кальций и натрий. Одна из основных задач комбикормового производства – дать правильно сбалансированный корм по минеральному составу (соотношение между количеством фосфора, натрия и кальция).

*Мел* вводится в комбикорм как основной источник кальция. В 1 кг кормового мела содержится до 360-400 г кальция.

*Крупа или мука из раковин моллюсков* вводится в комбикорм вместо мела и содержит 370 г кальция. Крупу, преимущественно, вводят в комбикорм для птиц.

*Костная мука* получается в результате соответствующей обработки костей животных. Костная мука является минеральным кормом, ее вводят в соотношении до 1% в разрабатываемую рецептуру.

*Известняк* вводится в комбикорм при отсутствии мела.

*Поваренная соль* богата натрием и хлором. Она позволяет регулировать его количественное соотношение между натрием и кальцием. В 1 кг поваренной соли содержится до 390 г натрия и до 600 г хлора.

## **2.5 Микродобавки для производства полнорационных комбикормов**

Для обогащения некоторых видов комбикормов применяют микродобавки: витамины, микроэлементы, антибиотики, аминокислоты, антигельминтные препараты и ферменты.

*Витамины* представляют собой органические вещества, необходимые для поддержания жизнедеятельности организма и для обеспечения нормального роста животных и птиц. Для обогащения комбикормов применяют: витамин А – порошкообразный стабилизированный концентрат витамина А; В<sub>1</sub> – тиамин, В<sub>2</sub> – рибофлавин; В<sub>3</sub> – пантатеновая кислота; В<sub>6</sub> – пиротоксин; В<sub>12</sub> – цианкоболамин; D<sub>2</sub> – кальциферол; Е – токоферол; РР – никотиновая кислота.

*Микроэлементы.* При выработке комбикормов применяют микроэлементы: железо серноокислое закисное (железный купорос), медь серноокислая (медный купорос), кобальт, цинк, марганец, серноокислый и марганца двуокись, калий, йодированная соль.

*Антибиотики.* Вещества биологического происхождения, обладающие свойством подавлять рост и развитие вредной микрофлоры. Антибиотики применяют как эффективное средство для профилактики заболеваний, а так же для лечения поголовья животных.

*Аминокислоты.* Биологическая ценность протеина комбикормов зависит от аминокислотного состава. Жизненно необходимы аминокислоты: метионин, лизин, триптофан, тирозин, цистин, аргинин, гистидин.

*Антигельминтные противогриппные препараты* применяют для предупреждения заболеваний животных. Ферменты- сложные органические вещества, при помощи которых осуществляется большинство процессов обмена веществ в растущем организме сельскохозяйственных животных и птиц.

## 2.6 Нетрадиционные виды минерального сырья в производстве комбикормовом

В настоящее время природные минералы находят все большее применение в сельском хозяйстве, которые отличаются уникальным сорбционными, ионообменными, молекулярно-ситовыми, селективными, пролонгирующими и бактерицидными свойствами [20, 21].

Основной причиной нарушения развития организма животных и снижения их продуктивности кроются в нарушении обмена веществ, которое возникает в результате дефицита или дисбаланса минеральных веществ макро и микроэлементов.

Восстановление баланса рационов достигается обычно путем добавления в корм в строго дозированном количестве различных элементов и минералов, которые выполняют важные функции в организме животных. Выделяются макроэлементы с содержанием 0,01-1%: *C, O, N, H, Ca, P, Mg, K, Na, S, Cl* и микроэлементы, содержание которых в организме животных составляет от 0,00001 до 0,001%: *Fe, Co, Cu, Zn, Mn, Si, Br, I, F, As* [20]. При этом избыток кислотных элементов: фосфора, хлора, серы и др. вызывает специфическую болезнь - ацидоз, а при избытке щелочных - алкалоз, при недостатке железа - анемия, меди - истощение, кобальта - авитаминоз *B<sub>12</sub>*, марганца – перозис - «соскальзывание сухожилий», цинка – паракератоз - кожная болезнь, йода - зоб, селена - «беломышечная болезнь», избыточное содержание селена - «щелочная болезнь» - отравление организма, фтора - хроническое отравление, стронция - зоб.

В качестве минеральных добавок, улучшающих рацион кормов и способствующих повышению веса и качества мясной продукции, являются: глинистые минералы монтмориллонитовой группы, цеолиты, опал-кристаллитовые породы, глаукониты, диатомиты, известняки, мел, фосфаты, сера, поваренная соль, сапропели, бишофит и др. минералы.

Технологии повышения экологической эффективности сельскохозяйственного производства, основанные на применении природных минералов, активно разрабатываются и внедряются во многих странах мира, включая Европейский Союз, США, Японию и Китай. Так, например, только в Китае производство природных минералов для рассматриваемых целей увеличилось за последние годы в десятки раз и составляет сегодня 2,5 млн. тонн/год [21, 22].

Перспективы Казахстана в отношении сырьевой базы природных минералов для использования в ветеринарных целях весьма высоки и разнообразны.

Республика располагает разведанными запасами почти всех видов природных минералов ветеринарного назначения и извлекаемой металло- и элементопродукции [23].

*Шунгиты.* Рассматриваемые в геологической литературе как «неграфитируемый углерод» или скрытокристаллический графит

шунгиты, представляют собой уникальные по составу, свойствам и структуре природные образования [24, 25], состоящие из высоко дисперсных кристаллических частиц, равномерно распределенных в аморфной углеродной матрице. Шунгитовые породы характеризуются высокой прочностью, плотностью, химстойкостью, электропроводностью, высокой активностью в окислительно-восстановительных реакциях, способностью смешиваться с любыми связующими. Шунгитовые породы обладают сорбционными, каталитическими и бактерицидными свойствами [25]. Широко распространены в Западной Калбе и Текели-Коксуйской зоне [26] Восточно-Казахстанской области. Шунгит диамагнитен является хорошим проводником, характеризуется средней твердостью – 3,5, высокой стойкостью к кислотам и щелочам. Плотность колеблется от 2,25 до 2,9 г/м<sup>3</sup>, пористость – от 0,88 до 10,7% в среднем составляя 5-6% [24, 26].

Специфическая структура и вещественный состав шунгитовых пород придают им многие ценные физические, химические, физико-химические и технологические свойства.

Казахстан располагает обширными ресурсами природного и техногенного шунгитсодержащего сырья, которые с позиции потенциальной фуллереноносности и карбидоносности еще детально не изучены. Разведанные запасы и прогнозные ресурсы шунгитов в Республике превышают 600 млн. т [26].

*Цеолит.* Природные цеолиты обладают уникальными адсорбционными, ионообменными, молекулярно-ситовыми, каталитическими свойствами, обуславливающими их положительное влияние на физиологическое состояние животных. Повышение усвоения корма связано с внесением подвижных форм некоторых минеральных веществ (калия, кальция, некоторых микроэлементов), буферным эффектом клиноптилолита, что стабилизирует кислотность желудочного сока, содержание аммонийного азота, а также поглощением и выносом токсичных продуктов пищеварения и ядовитых веществ, попавших в пищеварительный тракт с кормом [27, 28]. В настоящее время известно около 40 видов минералов. Цеолитовые туфы разных месторождений различаются по цвету, прочности, физико-химическим свойствам. В них содержится свыше 40 минеральных элементов. Наибольшую удельную массу среди них занимают оксиды кремния, алюминия, кальция, магния, натрия, калия, фосфора. Из микроэлементов, имеющих важное значение в кормление животных, содержатся железо, медь, цинк, марганец, кобальт, селен, молибден.

В настоящее время в России ведутся комплексные исследования по применению в животноводстве и птицеводстве природного минерала цеолита. Ассоциация «Промышленные минералы» при поддержке Минсельхоза России начала работы по комплексному применению цеолитов в животноводстве. Корпорация «МинЭко» (производственное

подразделение Ассоциации) организовало производство цеолитсодержащих кормовых добавок [22, 27].

Также ОАО «Вурнарский завод смесевых препаратов» на основе природного цеолита - трепела разработала и производит два вида лечебно-профилактических кормовых добавок для животных и птицы под торговыми названиями «Пермаит» и «Пермаик» [29].

В опытах установлено, что через неделю после начала скармливания цеолита пищеварительные процессы стабилизируются, повышается общая кислотность, пептическая активность желудочного содержимого, протеолитическая и аминолитическая активность сока поджелудочной железы, всасывание в кишечнике кальция и фосфора. Опыт широкого использования цеолитов в различных хозяйствах России, США, Японии, Германии и других стран показывает, что включение цеолитов в пищевой рацион животных повышает усваиваемость питательных веществ кормов, сокращает падеж, особенно в раннем возрасте, предупреждает появление диспепсии, выводит из организма токсичные и вредные продукты метаболизма, предотвращает заболевания, связанные с дефицитом микроэлементов [28, 30, 31].

Физиологические опыты выявили заметные положительные влияния цеолита на перевариваемость сухого и органического вещества корма, безазотистых экстрактивных веществ, азота, усвоение кальция фосфора. Отмечена достоверно большая удельная плотность костей опытных животных в сравнении с контролем [28, 30].

По результатам исследований было установлено, что цеолиты, не обладая питательной ценностью, оказывают ощутимое влияние на биохимические, микробиологические, ионообменные процессы в организме. Они выступают в качестве «донора» для восполнения недостающих в кормах макро- и микроэлементов. Более того, они выводят из организма токсины от метаболизма, соли тяжелых металлов и, прежде всего, свинца и кадмия, а также радионуклиды, поступающие в организм с кормами. Цеолиты в значительной степени нейтрализуют действие микотоксинов, которыми ежегодно поражаются огромные объемы кормов, поступающих для скармливания на фермы и комплексы. Цеолиты выступают в роли пролонгаторов, способствуя наиболее полному освоению органического вещества, протеина, жира, поступающих с кормами в организм животного [32, 33].

Использование цеолита как добавки в кормлении животных позволяет:

- улучшить питательные свойства корма;
- позитивно влиять на процессы пищеварения в организме животных, повышать эффективность усвоения полезных веществ;
- улучшить физиологическое состояние животных;
- повысить жизнеспособность животных, предотвращать некоторые заболевания;

- повысить продуктивность взрослых особей;
- адсорбировать и выводить из организма животных радионуклиды, аммиак оксид и диоксид углерода, сероводород и соли тяжелых металлов.

В таблице 9 приведены результаты разных исследований по применению цеолита в животноводстве и птицеводстве.

Однако необходимо учесть, что в природе известно около 50 структурных типов цеолитов и большое количество месторождений цеолитсодержащих пород. Структурные типы отличаются в основном видом кристаллов – игольчатые, волокнистые и пластинчатые, два первых, из которых, представляют онкогенную опасность. Наиболее подходящим природным цеолитом по структурному типу для нужд животноводства является клиноптилолит. Использование цеолитсодержащих пород с содержанием клиноптилолита менее 55 % не приносит должного эффекта, а зачастую дает обратный результат (табл. 3) [22].

Таблица 3 - Эффективность применения природных цеолитов [22, 28, 30, 31, 33]

№	Область применения	Наблюдаемый эффект
1	2	3
1	Коровы дойные	Увеличение продуктивности на 9% Снижение затрат корма на 1 кг прироста массы на 5-13%, на литр молока 4-8%
2	Коровы сухостойные	Положительное влияние на воспроизводительные функции после отела, рост молочной продуктивности на 10-15% Снижение затрат корма на 1 кг прироста массы на 5-13%
3	Молодняк КРС при доращивании и откорме	Повышение продуктивности на 7-10% Повышение прироста живой массы на 10-12% Сокращение расхода кормов на 1 кг прироста на 10%
4	Овцы	Увеличение настрига шерсти до 13% при повышении ее прочности на 6-12% Повышение многоплодия овцематок на 6-11% Повышение живой массы приплода на 3-14%
5	Супоросные свиноматки	Увеличение молочности маток на 19% и массы гнезда при раннем отъеме на 20%
6	Поросята-сосуны	Увеличение среднесуточного прироста на 15%, сохранности – на 8% Повышение крупноплодности на 4% и роста порослят в период подсосного выращивания – на 5%
7	Поросята-отъемыши	Обеспечивает практически полную сохранность молодняка
8	Свиньи при доращивании и откорме	Повышение продуктивности на 8% при одновременном сокращении расхода кормов на 12%
9	Куры	Повышение яйценоскости на 3-5% Уменьшение боя яиц на 3-5%

Таким образом, необходимо восстановить утраченные позиции использования цеолитов, добавок и премиксов на их основе. Они не только не уступают большинству БВМД, ввозимых из-за рубежа, но и превосходят многие.

*Бентонит.* Исследования доказали, что не менее важным является применение бентонита в животноводстве. Включая бентопорошок в рацион животных (около 5%), на четверть уменьшается падеж молодняка, снижается показатель заболеваемости. Соответственно, значительно повышается рентабельность хозяйствования [34].

Бентонитовые глины содержат в своем составе свыше 25 макро- и микроэлементов.

В Республики Казахстан бентонит добывают в Келесском месторождении.

*Бишофит.* Природный бишофит – минерал, основу которого составляет хлорид магния с примесью большого количества жизненно необходимых микроэлементов. Природный бишофит имеет следующий состав масс (табл.4).

Таблица 4 - Состав природного бишофита [35]

№	Наименование	Количество, %	№ п/п	Наименование	Количество, %
1	Хлорид магния	90-96	7.5	- железо	0,003-0,030
2	Сульфат кальция	0,1-0,7	7.6	- алюминий	0,001-0,020
3	Хлорид натрия	0,1-0,4	7.7	- титан	0,0005-0,001
4	Хлорид калия	0,1-5,5	7.8	- медь	0,0001-0,003
5	Сульфат магния	0,1-2,5	7.9	- кремний	0,02-0,20
6	Бромид магния	0,4-0,95	7.10	- барий	0,0001-0,0006
7	Микроэлементы:		7.11	- стронций	0,001-0,020
7.1	- бор	0,002-0,080	7.12	- рубидий	0,0001-0,002
7.2	- кадмий	0,003-0,005	7.13	- цезий	0,0001-0,001
7.3	- висмут	0,0005-0,001	7.14	- литий	0,0001-0,0003
7.4	- молибден	0,0005-0,001			

В бишофите отсутствуют какие-либо повреждающие микрокомпоненты.

Исследования ученых кафедры кормления сельскохозяйственных животных Волгоградской сельскохозяйственной академии позволили сделать заключение [35] что:

- ежедневная подкормка бишофитом в количестве 1,5-28,0 мл при добавке в молоко или ЗПМ приводят к среднесуточному приросту живой массы на 15-17% выше по сравнению с телятами, не получающими этой подкормки;

- при откормке бычков из расчета 15-45 мл бишофита на 1 голову среднесуточный прирост живой массы на 12% выше;

- подкормка дойных коров бишофитом в количестве 50-65 мл на голову в день увеличивает среднесуточный удой на 1,0-2,5%;

- молодняк, полученный от сухостойных коров, при подкормке последних из расчета 20-25 мл в сутки на голову имеет в среднем живую массу на 2-3 кг выше;

- подсвинки на откормке, получающие 2-12 мл бишофита в сутки для ликвидации в рационе дефицита магния и других элементов, имеют среднесуточный прирост живой массы на 12-16% выше;

- включение в рацион свиноматок бишофита 10-20 мл на 1 голову в день способствует улучшению состояния здоровья, нормализации обмена веществ, воспроизводительных функций и повышению резистентности организма;

- при подкормке цыплят-бройлеров бишофитом из расчета 1-2 мл на 1 кг концентратов в 49 дневном возрасте живая масса бройлеров превышает в среднем живую массу не получавших подкормки на 8 г.

У животных получавших природный бишофит выявлена лучшая перевариваемость аминокислот: лизина на 10,10 и 6,32%, метионина на 8,49 и 7,62%, тирозина на 5,74 и 5,89%, фенилаланина на 7,50 и 8,29% соответственно [35].

*Вермикулит* - природный минерал из группы гидрослюдов, структура которого состоит из перемежающихся слюдяных листов, разделенных между собой двойными слоями воды. Экспериментальными исследованиями [36] установлена способность вермикулита снижать токсическое влияние ряда тяжелых металлов на организм коров.

На фоне применения энтеросорбента происходило достоверное снижение в крови опытных коров уровня свинца на 86,5%, никеля - на 81,1%. Также было установлено, что применение вермикулита в рационе цыплят-бройлеров с 7-суточного возраста в количестве 2 % от нормы сухого вещества приводит к увеличению прироста живой массы на 8,9%, сохранности поголовья на 2%, увеличению в крови эритроцитов на 22,6%, лейкоцитов на 6,7%, гемоглобина на 7,5%, кальция на 12,9%, фосфора на 10,5%, магния на 23,3% [37].

Другими исследованиями была установлена оптимальная доза для супоросных свиноматок: 2-3% от сухого вещества корма рациона. При применении вермикулита через 1 месяц после начала опыта содержание гамма-глобулинов в сыворотке крови свиноматок увеличилось на 6,2%, бактерицидная активность - на 3% [38].

Запасы вермикулита в Республике Казахстан имеются на Каратауском и Барчинском месторождениях.

*Сапропель*. Природной биохимической копилкой многих минеральных и биологически активных веществ, в которых остро нуждается животный организм, является сапропель. Опыты, проведенные на крупном рогатом скоте различных возрастных групп, показали, что скармливание в стойловый период сапропеля коровам от 1 до 2,5 кг,



молодняку старше 6 месяцев 0,4-0,5 кг на 100 кг массы тела и телятам к концу молочного периода 200-250 г в сутки с постепенным увеличением дозы, приводит к закономерному возрастанию концентрации каротина в крови [39].

Имеющиеся в литературе данные свидетельствуют о положительном влиянии включения сапропеля в рацион кур в дозе 15 г до 15-ти месячного возраста и 9 г с 16-ти до 17-ти месяцев [39]. У птиц повышается содержание гемоглобина, общего белка, кальция, фосфора, магния в крови. Кроме этого, скармливание курам сапропеля оказывало положительное влияние на прочность скорлупы яиц.

*Опока.* Исследования, проведенные А.М. Емельяновым [39] свидетельствуют о положительном использовании опок в качестве минеральных добавок в рационе птиц. *Опоки, диатомиты, трепела* входят в группу осадочных кремнистых пород, сложенных преимущественно опалом и кристобалитом.

Характерной особенностью их является содержание аморфной, активной кремнекислоты и тонкопористой структуры. Опытным бройлерам включали дополнительно к основному рациону с 10-ти суточного возраста 2% опок, а с 30-ти суточного - 3% опок от сухой массы рациона. При этом установлено, что содержание эритроцитов, гемоглобина на протяжении всего опыта было выше в опытной группе. Отмечены положительные сдвиги обмена веществ у бройлеров, получавших опоки, по концентрации общего белка, кальция, фосфора [39].

Анализ динамики роста цыплят показал, что включение опок в рацион с 10-ти суточного возраста способствовало более высокому росту птицы и наращиванию живой массы. Относясь к группе балластных накопителей, опоки, замедляя прохождение пищи по ЖКТ, способствуют лучшему перетиранию корма, увеличивая доступность питательных веществ пищеварительным ферментам, а следовательно, улучшаются процессы пищеварения и всасывания. Адсорбционные и ионообменные свойства опок позволяют им снимать детоксикационную нагрузку на печень, тем самым, предупреждая заболевания печени, в частности, гепатит [39].

Таким образом, применение нетрадиционных видов природных минералов в животноводстве и ветеринарии эффективно влияет на сохранность, продуктивность, профилактику и лечение незаразных болезней животных, птицы, способствует нормализации белкового, жирового, минерального обменов и кислотно-щелочного состояния организма животного [40, 41].

## **2.7 Рецептuru комбикормовой продукции**

Широкий ассортимент продукции, технологические и организационные аспекты комбикормового производства регламентируется в соответствии с действующей нормативно-технической

документацией (НТД), т.е. ГОСТ, ОСТ, РСТ, ТУ (Приложение А-Г). При производстве комбикормов необходимо строго придерживаться разработанных рецептов, т.е. определенного перечня компонентов и рекомендованных процессов их ввода, выдерживая при этом требования по содержанию кормовых единиц, обменной энергии, протеина, клетчатки.

Комбикорма вырабатывают по рецептам, в которых указывают наименование компонентов и их соотношение в процентах. Рецепты разрабатывают применительно к виду животных, птиц, рыб, их возрасту и хозяйственной направленности.

Каждому рецепту присвоен номер в зависимости от вида животных. Для каждого вида животных, птиц и рыб отведен определенный десяток:

Для кур с 1 по 9: свиней с 50 по 59: крупного рогатого скота с 60 по 69 и т. д.

Нумерация рецепта обозначается двумя числами, из которых первое – это вид и группа животных: второе – номер рецепта. Оба числа ставят через дефис. Вид комбикорма обозначают начальными буквами: ПК – полнорационный, К – комбикорм-концентрат, БВД- белково-витаминная добавка, П - премикс, ЗЦМ - заменитель цельного молока.

Производство комбикормов строго в соответствии с разработанными рецептами не всегда возможно, так как в наличии может не оказаться некоторых видов компонентов. В этом случае разрешена замена одних компонентов другими.

В силу того, что при обычном расчете рецептуры принять во внимание все показатели качества невозможно, то в настоящее время применяют электровычислительные машины (ЭВМ). При этом расчет ведется с учетом наличия сырья, его стоимости, качественных показателей, ограничений по вводу, качественных показателей комбикорма.

Использование ЭВМ для расчета позволяет сократить расход дефицитного сырья, снизить простои предприятий из-за отсутствия некоторого сырья, способствует получению комбикорма с меньшей себестоимостью.

Расчет питательной ценности рецептуры комбикормовой продукции производят на основе:

- норм питательной ценности, аминокислотного и минерального состава комбикормов и БВД.
- норм максимального и минимального ввода компонентов в комбикорма и БВД.
- питательной ценности и химического состава сырья.
- максимальных норм группового ввода компонентов в комбикорма и БВД.

Питательная ценность, аминокислотный и минеральный состав сырья принимают по данным химического анализа или по таблицам питательной ценности сырья.

Рецепт рассчитывают на основе арифметических уравнений. Каждому компоненту  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  соответствует питательная ценность в

кормовых единицах  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ ; содержание перевариваемого протеина  $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ ; содержание сырой клетчатки  $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$ ; содержание минеральных веществ (Ca, Na, P) в сумме  $z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$ .

Таким образом, на основе всех этих замечаний составляют следующую систему уравнений:

$$X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n = 100\%;$$

$$\frac{a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + \dots + a_n X_n}{\sum_n X} = A;$$

$$\frac{b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + \dots + b_n X_n}{\sum_n X} = B;$$

$$\frac{c_1 X_1 + c_2 X_2 + c_3 X_3 + \dots + c_n X_n}{\sum_n X} = C;$$

$$\frac{z_1 X_1 + z_2 X_2 + z_3 X_3 + \dots + z_n X_n}{\sum_n X} = Z,$$

где  $a$  – общее содержание кормовых единиц, корм.ед.;  $b$  – общее содержание перевариваемого протеина, кг/кг;  $c$  – общее содержание сырой клетчатки, %;  $z$  – общее содержание веществ минерального происхождения, г/кг.

Ниже приведен пример расчета питательной ценности рецептуры комбикорма ПК-2-2 (табл. 5).

Таблица 5 - Полнораціонний комбикорм для цыплят в візасі від 1 до 20 днів, рецепт ПК №2-2

Наименование компонента	Процентное содержание, %
Ячмень без пленок	26
Пшеница	25
Овес без пленок	15
Отруби пшеничные	9,7
Жмых, шрот соевый	7
Жмых, шрот льняной	5
Рыбная мука	4
Мясокостная мука	4
Дрожжи кормовые	2
Ракушечная мука	2
Соль поваренная	0,3
Итого	100

Расчет питательной ценности производим на основе значений содержания питательных веществ (табл.6).

Таблица 6 - Содержание питательных веществ

Компонент	a	в	с	z			
				Ca	Na	K	P
Ячмень без пленок	30,6	1,9	1,2	21,5	10,0	114,5	135,8
Пшеница	30	3	0,5	14,7	39,7	13,8	119,7
Овес без пленок	17,5	1,5	0,7	3,9	0,7	19,8	21,7
Отруби пшеничные	7,8	1,4	0,85	24	5,8	87,9	87,8
Жмых, шрот соевый	8,8	2,4	0,4	9,1	4,8	-	38,5
Жмых, шрот льняной	5,1	1,4	0,5	15,5	3,0	-	35,5
Рыбная мука	4,9	1,8	-	204,8	107,6	-	10,8
Мясокостная мука	4,6	1,9	-	120,8	68	-	66,4
Дрожжи кормовые	2,3	0,7	-	2,8	31,8	-	5
Ракушка	-	-	-	746	-	-	-
Соль поваренная	-	-	-	-	110,1	-	-

$$A = \frac{30,6 \cdot 26 + 30 \cdot 25 + 17,5 \cdot 15 + 7,8 \cdot 9,7 + 8,8 \cdot 7 + 5,1 \cdot 5 + 4,9 \cdot 4 + 4,6 \cdot 4 + 2,3 \cdot 2}{100} = 22,2;$$

$$B = \frac{1,9 \cdot 26 + 3 \cdot 25 + 1,5 \cdot 15 + 1,4 \cdot 9,7 + 2,4 \cdot 7 + 1,4 \cdot 5 + 1,8 \cdot 4 + 1,9 \cdot 4 + 0,7 \cdot 2}{100} = 2,0;$$

$$C = \frac{1,2 \cdot 26 + 0,5 \cdot 25 + 0,7 \cdot 15 + 0,85 \cdot 9,7 + 0,4 \cdot 7 + 0,5 \cdot 5}{100} = 0,7;$$

$$Ca = \frac{21,5 \cdot 26 + 14,7 \cdot 25 + 39 \cdot 15 + 24 \cdot 9,7 + 9,1 \cdot 7 + 15,5 \cdot 5 + 204,8 \cdot 4 + 120,8 \cdot 4 + 2,8 \cdot 2 + 746 \cdot 0,3}{100} = 34,7;$$

$$Na = \frac{10 \cdot 26 + 39,7 \cdot 25 + 0,7 \cdot 15 + 5,8 \cdot 9,7 + 4,8 \cdot 7 + 3 \cdot 5 + 107,6 \cdot 4 + 68 \cdot 4 + 31,8 \cdot 2 + 110,1 \cdot 0,3}{100} = 21,3;$$

$$P = \frac{135,8 \cdot 26 + 119,7 \cdot 25 + 21,7 \cdot 15 + 8,7 \cdot 9,7 + 38,5 \cdot 7 + 35,5 \cdot 5 + 106,7 \cdot 4 + 66,4 \cdot 4 + 5 \cdot 2}{100} = 80,8;$$

$$K = \frac{114,8 \cdot 26 + 113,8 \cdot 25 + 19,8 \cdot 15 + 87,9 \cdot 9,7}{100} = 43,8.$$

По расчетным данным питательная ценность полнорационного комбикорма ПК№2-2 (для цыплят в возрасте 1 до 20 дней) составила:

- содержание кормовых единиц  $A=22,2$  корм.ед.;
- перевариваемого протеина  $B=2,0$  кг/кг;
- содержание сырой клетчатки  $C=0,67$  %.

Далее определим соотношение  $P/Ca$  и  $Na/K$ :

$$P/Ca = 80,8/34,7 = 2,3 \text{ г/кг}; \quad Na/K = 21,3/43,8 = 0,48 \text{ г/кг}.$$

Качество комбикормов, БВД, кормовых смесей характеризуется большим числом показателей, конкретный перечень которых зависит от вида и назначения комбикорма и определяется НТД. Основные из них следующие: содержание кормовых единиц, обменной энергии, сырого протеина, жира, клетчатки, кальция, фосфора, натрия, лизина, метионина и цистина (в сумме), влажность, крупность размола, прочность, крошимость, водостойкость гранул и отсутствие токсичности. Биологически активные вещества указывают точно по содержанию их в премиксах.

Такие показатели как влажность, сырой протеин, сырая клетчатка, натрий, кальций и фосфор могут быть точно указаны в сопроводительной документации о качестве.

### **3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ**

Современная технология переработки зерна базируется на результатах теоретических и практических исследований отечественных и зарубежных ученых: Казакова Е.Д., Трисвятского Л.А., Лыкова А.В., Резчикова В.А., Журавлева А.П., Комышника Л.Д., Егорова Г.А., Бутковского В.А., Гинзбурга А.С., Ребиндера П.А., Вашкевича В.В., Остапчука П.В., Мачихиной Л.И., Дулаева В.Г., Глебова Л.А., Сорочинского В.В., Закладного Г.А., Пункова С.П., Оспанова А.А., Налеева О.Н., Джанкуразова Б.О., Избасарова Д.С., Спандиярова Е.С., Изтаева А.И., Чоманова У.Ч. и многих др.

Ниже представлены научные основы совершенствования основных процессов хранения и переработки зернового сырья.

#### **3.1 Физические свойства компонентов комбикормов**

Комбикормовое сырье представлено широким ассортиментом. Сырье различается физико-механическими свойствами, которые определяют особенности процесса измельчения твердых продуктов и отдельных пленок; сортирование, дозирование, смешивание, гранулирование, а также выход и качество готовой продукции и удельный расход электроэнергии.

Основные показатели, характеризующие технологические свойства сыпучего сырья – это крупность частиц, структурно-механические особенности, объемная масса, засоренность, скважистость, состояние поверхности, углы трения и естественного откоса, аэродинамические свойства.

*Крупность частиц.* В комбикормовом производстве сыпучее сырье сортируют и очищают на машинах, основными рабочими органами

которых являются сита, характеризующие крупность частиц отдельных компонентов.

*Объемная масса.* Характеризует плотность укладки частиц сыпучего сырья в единице объема. От объемной массы сырья зависит производительность машин и установок, вместимость складов, выход готовой продукции.

*Скважистость* – это суммарный объем воздушных промежутков, выраженный в процентах от общего объема, занимаемого сыпучей массой. Наибольшую скважистость имеют пленчатые культуры. Скважистость оказывает влияние на теплопроводные и сорбционные свойства сыпучей массы, то учитываю при хранении сырья различного сыпучего происхождения.

В результате отличия или различия *аэродинамических свойств* происходит отделение легких примесей от зернового сырья.

Сортирование и очистка сыпучих компонентов воздушным потоком основаны на способности частиц смеси оказывать противодействие воздушной среде при их относительном движении в зависимости от аэродинамических свойств частиц.

Так выражение для определения силы сопротивления  $R$  для тел различной формы примет вид [40, 41]

$$R=r \cdot F \cdot \zeta \cdot v^2, \quad (1)$$

где  $r$  – коэффициент сопротивления, зависящий от формы тела, состояния его поверхности и режима потока, характеризуемого числом Рейнольдса;  $F$  – миделево сечение тела (площадь проекции тела на плоскость, нормальную к вектору относительной скорости  $v$ ) в  $\text{м}^2$ ;  $\zeta$  – плотность воздуха в  $\text{кг} \cdot \text{сек}^2/\text{м}^4$ ;  $v$  – относительная скорость тела в  $\text{м}/\text{с}$ .

Кроме силы сопротивления  $R$ , направленной в сторону, противоположную вектору относительной скорости, в воздушной среде на тело действует сила тяжести  $G$ , направленная вниз.

Тогда направление движения частиц зависит от величины сил  $R$  и  $G$ ; если  $R/G < 1$ , то частица будет двигаться вниз, если  $R/G > 1$ , то частица будет двигаться вверх, и если  $R/G = 1$  частица, то частица должна находиться в равновесии.

Однако для расчета величины  $R$  по формуле (1) необходимо определить миделево сечение каждой частицы, найти числовое значение которого достаточно трудно. Поэтому о возможности разделения зерновой смеси судят по показателю – скорости витания частицы. При этом считают, что скорость витания – это относительная скорость, при которой частица находится в потоке во взвешенном состоянии при  $R/G = 1$ .

Скорость витания  $c$ , равную скорости воздушного потока, можно определить из выражения

$$R=r \cdot F \cdot \zeta \cdot c^2 = G, \quad (2)$$

Тогда скорость воздушного потока равна относительной скорости частицы, так как частица по условию неподвижна. Из уравнения (2) следует

$$c = \sqrt{\frac{G}{rF\zeta}}. \quad (3)$$

Скорость воздуха, при которой частицы находятся во взвешенном состоянии, называют скоростью витания. Скорость витания основных видов зернового сырья (злаковые) колеблется в среднем от 8 до 13,5 м/с.

*Угол естественного откоса.* Сыпучая смесь, находясь на горизонтальной поверхности, образует с плоскостью определенный угол, так называемый угол естественного откоса  $\alpha$ . Состояние равновесия сыпучей смеси объясняется внутренним трением между частицами, зависящим от формы влажности, характера поверхности. Угол естественного откоса, при котором наблюдается равновесие сыпучей смеси, равен углу трения в покое  $\varphi_n$ .

*Сила трения,* возникающая между частицами в состоянии покоя сыпучей смеси, характеризуется коэффициентом внутреннего трения покоя и определяется по формуле

$$M_n = \lg \varphi_n. \quad (4)$$

*Вязкость.* Технологические свойства жидких компонентов определяются их вязкостью, от которой зависит возможность равномерного смешивания и мучная прессуемость.

*Самосортирование.* В процессе технологического движения комбикорма, а особенно при свободном падении, происходит взаимное перемещение его частиц относительно друг друга.

При самосортировании более мелкие частицы опускаются вниз, что в конечном счете изменит количество комбикорма. Введение в рецептуру комбикорма жидких компонентов в значительной степени препятствует процессу самосортирования измельченной массы комбикорма.

Физические свойства сырья оказывают большое влияние на эффективное ведение технологического процесса.

### 3.2 Научные основы совершенствования процесса хранения зерна

Обеспечение сохранности запасов зерна на более длительный срок, является основной задачей продовольственной безопасности государства, в решении которой задействованы сельхозтоваропроизводители, хлебозаготовительные предприятия и элеваторы, а также отраслевые научно-исследовательские институты. Ведущие специалисты рассматривают состояние хранящегося зерна в виде термодинамической и биологической системы на макроскопическом уровне как результат

взаимодействия физических, химических, биохимических реакций и процессов межмолекулярных взаимодействий, протекающих согласно общепринятым законам [42].

Хранение зерна происходит не только в условиях покоя, изотермического процесса обмена веществ, газов и тепла, но и при активном разрушительном воздействии микрофлоры и вредителей хлебных запасов, ведущих к самосогреванию и значительным потерям товарного зерна и продуктов переработки.

Основные количественно-качественные потери зерна на этапах послеуборочной обработки и хранения являются следствием не только процессов происходящих в зерновой массе, но и следствием технологических аспектов зернохранилищ и элеваторов.

Структура зерновой массы представляет собой дискретную замкнутую систему, контактирующих между собой зерен и компонентов зерновой массы.

Проведенные профессором Джанкуразовым Б.О. исследования движения зерновых потоков с целью установления закономерностей и теоретических основ формирования структуры пор зерновой насыпи в силосе, имеют важное прикладное значение для совершенствования технологии послеуборочной обработки с использованием и разработкой новых устройств для аэрации, очистки и обеспечения стойкости зерна при хранении. В работе Джанкуразова Б.О. [42, 43] предложены научные основы совершенствования хранения зерна на хлебоприемных предприятиях, созданы предпосылки для дальнейшего развития теории. Автором изучены закономерности формирования послышной структуры зерновой массы в хранилищах силосного типа.

Для определения величины скорости, траектории истечения и потока зерна через выпускное отверстие бункера составлено дифференциальное уравнение движения элементарного слоя. Начало координат определено в точке  $O$  (рис. 4). При открытии выпускного отверстия зерно под действием силы тяжести будет перемещаться к отверстию. В зависимости от размера выпускного отверстия и плотности укладки зерна осуществляется связанная форма движения потока. Кроме силы тяжести на зерновки действует сила бокового давления  $P_0$ .

Дифференциальное уравнение движения элементарного участка определяется по формуле [42, 43]

$$m \frac{d^2 z}{dt^2} = mg - P_0 f_0, \quad (5)$$

где  $f_0$  - коэффициент внутреннего трения зернового потока.

Обозначив  $P_0 = P_0/m$  и интегрируя уравнение (5) получим [42, 43]

$$V = \frac{dz}{dt} = (g - P_0 f_0)t + C_1 \quad (6)$$



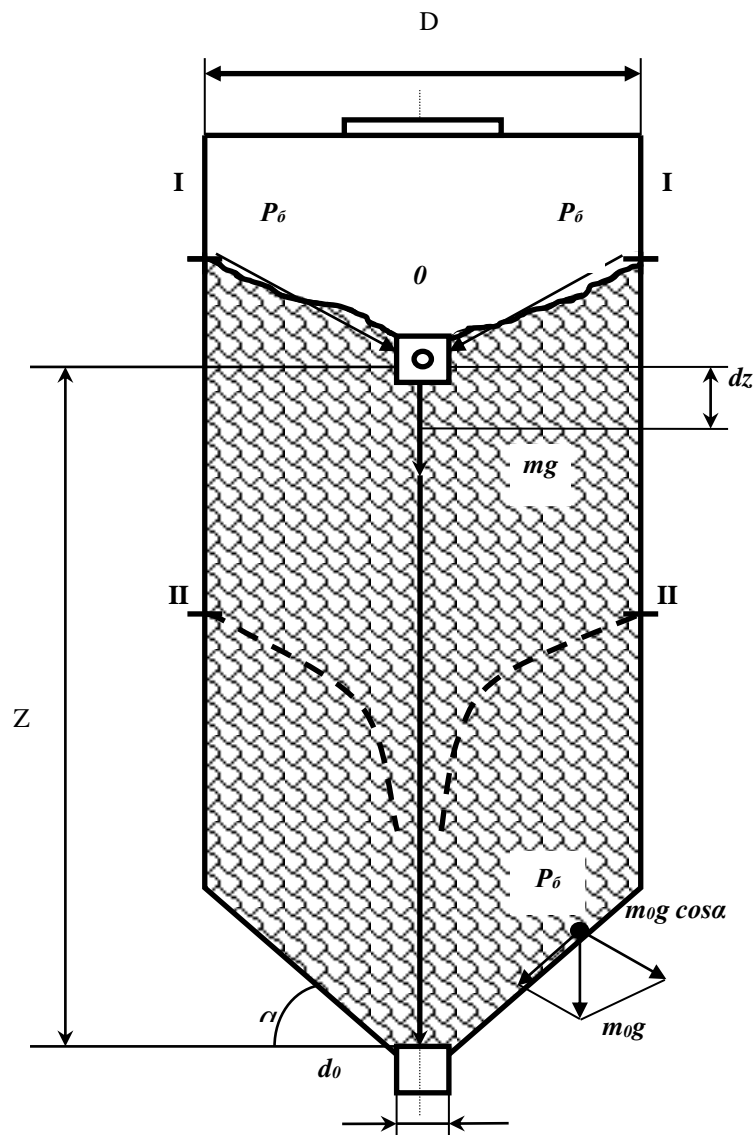


Рисунок 4 - Формирование структуры зерновой насыпи в силосе

При значении  $t=0$ ;  $V_{z0}=0$ , тогда произвольная постоянная  $C_1 = V_{z0}=0$ , следовательно

$$V = \frac{dz}{dt} = (g - P_0 f_0) t \quad (7)$$

Интегрируя выражение (7) получим [42, 43]

$$Z = (g - p_0 f_0) \frac{t^2}{2} + C_2 \quad (8)$$

При  $t=0$ ,  $Z=0$  следовательно  $C_2=0$ , тогда перемещение зерна в вертикальном направлении

$$Z = (g - P_0 f_0) \frac{t^2}{2} \quad (9)$$

Отсюда 
$$t = \sqrt{\frac{2Z}{g - p_0 f_0}} \quad (10)$$

Подставив это выражение в уравнение (7) получим [42, 43]

$$V = (g - P_0 f_0) \sqrt{\frac{2Z}{g - P_0 f_0}} = \sqrt{2Z(g - P_0 f_0)} = \sqrt{2Z\left(g - \frac{P_0}{m} f\right)} \quad (11)$$

Здесь  $m = VZ\gamma = \left(\frac{\pi d_0^2}{4}\right)Z\gamma$

где  $\gamma$  – насыпная плотность зерна.

Сила бокового давления зависит от массы зерна, находящегося вокруг потока, истекающего из выпускного отверстия (см. рис. 4). Раскладывая на составляющие силы тяжести  $m_0 g$  вокруг отверстия, находим силу бокового давления на вертикальный поток [42, 43]

$$P_0 = m_0 g \sin \alpha - m_0 g f \cos \alpha = F_0 Z \gamma g (\sin \alpha - f \cos \alpha) = \frac{\pi}{4} (D^2 - d_0^2) Z \gamma g (\sin \alpha - f \cos \alpha), \quad (12)$$

где  $\alpha$  – угол наклона днища бункера;  $F_0 = \frac{\pi}{4} (D^2 - d_0^2)$  – площадь поперечного сечения зерна, находящегося вокруг истекающего потока над выпускным отверстием;  $D$  – диаметр бункера;  $F$  – коэффициент внешнего трения между днищем бункера и зерном.

Тогда скорость истечения зерна через выпускное отверстие согласно уравнению (11) [42, 43]:

$$V = \sqrt{2Zg \left[ 1 - \left( \frac{D^2}{d_0^2} - 1 \right) (\sin \alpha - f \cos \alpha) f_0 \right]} \quad (13)$$

Величина расхода зерна определяется по уравнению [42, 43]

$$Q = 3600 \frac{\pi d_0}{4} \gamma \sqrt{2Z_{cp} g \left[ 1 - \left( \frac{D^2}{d_0^2} - 1 \right) \sin \alpha - f \cos \alpha \right] f_0}, \quad (14)$$

где  $Z_{cp} = \frac{Z_{max}}{2}$  – средняя высота слоя материала;  $Z_{max}$  – максимальная высота слоя материала в бункере.

Разработанная модель позволила установить особенности движения массы зерна в хранилищах и являлась теоретической базой нового подхода к повышению технологической эффективности и интенсификации внутренних перемещений зерна. На основе полученной математической модели разработана программа для расчетов объемов и необходимого времени для внутреннего перемещения зерна на хлебоприемных элеваторах с одновременной выдачей данных и числе обменов воздуха в межзерновых пространствах и текущем уровне насыпи в силосе. При

последующем размещении зерновой массы, для длительного хранения, верхний слой следует формировать из партий зерна более устойчивых к хранению [42, 43].

Зерновая масса, находящаяся над выпускным отверстием бункера, при выгрузке переходит из статической совокупности зерен, случайно ориентированных в трехмерном пространстве силосного хранилища, в более упорядоченное состояние. При этом необходимо учитывать влияние данного физического процесса на изменение термодинамического состояния хранящегося зерна.

Процесс хранения можно рассматривать как взаимосвязь физико-химических, физиолого-биохимических и термодинамических процессов в зерновой массе в результате хранения.

Аналитическое описание термодинамического режима зерновой массы позволяет установить закономерности протекающих физико-химических, физиолого-биохимических процессов в условиях многофакторных воздействий, связанных с особенностями формирования структуры зерновой насыпи, как в оперативных емкостях, так и в силосах для длительного хранения [42, 43].

В объемах, размещаемых для хранения зерновых масс в результате окислительных процессов, изменяется термодинамический режим, который зачастую приводит к его самосогреванию.

На термодинамический режим зерновой массы в зернохранилищах влияют их влажность, температура, особенности формирования структуры насыпи и внешние условия. По свойствам и особенностям формирования структуры зерновой насыпи их можно разделить на три вида: сформированные из зерна однородного по температуре, разнородного и перемешанного в определенном соотношении и засыпанного слоями. При этом в зависимости от вида хранилища будет меняться и его термодинамическое состояние.

Предположим, что размещается однородная зерновая масса и при загрузке хранилища объем уплотняется. Примем, что загрузка и уплотнение зерновой массы способствуют равномерному распределению зерновой массы по высоте зернохранилища  $h_c$  и следовательно плотной их упаковке, предотвращающей фильтрацию воздуха в поровом пространстве. Тогда термодинамический режим объема загруженной зерновой массы можно описать математической моделью, в которой величина  $\alpha_v = 0$ , а концентрация кислорода изменяется по оси  $OZ$  (по высоте насыпи) согласно следующей зависимости [42, 43]

$$C_k = C_0 \exp(-K_3 Z), \quad (15)$$

где  $K_3$  – коэффициент пропорциональности, 1/м.

Температурный режим в объеме хранилища по оси  $OZ$  можно представить математической моделью вида [42, 43]

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial Z^2} + \beta e^{-k_3 Z + \delta \tau} \quad (16)$$

с однородными условиями

$$T /_{\tau=0} = 0; T /_{z=h_c} = 0; \lambda T^1_Z - \alpha T /_{z=0} = 0 \quad (17)$$

Решение задачи (5, 6) можно представить как [42, 43]

$$T_c = T_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2\beta\mu_n^2 Z_n(z)}{(\mu_n^2 + \alpha^2)h_c + 2\alpha} \left( \frac{1 - e^{\alpha\mu_n^2 - \delta\tau}}{\alpha\mu_n^2 + \delta} \right) \cdot \left\{ \frac{e^{-k_3 h_c}}{k_3^2 + \mu_n^2} \times \left[ \mu_n \sin \mu_n h_c - k_3 \cos \mu_n h_c - \frac{\alpha}{\lambda\mu_n} (k_3 \sin \mu_n h_c + \mu_n \cos \mu_n h_c) \right] + \frac{\lambda k_3 + \alpha}{k_3^2 + \mu_n^2} \right\} \quad (18)$$

Для хранилища разнородной зерновой массы, перемешанной в определенном соотношении  $M:N$ , постановка и решение задачи процесса самосогревания будут аналогично изложенному. Однако, при этом все теплофизические и физико-химические параметры, входящие в решение (18) следует определить для смеси разнотипной зерновой массы.

Результаты расчетов по формуле (18) для условий хранения зерна сорта «Саратовская 29» показывают, что максимумы температур характерны для глубин порядка 2-3 м от поверхности хранилища (рис. 5).

В связи с тем, что зерновая насыпь формируется из партий зерна с различной температурой и физико-химическими свойствами (рис. 6) термодинамическое состояние каждого  $n$ -го слоя можно описать уравнением вида [42, 43]:

$$\frac{\partial T_n}{\partial \tau} = \alpha_n \frac{\partial^2 T_n}{\partial z^2} + \beta(T_n, z) \quad (19)$$

На поверхности насыпи зерна в силосе также будет происходить теплообмен с атмосферой, а на каждой границе контакта слоев следует предусмотреть условия сопряжения [42, 43]:

$$T_n = T_{n+1} \Big|_{z=h_{n+1}} = 0 \text{ и } \lambda_m \frac{\partial T_n}{\partial z} - \lambda_{n+1} \frac{\partial T_{n+1}}{\partial z} \Big|_{z=h_{n+1}} = 0. \quad (20)$$

Число уравнений вида (19) и условий сопряжения (20) будет зависеть от количества слоев зерновой массы в хранилище.

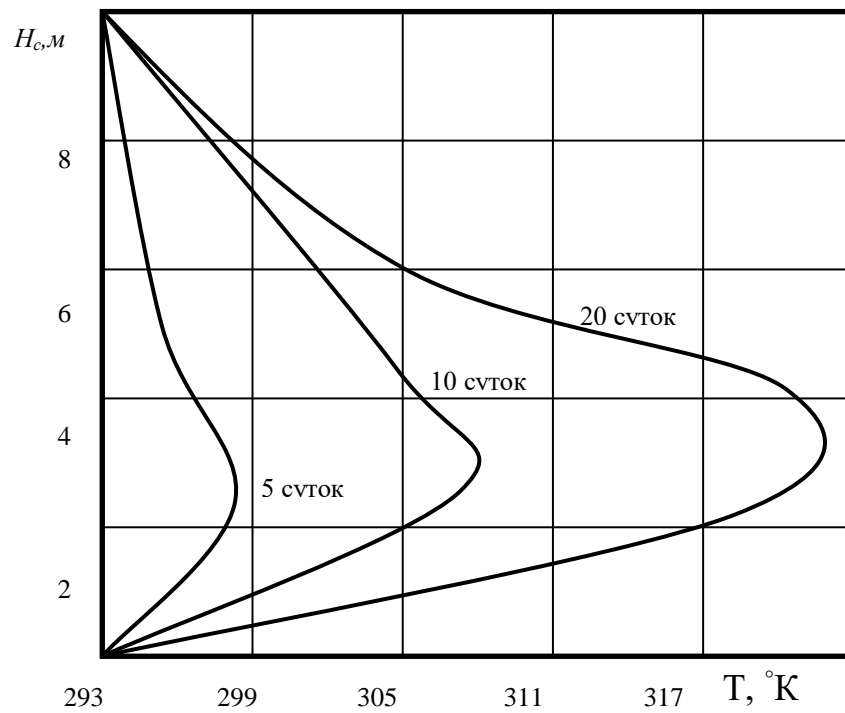


Рисунок 5 - Распределение температуры по высоте насыпи зерна

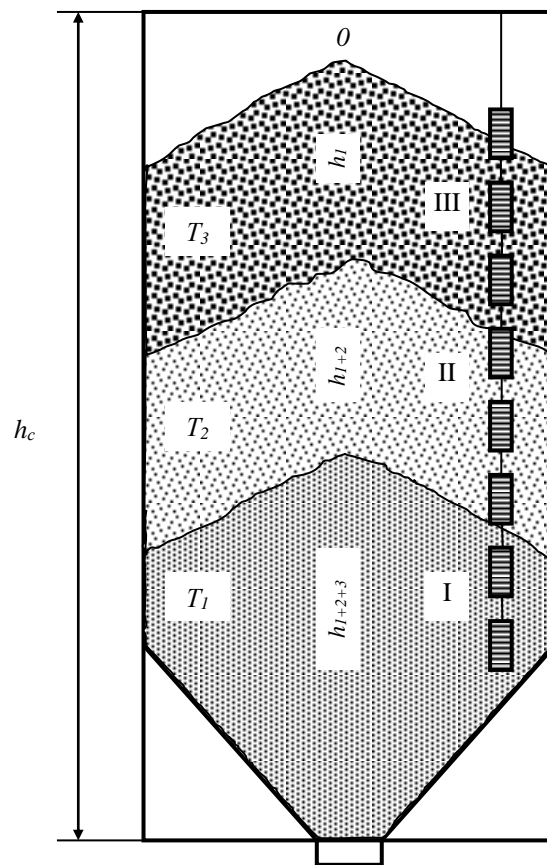


Рисунок 6 - Схема послойного формирования насыпи зерна

Аналитические методы решения математической модели самосогревания зерна при загрузке его в зернохранилище слоями представляют определенную трудность. Поэтому для решения таких задач можно воспользоваться численным методом с применением ЭВМ.

Для изучения термодинамического состояния зерновой массы в зернохранилище при послойной загрузке нескольких партий зерновой массы (рис. 7) предположим, что каждый слой представляет собой однородную и изотропную среду. При этом первый и третий слои пусть будут из физиологически активной зерновой массы, а средний из зерна более устойчивого при хранении. На поверхности насыпи зерна будет осуществляться теплообмен с окружающей средой, а на границах между слоями и у основания зернохранилища соблюдается условие теплообмена за счет теплопроводности.

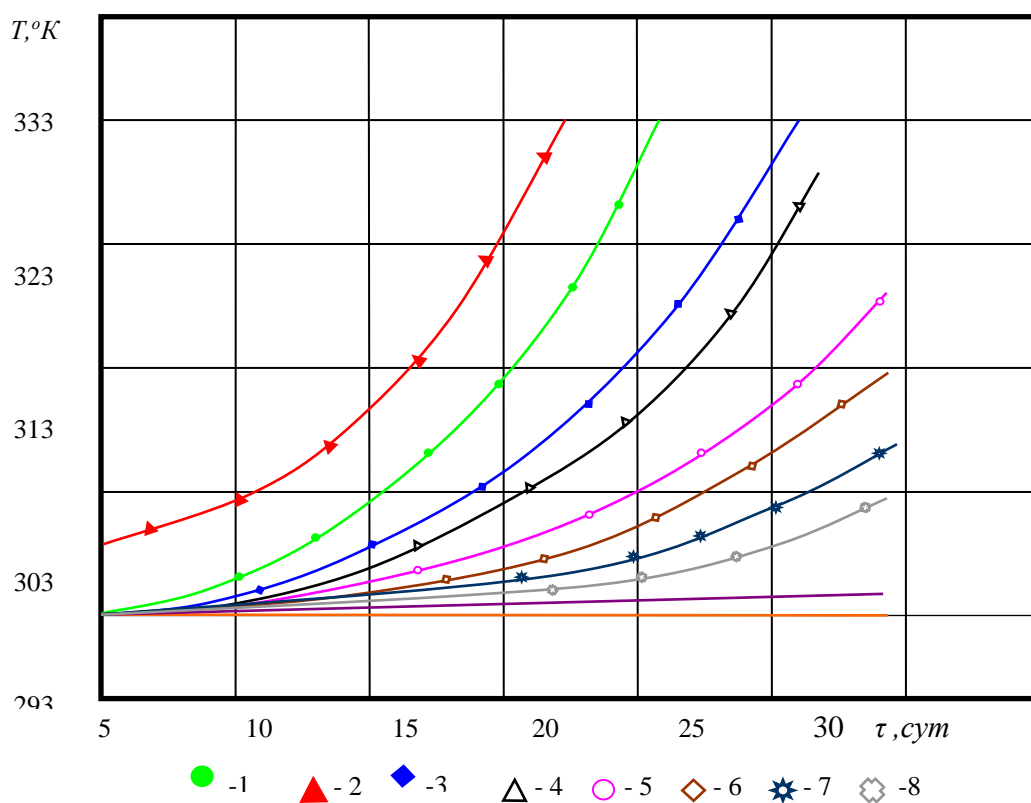


Рисунок 7 - Изменение температуры зерна со временем в зернохранилище при послойной загрузке зерновой массы

Тогда температурное поле в насыпи зерна усредненной зерновой массы можно записать в виде следующей системы уравнений [42, 43]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial T_1}{\partial \tau} &= \alpha_1 \frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} + \beta_1(T_1, x) \\ \frac{\partial T_2}{\partial \tau} &= \alpha_2 \frac{\partial^2 T_2}{\partial x^2} + \beta_2(T_2, x) \\ \frac{\partial T_3}{\partial \tau} &= \alpha_3 \frac{\partial^2 T_3}{\partial x^2} + \beta_3(T_3, x) \\ \frac{\partial T_n}{\partial \tau} &= \alpha_n \frac{\partial^2 T_n}{\partial x^2} \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

с начальными [42, 43]  $T_1 = T_2 = T_3 = T_n = T_0|_{\tau=0}, (0 \leq x \leq h_{1+2+3})$  (22)

граничными условиями [42, 43]  $\lambda_1 \frac{\partial T}{\partial x} + \alpha_1(T_1 - T_{01})|_{x=h_1+h_2+h_3} = 0$ ,  $(\tau > 0)$  (23)

$$T_n|_{x=-\infty} = \infty$$

и условиями сопряжения [42, 43]:

$$\left. \begin{aligned} T_3 - T_n|_{x=0} = 0, \lambda_3 \frac{\partial T_n}{\partial x} - \lambda_n \frac{\partial T_n}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0 \\ T_2 - T_3|_{x=h_3} = 0, \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial x} - \lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial x} \Big|_{x=h_3} = 0 \\ T_1 - T_2|_{x=h_2+h_3} = 0, \lambda \frac{\partial T}{\partial x} - \frac{\partial T_2}{\partial x} \Big|_{x=h_2+h_3} = 0 \end{aligned} \right\}, (\tau > 0), \quad (24)$$

где  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  – мощность источников тепла в соответствующих слоях зерновой массы;  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_n$  – коэффициенты температуропроводности соответствующих слоев зерновой массы и основания силоса,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_n$  – коэффициенты теплопроводности соответствующих слоев зерновой массы и стенки основания силоса,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$ ;  $\alpha_1$  – коэффициент теплообмена между поверхностью насыпи зерна и движущимся над ней потоком воздуха,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$ .

Плотность источников тепла в функции  $T_i$  можно представить как [42, 43]

$$\beta = c_{ki} g_i S_i [U_{oi} + E_i (T_i - T_{oi})] c_{pi} \gamma_i, \quad (25)$$

где  $g_i$  - удельная теплота сорбции кислорода зерновой массой,  $\text{Дж}/\text{м}^3$ ;  $S_i$  - скорость сорбции кислорода зерновой массы,  $\text{м}^2/\text{м}^3$ ;  $U_{oi}$  - скорость сорбции кислорода зерновой массой при температуре  $T$ ,  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \text{ с})$ ;  $E_i$  - температурный коэффициент скорости сорбции,  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \text{ с К})$ ;  $C_{pi}$  - удельная теплоемкость зерновой массы в  $i$ -ом слое,  $\text{Дж}/(\text{кг К})$ ;  $\gamma_{ui}$  - насыпная плотность зерновой массы в  $i$ -ом слое,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Численное решение задачи (21-24) на ЭВМ с функцией источника тепла (25) для условий хранилища зерна в «Акбидай Астана» показало, что динамика изменения температуры такова, что в слоях, где загружена физиологически активная зерновая масса (слой 1 и 3), температура за 25 суток может повышаться до 323° К (см. рис. 7). При этом в слое 2, сложенном из устойчивого зерна также повышается температура. Такая картина характерна при неизменной концентрации кислорода по высоте насыпи зерна, что бывает обычно при фильтрации воздуха. Однако, в некоторых случаях повышенные значения температур характерны для глубин порядка 0,5 – 1,5 м от поверхности насыпи зерна. Такое распределение температур указывает на то, что с поверхности объема зерновой массы осуществляется активный теплообмен, а с глубиной концентрация кислорода убывает. Поэтому для прогноза место образования повышенных температур самонагревания зерновой массы, например, для тушения очага самовозгорания, функция источника тепла вида (25) требует уточнения.

Мощность тепловых источников  $\beta_i$  является функцией температуры  $T_i$  и концентрации кислорода  $C_{ki}$  в  $i$ -ом слое зерновой массы.

Распределение концентрации кислорода по высоте насыпи зерна можно описать зависимостью вида [42, 43]:

$$C_K = C_0 \exp\left(-\frac{U_\gamma}{k_m V_b} x\right), \quad (26)$$

где  $C_0$  – концентрация кислорода на поверхности насыпи зерна, доли ед.;  $k_m$  – коэффициент пористости в насыпи зерна, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;  $V_b$  – скорость фильтрации воздуха в насыпи зерна, м/с.

С учетом зависимости скорости сорбции  $U_{oi}$  от площади поверхности зерна  $S_i$  и выражения (26) функцию плотности источников тепла можно представить как [42, 43]:

$$\beta_i = C_0 g_i S_i [U_{oi} + E_i (T_i - T_{oi})] \exp\left(-\frac{U_{oi} S_i}{k_{mi} V_{bi}} x\right) / C_{pi} \gamma_i \quad (27)$$

Решение задачи (20-24) с функцией источника тепла (27) численным методом показывает, что интенсивные окислительные процессы протекают в верхнем слое 1, а в остальных слоях 2 и 3 эти процессы значительно замедлены (рис. 8), несмотря на то, что слой 3 также сложен из менее устойчивого к хранению зерновой массы.

Отсюда можно сделать вывод, что при послойном усреднении зерновой массы, верхний слой следует формировать из партий зерна более устойчивых к хранению, а следовательно менее склонных к самонагреванию. При периодической замене зерна в силосе эта картина изменяется и поэтому слои зерна наиболее близкие к основанию также должны быть сложены из более устойчивого зерна.



Представленные математические модели (16, 17) и (20-24) позволяют осуществлять прогнозную оценку температурного состояния хранящегося зерна и своевременно применять профилактические мероприятия по предотвращению самосогревания зерновых масс в силосах и хранилищах.

Теоретический анализ формирования структуры насыпи, закономерности термодинамических изменений при загрузке и выгрузке показывают, что эти процессы представляют собой чрезвычайно сложный комплекс явлений, развивающихся как внутри гетерогенной двухфазной системы “зерно-воздух”, так и на поверхности раздела фаз и в межзерновом пространстве. С позиции послеуборочной обработки и хранения зерна наиболее важным является изменение структуры насыпи (увеличение пористости), а также влияние движущегося слоя зерна и его остановка на дальнейшие физико-химические, физиолого-биохимические и термодинамические процессы хранящегося зерна.

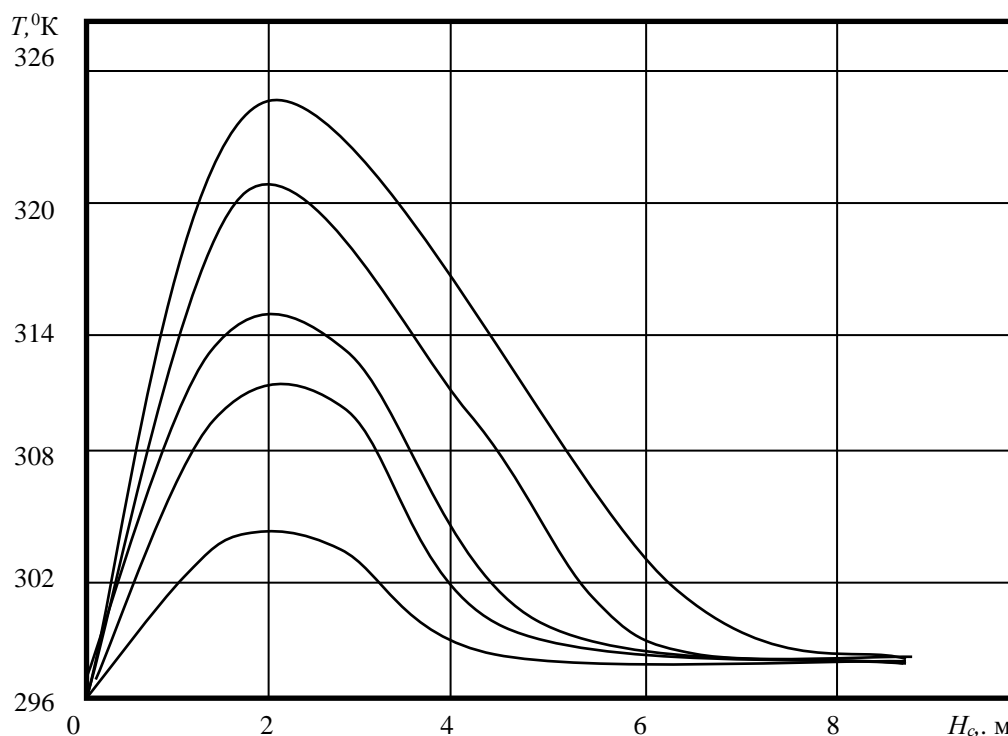


Рисунок 8 - Распределение температуры самосогревания зерна по высоте насыпи хранилища при послойной его загрузке

Указанные автором явления (термодинамические явления десорбции, сорбции, конденсация влаги на поверхности зерна, активизации ферментов, микрофлоры, вредителей) развиваются не изолированно одно от другого, а в самом тесном взаимодействии. Анализ этих явлений и их взаимное влияние вскрывает механизм перехода единичной зерновки и зерновой массы в целом из состояния покоя к активной жизнедеятельности. Ценность полученных математических уравнений заключается в том, что они позволяют оценить влияние различных факторов на процессы хранения, транспортировки и активного

вентиляции, а также выявить движущие силы процесса и обосновать пути его оптимизации. Совершенно ясно, что не все уравнения, описывающие этот сложный процесс, могут быть решены, то есть они не могут быть использованы для инженерных расчетов.

Таким образом, научное обоснование профессором Б.О.Джанкуразовым, закономерностей формирования структуры насыпи и развивающихся термодинамических процессов в хранилищах при внутренних перемещениях зерна, имеет научное и практическое значение, так как позволяет не только прогнозировать направленность физико-химических и физиолого-биохимических процессов, но и оптимизировать объемы этих операций с одновременным обеспечением сохранности зерновых масс, при одновременном снижении издержек предприятия.

На каждом предприятии необходимо проводить системный анализ технологических схем, технической оснащенностью и способов контроля состояния зерна с целью обеспечения сохранности качества зерна и экологической безопасности применяемых технологических процессов [42, 43].

### **3.3 Реологические свойства зернового сырья**

По своей структуре сыпучие компоненты нельзя отнести ни к жидкостям, ни к твердым телам. При этом способность принимать форму емкости и возможность движения потоком делают их похожими на жидкость, но каждая отдельная частица обладает всеми свойствами твердого тела. Однако, несмотря на это, сыпучие материалы отличаются как от жидкостей, так и от твердых тел. В отличие от жидкостей сыпучие материалы имеют ограниченную подвижность, определяемую силами взаимодействия частиц в местах контакта их поверхностей. Эти силы зависят от сил трения, возникающих при перемещении частиц относительно друг друга, и сил сцепления, которые определяются их физико-механическими свойствами [44-63].

Реологические свойства зернового сырья разнообразны и зависят от многих технологических факторов: температуры, влажности, засоренности, продолжительности и интенсивности механического, теплового воздействия [50].

Наиболее сложными реологическими свойствами обладают высококонцентрированные дисперсные системы с пространственными структурами [59].

Структуры дисперсных систем в состоянии термодинамического равновесия делятся на две группы [60]:

- коагуляционные структуры, в которых взаимодействие между элементами происходит через тонкий слой дисперсной среды и обусловлено силами Ван-дер-Ваальса. Эти структуры могут проявлять свойства неньютоновских жидкостей (тиксотропию, реопексию,

вязкоупругость, пластичность). Они сильно изменяются при нагреве, ведении ПАВ, изменении кислотности и других воздействиях;

- конденсационно-кристаллизационные структуры, которые возникают при сцеплении однотипных элементов на границе фаз. Такие структуры обладают относительно высокой прочностью, упругостью, хрупкостью. После разрушения они не восстанавливаются.

Рассмотрим свойства твердых тел. Твердые тела в зависимости от упругости бывают гуковскими и негуковскими.

Гуковское тело - это идеально упругое тело, состояние которого описывается уравнением Гука [44-50]

$$\tau = G \cdot \gamma, \quad (28)$$

где  $G$  – напряжение сдвига, Па;  $\gamma$  – скорость сдвига,  $c^{-1}$ .

После снятия нагрузки, отдавая накопленную энергию, гуковское тело без запаздывания возвращается в исходное состояние.

Однако, как и у жидкостей, среди твердых тел встречаются такие, поведение которых не соответствует поведению идеально упругого тела. Это негуковские тела, и описываются следующим уравнением [50]

$$\frac{\tau}{\gamma} = G \neq const, \quad (29)$$

Реологическое состояние простейшего вязкоупругого твердого тела описывается законом Кельвина [56]

$$\tau = G\gamma + \eta \dot{\gamma}, \quad (30)$$

Уравнение кинетики деформации выводят, интегрируя уравнение (30) [47]

$$\gamma(t) = \frac{\tau}{G} \left[ 1 - \exp\left(\frac{-t}{\lambda_t}\right) \right], \quad (31)$$

где  $\lambda_t = \frac{\eta}{G}$  - период упругого последствия.

Скорость деформации [60]

$$\dot{\gamma}(t) = \frac{\tau}{\eta} \exp\left(\frac{-t}{\lambda_t}\right), \quad (32)$$

Причем состояние равновесия достигается при значении

$$t \rightarrow \infty, \dot{\gamma}(t) = 0, \gamma = const.$$

После нагрузки негуковского тела деформация медленно уменьшается и может быть описана уравнением [59, 60, 62]

$$\gamma(t) = \frac{\tau}{G} \left[ \exp\left(\frac{-t_1}{\lambda_t}\right) - 1 \right] \exp\left(\frac{-t}{\lambda_t}\right), \quad (33)$$

Сложным же вязкоупругим телам, которые обладают упругим последствием и релаксацией, дается описание уравнением Максвелла-Томсона [60]

$$\tau = G\gamma + \lambda_t \dot{\gamma} - \lambda \dot{\tau}, \quad (34)$$

где  $\lambda_t$  - период упругого последствия (ползучести);  $\lambda$  - период релаксации.

Течение твердых тел наблюдается при превышении критического напряжения - предела текучести. Но при этом, кроме обратимой упругой деформации, происходит остаточная пластическая деформация. При длительном нагружении достигается предел прочности, при превышении которого твердое тело разрушается. Это явление можно наблюдать при таких процессах, как измельчение, дробление и резка, и поэтому имеет важное технологическое значение.

При разрушении без существенных изменений формы, говорят о хрупком разрушении, а при значительном изменении формы, говорят о вязком разрушении [42, 50, 59, 60].

### 3.4 Научные основы совершенствования процесса измельчения зерна

Измельчение относится к тем важнейшим процессам пищевой промышленности, для которых еще не разработана надежная теория, как это уже удалось сделать для других основных процессов. И если еще не разработана количественная теория измельчения, то это объясняется отнюдь не малой заинтересованностью или же недостаточным количеством проведенных исследований, а сложностью процесса измельчения.

Все множество работ в области измельчения можно условно разделить на четыре основных направления.

К первому направлению относятся работы, которые выявляют взаимосвязь между дисперсностью измельчаемых тел и затратами энергии на процесс измельчения. Эта группа исследователей наиболее близко соприкасается с физикой твердого тела и пользуется ее открытиями. Представителями этого направления являются: П.Риттингер, В.А.Кирпичев, Ф.Кик, Танака, Ф.Бонд, Р.Чарльз, Р.Гарднер, А.А.Оспанов и др.

В работах второго направления представлены исследования закономерностей разрушения и методы исчисления характеристик

гранулометрического состава измельчаемых материалов. К этому направлению относятся материалы А.Н.Колмогорова, П.Розина, Е.Раммлера, С.Д.Хусид, Р.Шумана, С.Е.Андреева, Ж.Мартина, А.Гаудина, И.Свенсона, В.В.Товарова, Д.Басса, К.Седлачека, Л.Аустина, Л.А. Глебова и многих других.

К третьему направлению можно отнести исследования в области конструктивного оформления мельниц. Данному направлению посвящены работы В.И.Акунова, В.П.Романдина, Н.М.Смирнова, Г.Розе, Д.Беренса, Е.Спандиярова, В.Н.Блиничева, В.Е.Мизонова, В.С.Севостьянова, В.П.Барабашкина, Д.Т. Жайлаубаева и других.

В работах, относящихся к четвертому направлению, представлены исследования физико-механических и физико-химических явлений, происходящих при механическом воздействии (растирание, раздавливание, измельчение) на исследуемый объект. Представителями этого направления являются: Вильям Освальд, Ж.Таманн, П.Вонетич, И.Хейнике, Болдырев, Аваккумов, И.А.Хинт, Г.С.Ходаков, Е. Спандиярова и многие другие.

Первые попытки по выявлению взаимосвязи между дисперсностью измельчаемых тел и затратами энергии на процесс измельчения были предприняты в конце прошлого столетия П. Ритинггером, В.А.Кирпичевым, Ф.Киком и Ф.Бондом. Каждый из них обосновал свою теорию, подробно описанную во многих работах. Впоследствии эти три закона были объединены Р.Чарльзом и А.К.Рунквистом и описаны одним уравнением.

Нет сомнения, что в следующем столетии научно-технического прогресса вполне возможно создание большого числа теорий измельчения. С этой целью многие исследователи изучали измельчение образцов различных материалов. Основой этих опытов явились первые работы А.Гриффитса, который применил разработанные С.Инглизом методы математического анализа напряжений.

В результате решения дифференциальных уравнений для напряжений деформации С.Инглиз показал, что наличие дефектов в находящемся в напряженном состоянии теле может вызвать концентрацию напряжений. Таким образом, предполагается, что начало трещин обусловлено дефектами частиц.

Теория дефектов А.Гриффитса безусловно верна лишь в случае, когда рассматривается развитие процесса раскалывания малых дефектов. Однако, математический анализ является неполным, поскольку при составлении энергетического баланса не учитывалась, например, кинетическая энергия волн напряжения, распространяющихся одновременно с раскалыванием, пластической деформацией материала и многое другое. Со времени появления работ А.Гриффитса был предпринят ряд исследований изменения внутренних напряжений и энергетических условий распространения трещин.

Из этих работ видно, что при наличии трещин, рассматриваемых А.Гриффитсом, разрушение материала наступает при напряжениях в 100 и

даже в 1000 раз меньше, чем при максимальных, определяемых теоретически.

Перечисленные выше законы измельчения преследуют цель - установить связь между затратами энергии на процесс измельчения и средней степени измельчения материала. Однако, главной задачей этого направления является определение, на какие процессы при разрушении затрачивается механическая энергия.

Согласно закона П.А.Ребиндера, подведенная к телу энергия затрачивается на образование новой поверхности и на деформацию измельчаемого материала.

В.В.Кафаров с сотрудниками предложил выделить три составляющие затрат подведенной к измельчаемому телу энергии. Первая составляющая связана с чисто процессом измельчения. Вторая составляющая затрачивается на сопутствующие процессы и третья составляющая, не связанная с процессом измельчения.

Г.С.Ходаков считает, что при тонком измельчении энергия затрачивается (кроме упругой энергии) на образование новой поверхности и пластическую деформацию. При этом работа разрушения частицы ( $\Delta A_p$ ) может быть записана в следующем виде:

$$\Delta A_p = b, i, x^3 + [a(\beta \cdot l + \sigma)]x^2, \quad (35)$$

где  $i$  - степень измельчения;  $\beta$  - средняя объемная плотность энергии, затраченной на пластические деформации;  $x$  - размер частиц;  $a, b$  - постоянные;  $\sigma$  - предел прочности частиц.

При грубом измельчении величины энергий пластического деформирования и поверхностной энергии малы по сравнению с величиной упругой деформации, и поэтому ими можно пренебречь.

Разрушающие силы, возникающие в большинстве промышленных машин для измельчения, в значительной мере являются комплексными и сочетают в себе ударные воздействия, давление, а также трение и сдвиг, вследствие чего они не поддаются четкому математическому анализу.

В практических условиях измельчения частиц неправильной формы при современном уровне знания самого процесса разрушения представляется совершенно невозможным заранее предсказать количественный и качественный состав продуктов измельчения. Из этого следует, что необходимо заниматься статистическим исследованием этой проблемы.

Немаловажным направлением в развитии теории процесса измельчения является описание и прогнозирование гранулометрического состава материала.

Это направление, связанное с изучением и описанием гранулометрического состава измельчаемых реальных материалов, является в практическом отношении наиболее интересным, т.к. в этих

работах представлены формулы, отвечающие результатам конкретных экспериментов.

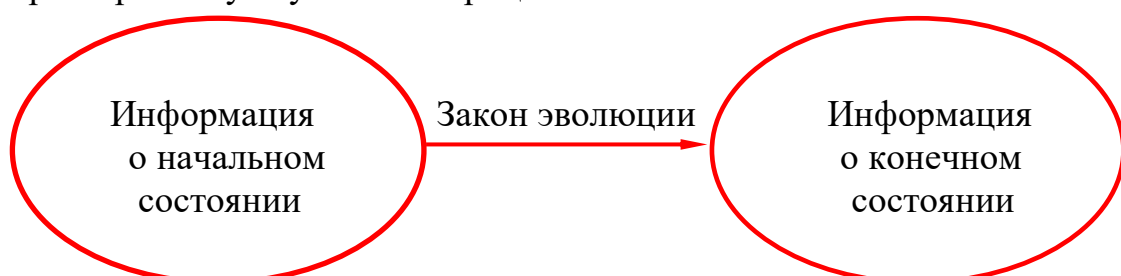
### 3.4.1 Основные проблемы механики разрушения

В классической механике, в частности, в механике разрушения, принято поведение микрообъекта (трещин, пор, дислокации и других дефектов) признавать как неотъемлемо статистическое. Причем для его описания обычно не привлекают, во всяком случае в явном виде, математический аппарат, специально созданный для анализа подобных явлений – теорию случайных процессов. Действительно, в квантовой механике в качестве первичных явлений используют такие как, имеющие прямое вероятностное толкование понятия, волновая функция, амплитуда вероятности, оператор физической величины и т.п.

При этом основной акцент делается на уточнении двух логических аспектов задачи: вероятностной логики поведения микрочастицы и соотношения между структурами двух форм квантовой теории – волновой механики и стохастической механики, с одной стороны, и стохастической механики и ее предельной формы – классической механики – с другой [64].

Наличие у волновой функции вероятностной интерпретации дает основание считать эволюцию микрочастицы (трещин, пор, дислокации и других дефектов) *случайным процессом*.

Случайный процесс представляет собой случайную функцию времени  $\bar{\xi}_t$ . Исчерпывающую характеристику согласованного случайного процесса дают всевозможные многоместные функции распределения  $P(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , каждая из которых соответствует набору случайных величин  $\bar{\xi}_1, \bar{\xi}_2, \dots, \bar{\xi}_n$ , заданных в последовательные моменты времени  $t_1 < t_2 < \dots < t_n$ . Задача расчета эволюции случайного процесса во времени обычно рассматривается в следующей постановке. Известно поведение случайной функции к некоторому текущему моменту времени. Требуется определить ее поведение в некоторый последующий момент времени. В такой постановке целесообразно различать два типа характеристик случайного процесса: *информационные и управляющие*. Так, функции распределения, описывающая начальное и конечное состояние случайного процесса, относятся к числу информационных характеристик. А правило, согласно которому информация о начальном состоянии процесса преобразуется в информацию о его конечном состоянии, представляет собой управляющую характеристику случайного процесса:



Одно из преимуществ структурного вычленения управляющей компоненты случайного процесса заключается в том, что начальный и конечный моменты времени могут рассматриваться как переменные величины, соответственно с этим меняется и информационная составляющая задачи; закон же эволюции, который является инвариантом данного случайного процесса, остается при этом неизменным. На этой идее, в частности, основан метод переходных (условных) вероятностей классической теории случайных процессов.

При этом закон эволюции и физико – механическая сущность развития и поведения трещин, микротрещин, дислокации, пор и других локальных дефектов объектов разрушения в условиях объемно – деформированного состояния недостаточно изучены.

Вместе с тем, в механике разрушения поведение микрочастиц объектов разрушения (образцы разрушаемых материалов, элементы конструкции машин и аппаратов и др.) при эволюции (переходе) в конечное состояние характеризуется как сложная иерархическая система случайных процессов. Последнее объясняется сложностью формы и конфигурации как самих объектов разрушения (куски или частицы измельчаемых материалов, конструкции рабочих органов и др. элементов), так и их дефектов в виде трещин, дислокации, пор и др.

В условиях жесткой конкуренции, присущей рыночной экономике, с возрастанием энергетических потребностей и более рациональным использованием промышленного оборудования, в частности, дробильно-измельчающих машин, увеличились размеры конструкций и машин, а также стали более жесткими условия их эксплуатации. В этой связи знание о параметрах механики разрушения (коэффициент интенсивности напряжений, коэффициент надреза,  $j$ -интеграла и развития трещины) способствует обеспечению качества и эффективности измельчающего процесса и сохранению надежности конструкции машин и аппаратов.

В постсоветском пространстве сформировалась целая плеяда ученых, которые занимались исследованием и совершенствованием процессов измельчения и оборудования для их механизации, а именно, доктора технических наук, профессора С.Д.Хусид (измельчение зерна), Е.И.Храпач (кормовых материалов), А.Р.Демидов (комбикорма), Л.А.Глебов (комбикорма), В.А.Голиков (сено-соломистых материалов), Дулаев В.Г. (мукомольная промышленность) А.А.Оспанов (кормовых и пищевых материалов), Е.Спандиярова (комбикорма), Д.Жайлаубаев (мясокостного сырья), Т.Абилжанов (сено-соломистых материалов), А.И.Смирнов (химическая промышленность), Н.В.Севостьянов (строительные материалы) и др.

В то же время разработкой научно – теоретических основ закона эволюции трещин, пор, дислокации, микротрещин и др. дефектов, присутствующих в крупных конструкциях и их элементах, особое внимание уделяют ученые и практики дальнего зарубежья. Особенно в этом вопросе значительно преуспели японские ученые и исследователи.



Нестандартный подход к изучению хрупкого разрушения твердых тел осуществил в своих работах проф. Р.А.Родин. Впервые процесс разрушения предложено оценивать не по необходимым энергозатратам, как главному критерию, определяющему конечный результат разрушения, а на основе силового воздействия в течение последовательно протекающих стадий, составляющих физическую сущность процесса разрушения. Согласно проведенных исследований Р.А.Родин установил, что процесс разрушения твердого изотропного тела можно представить в виде последовательных стадий: контактного взаимодействия и упругих деформаций в материале; создания зоны всестороннего сжатия до момента появления эффективной трещины; появления эффективной трещины и её увеличения до критических размеров; полной реализации потенциального запаса упругой энергии путем скоростного развития эффективной трещины и окончательного разрушения куска материала.

По данным Б.В.Клушанцева, расход энергии на первой стадии разрушения тела не превышает 10% общего расхода энергии. Если всю полезную работу дробления принять за 100%, то на образование зоны всестороннего сжатия расходуется 73,4%, на развитие эффективной трещины до критического размера -22,5% и на скоростное развитие трещин - 4,4%. Поверхность частиц, находящихся в зоне всестороннего сжатия, составляет около 97% вновь образованной поверхности. Частицы подвергаются огромному напряжению (до нескольких тысяч мегапаскалей) и интенсивному трению между собой, до момента появления первой трещины, на что расходуется 95% всех энергозатрат.

Из приведенных данных можно сделать важный вывод для теории и практики измельчения в свете современных представлений о механизме разрушения хрупких тел. Учитывая доминирующие энергозатраты расходуемые на создание напряженного состояния деформируемого тела, до появления в нем первой трещины, поиск неиспользуемых резервов (снижения энергозатрат) следует вести в области совершенствования механизма силового воздействия на измельчаемый материал.

В реальных условиях мы вряд ли сможем реализовать в чистом виде энергетически выгодный способ разрушения материалов разрывом, то при создании дробильно-помольного оборудования целесообразно стремиться к рациональному сочетанию в них нормальных ( $S$ ) и касательных ( $\tau$ ) напряжений, воздействующих на разрушаемый материал. Кроме того, учитывая утвердившееся в настоящее время теоретическое положение о разрушении твердых тел под воздействием локальных пиков напряжений, концентрирующихся по краям дефектных трещин, развитое в трудах А.Грифитса и его последователей, то при обеспечении раздавливающе - сдвигового силового воздействия на деформируемое тело следует ожидать появления трещин критических размеров при меньших энергозатратах. При этом создаются наиболее благоприятные условия для проявления разрывающих моментов (по Р.А.Родину), обеспечивающих напряжения растяжения, возникающих в устье микротрещин.

Касаясь теоретических воззрений ученых-сторонников теории трещинообразования (А. Гриффитса) следует отметить, что, соглашаясь с основополагающими положениями теории, каждый из авторов привнес в неё некоторые отличительные особенности.

О целесообразности сочетания динамического воздействия со статическим прижимом свидетельствует результат исследований А.В. Мельникова и Ю.И. Чеботарева. Особенностью хрупкого разрушения в данном случае является распространение хрупкой трещины с высокой скоростью без увеличения номинальных напряжений. Не отрицая наличия пластической деформации поверхностного слоя твердого тела, авторы обращают внимание на тесную корреляцию между процессом распространения трещин и частотой приложения нагрузки, а также на возможность усиления процесса разрушения при реализации максимальных касательных напряжений и главных сдвигов.

При этом, эффект релаксации, обусловленный переходом потенциальной энергии внешнего воздействия в кинематическую энергию изменяющихся свойств упругости и прочности материала, приводит к последующему (после воздействия) восстановлению прочности и сопротивляемости деформируемого тела разрушению.

Поэтому, для повышения эффективности процесса разрушения тел необходимо стремиться к серии последовательных закономерных нагрузок и снижению до минимума периода релаксации.

Таким образом, проведенный нами анализ научных работ в области теории разрушения хрупких тел и связанных с ней процессов позволяет сделать вывод о жизнеспособности и перспективности развития теории трещинообразования (теории Гриффитса), дополненной и развитой в трудах отечественных и зарубежных ученых. Подтверждена целесообразность рационального сочетания нормальных и касательных напряжений на всех стадиях измельчения материала. Для достижения критической прочности разрушаемых частиц при минимальных энергозатратах и повышения эффективности свешенных с разрушением процессов целесообразно обеспечить непрерывное сдвиговое силовое воздействие на деформируемые частицы при постоянном их внутреннем рецикле [65-70].

### **3.4.2 Основы эффективного измельчения сырья в комбикормовом производстве**

Как уже отмечалось, что одна из проблем состоит в изучении и определении в общем виде связи между затратами энергии и характеристиками измельчаемых продуктов по крупности до и после размола. Предложенные гипотезы для частных случаев (например, для процессов измельчения в пищевой, мукомольной и комбикормовой промышленности) не позволяют достаточно точно определять расчетным

путем необходимые затраты энергии на дробление в зависимости от степени измельчения и физико-механических свойств исходного продукта.

Известно, что при измельчении рабочие органы машины преодолевают силы молекулярного сцепления частиц, в результате чего образуются новые поверхности, величина которых в процессе измельчения зависит от прочности измельчаемого материала, характера воздействия окружающей среды, а также от вида и схемы приложения механической нагрузки. Существующие основные гипотезы теории Кирпичева-Кика, Афанасьева-Риттингера, Бонда, Ребиндера, Танака и др. имеют преимущественно качественный характер, не учитывающий такого многообразия явлений, протекающих в измельчаемых материалах и не могут быть использованы для количественного описания конкретных процессов [65-68].

С другой стороны, имеющиеся гипотезы, хотели авторы этого или нет, исходили из того, что прочность материалов является физической константой, хотя она может изменяться в интервале  $10^3 \dots 10^4$  порядков и зависит от свойств материала, конструкции мельницы, состояния рабочих органов. Поэтому необходимые связи устанавливаются экспериментально с учетом свойств материала, заданной степени измельчения, вида и конструкции рабочих органов.

Согласно закону Риттингера (1867г.) удельная энергия  $E$ , затраченная на дробление, пропорциональна вновь образовавшейся в результате дробления поверхности измельчаемого материала. Этот закон определяется равенством

$$E = k \left( \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} \right), \quad (36)$$

где  $x_1$  и  $x_2$ , - линейные размеры кусков исходных параметров и частиц конечных продуктов измельчения;  $k$  - постоянная величина.

Предполагается, что закон Риттингера справедлив для хрупких веществ, имеющих плоскости распада и характеризующихся появлением новых трещин.

Когда дробление твердого материала при достижении определенного значения напряжения происходит сразу с образованием частиц одного класса независимо от исходного размера  $x_1$  объекта измельчения, справедлив закон Кика (1885г.)

$$E = k_1 \log \frac{x_1}{x_2} \quad (37)$$

Обе формулы (36-37) показывают, что бесконечно большие затраты удельной энергии достигаются только при дроблении тел до минимального предельного размера определяемый по технологическим соображениям, то

есть  $x_2 = x_{min}$  при достижении которого дальнейшее дробление становится нецелесообразным (рис. 9).

В связи с этим, Т.Танака предложил следующий закон дробления:

$$\frac{dS}{dt} = k(S_{\infty} - S), \quad (38)$$

где  $S$  - удельная поверхность материала;  $S_{\infty}$ - предельная поверхность, при достижении которой дробление практически прекращается.

Высказанные соображения позволили профессору А.А.Оспанову [65-70] предложить некоторую коррекцию законов Риттингера (37) и Кика (38).

Суть этой коррекции сводится к следующему. Законы (37-38) сформулированы на основе гипотезы о том, что затраты удельной энергии на дробление зависят только от линейных размеров предмета и продукта дробления, то есть  $E=f(x_1, x_2)$ .

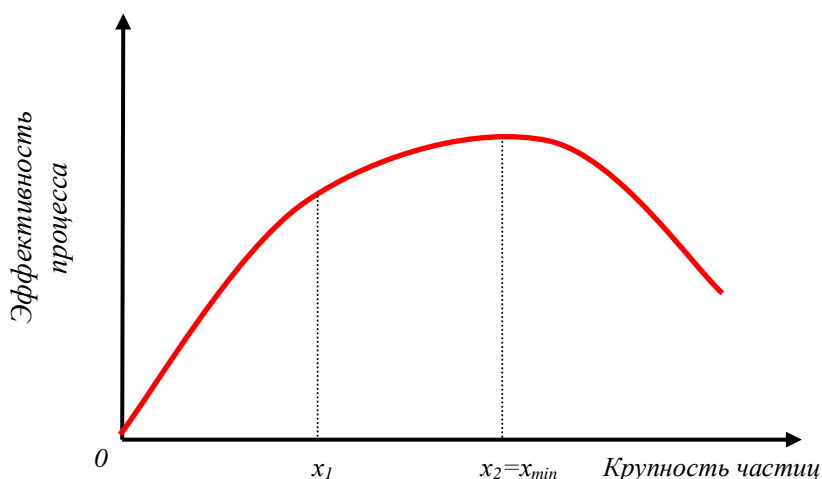


Рисунок 9 - Изменение эффективности измельчения в зависимости от крупности частиц

С учетом последнего утверждения, нами представляется более естественным считать удельную энергию, зависящую от отклонений линейных размеров ( $x_1$  и  $x_2$ ) от их минимального ( $x_{min}$ ) значения. В таком случае законы Риттингера и Кика приобретают следующие виды:

$$E = k \left( \frac{1}{\Delta x_2} - \frac{1}{\Delta x_1} \right), \quad (39)$$

где  $\Delta x_1 = x_1 - x_{min}$ ;  $\Delta x_2 = x_2 - x_{min}$ ;  $x_{min}$  - минимальное значение крупности частиц (см. рис. 9).

Аналогично видоизменяется закон Кика:

$$E = k_1 \log \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} \quad (40)$$

Из двух последних формул (39-40) видно, что с ростом  $x$ , удельная энергия разрушения возрастает со скоростью  $V_E = k/x_1^2$  до значения  $k/x_2$  и не более. Вместе с тем, опыт показывает, что неограниченное количество увеличение линейного размера продукта измельчения требует неограниченного увеличения величины затрат удельной энергии дробления до размера  $x_2 = x_{min}$ . По этой причине было бы разумно предложить такую формулу зависимости удельной энергии от размеров  $x_1$  и  $x_2$ , которая отражала бы наличие линейных затрат энергоемкости. Среди таких математических зависимостей по нашему утверждению представляется более подходящей зависимость вида [65-70]:

$$E = k^* \left[ \left( \frac{x_1}{x_2} \right)^{\alpha^*} - \left( \frac{x_2 - x_{min}}{x_1 - x_{min}} \right)^{\beta^*} \right], \quad (41)$$

где  $k^*$ ,  $\alpha^*$ ,  $\beta^*$  - параметры, зависящие от вида измельчаемого материала, их физико-механических и прочностных характеристик, которые определяются экспериментальным путем:

$\frac{x_2 - x_{min}}{x_1 - x_{min}}$  - поправка проф. Оспанова А.А. к существующей научной гипотезе.

Значения составляющих зависимости (41) колеблются в следующих диапазонах:

$$1 \leq \frac{x_1}{x_2} \leq \frac{x_1}{x_{min}}; \quad 1 \geq \frac{x_2 - x_{min}}{x_1 - x_{min}} \geq 0; \quad (42)$$

$$0 \leq E \leq k^* \frac{x_1}{x_{min}}; \quad \frac{k^*}{x_2} \geq V_E \geq \frac{k^*}{x_1^2}. \quad (43)$$

По величинам параметров  $k^*$ ,  $\alpha^*$ ,  $\beta^*$  можно подобрать значения  $x_1$  и  $x_2$ , при которых удельная энергия  $E$  достигает минимума в диапазоне (43). Этим самым появляется возможность разработки рекомендации наиболее рационального (эффективного) использования измельчающих машин конкретной целевой конструкции и методики их универсальной классификации [65-70].

### 3.4.3 К расчету напряжений и деформаций при ударном измельчении тел сферической формы

Обработка зерновых культур при производстве кормовых смесей происходит в результате механического взаимодействия рабочих органов технологического оборудования на них как путем удара, так и медленным сжатием. От воздействия статических и динамических сил в зерне

возникает напряженно-деформационное состояние, зависящее от предела прочности материала. Поэтому основной задачей является выяснение условий деформирования и разрушения зерна, что позволит научно обоснованно осуществлять выбор рациональных геометрических, кинематических и динамических параметров технологического оборудования.

В настоящее время вопросам изучения прочностных и деформационных свойств различных материалов в литературе уделяется большое внимание. Однако отсутствует единый подход в разработке механики разрушения материалов ввиду того, что разрушение тела зависит от многих факторов, не всегда изученных даже качественно, и зависит от физических, химических и механических аспектов.

Для математического описания процессов разрушения твердых тел общепринятым является применение основных уравнений механики сплошной среды

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + (\rho \mathcal{G}_k)_{,k} = 0; \quad (44)$$

$$\tau_{ji,j} + \rho b_i = \rho \dot{\mathcal{G}}_i; \quad (45)$$

$$\frac{dU}{dt} = \left(\frac{1}{\rho}\right) \tau_{ij} \cdot \dot{\varepsilon}_{ij} - \left(\frac{1}{\rho}\right) q_{i,i} + h^*. \quad (46)$$

где  $\rho$  - плотность среды;  $\mathcal{G}_i$  - компонента скорости;  $\tau_{ij}$  - тензор напряжений;  $b_i$  - компонента массовых сил;  $\varepsilon_{ij}$  - тензор скоростей деформаций;  $U$  - удельная внутренняя энергия;  $q_i$  - поток тепла через единицу площади в единицу времени за счет теплопроводности;  $h^*$  - постоянная теплового излучения на единицу массы в единицу времени.

К уравнениям (44-46) необходимо добавить неравенство Клаузиуса-Дюгема, показывающее положительность производства энтропии

$$\frac{dS^*}{dt} \cdot e - \frac{1}{\rho} \left(\frac{q_i}{T}\right)_{,i} \geq 0, \quad (47)$$

где  $S^*$  - плотность энтропии;  $e$  - мощность локальных внешних источников энтропии, отнесенная к единице массы;  $T$  - абсолютная температура.

Для замкнутости системы уравнений (44-47) необходимо добавить реологическое уравнение состояния конкретного материала. Однако, механические свойства реальных сред очень сложны, поэтому из всего многообразия свойств, принято выбирать наиболее важные свойства, такие как: упругость, пластичность, вязкость. Тогда поведение реального материала можно исследовать на базе простейшей хорошо изученной

идеализированной реологической модели, учитывающей основные свойства реального материала [71].

Воздействие рабочих органов оборудования на перерабатываемый продукт приводит к появлению в последнем внутренних напряжений и деформаций. Поэтому важнейшей задачей является установление критерия, характеризующего достижения материалом предельного состояния, при котором возникающие напряжения приводят к деформированию и последующему разрушению материала.

Анализ технической литературы показал, что можно выделить два наиболее распространенных критерия оценки состояния материала при разрушении. Разрушение материала может произойти при достижении внутренних напряжений предела прочности материала для хрупких сред и предела текучести для пластичных сред.

Так как зерновое сырье проявляет упруго-вязко-пластические свойства, то для расчета процесса разрушения этих сыпучих компонентов весьма важным является определение условий наступления пластического состояния, приводящего в дальнейшем к разрушению компонентов.

Условие пластического течения можно представить в виде

$$f(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3) = \tau_0, \quad (48)$$

где  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  - главные напряжения;  $\tau_0$  - предельное напряжение сдвига.

Для оценки состояния текучести во всех точках среды многочисленными авторами предложен критерий Треска-Сен-Венана и Мизеса.

На практике наибольшее распространение получил критерий Мизеса, показывающий, что состояние текучести возникает тогда, когда интенсивность касательных напряжений достигает своего предельного значения

$$T_* = \frac{\sigma_*}{\sqrt{3}}, \quad (49)$$

где  $\sigma_*$  - предельное напряжение при растяжении (сжатии).

Условие (49) нами использовано при рассмотрении конкретных случаев разрушения сыпучего зернового сырья, что позволило получить расчетные зависимости для определения возникающих напряжений в продукте с учетом его упруго-пластических и вязко-упругих свойств [71].

При изучении процесса ударного измельчения сыпучих компонентов для упрощения расчетов вводится общепринятое допущение о сферической форме отдельных компонентов [72].

Рассмотрим ударное взаимодействие движущегося со скоростью  $V$  сферического компонента радиусом  $R$ , о неподвижный жесткий рабочий

орган измельчителя (рис. 10). При контактном соприкосновении в точке  $O$  возникают сжимающие силы, которые приводят к изменению величины скорости движения продукта  $V$ . Величина силы  $P$  определяется уравнением [72]

$$P = m \cdot \frac{dV}{dt}, \quad (50)$$

где  $m$ - масса продукта.

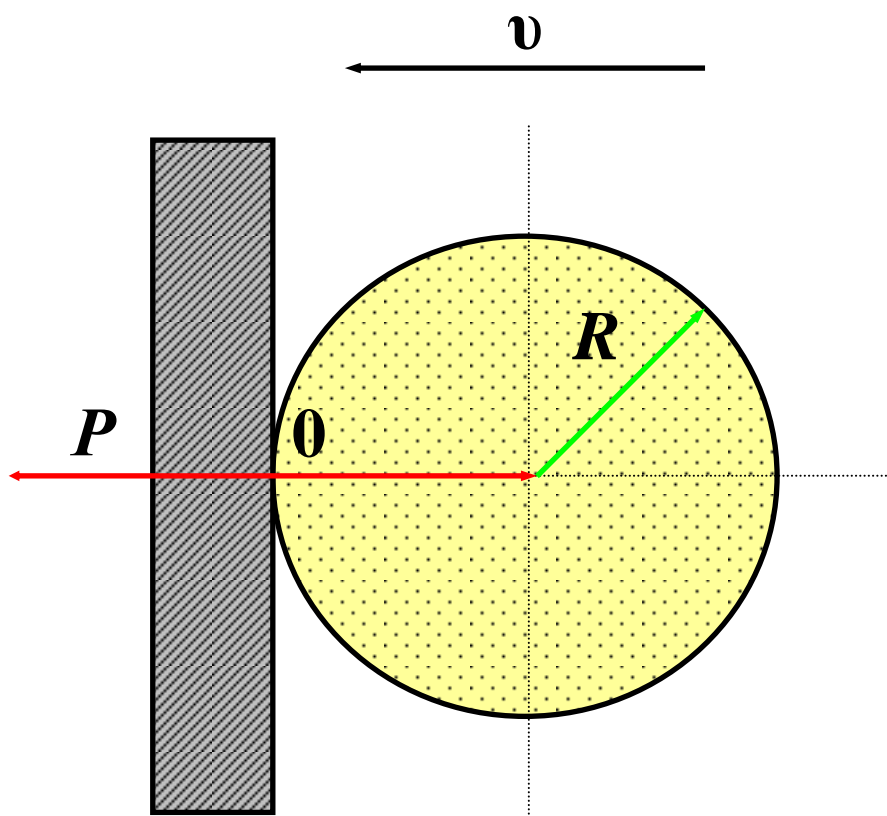


Рисунок 10 - Схема ударного взаимодействия продукта с рабочим органом

Так как жесткий орган не деформируется, то обозначим через  $\alpha$  величину смещения при деформации продукта при сжатии. Скорость деформации будет равна

$$\frac{d\alpha}{dt} = V, \quad (51)$$

Из уравнения (50) и (51) имеем



$$\frac{d^2 \alpha}{dt^2} = \alpha = \frac{P}{m}, \quad (52)$$

Интенсивность контактного давления определяется зависимостью

$$q = \frac{P}{\pi b^2}, \quad (53)$$

где  $b$  - радиус поверхности контакта деформированной части сферы.

Величина « $b$ » равна

$$b = \sqrt[3]{\frac{3\pi}{4} \cdot \frac{P(K + K_1)R \cdot R_1}{(R + R_1)}}, \quad (54)$$

где  $R_1$  - радиус кривизны жесткого рабочего органа.

Так как  $R_1 = \infty$ , то уравнение (54) примет вид

$$b = \sqrt[3]{3 \frac{\pi}{4} \cdot P \cdot (K + K_1)R}, \quad (55)$$

где

$$K = \frac{1 - \nu^2}{\pi \cdot E}; \quad K_1 = \frac{1 - \nu_1^2}{\pi \cdot E}, \quad (56)$$

где  $\nu, \nu_1, E, E_1$  - коэффициенты Пуассона и модули упругости продукта и рабочего органа оборудования соответственно.

От действия сжимающего усилия в продукте возникают напряжения, при этом будем считать, что разрушение продукта произойдет при появлении пластического течения. Тогда максимальное касательное напряжение определяется зависимостью [72]

$$\tau_{\max} = \sqrt{\frac{2}{9\pi^5} \cdot \frac{P}{[(K + K_1)R]^2} \cdot \left[ \frac{1-2\nu}{2} + \frac{2}{9}(1+\nu)\sqrt{2(1+\nu)} \right]}, \quad (57)$$

С учетом критерия пластичности Мизеса и из уравнения (57) получим предельную величину сжимающей силы  $P_*$ , приводящей к разрушению продукта

$$P_* = \frac{\pi^5 \sqrt{3} \sigma_*^3 [(K + K_1)R]^2}{2} \cdot \left[ \frac{1-2\nu}{2} + \frac{2}{9}(1+\nu)\sqrt{2(1+\nu)} \right]^3, \quad (58)$$

С другой стороны, величина  $P^*$  связана с величиной перемещения при деформации  $\alpha$  следующей зависимостью

$$P_* = n \cdot \alpha^{3/2} \quad (59)$$

где

$$n = \sqrt{\frac{16}{9\pi^2} \cdot \frac{R}{(K + K_1)^2}}, \quad (60)$$

С учетом зависимостей (59) и (60) уравнение (58) запишем в виде

$$\alpha = \frac{1}{m} \cdot n \alpha^{3/2}, \quad (61)$$

Откуда после преобразований, получим [72]

$$\frac{1}{2}[(\alpha)^2 - V^2] = \frac{2}{5} \cdot \frac{n}{m} \cdot \alpha^{5/2}, \quad (62)$$

В момент максимальной деформации  $\alpha = 0$ , тогда величина максимального сближения продукта с рабочим органом будет равна

$$\alpha_{\max} = \left( \frac{5}{4} \cdot \frac{mV^2}{n} \right)^{2/5}, \quad (63)$$

Критическую скорость, приводящую к разрушению продукта, получим из совместного решения (62) и (59) [72]

$$V_{\text{кр}} = \left( \frac{P_*}{n} \right)^{6/5} \cdot \left( \frac{4n}{5m} \right)^{1/2}, \quad (64)$$

где величина  $P^*$  определяется из условия (59),  $n$  - из уравнения (60).

Определим продолжительность ударного взаимодействия.

Из уравнения (63) получим

$$dt = \frac{d\alpha}{\sqrt{V^2 - \frac{4}{5} \cdot \frac{m}{n} \cdot \alpha^{5/4}}}, \quad (65)$$

Если обозначим отношение  $\alpha / \alpha_{\max} = Z$ , то условие (65) можно представить в виде

$$t = \frac{2\alpha_{\max}}{V} \int_0^1 \frac{dZ}{\sqrt{1 - Z/2}}, \quad (66)$$

Проведя интегрирование (66) получим зависимость для расчета времени ударного взаимодействия

$$t_{y\partial} = 2,9 \left( \frac{5}{4} \cdot \frac{m}{n} \right)^{2/5} \cdot \frac{1}{(V)^{1/5}}, \quad (67)$$

Анализ уравнения (67) показывает, что продолжительность ударного взаимодействия в основном зависит от массы ударяемого продукта и его физико-механических характеристик. При этом продолжительность ударного взаимодействия слабо зависит от скорости движения тела, так как  $t_{y\partial}$  обратно пропорционально  $(V)^{1/5}$  [72].

### 3.5 Научные основы совершенствования процесса дозирования

Технологический процесс производства комбикормов основывается на введении определенной массы сырья разнообразного по физико-механическим и химико-биологическим свойствам в рецептуру готовой продукции. В связи с этим назначение процесса дозирования компонентов комбикормов является важным, целью которого будет обеспечение заданного количества продуктов по массе (или поддержание заданного расхода) с определенной точностью.

По структуре рабочего цикла дозирование бывает непрерывного или порционного (дискретного) принципа действия, а по принципу действия – объемным или весовым.

Для порционного дозирования характерно периодическое повторение цикла выпуска порции продукта в соответствии с разработанной рецептурой, при этом дозирующее оборудование периодически отмеряет порцию  $V(m^3)$ , масса  $M$  которой равна [73, 74]

$$M = \xi \cdot v \cdot \rho, \quad (68)$$

где  $\rho$  – объемная масса продукта, кг/м<sup>3</sup>;  $\xi$  – коэффициент заполнения рабочей камеры;  $v$  – скорость потока продукта, м/с.

Дискретное весовое дозирование основано на отмеривании порции массой, равной  $M$ .

При непрерывном объемном дозировании оборудование подает поток продукта с расходом (кг/с) [73, 74]

$$Q = F \cdot v \cdot \rho, \quad (69)$$

где  $F$  – поперечное сечение потока продукта, м/с.

При непрерывном весовом дозировании поток продукта, выходящего из питателя, непрерывно взвешивается. В зависимости от результатов взвешивания автоматически корректируется производительность питателя.

Эффективность работы процесса дозирования оценивается через точность дозирования, при этом под точностью понимают соответствие фактической массы дозы или расхода их заданным значениям.

На эффективное ведение технологического процесса влияют колебания объемной массы, влажности и других характеристик дозируемого продукта, образование комков, нестабильность питающей сети, вибрация оборудования и т.д.

Процесс дозирования компонентов комбикормов является вероятностным процессом, к исследованию которого привлечены статистические методы и теория вероятностей. Так случайным образом изменяются и величины, входящие в формулы (68) и (69), вследствие чего расход при дозировании – случайная функция времени (случайный процесс) [73, 74].

При объемном дозировании экспериментальная автокорреляционная функция (АКФ) расхода обычно аппроксимируется зависимостью [73, 74]

$$R_Q(\tau) = \sigma_Q^2 \cdot e^{-\alpha|\tau|} \cos \beta\tau, \quad (70)$$

где  $\sigma_Q$  – среднее квадратичное отклонение расхода;  $\tau$  – время сдвига;  $\alpha$  – параметр, характеризующий затухание АКФ;  $\beta$  – преобладающая частота случайных колебаний расхода.

При объемном непрерывном дозировании сыпучих зерновых продуктов  $\alpha = 0,005 \dots 0,3 \text{ с}^{-1}$ ;  $\beta = 0,01 \dots 0,1 \text{ с}^{-1}$ .

Спектральная плотность расхода, полученная как косинус – преобразования Фурье АКФ (70), имеет вид [73, 74]

$$S_Q(\omega) = \frac{2\alpha\sigma_Q^2(\omega^2 + \alpha^2 + \beta^2)}{\pi[(\omega^2 + \alpha^2 + \beta^2)^2 - 4\beta^2\omega^2]}, \quad (71)$$

где  $\omega$  – угловая частота.

Формула (71) позволяет оценить спектральный состав случайных колебаний расхода.

На практике оценка точности дозаторов непрерывного действия основана на контрольном взвешивании проб, отобранных из потока материала за промежуток времени  $T$ . Масса каждой пробы будет равна

$$M = \int_0^T Q(t) dt. \quad (72)$$

При этом результаты контрольных взвешиваний всегда отличаются друг от друга, т.е. они имеют случайное рассеивание – случайные погрешности дозирования, отражающие колебания расхода. Поэтому по

контрольным пробам точность дозирования определяется с применением методов математической статистики и подчинены нормальному закону распределения случайных величин, характеризующему плотность распределения вероятностей

$$f - (M) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(M_i-a)^2}{2\sigma^2}}, \quad (73)$$

где  $M_i$  – масса пробы, кг;  $a$  – центр группировки распределения;  $a \approx M_{cp}$ ;  $M_{cp} = \sum_{i=1}^n M_i / n$  – среднее арифметическое  $n$  результатов ( $n = 20 \dots 30$ ), кг;  $\sigma_m$  – среднее квадратическое отклонение массы контрольных проб, кг.

Среднее арифметическое значение  $M_{cp}$  характеризует среднюю производительность – центр настройки дозатора. Мера случайного рассеяния – среднее квадратическое отклонение – рассчитывается по формуле [73, 74]

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i - M_{cp})^2}{n-1}}, \quad (74)$$

и служит количественной оценкой случайных погрешностей дозирования. Обычно принимают, что случайная погрешность дозирования

$$\Delta_{cl} = \pm(2 \dots 3)\sigma_m, \quad (75)$$

Средние квадратические отклонения  $\sigma_m$  и  $\sigma_Q$  связаны между собой. По известной АКФ расхода  $\sigma_Q^2$  можно определить как дисперсию интеграла случайного процесса  $Q(t)$ . Если, например, АКФ описывается выражением

$$\sigma_M^2 \frac{2\sigma_Q^2}{\alpha^2 + \beta^2} \left[ \alpha T + e^{-\alpha T} \cos(\beta T + 2 \arctg \frac{\beta}{\alpha}) + \frac{\beta^2 - \alpha^2}{\alpha^2 + \beta^2} \right], \quad (76)$$

То, конкретное значение интегральной оценки  $\sigma_m$  (а следовательно, и погрешности дозирования) зависит от спектрального состава колебаний расхода и времени отбора пробы, что нужно учитывать при выборе и сопоставлении различных способов дозирования и дозирующего оборудования.

Дозаторы должны обеспечить не только и малые случайные колебания производительности, характеризующиеся  $\sigma_m$  и  $\sigma_Q$ , но и соответствие средней массы  $M_{cp}$  заданному, например по рецептуре, расчетному значению пробы (кг) [73, 74]

$$M_3 = Q_3 T, \quad (77)$$

где  $Q_3$  – заданное значение расхода, кг/с.

Очевидно, что заданное значение  $Q_3$  не может быть установлено органами настройки дозатора совершенно точно. Кроме того, в процессе работы центр настройки может смещаться, например при изменении объемной массы при непрерывном дозировании (77). Отклонение  $M_{cp}$  от  $M_3$  называют систематической погрешностью дозирования

$$\Delta_{систем} = M_{cp} - M_3, \quad (78)$$

или

$$\Delta_{систем} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{n} - Q_3 T. \quad (79)$$

Полная погрешность дозирования складывается из случайной и систематической [73, 74]

$$\Delta_0 = \Delta_{систем} + \Delta_{сл}, \quad (80)$$

или

$$\Delta_0 = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{n} - Q_3 T \pm (2-3) \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i - M_{cp})^2}{n-1}}, \quad (81)$$

Для каждого типа дозатора эта величина не должна выходить за допустимые пределы.

Погрешности дискретного дозирования зависят в основном от тех же причин, что и непрерывного. Случайные, систематические и полные погрешности дозирования можно определить по формулам (80, 81), если в них  $M_i$ ,  $M_{cp}$  и  $M_3$  будут текущим, средним и заданным значениями контрольной дозы (порции) соответственно.

Современные весовые дозаторы дискретного действия обеспечивают погрешность 0,2...0,5%, а непрерывного действия – 0,5...2%.

Точность объемных дозаторов зависит в первую очередь от стабильности физико-механических свойств дозируемого материала. Для предварительной оценки эффективности функционирования дозаторов можно полагать, что погрешность приблизительно равна колебаниям объемной массы материала, выраженным в процентах от ее номинального значения.

При сопоставлении точности способов дозирования нужно учитывать, что [73, 74]:

- различают числовые характеристики точности дозирования, количественная оценка которых зависит от способа дозирования, и технологический допуск на рецептуру, задаваемый обычно в процентах от номинальной массы каждого компонента;
- для весовых дозаторов дискретного действия погрешность определяют в процентах от номинального значения массы дозы или от половины наибольшего предела дозирования;
- для весовых дозаторов непрерывного действия погрешность определяют в процентах от наибольшего предела производительности;

- при непрерывном объемном дозировании погрешность его выражают обычно в процентах от номинального значения производительности;

- достоверные характеристики точности можно получить только опытным путем на основании контрольных проб, так как дозаторы одного типа, находящиеся в различных условиях эксплуатации и работающие на различных материалах, могут обладать разными характеристиками точности.

### **3.6 Научные основы совершенствования процесса смешивания**

Смешивание - это механический процесс, образования однородной смеси сыпучих компонентов. Процесс смешивания материалов широко применяется во всех отраслях пищевой промышленности для различных целей [75, 76]:

- равномерного распределения продуктов, составляющих смесь;
- интенсификации массообмена, т.е. переноса вещества из одной фазы в другую;
- интенсивности теплообмена в различных тепловых аппаратах;
- ускорения биохимических, химических и других процессов;
- получения суспензий, эмульсий и т.п.

Смешивание проводится в специальных аппаратах, которые называются смесителями, либо в аппаратах, где проводятся процессы массо- и тепло- обмена, биохимические, химические и др. [76-82].

Смешиванию подвергают различные материалы - жидкие, газообразные, твердые (сыпучие). При этом перемешиванию могут подлежать как продукты, находящиеся в одинаковом агрегатном состоянии, например, две жидкости, два твердых (сыпучих) материала, так и в разном - жидкости и твердые тела.

Существуют следующие способы перемешивания материалов [76-82]:

- поточный;
- механический;
- пневматический.

Различают три механизма смешивания [76-82]:

- диффузионное смешивание, т.е. беспорядочное движение отдельных частиц в ограниченном пространстве, при этом каждая частица имеет равные возможности отклониться в любую сторону при столкновении с другой частицей;

- конвективное смешивание, при котором смежные частицы группами перемещаются из одного положения в другое;

- сдвиговое - смежные слои частиц движутся относительно друг друга.

В общем виде эффективность процесса зависит от конструктивных, технологических и кинематических параметров [83-90]

$$E_c = \Psi \left( K_3 \frac{W_1 \dots W_{n-1}}{W_n} \cdot t \cdot n \right), \quad (82)$$

где  $K_3$  - коэффициент заполнения;  $W_1, \dots, W_{n-1}, W_n$  - соотношение компонентов в смеси;  $n$  - частота вращения рабочего органа;  $t$  - время смешивания.

Применяя теорию вероятностей к кинетике смешивания и эмульгирования, величина поверхности раздела в момент определенного времени будет равна [89-90]

$$S = S_p (1 - e^{-tc}), \quad (83)$$

где  $S$  - величина поверхности раздела;  $t$  - время смешивания;  $S_p$  - максимально возможная поверхность;  $(1 - e^{-tc})$  - максимально возможная поверхность раздела;  $c = \ln \frac{1}{(1 - \varepsilon)}$ .

Уравнения (82, 83) справедливы для всех смесительных систем, так как при работе всех устройств преследуется цель - увеличение поверхности раздела фаз и предусматривается возможность перемещения компонентов поверхности раздела к отдельным составляющим объема загрузки [83-90].

Часть общего количества элементарных объемов, которая состоит из равных объемов, содержащих по крайней мере один из элементов поверхности, раздела, полученной при перемешивании в течение времени определится по формуле [85, 89, 90]

$$P_t = 1 - e^{-RS_p(1-e^{-tc})}, \quad (84)$$

где  $R$  - коэффициент пропорциональности.

Значение той доли общего числа объемов  $V$ , которая состоит из объемов  $V_o$ , содержащих один из компонентов смеси определяется по формуле [89-90]

$$(P_t)_E = 1 - \left[ e^{-RS_p(1-e^{-tc})} \right]_{V_o}^V, \quad (85)$$

где  $V$  - общий объем смеси;  $V_o$  - объем проб отобранных из смеси.

Таким образом, в том случае, когда  $(P_t)_E$  - принимается как конечное значение для удовлетворительного результата перемешивания, можно получить искомое время, решая относительно уравнение (85) [85].

На практике эффективность смешивания оценивается по коэффициенту вариации распределения ключевого компонента в микрообъемах смеси [86-88]



$$V_c = \frac{100}{x} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - x)^2}{n - 1}}, \quad (87)$$

где  $x$  - среднее арифметическое наблюдение значений величины, т.е. среднее содержание ключевого компонента в пробах;  $x_i$  - значение случайной величины в  $i$ -ом опыте;  $n$ - число проб.

При этом для прогнозирования оценки качества смешивания применяют методы статистики.

Процесс смешивания многокомпонентной сыпучей смеси – это вероятностный процесс, к исследованию которого привлечены статистические методы и теория вероятностей. Ф.К. Фишер приводит уравнение диффузионного смешивания для горизонтального цилиндрического смесителя [83-86]

$$\frac{dW}{dt} = D_o \frac{d^2W}{dz^2} + D_2 \left( \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} + \frac{dW}{dr} \right), \quad (88)$$

где  $W$ - плотность распределения вероятностей, имеющая смысл концентрации частиц;  $D_o$  и  $D_z$  – коэффициенты осевой и радиальной диффузии;  $r$  и  $z$ - расстояние в радиальном и осевом направлениях;  $t$ - время смешивания.

Продольное перемешивание частиц подчиняется следующему закону [76-90]

$$\frac{dc}{dt} = -\omega \frac{dc}{dx} + D_l \frac{d^2c}{dx^2}, \quad (89)$$

где  $D_l$  - коэффициент продольного перемешивания.

Модель называется двухкомпонентной, если перемешивание происходит одновременно в продольном и поперечном направлениях [76-90]

$$\frac{dc}{dt} = -\omega \frac{dc}{dx} + D_l \frac{d^2c}{dx^2} + \frac{Dr}{r} \cdot \frac{dc}{dr} \left( r \frac{dc}{dr} \right), \quad (90)$$

где  $r$ - радиус аппарата;  $D_r$  – коэффициент поперечного перемешивания.

В следствии различных физико-механических свойств смешивание сыпучих компонентов сопровождается одновременно процессом противоположным приведенным – сегрегацией готовой смеси. Сегрегация – сосредоточение частиц, имеющих близкую характеристику (массу, размер, форму и д.р.), под действием гравитационных и инерционных сил. Окончание процесса смешивания необходимо устанавливать в тот момент, когда явление сегрегации не начало проявляться [76-90].

Для лучшего представления физической картины смешивания строят график зависимости: коэффициента вариации ( $V_c$ ) от времени смешивания ( $t$ ). Кривая, характеризующая процесс смешивания называется «кривой смешивания». Анализ кинетики смешивания (рис. 11) показывает наличие трех зон:

- I зона – интенсивного смешивания в результате сдвиговых и конвективных процессов;
- II зона – замедленного диффузионного смешивания;
- III зона – проявление процесса сегрегации, увеличивающий коэффициент вариации.

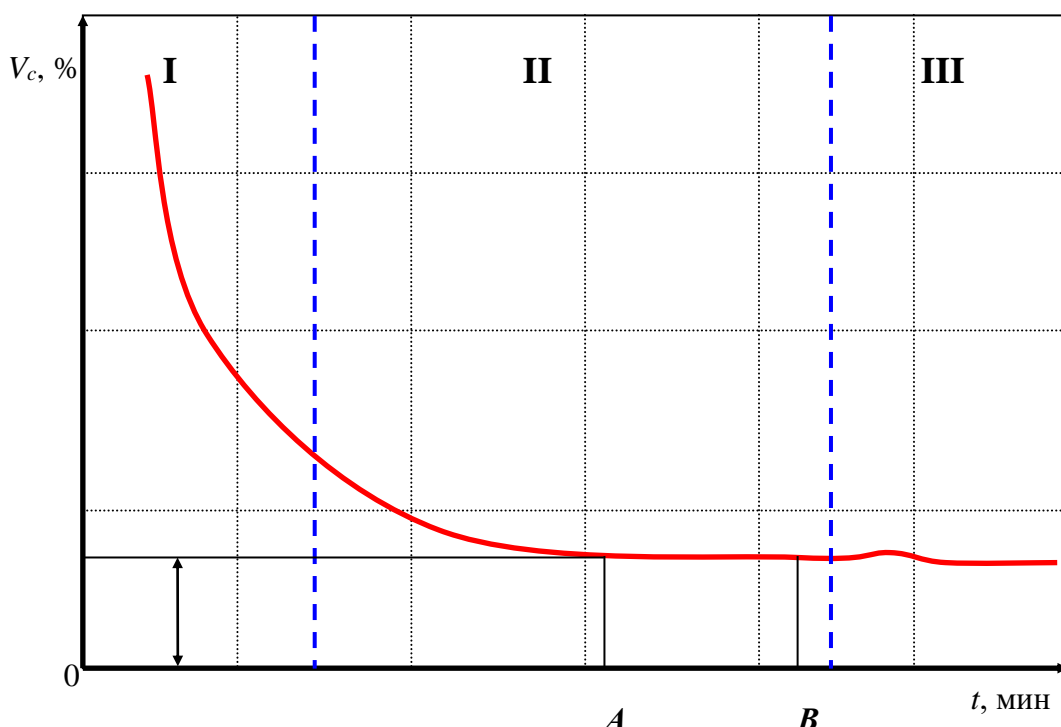


Рисунок 11 - Кривая кинетики смешивания сыпучих компонентов кормовой смеси

Причем первые два процесса (сдвиговой и конвективный) в отличие от диффузионного смешивания не зависят от характеристики смешиваемых компонентов. За время смешивания компонентов следует принимать то, при котором  $V_c \rightarrow \min$ . Учитывая данную физическую картину смешивания необходимо различать два главных параметра – качество процесса и продолжительность операции до достижения заданного качества.

Таким образом, в существующих смесителях смешивание осуществляется по принципу случайного процесса с ожиданием вероятности благоприятного исхода. Это является существенным недостатком существующих конструкций смесителей.

В настоящее время общепринято следующее математическое описание процесса смешивания. Рабочий объем смесителя разбивается условно на ряд зон (ячеек). При этом предполагается, что закономерность движения частиц через каждую зону известна. Тогда основная задача состоит в определении среднего времени  $t_i$  пребывания в той или иной зоне (ячейке)  $(\sigma_t)^2_i$ .

В этом случае для смесителя периодического действия с  $j$  зонами суммарное время  $t_{общ}$  пребывания частиц во всех зонах и дисперсию  $\sigma$  можно определить следующим образом

$$\sigma = \frac{(\sigma_t)_{общ}}{t_{общ}^2} = \frac{\sum_{i=1}^j (\sigma_t)_i^2}{\sum_{i=1}^j t_i^2}, \quad (91)$$

Как показано в работах Кафарова В.В. при составлении математической модели смесителей необходимо применять теорию марковских случайных процессов.

Состояние системы в любой момент времени  $t$  представим в виде вектора  $\alpha(n)$ , где  $n=0, 1, 2, \dots$ , с координатами  $\beta_i(n)$ , выражающими вероятность нахождения ключевого компонента  $A$  в ячейке  $i$  через  $n$  переходов из одной ячейки в другую, при этом должно выполняться условие

$$\sum_{i=1}^N \beta_i(n) = 1; \quad 0 \leq \beta_i(n) \leq 1, \quad (92)$$

Анализ поведения системы можно осуществить введя набор условных вероятностей  $P_{ik}$  того, что частица находящаяся в ячейке « $i$ », через малый промежуток времени окажется в ячейке « $k$ ». В этом случае вероятности  $P_{ik}$  образуют общую матрицу переходных вероятностей  $P^*$ , где сумма элементов каждой строки и столбца равна единице.

Как показано в работе [89-90] закон распределения вероятностей для каждой ячейки имеет экспоненциальный характер, позволяющий определить элементы матрицы  $P_{ii}$

$$P_{ii} = \exp\left(-\frac{Q_{i(i+1)}}{V_i} \Delta t\right), \quad (93)$$

где  $i=1, 2, \dots, N$ ,  $Q_{i(i+1)}$  – материальные потоки из ячейки  $i$  в ячейку  $(i+1)$ ;  $V_i$  – объем ячейки.

Каждый последующий элемент матрицы переходных вероятностей определяется следующим соотношением

$$P_{i(i=1)} = 1 - \exp\left(-\frac{Q_{i(i+1)}}{V_i} \Delta t\right), \quad (94)$$

Таким образом, матрица исходных вероятностей  $P_*$  и вектор вероятностей начального распределения  $\alpha(0)$  определяют состояние системы через  $n$  переходов. Следовательно, если известно состояние систем в  $\alpha(n)$ , то состояние системы через  $(n+1)$  переходов определяется по рекуррентному соотношению

$$\begin{aligned} \alpha(1) &= \alpha(0)P_*; \\ \alpha(2) &= \alpha(1)P_* = \alpha(0)P_*^2; \\ \alpha(3) &= \alpha(2)P_* = \alpha(0)P_*^3; \\ &\dots\dots\dots; \\ \alpha(n) &= \alpha(0)P_*^n \end{aligned} \quad (95)$$

При  $n \rightarrow \infty$  достигается равномерность нахождения ключевого компонента во всех ячейках. В этом случае общее время перемешивания  $t_k$  определится зависимостью

$$t_k = \Delta t \cdot n_k, \quad (96)$$

где  $\Delta t$  - дискретный промежуток времени перехода из одной ячейки в другую.

Анализ математического описания процесса перемешивания сыпучих компонентов показывает, что такой подход, основанный на теории случайных процессов, уже с самого начала получения однородной смеси предусматривает создание конструкций смесителей, в которых заложена неопределенность получения однородной смеси.

Поэтому перспективным направлением в разработке конструкций смесителей является создание конструкций, в которых возможно осуществить принцип упорядоченности смешивания компонентов.

Условно объем смесителя разбивается на  $m_i$  элементарных макрообъемов в виде прямоугольных параллелепипедов. Если концентрация всех компонентов одинакова, то макрообъемы выбираются в виде куба. Далее элементарный макрообъем разбивается условно на  $n^3$  микрообъемов в виде прямоугольных параллелепипедов ( $n$  - количество компонентов смеси).

Техническая задача создания конструкций смесителя состоит в обеспечении размещения в микрообъемах в определенной последовательности каждого из компонентов в заранее заданной дозе.

Такое размещение компонентов смеси представляет собою послойное их размещение в заданном объеме.

Алгоритм такого размещения во всех плоскостях макрообъема имеет следующий вид, начиная от узловой точки

$$1, 2, 3, \dots\dots\dots, n; n-1, n-2, \dots\dots\dots, 1, \quad (97)$$

где  $n$  - количество компонентов.

Таким образом, в отличие от традиционного подхода к получению смеси в результате случайных процессов возникает возможность создания рецептурной композиции в виде заранее порядочной системы.

Анализ формулы (97) показывает, что при содержании ключевого компонента в каждой пробе, равном  $\bar{x}$ ,  $V_c=0$  то есть достигается идеальное смешение. Чем выше значение  $V_c$ , тем менее равномерно распределяется данный ключевой компонент в смеси, следовательно, нельзя говорить о качественной смеси. Поэтому практический интерес представляет условие, когда  $V_c \rightarrow 0$ .

Составим функцию закона изменения  $V_c$ . Величину коэффициента вариации в момент времени  $\tau$  обозначим через  $V_c$ . Скорость изменения  $V_c$  ключевого компонента с течением времени есть производное  $\frac{\partial V_c}{\partial \tau}$ . При уменьшении  $V_c$  производная  $\frac{\partial V_c}{\partial \tau}$  как производная убывающей функции есть величина неположительная. Так как мы рассматриваем скорость изменения  $V_c$  при смешивании, то скорость данного процесса следует представить как величину неотрицательную, то есть производную  $\frac{\partial V_c}{\partial \tau}$ , взятую с противоположным знаком. Таким образом, скорость изменения  $V_c$  определим как  $-\frac{\partial V_c}{\partial \tau}$ .

С другой стороны скорость изменения  $V_c$  можно определить произведением  $kV_c$ . В данном случае  $k$  - коэффициент, зависящий от физико-кинематических свойств материала.

Анализ кинетики смешивания показывает, что по истечении времени  $\tau_{opt}$  кривая асимптотически приближается к прямой АВ параллельной оси  $\tau$  (см. рис. 11).

Это говорит о том, что по достижении  $\tau_{opt}$  величина  $V_c$  практически остается постоянной и не может быть равна нулю. Поэтому следует признать оптимальным временем смешивания, т.к. дальнейшее продолжение процесса приводит только к излишней затрате энергии.

$\tau_{opt}$  в свою очередь зависит от кинематических и геометрических параметров смесителя, а также от физико-механических свойств сыпучих компонентов, из которых основными являются крупность, удельный вес, форма и характер поверхности частиц.

Учитывая данную физическую картину процесса смешивания, можно принять, ее в таком виде  $k(V_c-b)$ , а  $b=OA$ .

Сравнивая эти два выражения, определяющих скорость изменения  $V_c$ , получим дифференциальное уравнение.

$$-\frac{\partial V_c}{\partial \tau} = k(V_c-b), \quad (98)$$

Знак минус показывает, что функция  $V_c$  - убывающая, следовательно,  $\frac{\partial V_c}{\partial \tau} < 0$ , а  $kV_c > 0$ , так как  $k > 0$  и  $k > V_c$ .

Из равенства (98) имеем

$$\frac{\partial V_c}{V_c - b} = -k \partial \tau, \quad (99)$$

Полученное равенство (99) можно переписать так

$$V_c - b = e^{-K\tau + c}, \quad (100)$$

или

$$V_c - b = e^{-K\tau} e^c, \quad (101)$$

Приняв  $e^c = C$ , получим общее решение уравнения

$$V_c - b = C e^{-K\tau}, \quad (102)$$

Найдем постоянную  $C$  при начальных условиях при  $\tau = 0, V_c = V_{c0}$ . Подставив эти значения в уравнение (102), получим  $C = V_{c0} - b$ , где  $V_{c0}$  - начальное значение коэффициента вариации. Тогда искомая функция примет вид [91-95]

$$V_c = (V_{c0} - b) e^{-K\tau} + b, \quad (103)$$

или

$$V_c = b(1 - e^{-K\tau}) + V_{c0} e^{-K\tau}, \quad (104)$$

Полученное уравнение (104) является математической моделью процесса смешивания сыпучих пищевых и кормовых материалов.

Анализ уравнения (104) показывает, что при  $\tau \rightarrow \infty, V_c = b$ , что не только не противоречит, а проясняет реальную физическую картину процесса смешивания. Величина  $b$ , входящая в данное уравнение, является пределом функции [91-95].

Определение численных значений коэффициентов  $b, K$  и  $V_{c0}$  осуществляется на основе экспериментальных исследований кинетики смешивания сыпучих материалов, методика построения которой подробно изложена в работе [91-95].

### 3.7 Научные основы совершенствования процесса гранулирования

В комбикормовой промышленности широкое применение нашло обработка рассыпного комбикорма механическим давлением (гранулирование).

Гранулирование – механический процесс получения изделий в виде небольших, определенной формы и размеров гранул из сыпучих компонентов. Оно необходимо для придания пищевым материалам улучшенных технологических свойств, предотвращения слеживания сыпучих масс, обеспечения возможности использования мелкими порциями, улучшения гигиеничности, увеличения длительности хранения, придания компактности и облегчения транспортирования.

Прессуемость материала зависит от его физико-механических свойств (прочности, твердости, упругости и др.), наличия добавок, гранулометрического состава, влажности, температуры и не которых других факторов. Прессуемость комбикормов характеризуется прочностью гранул.

Прессуемость комбикормов – это способность его частиц к когезии под давлением, т.е. способность частиц вещества под давлением сил электромагнитной природы (молекулярных, абсорбционных, электростатических) и механических зацеплений к взаимному притяжению с образованием при этом устойчивой прочной прессовки. Чем лучше прессуемость комбикорма, тем выше прочность и устойчивость к истиранию гранул.

Оценка прессуемости материала производится разными методами [96-104]:

- установлением давления, необходимого для получения брикетов с заданной прочностью;
- определением плотности гранул, отпрессованных при заданном давлении прессования;
- определением физико-механических свойств гранул в зависимости от давления прессования.

Процесс гранулирования осуществляется в условиях одноосного сжатия. По характеру движения пуансонов различают прессование с выдержкой и без выдержки прессуемого пищевого материала под давлением. Прессование с выдержкой обеспечивает благоприятные условия для удаления воздуха из прессуемого материала и ведет к частичному рассасыванию внутренних напряжений, в результате чего предотвращается расслаивание гранул [96-104].

Процесс развития необратимой объемной деформации под действием нормального сжимающего напряжения и является одной из особенностей поведения прессуемого сыпучего материала. Физическая картина прессования заключается в том, что по мере роста давления каждая частица нагружается более равномерно и стремится занять наиболее устойчивое положение, что сопровождается контактным сжатием и сдвигом частиц относительно друг друга. Образование компактного тела может быть обеспечено за счет схватывания, прилипания, механического зацепления, переплетения частиц и т.д и протекает во времени.

Испытания различных материалов в условиях объемного сжатия показало, что с увеличением давления  $P$  плотность материала  $\rho$

увеличивается. Отношение относительного изменения плотности к единице давления, в узком интервале, вызывающего это изменение плотности, называется коэффициентом прессования и определяется по уравнению [96-104]

$$K = \frac{d\rho}{dP}, \quad (105)$$

Для более полного представления физической картины уплотнению зависимость  $\rho$  от  $P$  можно условно разбить на три стадии. На первой стадии прессования крупные частицы расклинивают более мелкие и расстояние между ними уменьшается, а мелкие заполняют промежутки между крупными частицами. При этом из материала удаляется большая часть воздуха. На такое начальное уплотнение затрачивается немного энергии. Для этой стадии характерны автономные разрушенные контакты.

Если в этот период снять нагрузку, то можно увидеть, что уплотняемый материал еще не представляет собой компактное тело. Первая стадия характеризуется высокой скоростью роста плотности, что достигается за счет малых сил трения между частицами прессуемого материала и поверхности пресс-формы.

На второй стадии происходит деформация отдельных частиц, на что расходуется значительная энергия. Большая часть этой энергии преобразуется в тепло, а также энергию формоизменения частиц и в энергию поверхности границ основными связями являются адгезионные и когезионные, возникающие одновременно и создающие связующие слои в материале. Можно также предположить, что сцепление отдельных частиц компонентов происходит вследствие образования активных связей, возникающих в результате притяжения, деформации и разрывов отдельных частиц.

Следовательно, на второй стадии прессования основной вклад в механизм уплотнения вносит пластическая деформация частиц и их хрупкое разрушение. В нашем случае рост относительной плотности обусловлен только хрупким разрушением частиц и возможностью их дополнительного перемещения до наиболее плотной упаковки.

Третья стадия уплотнения характеризуется полным фиксированием контактов и пластической деформацией уплотняемого материала, вследствие чего структура упрочняется. Оставшаяся часть воздуха сжимается в свободных от воды порах, частично растворяется в жидкой среде и выжимается из контактов в промежутки между частицами.

На практике различают трудно и легкоуплотняемые материалы. Трудноуплотняемыми материалами являются такие, которые после длительной зоны предварительного уплотнения (без больших затрат энергии) незадолго до максимального уплотнения не испытывают резкий рост нагрузки (рис. 12, а), образование связей происходит очень быстро, при этом дозирование материалов пресс должно быть очень точным. Другие трудноуплотняемые материалы обладают большим упругим



последствием (рис.12, б). Диаграмма прессования легкоуплотняемых материалов имеют короткую зону предуплотнения, нагрузка медленно возрастает на протяжении всего времени прессования (рис. 12, в) [96].

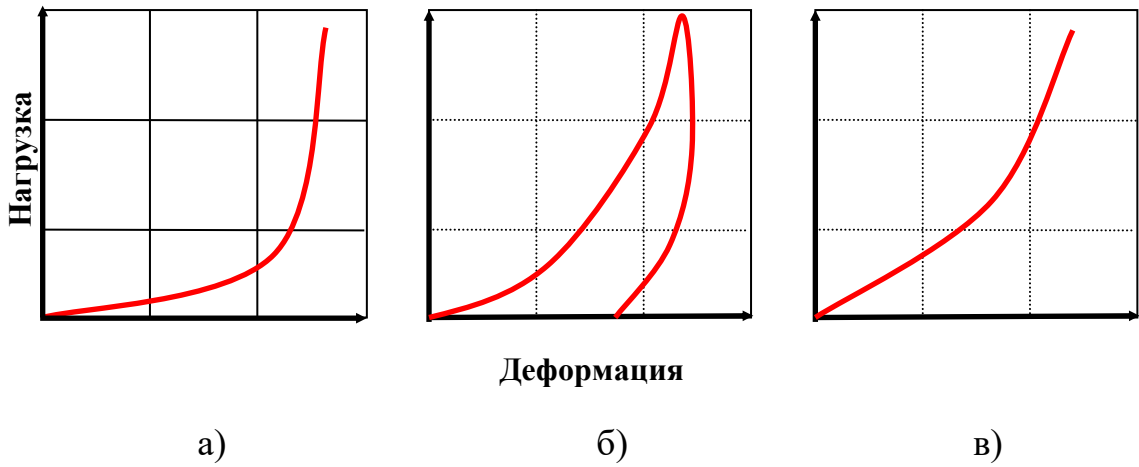


Рисунок 12 - Диаграммы уплотнения различных материалов

Прессование сыпучих материалов в матрице сопровождается уменьшением его объема, вследствие чего увеличивается плотность и прочность гранул.

Отношение плотности гранул  $\rho$  к плотности сыпучей массы в насыпном состоянии  $\rho_0$  характеризуется степенью его уплотнения  $\beta$  [96]

$$\beta = \frac{\rho}{\rho_0}, \quad (106)$$

$$\rho = \frac{M}{Sh_1}, \quad \rho_0 = \frac{M}{Sh}, \quad (107)$$

где  $M$  – масса прессуемого материала, кг;  $S$  – площадь поперечного сечения матрицы, м<sup>2</sup>;  $h$  и  $h_1$  – соответственно начальная и текущая высота материала, м.

Подставив значения уравнения (106) в уравнение (107) получим [96]

$$\beta = \frac{h}{h_1}, \quad (108)$$

Известно, что относительное уплотнение материала  $\beta$  характеризует относительное уменьшение его высоты в матрице при гранулировании [96]

$$\varepsilon = \frac{h - h_1}{h} \quad (109)$$

Значение  $\beta$  и  $\varepsilon$  являются переменными величинами, зависящими от давления прессования, и характеризуют способность материала увеличивать свою плотность при приложении давления и образовывать

гранулы заданной формы и размера поэтому основной задачей теории прессования и величинами, характеризующими уплотняемость материала.

На основании исследований предложен ряд уравнений, описывающих процесс прессования различных сыпучих материалов.

Уравнение Н.Ф.Кунина и Б.Д.Юрченко нашло широкое применение в описании кривых прессования (зависимость плотности от давления, различных по реологической природе материалов: от порошкообразных до вязкопластичных).

Уравнение имеет вид [96]

$$\rho = \rho_{np} - \left( \frac{K_0}{\alpha} \right) e^{-\alpha p}, \quad (110)$$

где  $\rho$  – давление прессования, Па;  $\rho_{np}$  – условная предельная плотность, кг/м<sup>3</sup>;  $K_0$  – коэффициент прессования, кг/(Па·м<sup>3</sup>);  $\alpha$  – коэффициент потери сжимаемости, Па<sup>-1</sup>.

Рассмотрим случай, когда  $p \rightarrow \infty$ , то  $\rho \rightarrow \rho_{np}$ , так как  $\left( \frac{K_0}{\alpha} \right) e^{-\alpha p} \rightarrow 0$ .

В начальный период прессования, когда  $p=0$  выражение  $e^{-\alpha p} = 1$ , а  $\rho = \rho_0$ . Из этого видно, что  $\left( \frac{K_0}{\alpha} \right)$  имеет размерность плотности и определяется зависимостью:

$$\left( \frac{K_0}{\alpha} \right) = \rho_{np} - \rho_0 = \rho_\beta \quad (111)$$

С учетом (110) уравнения (111) запишем в виде

$$\rho = \rho_{np} - \rho_\beta e^{-\alpha p} \quad (112)$$

Уравнение (112) в координатах  $\rho - e^{-\alpha p}$ , в интервале практических давлений, обычно представляет собой прямую [96].

Значение коэффициентов уравнения (112), характеризующих свойства прессуемого материала, можно находить по методике изложенной в работе [96].

При гранулировании возникает внешнее трение продукта о стенки пресс-формы, зависящее от характера взаимодействия поверхностей трущихся тел. На преодоление сил трения затрачивается работа, трение вызывает износ деталей прессов, ограничивает срок службы пресс-инструмента.

При гранулировании сыпучих материалов большое значение имеет введение в состав прессуемой массы различных наполнителей, которые придают прессуемой массе новые свойства и облегчают изготовление гранул. Механизм действия, масса и вид вспомогательных веществ определяются их физико-механическими и технологическими свойствами. В качестве наполнителей применяются индифферентные для организма

веществ, отвечающие требованиям по чистоте, прессуемости и распадаемости гранул.

По технологическому назначению наполнители делятся на связующие и смазывающие. Связующие вещества в процессе гранулирования обеспечивают хорошее сцепление частиц и уменьшают упругое последствие. В качестве связующих веществ применяют воду, сахарный сироп, мелассу и др. смазывающие вещества сглаживают неравномерные формы частиц гранулируемого материала, уменьшают внутреннее трение и сцепление частиц при их движении, обеспечивая тем самым более равномерную текучесть материала [96].

## **4 ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ КОМБИКОРМОВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

### **4.1 Принципы построения технологических линий**

Комбикормовое производство представлено разнообразием сырья. Сырье представляет собой сыпучие крупнокусковые, прессованные, жидкие материалы, часть продуктов поступает в таре. Поэтому комбикормовый завод имеет большое количество различных емкостей для хранения разного сырья.

Многообразие сырья и компонентов (растительного, животного и минерального происхождения), используемых для приготовления комбикормов, их широкий ассортимент выдвигают ряд специфических и жестких требований к технологическому оборудованию и построению процесса производства. Совершенствование технологии производства комбикормов связано с разработкой и внедрением нового оборудования. Построение технологического процесса сводится к обеспечению бесперебойной и оперативной подачи сырья на переработку, эффективной его подготовки, высокого качества продукции, ритмичной работы технологического оборудования и наиболее полного использования производственных мощностей. Наряду с этим осуществляется внедрение новых технологических приемов обработки, позволяющих снизить издержки производства и повысить усвояемость комбикормов [49, 50, 71-79].

На комбикормовых заводах зерновое и мучнистое сырье обычно хранят в силосных складах, для сырья крупнокускового и в таре строят склады напольного хранения, для жидких компонентов – специальные резервуары.

Все склады связаны с производственным корпусом транспортными механизмами – нориями, скребковыми, ленточными, пневматическими транспортерами, шнеками, трубопроводами, по которым подают из склада в производственный корпус различное сырье.

Схему технологического процесса для каждого комбикормового завода строят в соответствии с Правилами организации и ведения технологического процесса. В зависимости от технической оснащенности технологической

процесс завода может быть сложным или простым. Принципиальная схема производства комбикормов представлена на рис. 13.

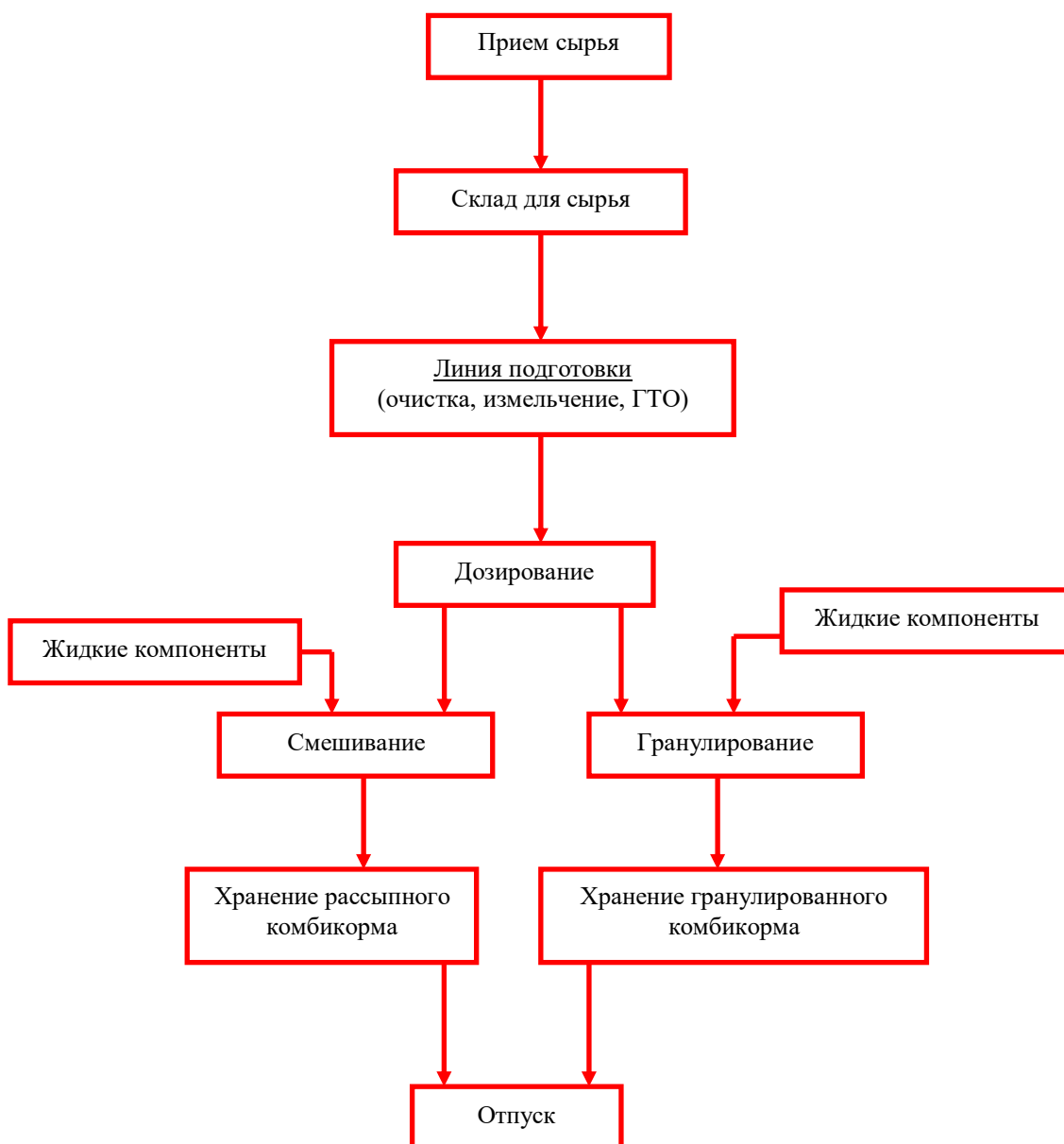


Рисунок 13 - Принципиальная схема производства комбикормов

Технологические линии на комбикормовых заводах предназначены для переработки сырья с близкими технологическими свойствами, одинаковыми способами очистки, измельчения и другими видами обработки. Различные виды сырья на технологических линиях обрабатывают последовательно или параллельно и после подготовки направляют в специальные бункера, из которых компоненты поступают на дозирование и смешивание. Полученный рассыпной комбикорм направляют на гранулирование или отпускают потребителям [75, 105-114].

Технологический процесс начинается с подготовки сырья: число технологических линий подготовки сырья зависит от производительности

завода, ассортимента выпускаемой продукции, требований зоотехники [105-114].

Подготовка включает очистку зерна от примесей, если нужно, шелушение и измельчение, а также специальную подготовку отдельных продуктов. Подготовленное сырье (за исключением жидкого), направляют в бункера, установленные над дозаторами. В нужном соотношении компоненты дозируют и после смешивания получают рассыпной комбикорм. При смешивании могут быть введены жидкие компоненты.

Весь комбикорм, или его часть, могут быть переработаны в гранулы. При гранулировании комбикормов существует возможность ввода жидких компонентов.

При производстве полнорационных брикетированных комбикормов их прессуют в специальном отделении завода. Грубые компоненты-наполнители (сено, солому и т.д.) подают в цех, где смешивают с комбикормом перед прессованием.

Рассыпные гранулированные комбикорма хранят в основном в силосных складах, отгружают бестарным способом в автокормовозы и другие транспортные средства. Часть комбикормов выпускают в таре.

Общая схема производства БВД принципиально не отличается от схемы производства комбикормов.

Принципиальную схему производства премиксов строят несколько иначе. Так как премиксы содержат большое количество биологически активных веществ, большое значение придается их равномерному распределению. Схема производства премиксов включает подготовку наполнителя и различных групп биологически активных веществ.

Деление на группы условно и зависит от их содержания в премиксе. Группу микрокомпонентов, подготовленную и смешанную в нужном соотношении, затем как один компонент присоединяют к компонентам средней группы, которые после дозирования и смешивания опять как один компонент присоединяют к макрокомпонентам. После дозирования и смешивания образуется смесь всех биологически активных веществ, которые в дальнейшем смешивают с наполнителем. Премиксы обычно выпускают в таре.

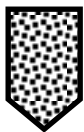

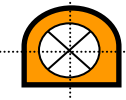
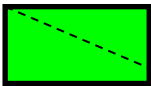
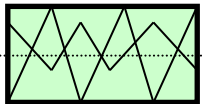
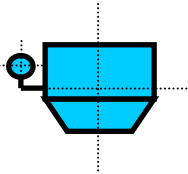

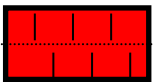
При подготовке компонентов комбикормов основными операциями являются очистка от примесей, измельчение, шелушение пленчатых культур, просеивание и т.д, что характеризуется разнообразием применяемых машин (табл. 7) [115-117].

Правилами организации и ведения технологического процесса в зависимости от принятой технологии определены следующие технологические линии: подготовки зернового сырья, мучнистого сырья, прессованных и крупнокусковых компонентов, кормовых продуктов пищевых производств, отделения пленок, шротов, рассыпной травяной муки, сырья минерального происхождения, а также линии предварительной смеси трудносыпучих компонентов, предварительного дозирования зернового и гранулированного сырья, линии ввода премиксов,

карбамида, жидких компонентов, дозирования и смешивания, гранулирования и отпуска комбикормов [105-114].



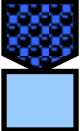
Задача технологических линий сводится к обеспечению непрерывной работы завода, которая непосредственно зависит от непрерывной работы линии дозирования и смешивания.

Таблица 7 - Условные обозначения основного технологического оборудования комбикормового производства

Изображение оборудования в технологической схеме	Наименование технологического оборудования
1	2
	Оперативные бункера
	Молотковая дробилка для грубого измельчения МД 03.01.01
	Молотковая дробилка для тонкого измельчения МД 03.01.01
	Просеиватель П 01.01.02
	Смеситель СМ 03.01.02
	Многокомпонентный весовой дозатор Д 03.01.03
	Сушилка для минерального сырья С 03.01.04
	Мешкоразрывочная машина МР 03.01.05

Продолжение таблицы 7

1	2
	<p>Магнитное преграждение МП 01.01.06</p>
	<p>Охладительная колонка ОК 02.01.06</p>
	<p>Кольцевой триер ТК 01.01.07</p>
	<p>Пресс- гранулятор ПГ 03.01.06</p>
	<p>Подъемно-транспортные механизмы ПМ 03.0.07</p>
	<p>Аспиратор А 02.01.01</p>
	<p>Бак-подогреватель</p>
	<p>Емкость-смеситель для жидких компонентов</p>
	<p>Фильтры очистительные</p>
	<p>Смеситель для мелассы и карбамида</p>
	<p>Накопительная емкость для мелассы</p>
	<p>Накопительный бак с подогревателем</p>

1	2
	Насосы высокого давления
	Перекидные клапаны
	Весы автоматические 01.01.01

#### 4.2 Линия подготовки зернового сырья для производства комбикормов

Данная линия предназначена для очистки и измельчения зерновых культур – кукурузы, ячменя, пшеницы и т.д. Линия зернового зерна включает зерноочистительные и измельчающие машины. Зерно очищают от примесей в воздушно-ситовых сепараторах и магнитных колонках. В воздушно-ситовых сепараторах применяют штампованные металлические сита: - приемные сита с круглыми отверстиями диаметром 10 мм или продолговатые 12x50 мм; - сортировочные сита с круглыми отверстиями диаметр 10...16 мм; подсевные сита с круглыми отверстиями диаметром 1,0...1,4 мм или продолговатыми отверстиями размером 1,0x10 мм, или 1,2x12 мм. При этом нижние пределы размеров отверстий применяют при очистке зерна проса или чумизы.

Для выделения металломагнитных примесей используют электромагнитные сепараторы. В результате очистки в зерне, направленное на измельчение, содержание примеси должно быть: металломагнитных – следы; крупных – остаток на сите с отверстиями диаметром 10...16 мм – не допускается; минеральной примеси во всех видах зерна – не более 0,25%.

Для измельчения зернового сырья обычно используют молотковые дробилки и вальцовые станки, а также различные измельчающие машины ударно-стирающего действия. Степень измельчения зерна регламентируется видом комбикорма и достигается подбором сит и типа дробилки.

После дробилок продукт транспортируют пневмотранспортом, что в свою очередь значительно повысит производительность дробилок и охлаждает продукт измельчения. Над дробилками устанавливают бункера для зерна, емкостью обеспечивающей их работу в течении 2-4 часа.

Технологический процесс измельчения компонентов строят по двум принципиально возможным вариантам:

- последовательное измельчение компонентов до направления их в наддозаторные бункера; при наличии нескольких линий измельчения



компоненты распределяют по линиям, а в каждой линии последовательный принцип сохраняют;

- измельчение смесей компонентов после их дозирования.

В связи с тем, что в состав комбикорма входит зерно различных культур, применяют две схемы его измельчения: первая схема предусматривает последовательное измельчение зерновых компонентов (рис. 14); вторая схема предусматривает совместное измельчение зернового сырья (рис. 15), из зерна различных культур составляют смесь в заданном для вырабатываемого комбикорма соотношении с помощью многокомпонентных весовых дозаторов и смесителей периодического принципа действия.

Каждый из этих способов имеют свои преимущества и недостатки.

Первая схема удобна тем, что за каждой дробилкой можно закрепить вид сырья, сходные по технологическим свойствам, при этом дробилки измельчают зерно в оптимальном режиме. Недостаток – необходимость частой замены сит при выработке комбикормов разной крупности.

Вторая схема позволяет сократить число дробилок, увеличить их производительность, в результате промежуточного просеивания получать измельченный материал нужной крупности, не заменяя при этом сита в дробилках. Однако эта схема не позволяет создать запасы сырья на линии дозирования, так как следующий рецепт комбикорма отличается по наименованию и соотношением компонентов.

### **4.3 Линия мучнистого сырья**

Линия предназначена для обработки отрубей, мучки, груборазмолотого зерна (дерти) и других подобных продуктов, но не требующих измельчения.

При очистке мучнистого сырья из него выделяют крупные и металломагнитные примеси (рис. 16). Крупные примеси выделяют в просеивающих машинах - отсевах, буратах, ситовых сепараторах, а также в специальных просеивателях А1-5ЦП. Для выделения примесей применяют металлотканые сита или штамповочные с отверстиями диаметром 5...10 мм.

Если необходимо получить сравнительно мелкий продукт, то при этом используют машины с двумя ситами. Размер второго сита выбирают в зависимости от крупности комбикорма для указанных животных, проход направляют в комбикорм, а сход для выработки других рецептов. Для выделения металломагнитной примеси используют электромагнитные сепараторы или сепараторы со статическими магнитами. После сепаратора продукт поступает в бункера над дозаторами. Отходы после просеивания и металломагнитные примеси отдельно собирают в бункера и периодически удаляют из цеха.

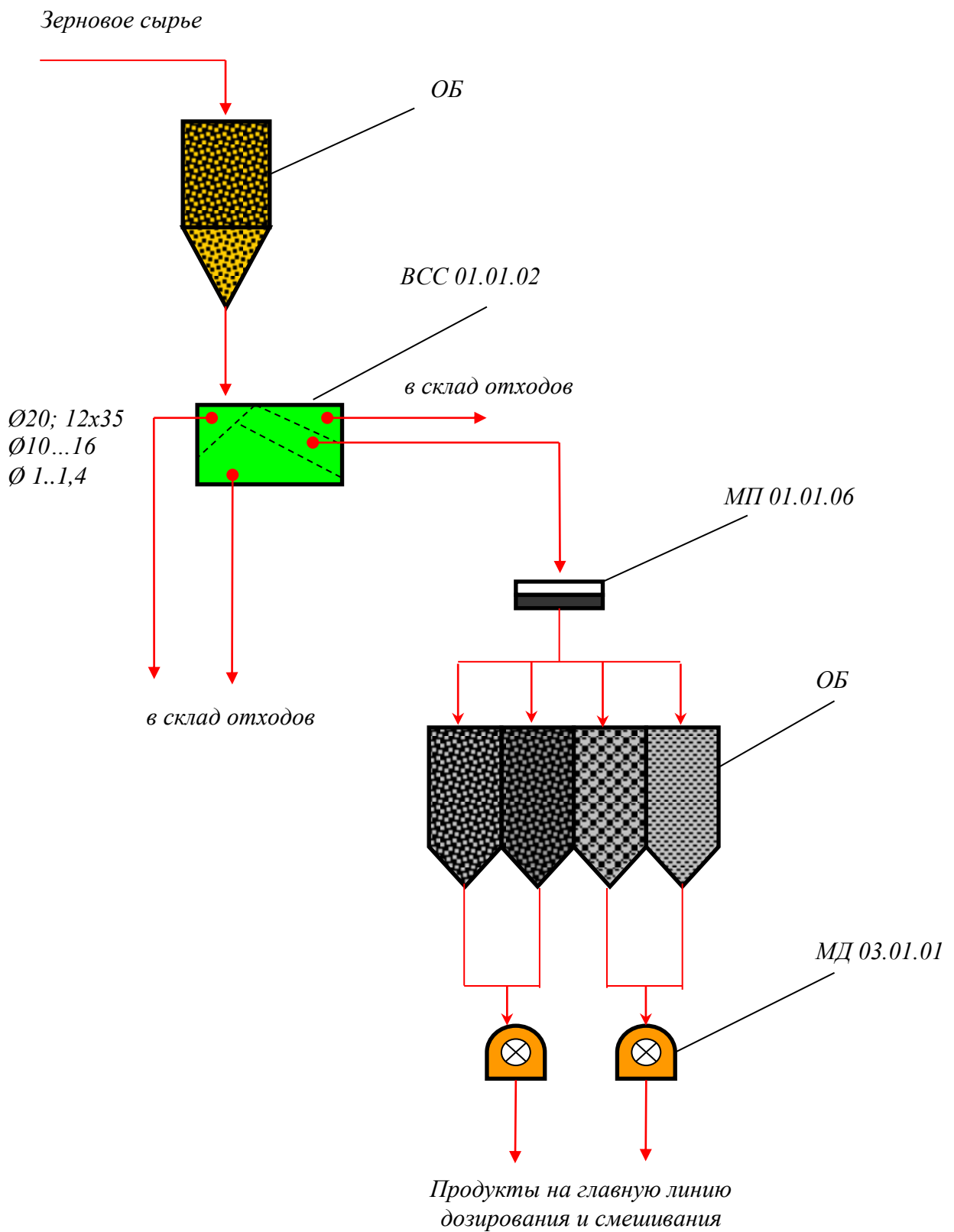


Рисунок 14 - Технологическая схема линии подготовки зернового сырья (I-ый вариант)

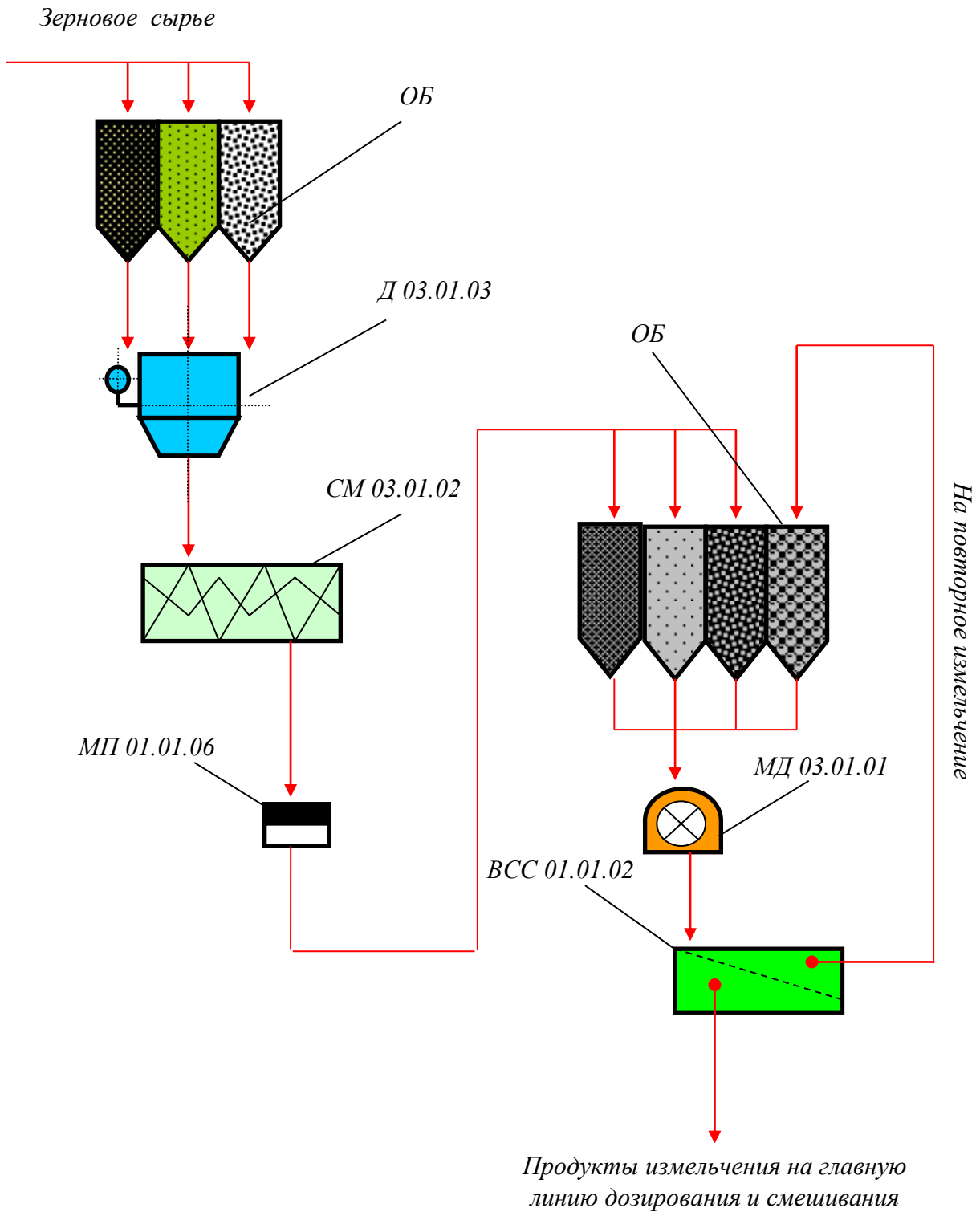


Рисунок 15 - Технологическая схема линии подготовки зернового сырья (II-ой вариант)

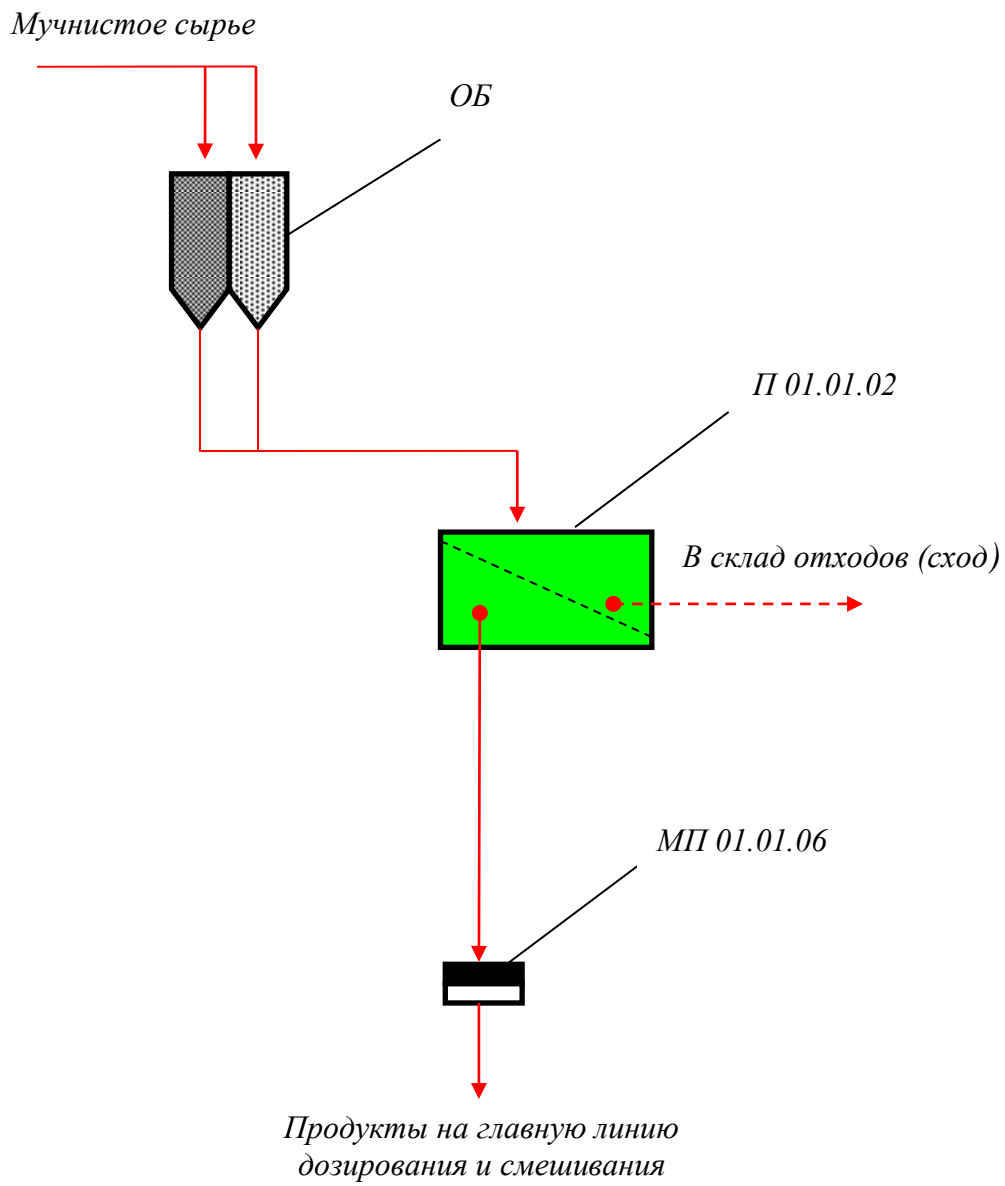


Рисунок 16 - Технологическая схема линии подготовки мукистого сырья

#### **4.4 Линия кормовых продуктов пищевых производств**

Данная линия предназначена для обработки большинства продуктов пищевых производств и сырья животного происхождения: сушеного жома, шротов, жмыхов, рыбной, мясной мясокостной, рыбной муки и т.д.

На линии кормовых продуктов, сырье очищают, сортируют и измельчают, так как эти продукты могут образовывать при хранении небольшие комки или содержать крупные части требующие измельчения (рис.17).

Сырье очищают и сортируют на ситовых сепараторах с двумя ситами. Для отделения крупных примесей устанавливают штампованные сита с отверстиями диаметром 15...20 мм, сход с которых направляют в отходы, при этом в отходах не должно быть более двух процентов годного продукта.

В сортировочных рамах устанавливают сита №30...60 (отверстия диаметром 3...6 мм). Сходные фракции этих сит направляют на измельчение.

Проход с сортировочного сита и измельченные схода объединяют и направляют на дозирование.

Технологический процесс происходит следующим образом. Все исходные продукты в последовательном порядке взвешивают на автоматических весах и поступают в бункер 1, далее через электромагнит 2 очищают от металломагнитных примесей. После чего просеивают на ситовом сепараторе 3, где сход с верхнего сита направляют в отходы, а сход с сортировочного сита на измельчение. Продукты измельчения и мелкая фракция (проход) направляют в бункера над дозаторами.

#### **4.5 Линия прессованного и кускового сырья**

Предназначена для обработки жмыхов, кукурузы в початках и другие продукты требующие двухкратного измельчения (рис.18). Сырье поступает сначала на грубое измельчение в жмыхоломач 1 или в измельчитель. После измельчения продукты контролируют по крупности просеивающей машине, в которой устанавливают сита №20...60 (т.е. с диаметром 2...6 мм) или проволочные сетки № 1,6...0,5, сход направляют на доизмельчение, а проход – в наддозаторные бункера. Перед измельчением устанавливают магнитные колонки. Повторное измельчение проводят в молотковой дробилке.

#### **4.6 Линия подготовки соли и мела**

Линия подготовки соли и мела и сырья минерального происхождения практически одинаковы (рис.19). На этих линиях подготавливают поваренную соль, мел, известняк, травертиновую муку, кормовые фосфаты, ракушечник.

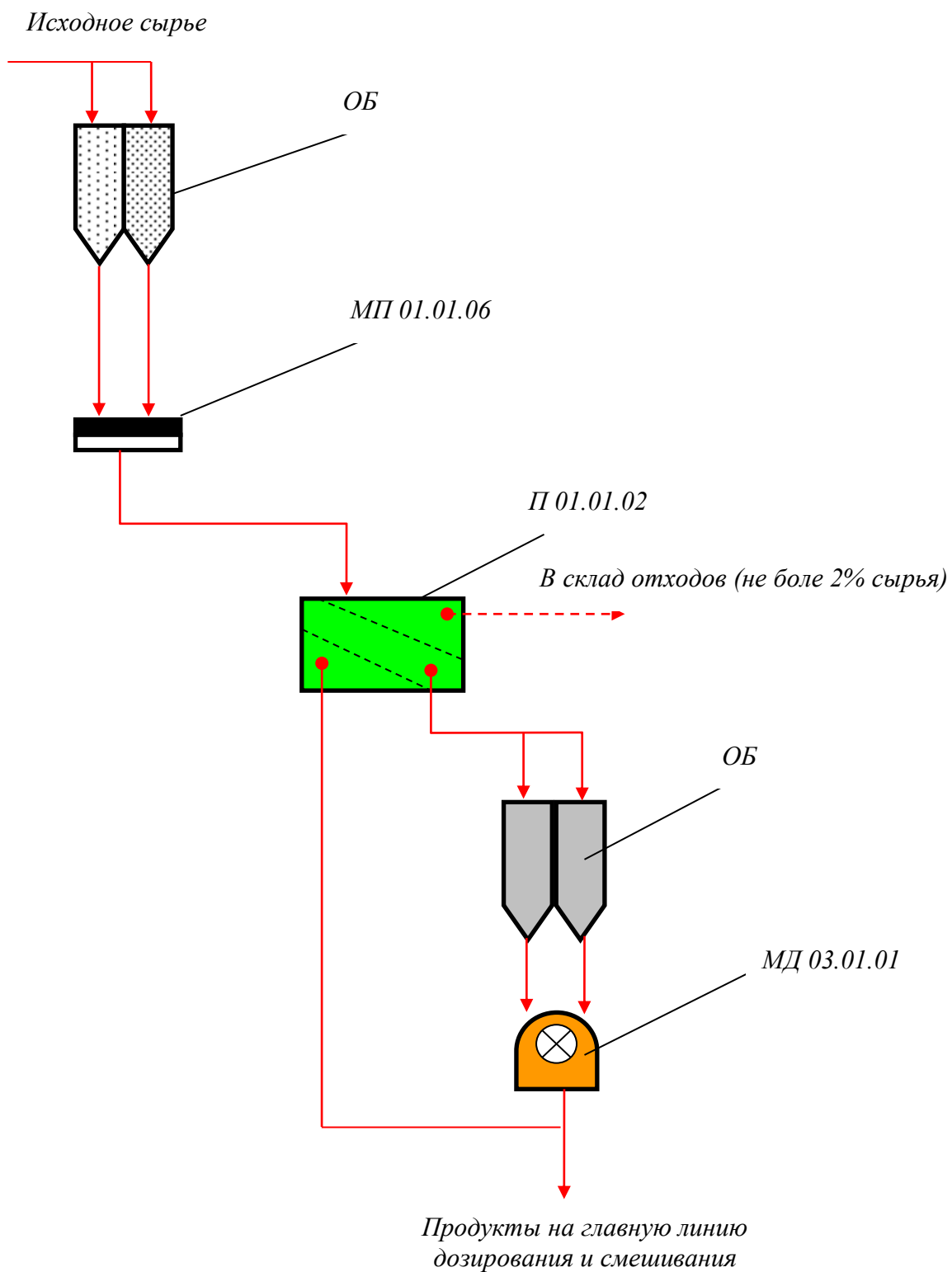


Рисунок 17 - Технологическая схема линии кормовых продуктов пищевых

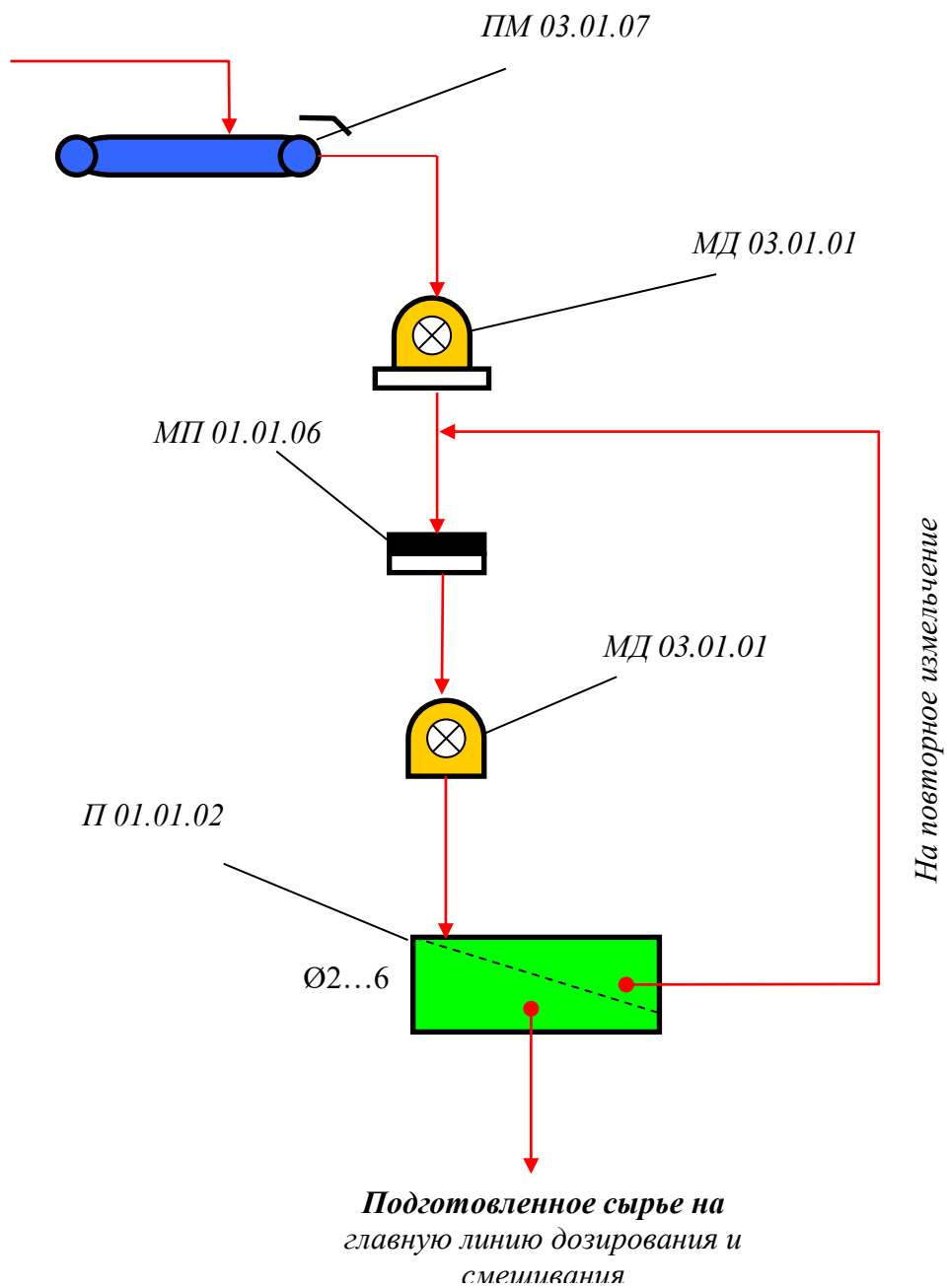


Рисунок 18 - Технологическая схема линии прессованного и кускового сыра

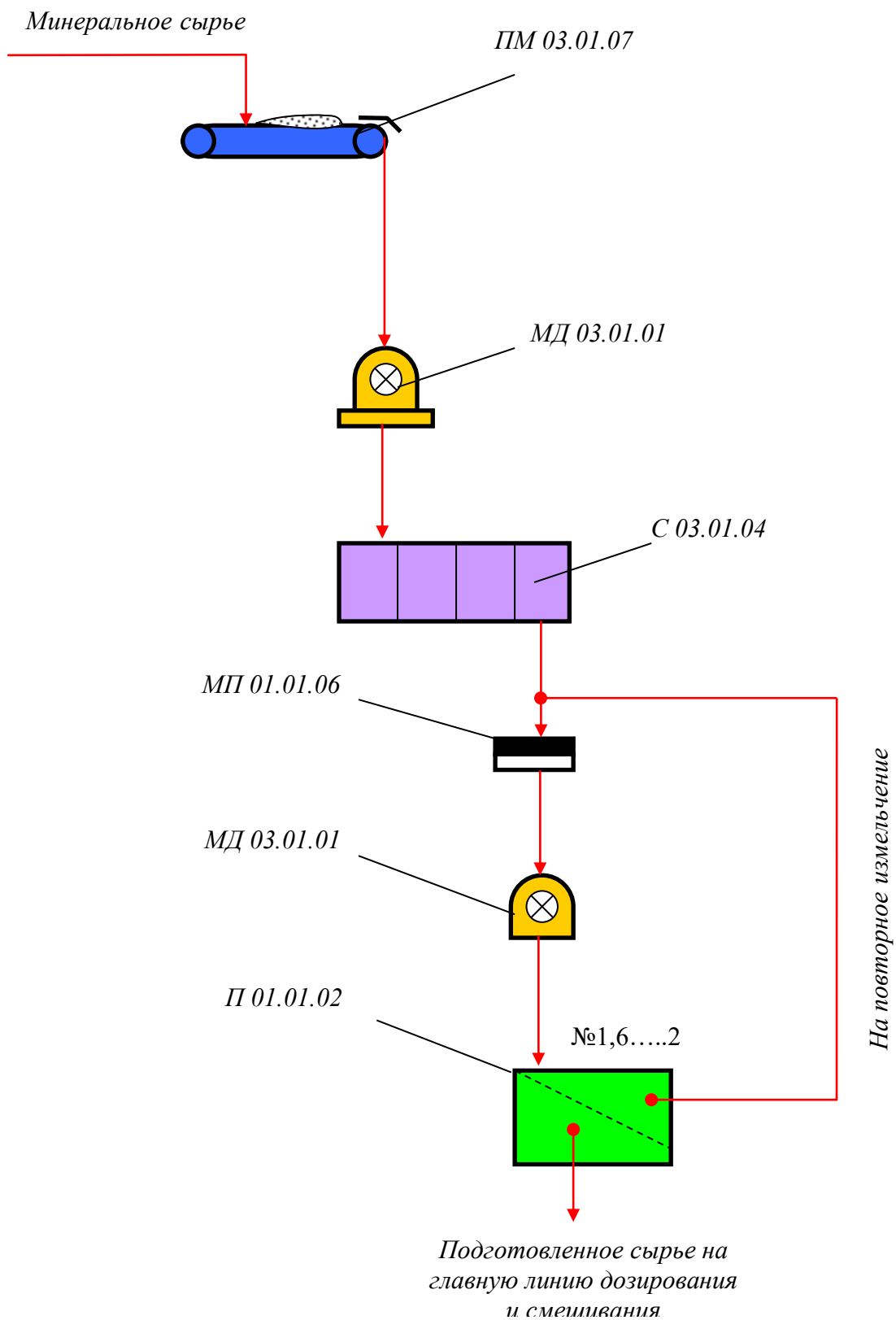


Рисунок 19 - Технологическая схема линии подготовки соли и мела



Большинство видов сырья минерального происхождения (соль, мел) поступает на комбикормовые заводы в размолотом виде, но в некоторых случаях отдельные продукты содержат куски значительных размеров, образующиеся при длительном хранении. Все это обуславливает необходимость установки камнедробилки, предназначенной для измельчения крупных кусков.

Повышенная влажность сырья минерального происхождения существенно влияет на сыпучесть, что значительно скажется на эффективности дозирования. Также нужно учесть, что влажность снижает эффективность измельчения.

С этой целью, для снижения влажности минерального сырья используют сушилки для мела; начальная температура агента сушки 450 °С, конечная 100...110 °С, для соли соответственно 175 и 70 °С.

Высушенное сырье минерального происхождения после очистки в магнитных сепараторах измельчают в молотковых дробилках, затем просеивают. Для контрольного просеивания мела применяют металлотканые сита № 1,6, для известковой муки №2.

Так как соль обладает повышенными гигроскопическими свойствами, то для предотвращения образования кусков, необходимо добавить 15-20% мела или шрота. Такая смесь может длительное время храниться в накопительных емкостях. При промышленном производстве комбикормов Q=600 т/сут и выше рекомендуется выделять две самостоятельные линии – соли и для мела.

#### **4.7 Линия отделения пленок у овса и ячменя**

Линия шелушения пленчатых культур предназначена для отделения пленок у злаковых культур с цветковыми оболочками. При наличии в ассортименте, комбикорма для молодняка имеется ограничение по содержанию клетчатки, поэтому необходимо перед измельчением отделять пленки.

Овес и ячмень отличаются большой питательной ценностью, но их пленки содержат большое количество клетчатки, и имеют формы острых иголок, которые представляют опасность для животных.

Для определения пленок используют следующие способы:

- измельчение ячменя и овса с последующим отсеиванием пленок;
- шелушение овса и ячменя в специальных машинах.

Перед отделением пленок пленчатые культуры подготавливают на линии зернового сырья. Процесс отделения пленок в процессе измельчения основан на различии прочностных характеристик, т.е. способности к измельчению ядра и пленок.

При дроблении пленки измельчаются значительно меньше, чем ядро. Согласно первому способу, пленчатые культуры измельчают при однократном пропуске через молотковые дробилки с размером отверстий диаметром 3...4 мм. Затем продукты просеивают на ситах с размером

отверстий диаметром 2...3 мм. Проход представляет собой в основном измельченное ядро. Кроме того, для измельчения используют вальцовые станки. Лучший результат достигается при последовательном измельчении на двух системах (рис. 20).

*Ячмень, овес*

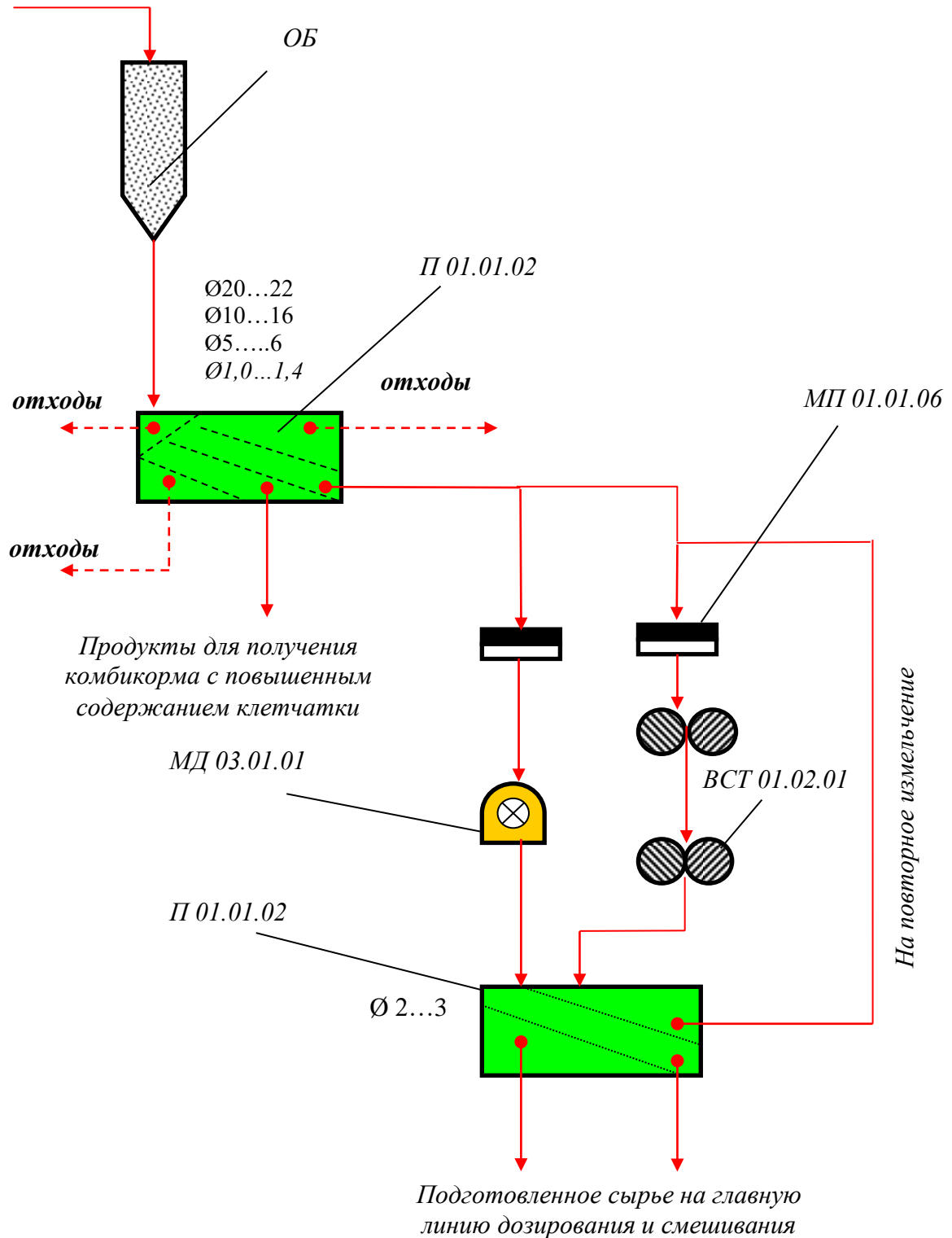


Рисунок 20 - Технологическая схема линии отделения лузги у пленчатых культур (1-ый вариант)

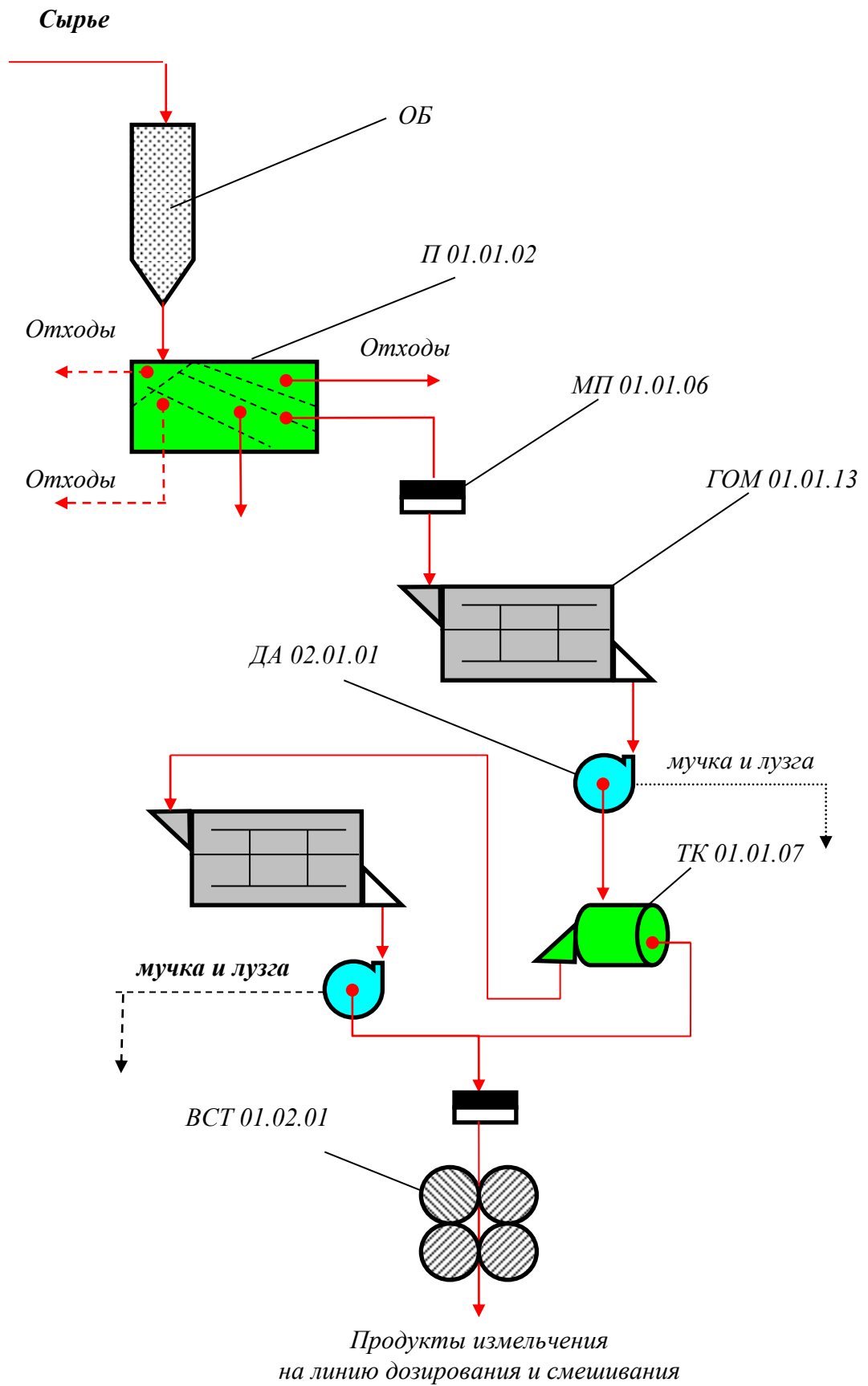


Рисунок 21- Технологическая схема линии отделения  
лузги у пленчатых культур (2-ой вариант)

Второй способ предусматривает отделение пленок от овса и ячменя в специальных шелушительных машинах (рис. 21).

При очистке зерна от грубых примесей его делят на две фракции. Сход с сита диаметром 5...6 мм направляют в шелушительную машину, а проход используют для производства некоторых видов комбикормов с повышенным содержанием клетчатки. Для шелушения рекомендуется использовать зерно овса натурной массой 490 г/л и ячменя 605 г/л.

Для шелушения используют шелушительно-шлифовальную машину А1-ЗШН. Образовавшийся в процессе обработки продукт в виде мучки и лузги выводится из устройства.

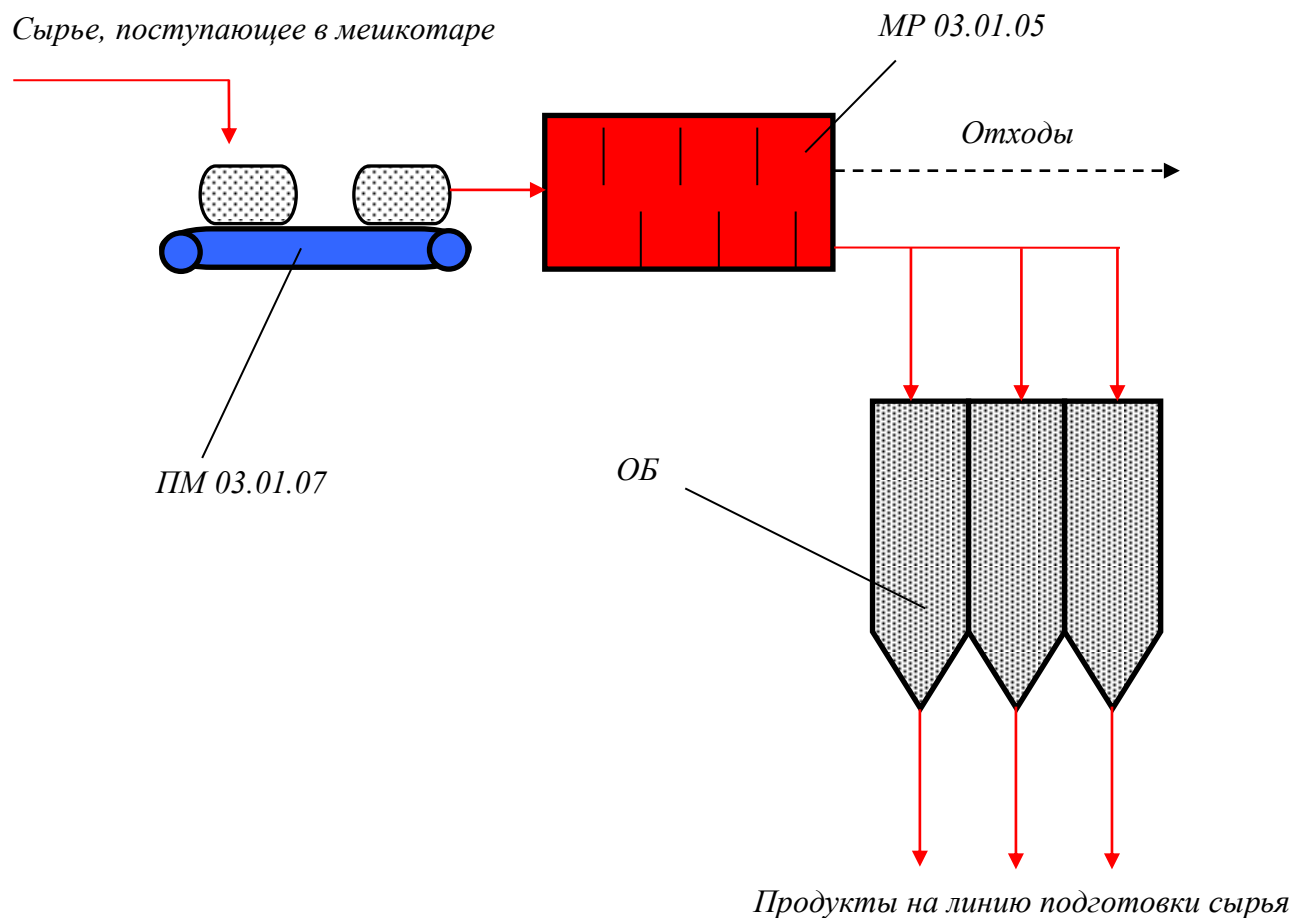


Рисунок 22 - Технологическая схема линии сырья поступающего в таре

#### 4.8 Линия витаминной и травяной муки

Обработку сырья в бумажных мешках целесообразно вести с применением мешкоразтарочных машин. Устанавливают их в транспортной цепи после выгрузки. Растаренный продукт можно хранить в небольших оперативных бункерах.

Технологическая схема линии витаминной и травяной муки представлена на рис. 22.

#### 4.9 Линия ввода жидких компонентов

Основными жидкими компонентами комбикормов являются меласса и жир. Меласса улучшает вкусовые свойства комбикормов, снижает потери его от распыла, хорошо заменяет по питательной ценности зерновые компоненты. Жир – наиболее калорийный продукт, содержащий биологически активные вещества, его добавки значительно повышают питательную ценность комбикорма.

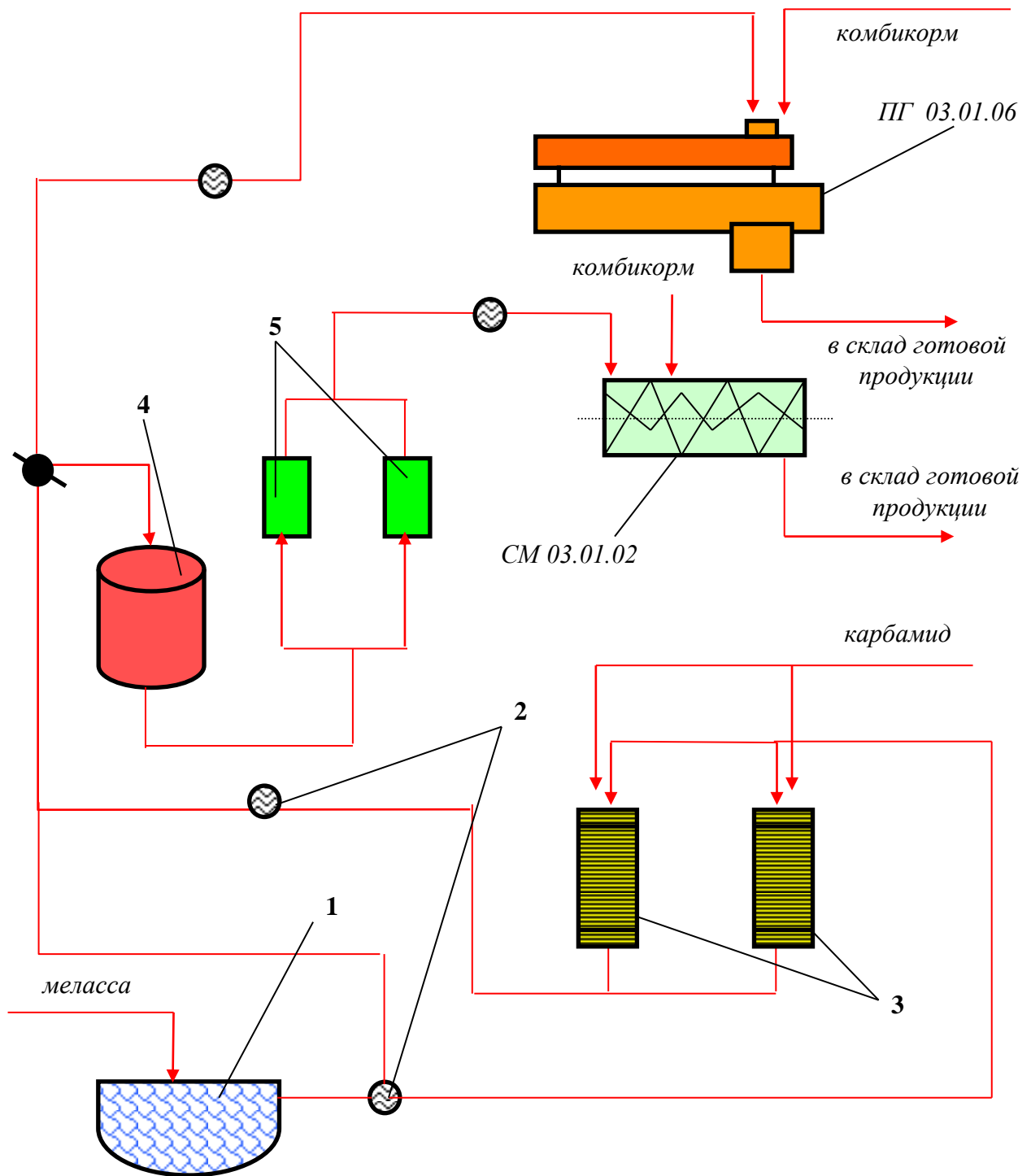
При этом эти компоненты являются трудно вводимыми. Жир и меласса при комнатной температуре представляют или мазеобразные продукты (жир), или густую вязкую жидкость (меласса). Для расплавления жира и повышения текучести мелассы их приходится подогревать до температуры 50-70 °С.

Жидкие продукты вводят в рецептуру комбикорма на разных этапах его приготовления и транспортирования. Их можно вводить в основной смеситель главной линии дозирования и смешивания, можно вводить на специальной линии после смесителя или при отпуске потребителю (рис. 23, 24).

Основным недостатком является то, что в смесителе, особенно большой емкости, не всегда удается равномерно распределить жидкие компоненты по всему объему, так как они быстро охлаждаются и застывают в массе комбикорма.

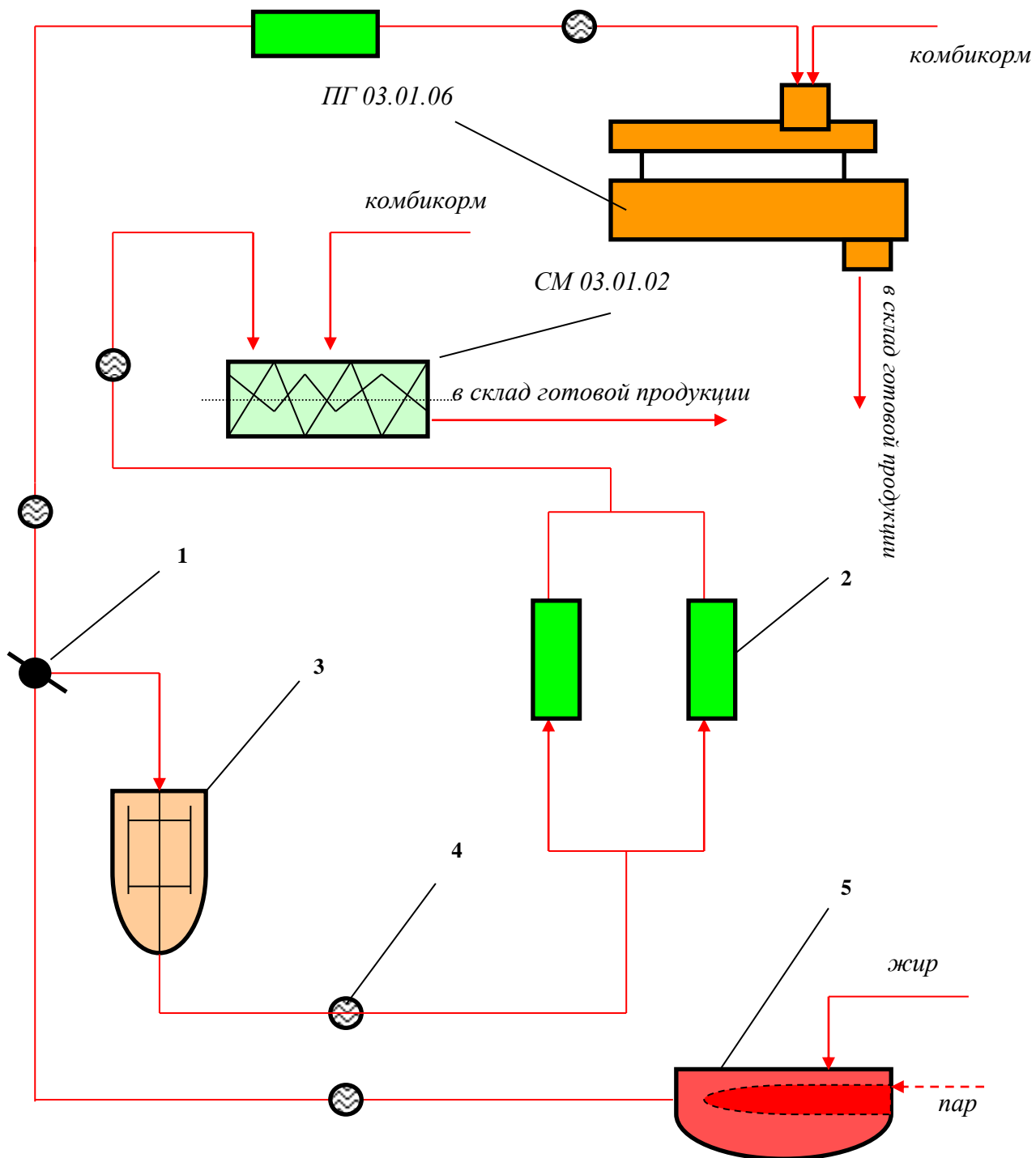
Для ввода жидких компонентов делают специальные линии со скоростными смесителями, быстровращающиеся органы которых лучше смешивают жидкие компоненты с комбикормом.

Существует также линия обогащения комбикормов жидкими компонентами при их отпуске потребителю.



1-емкость для мелассы; 2- насосы; 3- смеситель для мелассы и карбамида; 4- бак подогреватель; 5- фильтры очистительные

Рисунок 23 - Технологическая схема линии ввода жидких компонентов (меласса, карбамид)



1- перекидные клапаны; 2- фильтры; 3- расходный бак с мешалкой; 4- насосы высокого давления; 5-накопительный бак с подогревателем.

Рисунок 24 - Технологическая схема линии ввода жира в рецептуру комбикорма (жир)

Основная сложность при построении жидких компонентов, заключается в том, что комбикорма, в состав которых входят жир или



меласса, особенно в количествах, превышающих 3-5% нельзя длительное время хранить в бункерах.

Мелассирование комбикормов. Для более эффективной работы линии мелассирования, жидкий компонент требуется подогреть до 50° С, при этом повышается текучесть.

Из бака для мелассы 1 объемом 9 м<sup>3</sup>, в котором мелассу подогревают паром до нужной температуры. Из бака мелассу насосом 7 перекачивают в бак-подогреватель 2 объемом 2 м<sup>3</sup>. Пропустив мелассу через два фильтра 3, представляющих собой бачки с сетками для улавливания примесей, ее подают в смеситель 4. Кроме того мелассу можно направлять непосредственно в смесительную часть пресса-гранулятора 5 для мелассирования гранулированных комбикормов.

Также эта линия служит для ввода в рецептуру комбикорма карбамида. Один из способов ввода в комбикорма карбамида является его растворение в мелассе. Для растворения карбамида в мелассе применяют установку, состоящую из двух аппаратов. Так как, карбамид хорошо растворяется в воде в соотношении 1:1. Затем раствор карбамида смешивают с массой в смесителе 6. Ввод жира в комбикорма. В отличие от мелассы, жир поступает на предприятия в бачках и флягах. Большинство животных жиров, используемых в комбикормовой промышленности, имеет температуру плавления выше 30° С.

Из накопительного бака 1 объемом 9 м<sup>3</sup> с нагревателем в виде спирали, который подают пар. Из накопительного бака 1 жир подают насосом 3 в расходный бак 2 емкостью 2 м<sup>3</sup>. Из расходного бака 2 жир через фильтры 4 насосом-дозатором направляют в смеситель. Как и меласса, жир можно подавать в гранулированные корма или в пресс-гранулятор 6 через фильтры 4 насосом-дозаторами. В настоящее время разрабатываются сухие жиры или жировые порошки.

Одно из таких решений – это выработка порошка на основе взорванной кукурузы. Крупу, полученную при размоле взорванной кукурузы, насыщают жиром в количестве до 50%. Полученный порошок достаточно хорошо сыпуч, и его можно вводить в комбикорма как обычный сыпучий компонент. Также возможно получать жировые порошки и на другой основе.

#### **4.10 Линия дозирования и смешивания сыпучих компонентов**

Процесс дозирования во многом определяет качество комбикормов. От дозирования зависит питательная ценность и расход комбикормов на производство единицы животноводческой продукции.

В настоящее время все большее распространение получает весовой способ дозирования, так как он более точный, обеспечивает заданное соотношение компонентов, создает возможность полной автоматизации технологического процесса с сохранением нужной информации.

По структуре рабочего цикла весовое дозирование бывает непрерывным и дискретным. На действующих комбикормовых заводах применяют в основном многокомпонентные весовые дозаторы дискретного действия.

Существует несколько технологических схем дозирования и смешивания. Наиболее распространена схема одновременного дозирования всех компонентов. В соответствии с этой схемой все подлежащие дозированию компоненты отдельно направляют в бункера над дозаторами, и дозирование происходит в один этап. Недостаток – одновременное дозирование большого числа компонентов, что требует установки нескольких дозаторов различной грузоподъемности. И также неравномерное смешивание предыдущих компонентов.

В настоящее время широкое применение получило двухэтажное дозирование и смешивание. Рассмотрим первый вариант схемы - предварительное дозирование и смешивание трудносыпучих компонентов (рис. 25).

Трудносыпучее сырье – минерального, животного происхождения и др. – предварительно дозируют в многокомпонентных дозаторах и смешивают в смесителях периодического действия.

Смешивание ведут в два этапа для повышения однородности комбикорма. Для того, чтобы смесь стала более сыпучей добавляют шрот.

Второй вариант схемы – предварительное дозирование и смешивание зернового и гранулированного сырья (рис. 26).

Линия подготовки таких смесей включает дозирование зерна, гранулированной травяной муки, дрожжей и других продуктов, подлежащих измельчению.

Подготовительную предварительно смесь зернового и гранулированного сырья измельчают в один или два этапа. С промежуточным просеиванием продуктов измельчения. Крупность измельчения продуктов в первом случае определяется размером сит в дробилках, во второй раз – размером отверстий сит в просеивающих машинах.

Третий вариант схемы – линия дозирования и смешивания с двумя узлами предварительного дозирования зерновых и трудносыпучих компонентов (рис. 27).

Наличие линии для предварительного дозирования и смешивания зерновых компонентов упрощает подачу этого сырья из склада, улучшает условия его измельчения, т.е. смесь зерна измельчается лучше, чем каждый вид в отдельности. Такую схему линии дозирования и смешивания применяют на заводах большой производительности.

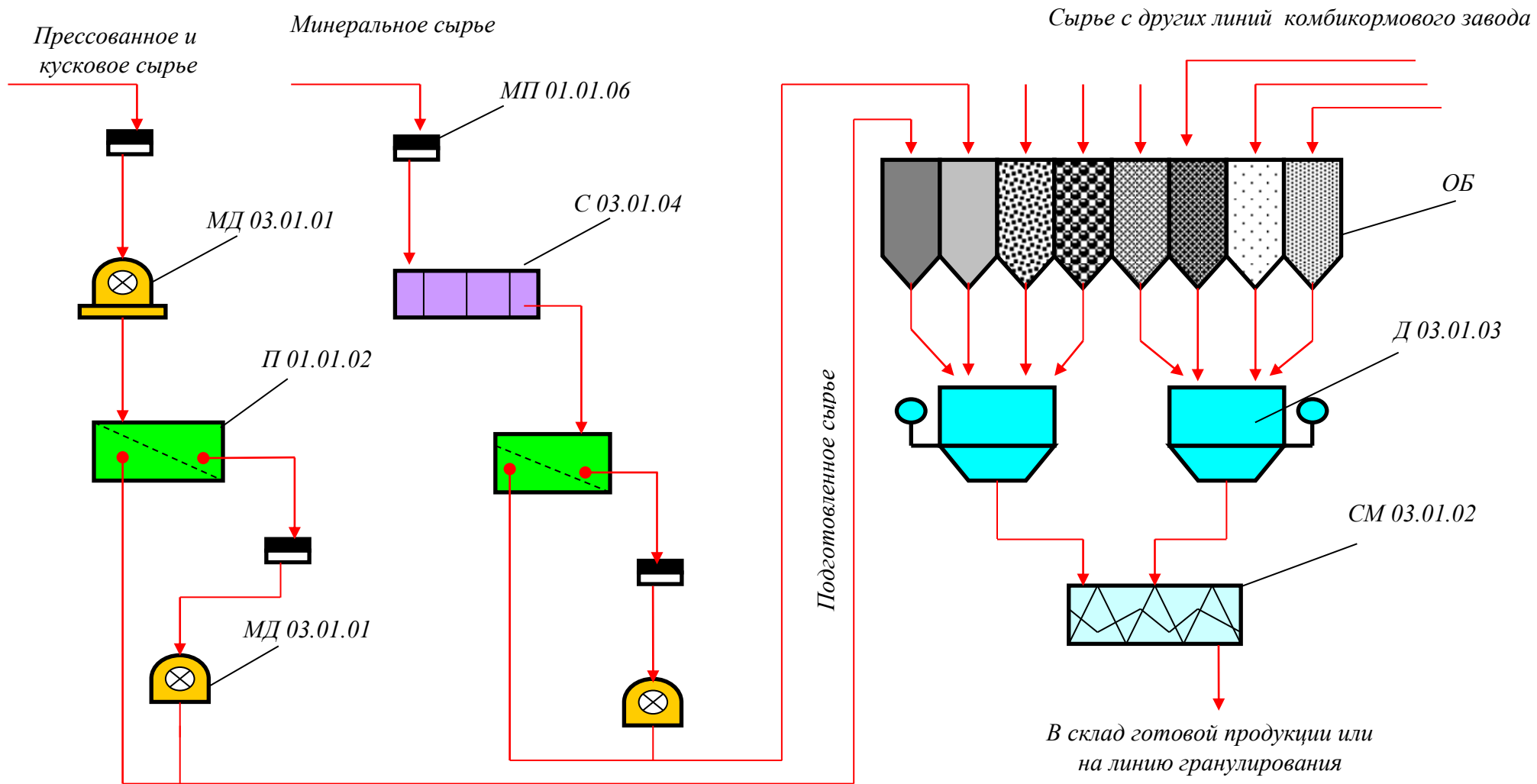


Рисунок 25 - Технологическая схема линии дозирования и смешивания (1-ый способ)

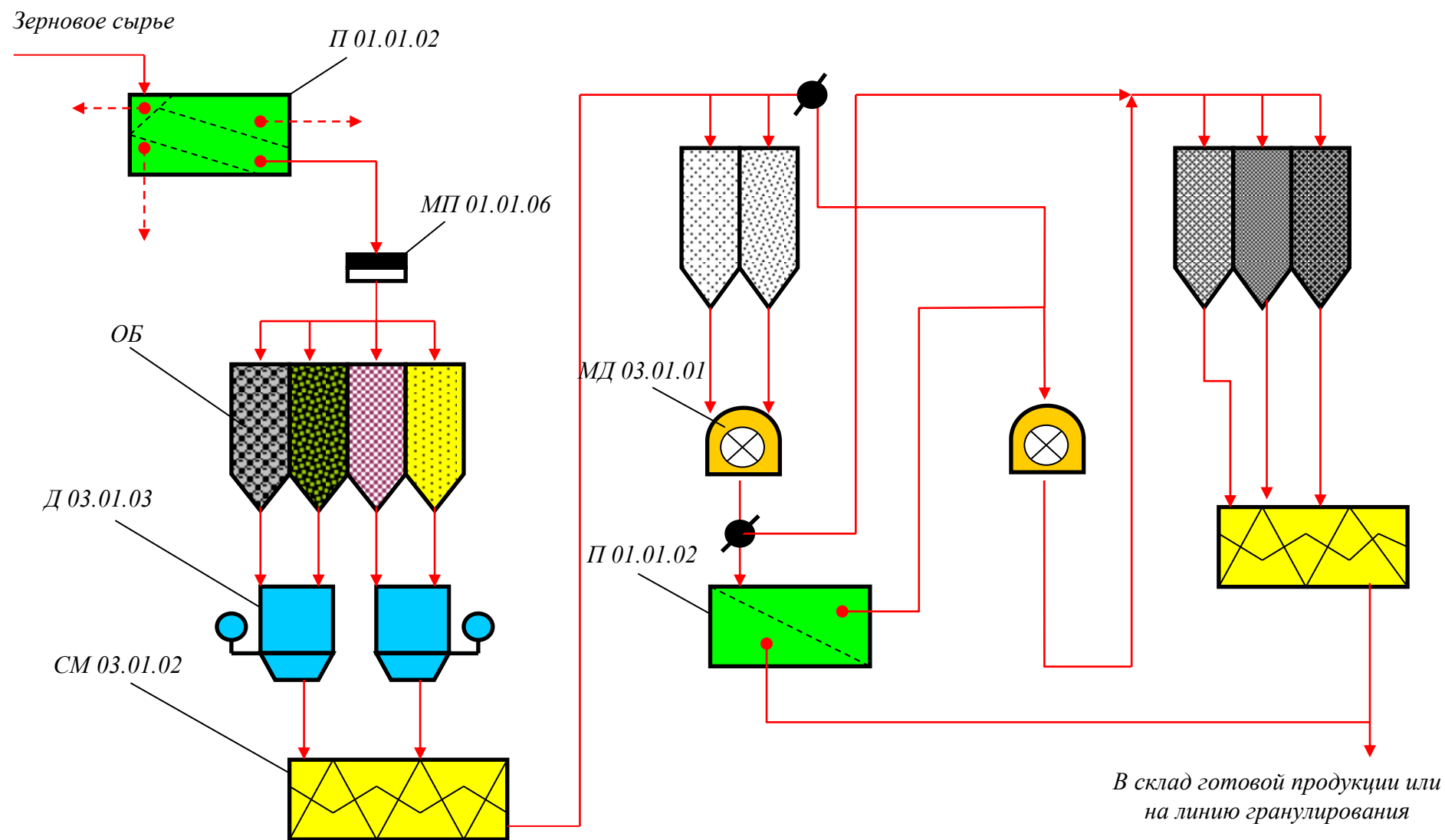


Рисунок 26 - Технологическая схема линии дозирования и смешивания (2-ой способ)

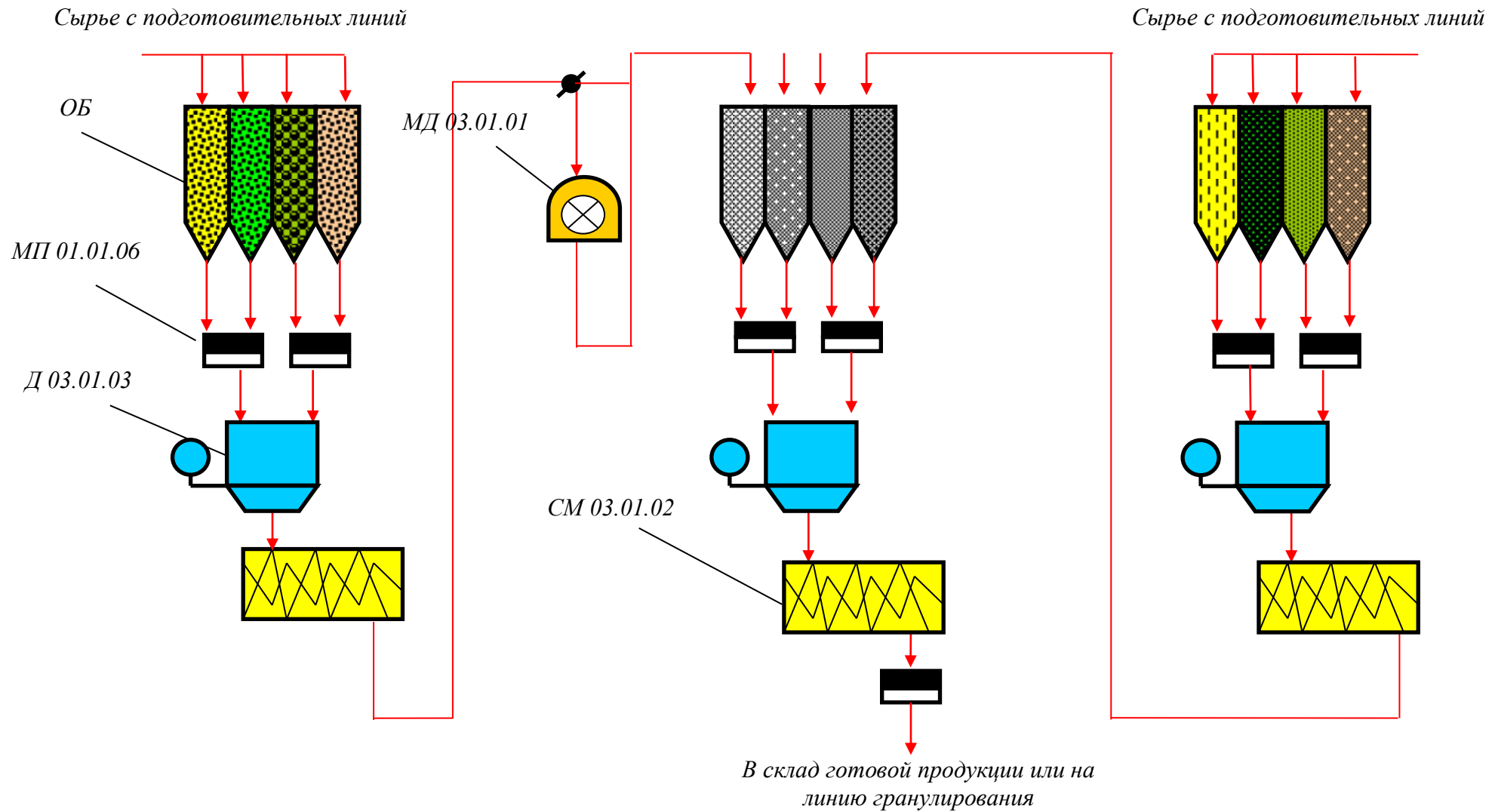


Рисунок 27 - Технологическая схема линии дозирования и смешивания (3-ий способ)

#### 4.11 Линия гранулирования рассыпного комбикорма

Гранулированные комбикорма изготавливают для всех видов сельскохозяйственных животных, птиц, рыб. При этом размеры гранул зависят от вида и возраста животных, а также способов кормления. Для молодняка птицы применяют гранулированные комбикорма в виде крупки.

Комбикорма гранулируют сухим и влажным способом (рис. 28).

*Сухое гранулирование* проводят в установках ДГ, Б6-ДГВ, Б6-ДГЕ, имеющих производительность соответственно 7...10, 9...11, 14...15 т/ч.

При сухом гранулировании рассыпной комбикорм обрабатывают паром или смешивают с жидкими компонентами, а затем массу прессуют. Влажность прессуемой массы достигает 18%.

*Влажное гранулирование* применяют при производстве гранулированных комбикормов преимущественно для рыб, так как при этом получают гранулы, трудноразмокающие в воде.

При влажном способе влажность прессуемой массы достигает 30...32%. В этом случае применяют более длительное кондиционирование паром и горячей водой одновременно, поскольку гранулы выходят с повышенным содержанием влаги, их сушат в виброкипящем слое и только потом охлаждают.

Производительность машин находится в прямой зависимости от размера выпускаемых гранул. Нижний предел размера гранул диаметром 4,7 мм, верхний - при диаметре 19 мм. Каждая установка состоит из пресса-гранулятора, охладителя гранул, измельчителя гранул, сортировочной машины для сортирования и выделения крошки.

После контрольного просеивания на ситах с отверстиями 4...5 мм и сепарирования в машинах-сепараторах комбикорма поступают в приемные бункера. Комбикорм прессуют в прессе-грануляторе. Полученные гранулы охлаждают в охладительной колонке 4 до температуры не выше чем на 5-10 °С температуры окружающей среды. Затем, если необходимо, комбикорм измельчают на измельчителе, после которого гранулы просеивают на сепараторе, где отбирают крошки и мучнистые продукты. Крупку для молодняка получают из гранул диаметром до 10 мм.

Путем применения измельчающих машин с последующим сортированием продуктов измельчения.

Для гранулирования используется рассыпной комбикорм тонкого измельчения без содержания пленок.

На производительность прессующего оборудования при выпуске гранулированных комбикормов влияют объемная масса, однородность, гранулометрический состав (крупность частиц), влажность, коэффициенты внутреннего и внешнего трения исходного сырья, а также количество и характеристика пара, жира и мелассы.

При гранулировании используется метод ГТО, рассыпного комбикорма паром под давлением 0,35...0,40 Мпа и температуре до 150°C.

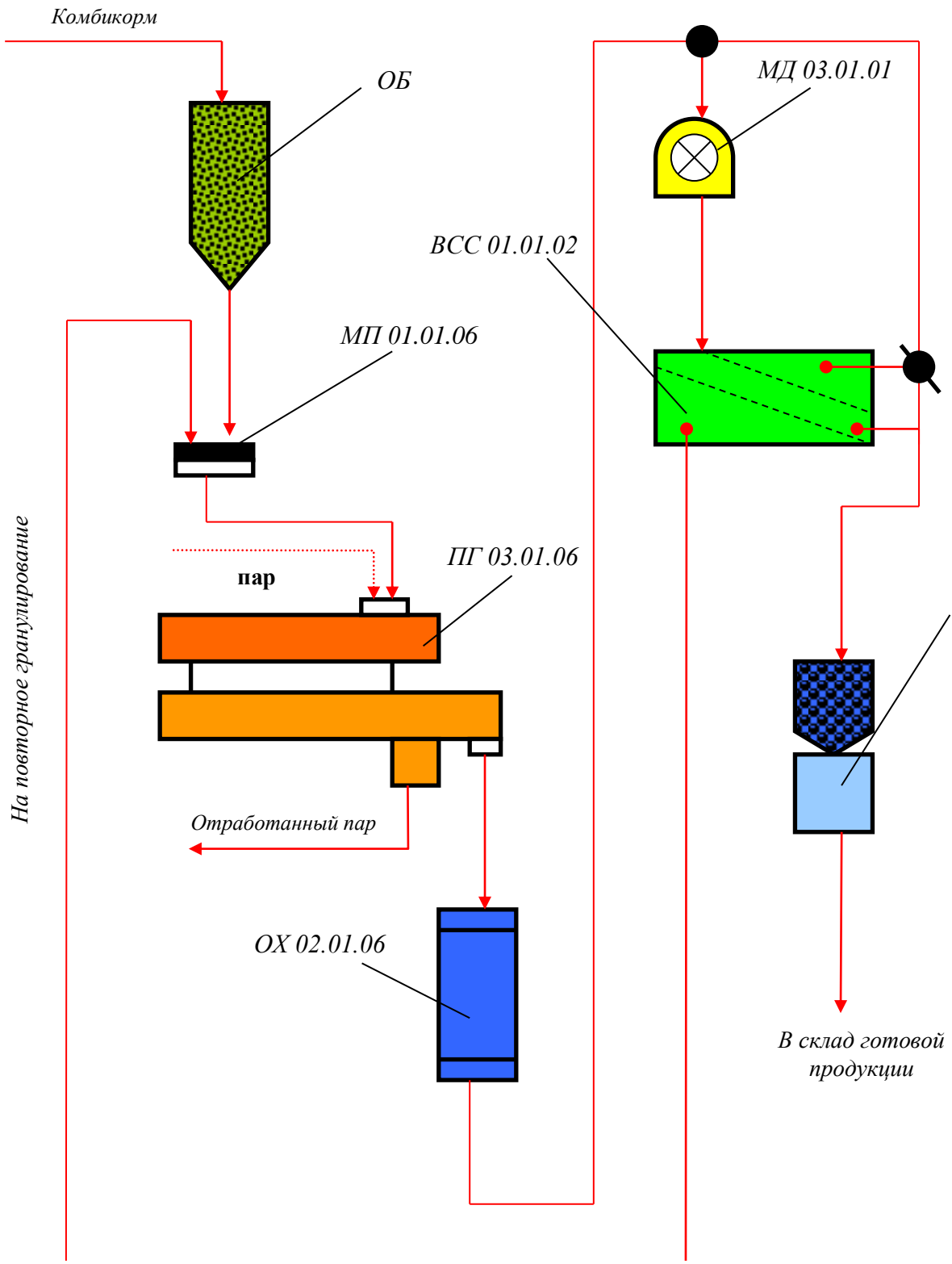


Рисунок 28 - Технологическая схема линии гранулирования комбикормов

#### **4. 12 Линия размещения, хранения и отпуска готовой продукции**

Выработанную продукцию определенное время хранят на комбикормовых заводах до отпуска готовой продукции потребителю.

Для хранения продукции применяют склады, вместимость которых должна соответствовать объему выработанной продукции не менее пятисуточной продукции. Храниться могут рассыпные, гранулированные комбикорма и белково-витаминные добавки в таре или россыпью.

Для отпуска комбикормов у складов готовой продукции должны быть предусмотрены отпускные устройства.

Отпуск комбикормовой продукции ведут на цепных транспортерах непосредственно под силосами готовой продукции, на уровне второго этажа.

Возможен отпуск комбикормов из силосов, которые размещают под подъездными путями. В этом случае комбикорм из силосов непосредственно поступает в тару, что значительно сокращает время отпуска.

### **5. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ**

#### **5.1 Термоамидная обработка зернового сырья**

Предложенный способ Левицким А.П., Чайкой И.К. [118] термоамидной обработки (далее - ТАО) улучшает ветеринарно-санитарное состояние зерна, снижая бактериальную микрофлору пшеницы и ячменя в 2 раза, кукурузы в 2,6 раза и полностью уничтожая микромицеты. Установлено, что с увеличением срока хранения общее количество микроорганизмов и плесневых грибов снижается. Ввод в состав комбикорма обработанного зерна способствует улучшению санитарных показателей: снижение обсемененности микроорганизмами и плесневыми грибами составляет в среднем 37 и 27% соответственно.

Принципиальная схема технологического процесса ТАО зерна приведена на рис. 29. Схема процесса ТАО на комбикормовых заводах предусматривает использование зерна, предварительно очищенного от минеральной, органической и металломагнитной примесей на линии зернового сырья, загружая его норией 1 в наддозаторные бункера 2. Дозирование зерна производится автоматическими порционными весами ДН-500 3. Подача воды может регулироваться через мерную емкость с градуированной шкалой 4 или осуществляется насосом-дозатором НД 5. При необходимости вода подогревается до требуемой по технологии температуры, для чего в мерной емкости устанавливают нагревательный элемент. Зерно поступает на обработку – увлажнение и проращивание – в смеситель С-12 или АПС или в замачиватель-выдерживатель – установку, смонтированную на базе шнека УШЧ 6, куда насосы-дозаторы подают воду через форсунки. Подачу воды осуществляют порционно в 2-3 приема



с 1-2-часовыми перерывами для равномерного увлажнения зерна и полного впитывания им влаги. Зерно увлажняется и выдерживается в течение необходимого времени до начального этапа прорастания – набухания и наклевывания. Периодически зерно перемешивается (5-10 мин в течение каждого часа) для удаления накапливающегося углекислого газа, образующего при дыхании зерна, что также способствует равномерному распределению воды во всем объеме зерна.

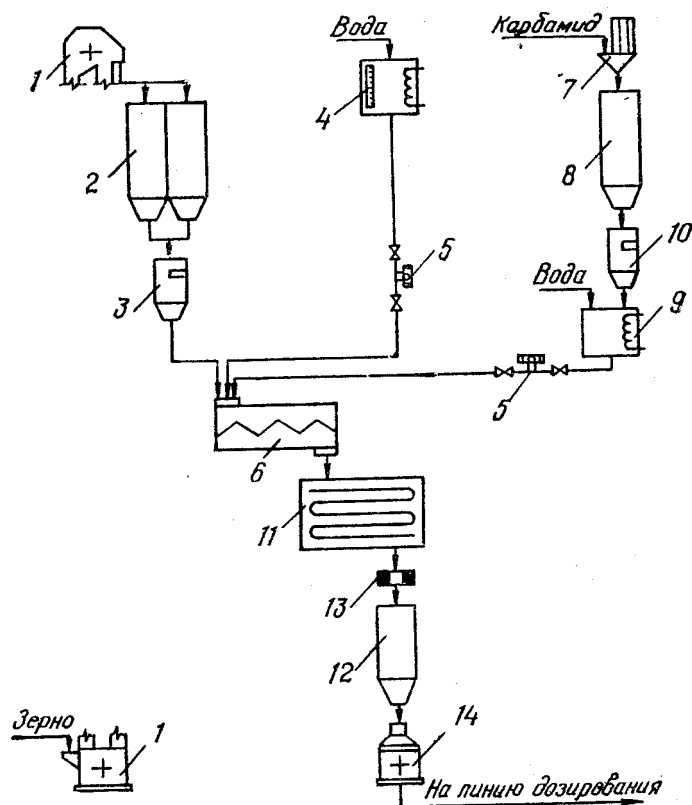


Рисунок 29 - Технологическая схема процесса ТАО зерна.

За 1 час до окончания первого этапа ТАО приготавливают раствор карбамида. Для этого предусмотрена линия приготовления и ввода карбамида (рис. 29): упакованный в мешках карбамид марки А растаривают в шкафах-пылеуловителях А1-БПУ 7, после которых карбамид поступает в наддозаторные бункера 8. Раствор карбамида готовят в растворителях-подогревателях РПК-250 9 или в смесителях СМК-0,5. Дозируют его на однокомпонентных автоматических весах ДК 10 или на объемных тарелочных дозаторах МТД-3а, ДТК, ДТ. Растворяют карбамид в воде температурой 50-60°C. Дозирование раствора карбамида ведут так же, как и на линиях подачи воды и ввода прочих жидких видов сырья, - насосами-дозаторами либо другими насосами, установленными в комплекте с расходомерами.

Нагрев зерна с последующей сушкой осуществляют в ленточных сушилках СПК-4Г 11 или в барабанных сушильных установках в плотном или разрыхленном слое, где в качестве сушильного агента используются

воздух или топочные газы. После сушки зерно охлаждается при транспортировании на линию зернового сырья в наддробильные бункера 12, предварительно пройдя очистку от металломагнитных примесей на магнитных колонках со статическими магнитами 13 или на электромагнитных сепараторах. Затем зерно подвергается измельчению на молотковых дробилках 14 и направляется на линию главного дозирования и смешивания.

Зерно, подвергнутое термоамидной обработке, изменяет показатели качества и питательную ценность (табл. 8).

Таблица 8 - Показатели качества и питательная ценность зерновых культур

Показатели	Пшеница		Ячмень		Кукуруза	
	до ТАО	после ТАО	до ТАО	после ТАО	до ТАО	после ТАО
Химический состав, %:						
вода	11,0	13,9	13,2	14,0	13,3	14,2
сырой протеин	11,5	15,1	11,6	15,0	9,0	11,8
сырой жир	2,4	1,9	1,9	1,7	4,8	3,9
сырая клетчатка	2,1	2,4	4,0	4,2	2,2	2,4
сырая зола	1,7	1,8	2,8	2,8	1,6	1,7
БЭВ	71,3	64,9	66,5	62,3	69,1	66,0
Содержится в 1 кг зерна:						
кормовых единиц	1,22	1,18	1,14	1,13	1,21	1,19
лизина, г	3,1	3,6	4,4	4,9	2,9	3,1

На основе обработанного зерна были выработаны:

- комбикорм-концентрат для молодняка крупного рогатого скота в возрасте 6-12 мес по рецепту К 63-2, содержащий ячменя – 25%, кукурузы – 10, овса – 10, подсолнечного жмыха – 25, пшеничных отрубей – 15, травяной муки – 12, кормового фосфата – 3%;

- полнорационный комбикорм ПК 52-1 для молодняка свиней в возрасте 8-24 мес, содержащий кукурузы – 27%, ячменя – 20, гороха – 10, пшеничных отрубей – 20, подсолнечного жмыха – 10, рыбной муки – 3, мясокостной муки – 3, травяной муки – 5, мела – 1,5, соли – 0,5%.

Исследование показателей качества комбикормов показало, что ТАО способствует повышению содержания сырого и переваримого протеина и лизина при одновременном снижении количества кормовых единиц, которое происходит в результате увеличения уровня сырой клетчатки и уменьшения содержания сырого жира.

## 5.2 Технология микробиологической биоконверсии

Специалистами ЗАО «Биокомплекс» (Россия) разработана технология производства комбикормов и кормовых добавок на основе микробиологической биоконверсии малоиспользуемых или же вообще

неиспользуемых отходов сельскохозяйственных, животноводческих, пищевых и зерноперерабатывающих производств [119].

По данным ЗАО «Биокомплекс» наряду с переработкой кондиционных растительных и зерновых компонентов, данная технология позволяет восстанавливать и многократно увеличить прежние кормовые свойства сырья, зараженного патогенной микрофлорой, испорченного насекомыми или частично разложившегося из-за неправильного хранения. На этапе производства в некондиционных компонентах уничтожаются болезнетворная микрофлора, яйца гельминтов, возбудители тяжелых заболеваний (бруцеллез, туберкулез, холера, тиф и др.), а также и вредные паразитирующие простейшие (аскариды, солитеры и др.). При этом, кормовая ценность некондиционного сырья после соответствующей обработки превышает кормовую ценность кондиционных аналогов в 1,1-1,4 раза.

Получаемый по альтернативной технологии микробиологической биоконверсии корм отличается высокой питательностью (протеин 22...24%), более легкой усвояемостью, биологической активностью, а также ферментной, витаминной и минеральной ценностью.

Как и в традиционных кормах, продукция, полученная по данной технологии, соответствует принятым стандартам по питательности и содержанию необходимого набора витаминов и микроэлементов, ветеринарно безопасна, сертифицирована и является экологически чистой. Средние же затраты на производство 1 кг корма по рассматриваемой технологии соизмеримы со стоимостью 1 кг фуражного зерна, а по кормовой ценности превышают показатели фуражного зерна в 1,4-2,0 раз [119].

Кроме того, такой комбикорм обладает лечебно-профилактическим и стимулирующим эффектом для иммунной, кроветворной систем и кишечного тракта, а также способствует удалению вредных веществ из организма (солей тяжелых металлов, радионуклидов и т.д.).

В отличие от классической технологии высокотемпературного гранулирования, комбикорм, произведенный по технологии микробиологической биоконверсии, проходит низкотемпературное гранулирование без использования пара. Что исключает деструкцию белка и обеспечивает сохранность витаминов в корме даже при длительном хранении.

Суть технологии биоконверсии заключается в следующем: сырьевые компоненты (отходы) содержащие сложные полисахариды – пектиновые вещества, целлюлозу, гемицеллюлозу и др. подвергаются воздействию комплексных ферментных препаратов, содержащих пектиназу, гемицеллюлазу и целлюлазу. Ферменты представляют собой очищенный внеклеточный белок и способны к глубокой деструкции клеточных стенок и отдельных структурных полисахаридов, т.е. осуществляется расщепление сложных полисахаридов на простые с последующим построением на их основе легко усвояемого кормового белка.

Другими словами, трудно усваиваемое сырье переходит в легко усваиваемую животными форму путем расщепления неусваиваемой молекулы белка на простые аминокислоты.

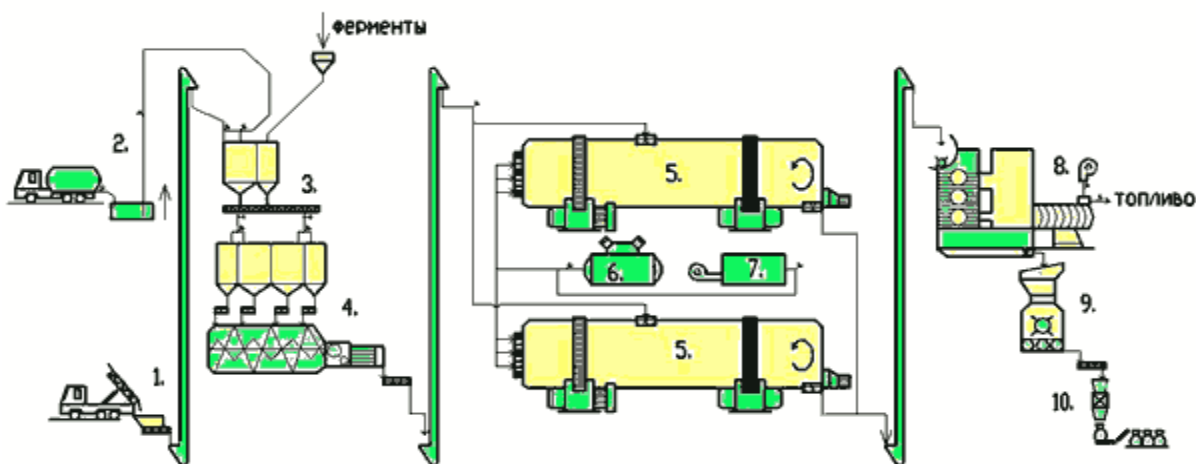
В зависимости от вида исходного сырья и требований к готовой продукции, весь процесс микробиологической обработки может проходить от одного и до трех этапов, а длительность полного цикла производства может находиться в пределах от 4 до 6 суток. С увеличением длительности процесса снижаются финансовые затраты на переработку сырья и повышаются зоотехнические показатели конечной продукции.

Технология – экологически безопасная, не имеет сточных вод и выбросов.

Ключевым элементом технологической цепи является биореактор, в котором и осуществляется процесс микробиологической биоконверсии отходов в корма. Реакторы являются универсальными и позволяют работать с любым сырьем и получать различные кормовые добавки.

Технологическая схема производственного комплекса по микробиологической переработке растительных отходов в корма, показана на рис. 30.

Влажная (55%) смесь различных отходов загружаются в биореактор. С момента загрузки сырья, в биореакторе процесс микробиологической биоконверсии протекает в течение 4-6 дней (в зависимости от желаемых зоотехнических параметров конечной продукции). В результате получается влажная кормовая добавка – углеводно-белковый концентрат (УБК). Затем ее сушат до влажности 8 – 10% и измельчают. После измельчения концентрат можно использовать для производства комбикормов, где в качестве основного компонента используется УБК (65–25% в зависимости от рецепта и целевого назначения комбикорма).



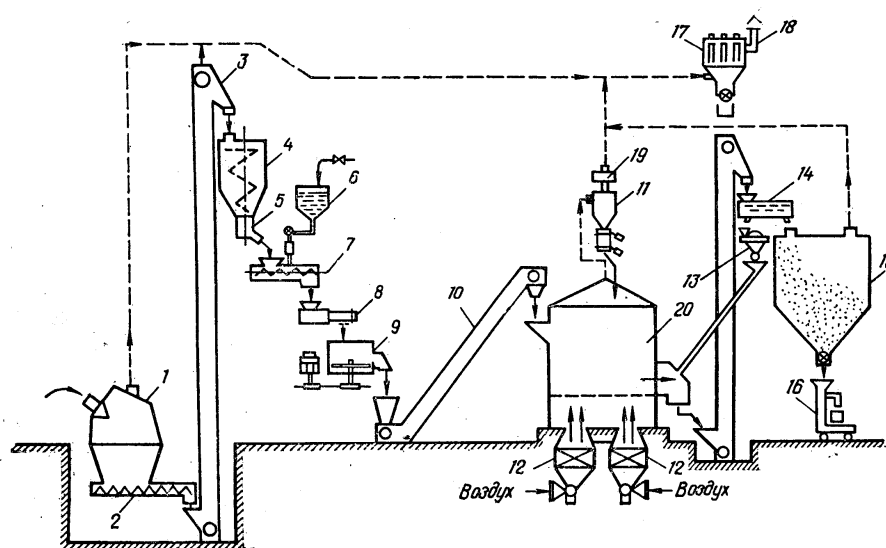
1 – прием сыпучего и влажного сырья; 2 – прием жидкого сырья; 3 – бункеры-дозаторы; 4 – смеситель; 5 – биореактор; 6 – компрессор; 7 – парогенератор; 8 – сушилка; 9 – измельчитель; 10 – отгрузка в мешки.

Рисунок 30 - Технологическая схема микробиологической переработки растительных отходов в корма

### 5.3 Экструзионная технология производства комбикормов

За рубежом экструзионная технология нашла широкое применение не только в пищевой промышленности, а также и в комбикормовой промышленности.

Например, специалистами фирмы «Фудзи Паудал» и «Тойо Инк. МФГ» (Япония) разработана технологическая линия (рис. 31) гранулирования комбикормов для рыбы методом влажного прессования с использованием червячного экструдера, машины для округления гранул, сушилки кипящего слоя, классификатора для разделения гранул по классам крупности и другого оборудования [120].



1- загрузочный бункер; 2- шнековый питатель; 3- нория; 4- смеситель-эгаллизатор; 5- питатель; 6- емкость для жидких компонентов; 7- смеситель непрерывного действия; 8- гранулятор; 9- машина Марумерайзер; 10- наклонный конвейер; 11- циклон-разгрузитель; 12- теплообменник; 13- машина для повторного экструдирования Коминутер; 14- просеиватель-классификатор; 15- бункер для готовой продукции; 16- упаковочный агрегат; 17- матерчатый фильтр; 18- выхлоп; 19- вентилятор; 20- сушилка кипящего слоя.

Рисунок 31 - Принципиальная схема производства гранулированных комбикормов методом влажного прессования.

В настоящее время в ЗАО «ЭКОРМ» (Россия) разработан метод утилизации отходов животного происхождения (отходов птицефабрик, включая падеж, отходов мяса и рыбопереработки и т.п.) совместно с растительным наполнителем (зерно, отруби, шроты и т.п.) и получения на этой основе высококачественного продукта, пригодного для кормления [121]. Усвояемость получаемого продукта на 25-30% выше, чем при кормлении традиционными видами корма.

Основой разработанной технологии является создание в определенной пропорции смеси измельченных отходов животного

происхождения с растительным наполнителем, экструдирование этой смеси на модернизированных экструдерах, а затем охлаждение и затаривание.

В основе предлагаемой технологии переработки биологических отходов, лежит способ сухой экструзии, где в качестве единственного источника нагревания используется трение. Тепло и давление вырабатываются в процессе прохождения экструдруемого продукта через компрессионные диафрагмы в стволе экструдера.

Процесс сухой экструзии занимает не более 30 секунд, однако за это время сырье успевает пройти несколько стадий обработки: тепловую, стерилизацию, обеззараживание (под воздействием температуры и давления болезнетворные микроорганизмы, грибки, плесени полностью уничтожаются), увеличение объема (является следствием разрыва стенок клеток и разрушение структуры гранул и разрыва молекулярной цепочки крахмала, что повышает энергетическую ценность продукта), измельчение, смешивание (несмотря на то, что сырье дробится и перемешивается перед подачей в экструдер, в стволе экструдера эти процессы продолжают и продукт становится полностью однородным), обезвоживание (за 20-30 секунд содержание влаги снижается на 50-70 % от исходной), стабилизацию (высокая температура и давление нейтрализуют разрушительное действие ферментов, а это способствует значительному увеличению сроков хранения готовой продукции) [121].

Фирма «Walter» (Германия) разработала механо-гидротермический способ экструдирования с помощью экструдеров типа Пико, который применяется для зерна рапса, люпина, ячменя, сорго, кукурузы, сои, а также для комбикорма, зараженного афлатоксинами [122]. По данной технологии можно получить комбикорм для всех видов молодняка животных (телят, поросят, жеребят и др.). При этом в экструдер вводится до четырех видов жидких компонентов. Меласса вводится перед направлением продукта на отволаживание. Экструдер не требует предварительного подогрева или охлаждения, управляется автоматически.

Линия по производству комбикормов с использованием предлагаемого способа их экструдирования включает очистку зерна на аспираторах и магнитных сепараторах, кондиционирование с увлажнением на 2-2,5%, отволаживание в специальном котле с обогревающим днищем, экструдирование, измельчение зерна в дробилке, добавление жира [123].

Известна технология производства экструдированных продуктов с использованием экструдеров типа VI-EX фирмы «Bühler-Bühler MIAG» (Германия) [122], которая осуществляется по следующей схеме (рис. 32).

Также фирма «Bühler» (Швейцария) [122] разработала линию производства кормов для рыб с применением экструдеров. Выработанный в основном производстве небогатенный рассыпной комбикорм поступает на линию. В состав линии входит аппарат для пропаривания, экструдер, измельчитель, сушилка-охладитель, просеивающая машина, установка для нанесения на поверхность гранул жира и витаминов. Линия обеспечена

автоматизированным управлением процесса. Технологическая схема линии для производства кормов для рыб представлена на рис. 33

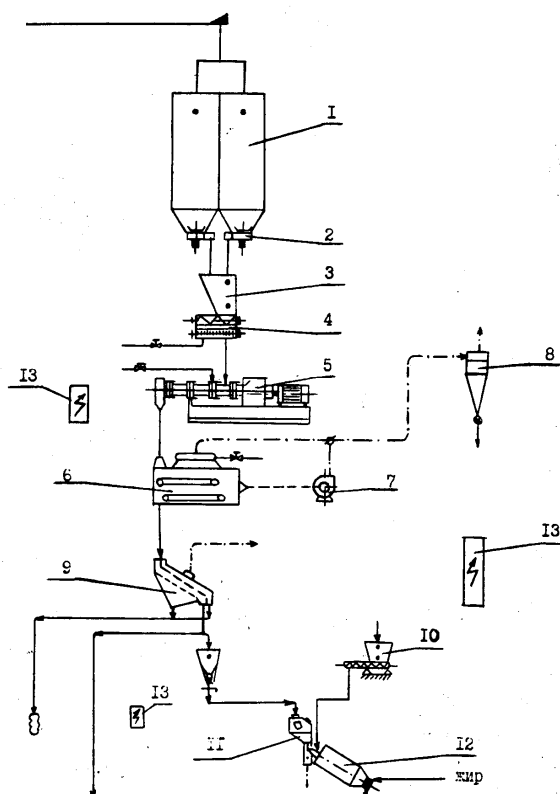


Рисунок 32 - Структурная схема производства экструдированных продуктов с использованием экструдеров типа VI-EX фирмы «Bühler-Bühler MIAG».

Во ВНИИКП была изучена технология экструдирования отдельных зерновых компонентов (ячменя, кукурузы, пшеницы), смесей зерновых компонентов различных рецептов, смесей ячменя, отрубей, дрожжей, соевого шрота, рыбной муки, а также экструдирования этих же компонентов и смесей с вводом жира и фосфатидного концентрата с применением экструдера КМЗ-2 [123-129]. Результаты исследований показали, что при экструдировании переваримость протеина не повышается, на основании чего был сделан вывод о нецелесообразности обработки в экструдерах белкового сырья.

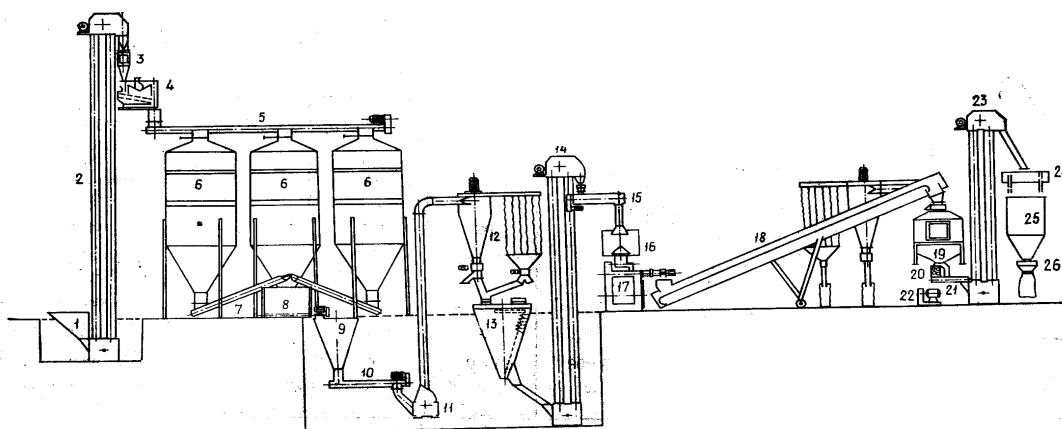
Технологическая схема экструдирования с применением экструдера Инотекс фирмы «Dievet» [129] показана на рис. 34.

Поступающие на линию экструдирования зерновое сырье должно быть очищено от посторонних, сорных и металломагнитных примесей по нормам комбикормового производства.



1- бункера; 2- разгрузитель; 3- бункер над пропаривателем; 4- питатель-пропариватель; 5- экструдер; 6- сушилка-охладитель; 7- вентилятор; 8- фильтр-циклон; 9- просеивающая машина; 10- дозатор витаминов; 11- расходомер; 12- барабан для ввода жидких компонентов; 13- пульта системы управления.

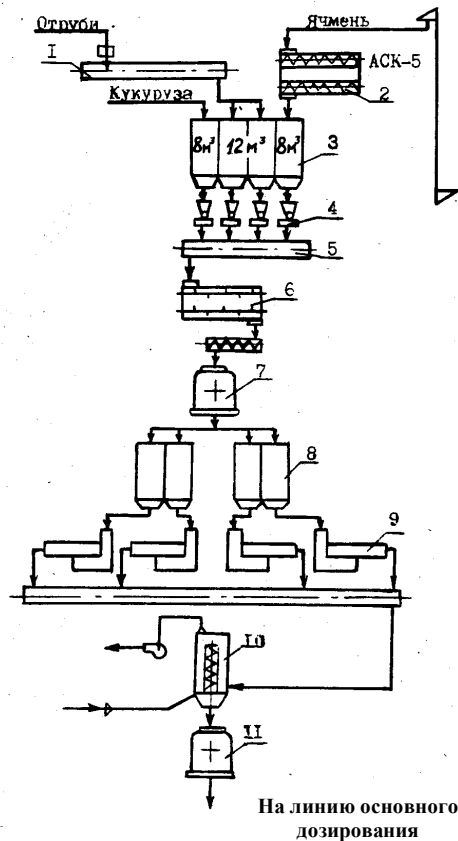
Рисунок 33 - Технологическая схема линии производства комбикормов для рыб фирмы Bühler



1- приемный бункер для сырья; 2, 14, 23- нория; 3- магнит; 4- сепаратор; 5- шнековый конвейер; 6- бункера для сырья; 7- шнек; 8- весовой бункер; 9- наддробильный бункер; 10- загрузочное устройство; 11- молотковая дробилка; 12-циклон; 13- смеситель; 15- турбулятор; 16- бункер; 17- экструдер; 18- ленточный конвейер; 19- охладитель; 20- дробилки; 21- шнековый разгрузитель; 22- вентилятор охладителя; 24- просеиватель; 25- бункер для готовой продукции; 26- упаковочное устройство.

Рисунок 34 - Технологическая схема экструдирования фирмы «Inotec International».





1- цепной конвейер; 2- пропариватель зерна; 3- наддозаторные бункера; 4- объемные бункера; 5- сборный конвейер; 6- смеситель непрерывного действия; 7- дробилка; 8- бункера над экструдерами; 9- экструдеры; 10- охладитель; 11- дробилка.

Рисунок 35 - Технологическая схема линии экструдирования зерновых компонентов на Кузнецовском экспериментальном комбикормовом заводе

Технологическая схема линии экструдирования предусматривает подготовку зерновой части комбикорма к экструдированию, обработку в экструдерах, охлаждение и измельчение экструдированного продукта.

На Кузнецовском экспериментальном комбикормовом заводе в рабочей башне элеватора смонтирована и пущена в эксплуатацию промышленная линия экструдирования зерновых компонентов.

Линия включает следующее технологическое оборудование (рис. 35): пропариватель зерна АСК-10 (одна секция), бункера над дозаторами, четыре дозатора ДДТ для дозирования зерновых и отрубей, сборный шнек, смеситель 2СМ-1, дробилку ДМ-44ОУ, бункера над экструдерами, четыре экструдера КМЗ-2, сборный цепной транспортер ТСЦ-25, охладитель специальной конструкции, дробилку ДМ для измельчения экструдированного продукта. Шелушенный ячмень на линию экструдирования подается из бункеров линии обжаривания. С этой же линии можно подать нешелушенный ячмень. Кукуруза поступает в наддозаторные бункера с линии очистки зернового сырья в этой башне. Отруби поступают цепным конвейером из силосов линии сушки отрубей для премиксов. На пропаривание направляется только ячмень. Кукуруза и отруби подаются непосредственно в наддозаторные бункера.

На Бобруйском комбинате хлебопродуктов экструдирование зерна организовано в бывшем цехе карбамидного концентрата [124-127]. Технология производства выполнена в соответствии с инструкцией и предусматривает очистку зерна от примесей на сепараторах ЗСМ-10 и в магнитных колонках, измельчение – на дробилках А1-ДДП, экструдирование – на экструдерах КМЗ-2М, модернизированных с установкой пропаривателей, охлаждение на охладителях Б6-ДОБ. Охлажденный экструдат измельчается на дробилках до крупности в соответствии с требованиями к этому показателю на комбикорма. В цехе установлено 9 экструдеров, оборудованных пропаривателями по предложению ВНИИКП. Цех вырабатывал в основном экструдированную кукурузу.

На основании анализа практического применения экструзионной технологии в производстве можно отметить, что процессы экструзии в комбикормовой промышленности являются новыми и еще недостаточно изученными. Выполненные исследования были направлены в основном на разработку технологии и оценку качества продукции. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию экструдеров проведены в ограниченном количестве. Причиной этого является недостаточная технологическая база для разработки и создания экспериментальных установок, способных обеспечить реализацию технологических параметров процесса. Большой проблемой остается создание лабораторных установок различных модификаций.

#### **5.4 Технология производства кормовых смесей в условиях крестьянских и фермерских хозяйств**

На сегодняшний день существующая сложная технология производства кормовых смесей не позволяет предприятиям малой производительности, крестьянским и фермерским хозяйствам перерабатывать собственное зерновое сырье в различный ассортимент кормовой продукции из-за отсутствия высокоэффективного малогабаритного оборудования для его переработки.

Сложная технологическая схема комбикормового предприятия обусловлена прежде всего различными физико-механическими свойствами сырья. На рис. 14-15, 25-27 представлены рекомендуемые Правилами ведения технологического процесса на комбикормовых предприятиях линии измельчения зернового сырья и линии дозирования и смешивания. Многообразие применяемых устройств, сопряжена с большими энергозатратами.

В связи с этим на основании проведенных экспериментальных исследований и результатов, произведенных испытаний, разработана принципиально новая технологическая схема получения кормовой смеси с использованием экспериментальных устройств для совместного измельчения и смешивания [128].

Предлагаемая технологическая схема (рис. 36) предназначена для получения кормовой смеси. Из рисунка видно, что зерновое сырье поступает из приемного бункера 1 в сепаратор 3, предусмотренный для выделения крупной, мелкой и легкой примеси. Далее сырье поступает в накопительные бункера 4 для очищенного зерна, соответствующие по своей емкости производительности измельчающего устройства на 2-4 часа, через магнитные преграждения 5 зерно направляется на дробилку 6. После на просеивателе 7 отделяются крупные частицы, сход с сита направляются на повторное измельчение в дробилку, а проход в бункер для рассыпного комбикорма. Зерновое сырье, если не установлены специальные нормы крупности дробленных продуктов, измельчают до степени норм крупности рассыпного комбикорма.

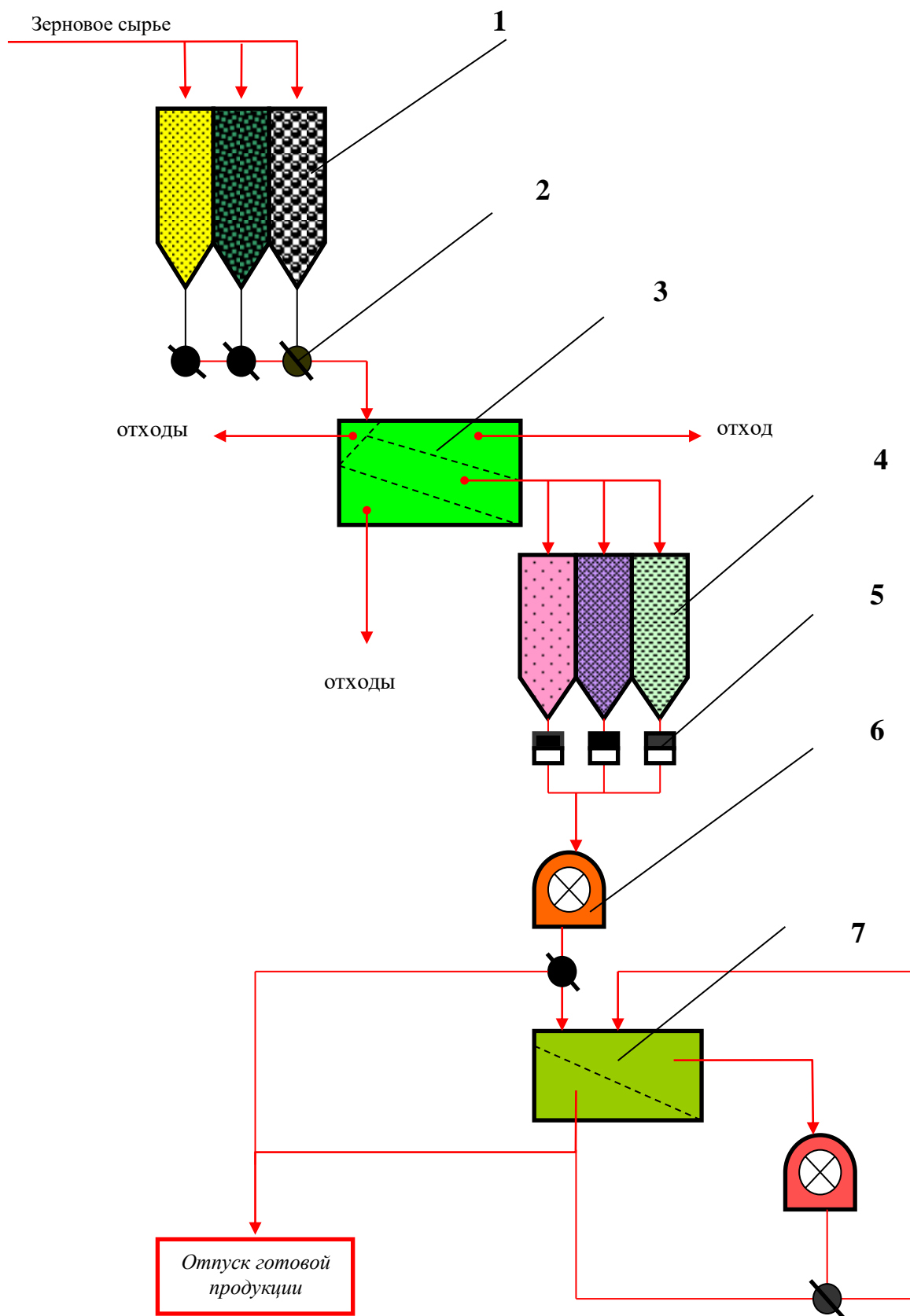
## **6. СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ**

Современные комбикормовые заводы представляют собой высокомеханизированные предприятия, укомплектованные различным транспортно-технологическим оборудованием. Большое количество применяемых машин и механизмов при производстве комбикормов, объясняется разнообразием исходного сырья (см. Гл. 2).

Технологическое оборудование для переработки зерна объединяют в группу по их воздействию на продукты. Это машины для: выделения из зерновой массы примесей, отличающихся от основного зерна линейными размерами, формой, аэродинамическими и свойствами; обработки зерна водой и теплом; измельчение зерна и его шелушение; сортирование по крупности и качеству продуктов измельчения или шелушения и многие др. [40, 41].

В производственном процессе комбикормового завода можно выделить следующие основные операции:

- очистка сырья от посторонней примеси, отличающаяся от основного геометрическими и ферромагнитными свойствами (сортировка, шелушение и т.д.);
- измельчение крупнокускового и зернового сырья (до крупности регламентируемой НТД);
- дозирование сыпучих и жидких компонентов (в соответствии с заданной рецептурой);
- смешивание, для равномерного распределения компонентов по всему объему, с целью получения равномерной по составу смеси;
- прессование для повышения стойкости при хранении, улучшения транспортабельности и вкусовых достоинств.



1- приемные бункера; 2- перекидные клапана; 3- сепаратор; 4- накопительные бункера; 5- магнитное преграждение; 6- молотковая дробилка; 7- просеиватель

Рисунок 36 - Линия приготовления кормовых смесей

В условиях непрерывно-поточного производства к технологическому оборудованию зерноперерабатывающих предприятий предъявляются такие требования как высокая надежность машин, обеспечивающая безотказность в условиях длительной круглосуточной непрерывной работы; устойчивость заданного режима работы; высокая технологическая эффективность работы при изменяющихся нагрузках и свойствах зерна; производительность, обеспечивающая поточность проведения технологических операций [40, 41].

Оборудование, поступающее от машиностроительных заводов, снабжаются заводским паспортом, в котором содержатся сведения о назначении машины, приведены основные технические данные, описаны их устройство и принцип работы, даны методологические указания, которыми руководствуются при сборке, монтаже, подготовке к работе и эксплуатации машин.

На сегодняшний день казахстанский спрос на технологическое оборудование для комбикормовой промышленности (Приложение Д) в большей степени удовлетворяется за счет продукции машиностроительных комплексов ближнего и дальнего зарубежья. Так на рынке технологического оборудования присутствуют такие компании как ОАО «ВНИИКП», ЗАО «Агроэскорт» (РФ, г. Санкт-Петербург), АО «КБ Химмаш» (РФ, г. Москва), фирмы «Спрут-мата-дор» и «Амандус-Каль», «Элеватормельмаш», ЗАО «Совокрим», АО «Мельинвест», АО «Белохолуницкий машзавод», Кропоткинский завод "ЭММ", ЗАО «Жаско», ОАО «Прибордеталь», Днепропетровский завод «Продмаш», ОАО «Точмаш», «Тензом», компании «Технэкс» (РФ, г. Екатеринбург), АО «Ростпродмаш» и многие другие.

В данном разделе приведена краткая характеристика и назначение машин и агрегатов комбикормовой промышленности, выпускаемых машиностроительными предприятиями ближнего зарубежья. Более подробное описание машин и устройств приведено в работах [129-135].

Технико-экономическая характеристика основного технологического оборудования для комбикормовой промышленности представлена в информационной базе данных (ИБД) системы машин по послеуборочной обработке, хранению и переработки зерна [115], (Приложение Е).

## **6.1 Оценка основного технологического оборудования комбикормового производства**

Комбикормовая промышленность представлена заводами, цехами, имеющими различную степень технической оснащенности. К предприятиям с высоким уровнем технологии относят заводы производительностью свыше 300 т/сут. Существуют также предприятия с упрощенной технологией, к ним можно отнести заводы производительностью 200..... 150 и менее т/сут.

В зависимости от степени технической оснащенности и от развитости технологической схемы комбикормовые заводы классифицируются по типам [260]:

- первый – комбикормовые предприятия, работающие по традиционной технологии. К таким предприятиям относят комбикормовые заводы, не имеющие отдельных узлов предварительного дозирования и смешивания трудносыпучих, минеральных, зерновых и гранулированных компонентов. Все виды сырья подаются на самостоятельные линии параллельными или последовательными потоками;

- второй – комбикормовые заводы с одним узлом предварительного дозирования трудносыпучих компонентов;

- третий – комбикормовые заводы с двумя узлами предварительного дозирования трудносыпучих компонентов, зернового и гранулированного сырья.

Анализ технологического процесса производства комбикормов показывает, что основными, определяющими качество готового изделия, являются процессы: измельчения, дозирования, смешивания и гранулирования.

Ниже приводятся эмпирические формулы, позволяющие ориентировочно рассчитать производительность дробилки и потребную мощность электродвигателя в зависимости от исходных параметров дробилки.

Эмпирическая формула для определения производительности молотковой дробилки имеет вид [41, 74]

$$Q = \frac{3,6 \cdot r_1 \cdot \gamma \cdot D^2 \cdot L \cdot n}{60}, \quad (113)$$

где  $r_1$ – эмпирический коэффициент, который зависит от типа и размеров ячеек ситовой поверхности;  $\gamma$ - объемная масса измельчаемого продукта в т/м<sup>3</sup>;  $D$ - диаметр ротора дробилки в м;  $L$ - длина ротора дробилки в м;  $n$ - число оборотов в минуту, об/мин.

При этом следует учитывать, что эмпирический коэффициент для сит размером ячеек до 3 мм равен  $r_1=1,3/10^4$ ..... $1,7/10^4$ , а для чешуйчатых сит и для сит с размером отверстий от Ø3 до Ø10 мм  $r_1=2,2/10^4$ ..... $5,25/10^4$ . Меньшие значения коэффициента  $r_1$  принимают для сит с меньшими размерами отверстий.

Потребная мощность электродвигателя молотковой дробилки определяется по формуле [41, 74]

$$N = \frac{3,6 \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot \gamma \cdot D^2 \cdot L \cdot n}{60}, \quad (114)$$

Коэффициент  $r_2=6,4$  ..... $10,5$  (меньшее значение  $r_2$  принимают при грубом измельчении, а большее – при тонком).

К числу основных процессов на комбикормовых предприятиях, следует отнести дозирование и смешивание разных компонентов, обладающих различными физико-механическими свойствами, что необходимо учитывать при выборе дозирующих и смешивающих устройств.

Производительность барабанных дозирующих машин определяется по формуле [41, 74]

$$Q = 0,06F \cdot i \cdot z \cdot n_{\phi} \cdot r \cdot \rho, \quad (115)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения кармана в  $\text{м}^2$ ;  $l$  – длина кармана в м;  $z$  – число карманов в барабане;  $n_{\phi}$  – число оборотов барабана в минуту  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $r$  – коэффициент заполнения карманов, выраженный в долях единицы;  $r=0,8$ ;  $\rho$  – объемная масса сыпучего продукта в  $\text{т}/\text{м}^3$ .

Число оборотов барабана определяется по формуле [41, 74]

$$n_{\phi} = \frac{\alpha}{360} \cdot n, \quad (116)$$

где  $\alpha$  – угол поворота барабана за один оборот приводного вала в град;  $n$  – число оборотов приводного вала в минуту.

Мощность, потребная для привода барабана в движение, приближено определяется выражением [41, 74]

$$N = \frac{P \cdot v \cdot r_1 \cdot r_2}{102}, \quad (117)$$

где  $P$  – сила для преодоления сопротивления внутреннего трения в кГ; можно допустить, что эта сила не зависит от окружной скорости  $v$  вращения барабана;  $r_1$  и  $r_2$  – коэффициенты, соответственно учитывающие сопротивление продукта дробления в механической среде; для крупнозернистых продуктов и порошкообразных продуктов  $r_1 = 1$ , для крупнокусковых и легко распадающихся  $r_1 = 2$ ;  $r_2 = 1, 1, \dots, 1, 25$ .

Производительность тарельчатой дозирующей машины определяют по формуле [41, 74]

$$V = 60 \cdot v_0 \cdot n, \quad (118)$$

где  $v_0$  – объем продукта, снимаемого за один оборот тарелки, в  $\text{м}^3$ ;  $n$  – число оборотов тарелки в минуту, об/мин.

Максимальный объем продукта, снимаемого за один оборот, можно представить в виде кольца с треугольным сечением [41, 74]

$$V = 2\pi R_0 F_0; \quad (120)$$

где  $R_0$  – расстояние между центром тяжести радиального сечения кольца и осью вращения в м;  $F_0$  – площадь поперечного сечения кольца в  $\text{м}^2$ .

Для тарельчатого дозатора приближенно мощность электродвигателя определяют по формуле [41, 74]

$$N = \frac{N_1}{\eta} (1 + f_2 \cos) \cdot r, \quad (121)$$

где  $N$ - мощность, потребная для преодоления сопротивления от трения продукта о диск в кВт;  $\beta$  - угол установки скребка относительно плоскости сечения кольца продукта в град;  $f$ - коэффициент трения продукта о скребок;  $r$  - коэффициент, учитывающий другие сопротивления;  $\eta$  - к.п.д. приводного механизма дозатора.

Шнековые дозирующие машины можно устанавливать горизонтально и наклонно. Производительность шнековой дозирующей машины определяется по формуле [41, 74]

$$Q = 47 \cdot D^2 \cdot t \cdot r \cdot n \cdot \gamma, \quad (122)$$

где  $D$ - диаметр шнека в м;  $r$ - коэффициент наполнения;  $t$ - шаг шнека в м  $t=(0.8/1)D$ ;  $n$  - число оборотов шнека в минуту; для легкосыпучих продуктов  $n=40..80$  об/мин; для трудносыпучих продуктов  $n=20.....40$  об/мин.

Потребную мощность электродвигателя определяется по [41, 74]

$$N = \frac{Q}{367 \cdot 10^3 \cdot \eta} (L_2 \omega + H) \cdot r_1, \quad (123)$$

где  $\eta$  - к.п.д. привода;  $L$  - горизонтальная проекция пути перемещения в м;  $H$ - высота подъема продукта в м;  $\omega$  - коэффициент сопротивления перемещению продуктов в корпусе дозатора;  $r_1$ - коэффициент, учитывающий потери на трение в подшипниках;  $r_1 - 1,1.....1,2$ .

Производительность вибрационно-дозировочной машины (до 1000 кг/ч) определяется по формуле [41, 74]

$$Q = 3600 \cdot B \cdot h \cdot \rho, \quad (124)$$

где  $B$  - ширина лотка в м;  $h$  - высота слоя продукта на лотке в м;  $v$  - средняя скорость перемещения продукта в м/с;  $\rho$ - объемная масса продукта, т/м<sup>3</sup>.

Производительность валкового-матричного пресса определяется по формуле [41, 74]

$$Q = 0,015\pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \rho \cdot r \cdot z \cdot n_m \cdot x, \quad (125)$$

где  $d, l$  - диаметр и длина гранулы, см;  $\rho$  - плотность гранулы в момент прессования, г/см<sup>3</sup>;  $r$ - число отверстий в матрице;  $z$ - число прессующих валков;  $n_m$ - частота вращения матрицы, об/мин;  $x$ - коэффициент наполнения матрицы.

Производительность шнеково-матричного пресса подсчитывается по формуле [41, 74]

$$Q = 47 \cdot D^2 \cdot s \cdot r' \cdot n_{ш} \cdot \gamma, \quad (126)$$

где  $D, s$  - диаметр и шаг пресса, шт;  $r'$ - коэффициент наполнения;  $n$  - частота вращения кривошипного вала пресса, об/мин;  $\gamma$  - объемная масса одного брикета, кг/м<sup>3</sup>.



Производительность штангового прессы, определяется по формуле [41, 74]

$$Q = 60 \cdot i \cdot n \quad \text{и} \quad Q = 60 \cdot i \cdot n \cdot m_0, \quad (127)$$

где  $i$  – число штанг прессы, шт;  $n$  – частота вращения кривошипного вала прессы, об/мин;  $m_0$  – масса одной гранулы, кг.

*Определение удельных показателей работы транспортно-технологического комплекса.* После определения основных технико-экономических характеристик транспортно-технологического комплекса хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятий I и II-го уровней необходимо определить удельные показатели основного оборудования.

Удельная материалоемкость и металлоемкость определяется по формуле [136-138]

$$H = \frac{M + Z}{\Pi}, \quad (128)$$

где  $H$  – удельная материалоемкость (металлоемкость), т;  $M$  – масса изделия, кг;  $Z$  – масса запасных частей, поставляемых с изделиями, т;  $\Pi$  – техническая производительность, т/ч.

Удельная производительность на единицу занимаемой площади  $\Pi_y$  (кг/ч)/м<sup>2</sup> определяется по формуле [136-138]

$$\Pi_y = \frac{\Pi}{\Phi}, \quad (129)$$

где  $\Phi$  – условная прямоугольная площадь по длине и ширине машины и ее составных частей, без учета зоны для обслуживания, м<sup>2</sup>.

Удельное потребление электроэнергии  $W_{y\partial}$  (кВтч)/т определяется по формуле [136-138]

$$W_{y\partial} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} W_i}{\sum_{i=1}^{i=n} A_i}, \quad (130)$$

где  $W_i = W_n + W_a$  – расход энергии на привод и аспирацию работы технологического оборудования за время  $T_i$ , кВтч;  $A_i$  – количество продукта, поступившего на обработку или переработку за период времени  $T_i$ , ч;  $T_i$  – зафиксированное разовое время работы технологического оборудования, ч;  $n$  – количество разовых измерений за период испытаний.

Также удельное потребление электроэнергии для подъемно-транспортных устройств определяется по формуле [136-147]

$$\mathcal{E}_y = \frac{\mathcal{E}}{Q}, \quad (131)$$

где  $\mathcal{E}_y$  – удельное потребление электроэнергии, кВт/ч;  $\mathcal{E}$  – величина активной электроэнергии, потребленной электроприводом за единицу времени, кВт/ч;  $Q$  – количество зерна прошедшего через конвейер за определенный промежуток времени, ч.

Удельный расход воздуха на аспирацию технологического оборудования определяется по формуле [136-138]

$$G_\epsilon = \frac{P_\epsilon}{Q}, \quad (132)$$

где  $G_\epsilon$  – удельный расход воздуха, м<sup>3</sup>/т;  $P$  – расход воздуха на аспирацию технологического оборудования, м<sup>3</sup>/ч;  $Q$  – производительность единицы оборудования, т/ч.

Удельный расход тепла на испарение влаги определяется по формуле [136-138]

$$g = \frac{B \cdot Q_n^p}{W_{общ}}, \quad (133)$$

где  $B$  – расход топлива, кг/ч;  $Q_n^p$  – низшая теплотворная способность топлива, ккал/кг;  $W_{общ}$  – количество испарившейся влаги во всей зерносушилке (кг/ч), которая определяется по формуле

$$W_{общ} = \Pi_{сух} \frac{W_1 - W_2}{100 - W}, \quad (134)$$

где  $\Pi_{сух}$  – пропускная способность сушилки по сухому зерну, т/ч;  $W_1, W_2$  – влажность зерна до и после сушки, %.

Удельный расход условного топлива определяется [142, 145]

$$g = \frac{Q_{час}}{\Pi}, \quad (135)$$

где  $Q_{час}$  – израсходованное условное топливо за час работы сушильного оборудования, кг·усл-топл;  $\Pi$  – производительность зерносушилки, т/ч.

С целью проведения экономического анализа технических характеристик оборудования, необходимо сравнить стоимость технологического оборудования различных изготовителей по удельной стоимости, которая выражает отношение затрат на приобретения (тыс.тг) оборудования к единице переработанной продукции (т/ч).

Удельная стоимость оборудования для предприятий по послеуборочной обработке и переработке зернового сырья определяется по формуле

$$C_y = C_o / \Pi_m, \quad (136)$$

где  $C_o$  – рыночная стоимость технологического оборудования, тыс. тг;  $P_m$  – паспортная производительность оборудования, т/ч.

Также существуют специфические удельные показатели, для отдельных видов техники и оборудования, определение которых дает возможность судить о максимальной нагрузке на технологическое оборудование и определяется по формуле

$$q = \frac{G \cdot 24}{F}, \quad (137)$$

где  $q$  – удельная нагрузка на рабочую поверхность технологического оборудования, т/(м<sup>2</sup>сут);  $G$  – количество продукта, поступающего в течении часа, т/ч;  $F$  – площадь рабочей зоны установки, м<sup>2</sup>.

Определение приемной способности (предельной нагрузки) производится при постепенном увеличении нагрузки на оборудование до полного заполнения приемных патрубков зерном или продуктами переработки, т.е. до исчерпания способности принимать или транспортировать продукт.

## 6.2 Просеивающие машины

Очисткой (сепарированием) называется процесс механического разделения сыпучих материалов на фракции, различающихся по геометрическим признакам и физическим свойствам. Машины, применяемые для этого процесса, называют сепараторами или просеивателями. Для разделения сыпучих материалов на фракции используют следующие признаки: плотность частиц, линейные размеры, аэродинамические и ферромагнитные свойства, состояние поверхности и др.

В комбикормовом производстве применяется принцип ситового сепарирования зерновой массы. Ситовые сепараторы на комбикормовых предприятиях применяют:

- для очистки присутствующих примесей из сыпучей массы, отличающиеся линейными размерами (шириной и толщиной);
- для сортирования на отдельные фракции по крупности при подготовке к дальнейшей переработке;
- для сортирования продуктов измельчения и шелушения зерна.

**Просеивающая машина УЗ-ДМП-2** (рис. 37) предназначена для контроля рассыпных комбикормов перед гранулированием и очистки мучнистого сырья.

Устройство работает следующим образом. Исходный продукт самотеком поступает в приемную камеру и шнеком подается в неподвижное цилиндрическое решето, где вращающимся ротором обеспечивается окружное и осевое перемещение продукта, в результате

чего происходит его просеивание. Проход через сито поступает в патрубки готового продукта, сход – в патрубок сходовой фракции.

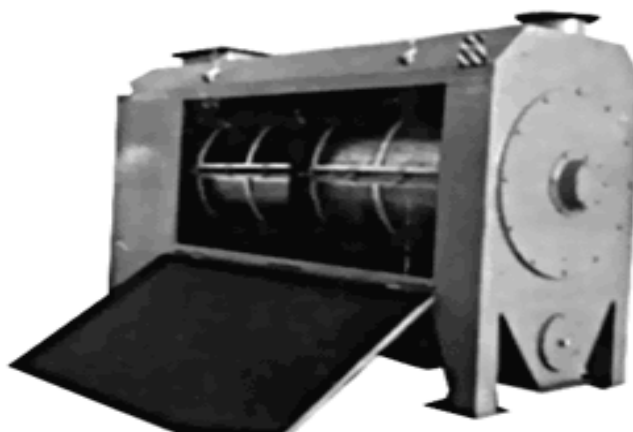


Рисунок 37 - Просеивающая машина УЗ-ДМП-2

Просеивающая машина УЗ-ДМП-2, производительностью 50 и 20 т/ч (сита с отверстиями Ø8 и 4 мм), устанавливается в линиях готовой продукции, гранулирования, очистки мучнистого сырья и продуктов пищевых производств комбикормовых предприятий. Техническая характеристика устройства приведена в табл. 9.

Таблица 9-Техническая характеристика просеивающей машины УЗ-ДМП-2

Наименование показателя	Значение
Производительность на сите, т/ч:	
• с отверстием диаметром 8 мм	50
• с отверстием диаметром 4 мм	20
Эффективность выделения проходовой фракции, %	100
Установленная мощность, кВт	7,5
Габаритные размеры, мм	2300x920x1400
Масса, кг	800

**Просеивающая машина УЗ-ДМП-15** (рис. 38) производительностью 15 т/ч предназначена для сортирования измельченных гранул и отделения крошки на линии гранулирования. Эффективность функционирования просеивающей машины обеспечивает выделение крошки из общей массы измельченных гранул. В работе машины применен ситовой способ разделения сыпучих масс. Отличительной особенностью устройства является низкая установленная мощность электродвигателя, приводящего в движение основной орган. Техническая характеристика устройства приведена в табл. 10.

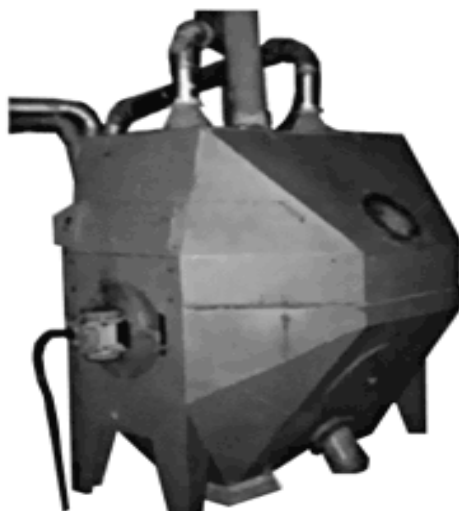


Рисунок 38 - Просеивающая машина УЗ-ДМП-15

Таблица 10 - Техническая характеристика УЗ-ДМП-15

Наименование показателя	Значение
Производительность, т/ч	15
Эффективность сепарирования измельченных гранул, не менее, %	80
Установленная мощность, кВт	0,36
Габаритные размеры, мм	2220x1800x2200
Масса, кг	800

**Сепараторы УЗ-ДЗС-50 и УЗ-ДЗС-175** (рис. 39) предназначены для очистки зернового, мучнистого сырья и шротов от крупных, случайных некормовых примесей.

Сепараторы производительностью по зерну 50 и 175 т/ч, устанавливаются на линиях приема сырья. Техническая характеристика устройства приведена в табл. 11.



Рисунок 39 - Сепараторы УЗ-ДЗС-50 и УЗ-ДЗС-175

Таблица 11 - Техническая характеристика УЗ-ДЗС-50, УЗ-ДЗС-175

Наименование показателя	УЗ-ДЗС-50	УЗ-ДЗС-175
Производительность, т/ч:		
• на зерне пшеницы	50	175
• на мучнистом сырье	20	
Содержание нормального зерна в крупных примесях, % не более	2	2
Установленная мощность, кВт	0,36	0,36
Габаритные размеры, мм:		
• длина	1510	2220
• ширина	1280	1800
• высота	1320	1985
Масса, кг	300	450

**Магнитные сепараторы**, применяют для очистки сырья и промежуточных продуктов от металломагнитных примесей. В зависимости от конструктивных особенностей различают магнитные сепараторы с постоянными магнитами и электромагнитами.

По способу удаления металломагнитных примесей из движущегося потока продукта различают три типа магнитных сепараторов: с верхним расположением магнитов, с нижним расположением магнитов и барабанные магнитные сепараторы с вращающейся немагнитной обечайкой.

**Магнитные колонки типа УЗ-ДКМ** (рис. 40) предназначены для очистки сырья от металломагнитных примесей, с пропускной способностью от 6 до 175 т/ч, а магнитные сепараторы УЗ-ДМС от 4 до 10 т/ч с ручной и автоматической очисткой магнитных систем. Указанным оборудованием оснащена практически вся отечественная комбикормовая промышленность, а также ряд заводов ближнего зарубежья. Техническая характеристика устройства УЗ-ДКМ приведена в табл. 12.

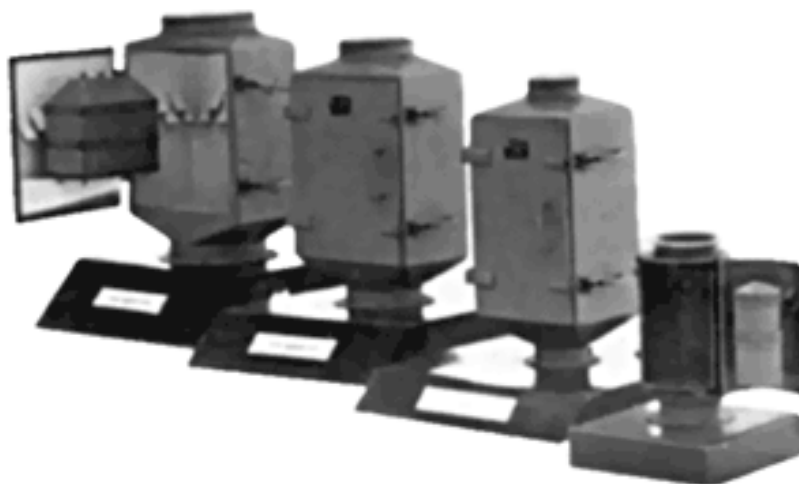


Рисунок 40 - Магнитные колонки типа УЗ-ДКМ

Таблица 12 - Техническая характеристика магнитных колонок УЗ-ДКМ

Наименование показателя	Величина показателя по исполнению					
	УЗ-ДКМ 00.00.000 типоразмер	УЗ-ДКМ 01.00.000 I типоразмер	УЗ-ДКМ 02.00.000 II типоразмер	УЗ-ДКМ 03.00.000 III типоразмер	УЗ-ДКМ 04.00.000 IV типоразмер	УЗ-ДКМ 05.00.000 V типоразмер
Наибольшая пропускная способность, не менее, т/ч: • на пшенице, комбикорме, муке, крупе, шроте, жмыхе; • на рыбной, мысокостной, перьевой, тра-вяной муке, дрожжах, минеральном сырье	6	12	20	50	100	175
	3	6	12	20	-	-
Эффективность очистки от металломагнитных примесей, не менее %: • при размерах примесей свыше 2мм; • при размерах примесей до 2 мм	100	100	100	100	100	100
	80	90	90	80-90	80-90	80-90
Масса, кг	20	55	77	90	350	650
Диаметр входного патрубка, мм	140	140	220	300	300	300
Габаритные размеры, мм	220	400	480	570	700	1150
	x220	x380	x380	x380	x900	x920
	x350	x810	x830	x810	x1320	x1320

### 6.3 Измельчающие машины

**Агрегат дробильный комбикормовый АДК-10** (рис. 41) компании «Технэкс» (РФ, г. Екатеринбург) предназначен для измельчения зернового сырья (пшеница, ячмень, кукуруза, горох и т.д.) и продуктов технической переработки растительных культур (шрот, жмых, травяная мука, ракушка и т.д.) при производстве комбикормов. Техническая характеристика приведена в табл. 13.

Технологический процесс измельчения компонентов комбикормов в молотковой дробилке осуществляется в следующей последовательности. Сырье из бункера, расположенного над питателем дробилки, поступает через приемный патрубок вибропитатель или шнековый распределитель, который обеспечивает непрерывную и равномерную подачу сырья в зону измельчения.

Измельчение продуктов происходит в результате удара и истирания молотов о ситовую поверхность и рифленную деку. При этом зерну сообщается скорость, близкая к окружной скорости молотков, направленной по касательной к окружности. Измельченные в результате

удара частицы ударяются о рифленую поверхность деки и отразившись от нее, вновь попадают под ударное воздействие молотков. В дальнейшем измельченный продукт заполняет пространство между ротором и неподвижной ситовой обечайкой, при этом продолжает измельчаться в результате трения частиц о рабочие органы дробилки и друг о друга.

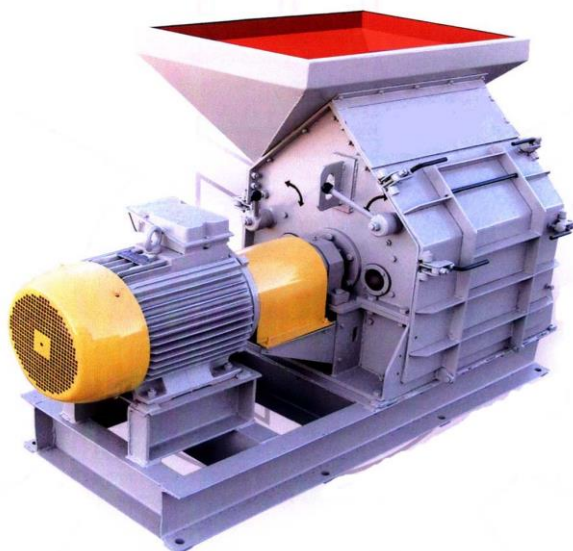


Рисунок 41 - Агрегат дробильный комбикормовый АДК-10

Таблица 13 - Техническая характеристика Агрегат дробильный комбикормовый АДК-10

Наименование показателя	Значение показателя
Производительность, т/ч	8-10
Количество молотков, шт	96
Диаметр отверстий сменных решет, мм	3,2-12
Установленная мощность, кВт	30
Габаритные размеры, мм	1870x800x1200
Масса, кг	830

По мере уменьшения частицы просеиваются через отверстия сита. Этому способствует воздействие воздушного потока, создаваемого вращающимся молотковым ротором. Дробилки комплектуются ситами с круглыми отверстиями или чешуйчатыми. Размер отверстий сита устанавливают в зависимости от физико-механических свойств сырья и требуемой степени измельчения. Из дробилки измельченный продукт удаляют механическим или пневматическим транспортом как наиболее эффективным.

Преимуществом устройства является:

- дробилка выполнена с шарнироподвешенными на осях молотками;
- предусмотрена возможность быстрой перестановки и замены молотков без выемки ротора;



- с обеих сторон корпуса дробилки имеются откидные крышки, обеспечивающие свободный доступ в дробильную камеру и быструю смену сит;

- магнитный сепаратор, установленный в приемном бункере, предотвращает попадание в дробильную камеру металломагнитных примесей.

**Дробилка молотковая вертикальная «ВЕНТА»** (измельчитель гранул) предназначена для дробления гранул диаметром от 3 до 6мм (рис. 42). Измельчение производится посредством встречного вращения валков, каждый из которых приводится во вращение собственным электродвигателем через клиноременную передачу.



Рисунок 42 - Дробилка молотковая вертикальная «ВЕНТА»

Допускается использование измельчителя для дробления зерна, хлопьев и других продуктов технической переработки растительных культур.

Вертикальный принцип конструирования дробилки «ВЕНТА» Компании «Технэкс» (РФ, г. Екатеринбург) дает целый ряд преимуществ по сравнению с горизонтальными дробилками.

Основными преимуществами устройства являются:

- питатель-распределитель обеспечивает равномерную подачу и распределение гранул по длине валков, гарантируя устойчивую работу измельчителя;

- рабочий зазор между валками регулируется маховиками с индикаторами часового типа;

- защита от попадания каких-либо твердых частиц выполнена на основе мощных спиральных пружин, возвращающих валки в исходное положение.

Отсутствует переизмельчение промежуточных продуктов, так как увеличенная площадь ситовой поверхности и увеличенная рабочая зона молотков не дают продукту оставаться в дробильной камере дольше необходимого, вследствие чего обеспечивается получение требуемого гранулометрический состав компонентов комбикормов.

Комплектация включает все необходимое для быстрого запуска дробилки в эксплуатацию (дробилка, питатель, двигатель, силовая панель, устройство плавного пуска, система управления на базе Siemens, комплект ЗИП).

Производительность дробилок ВЕНТА серии ДМВ 9-18 т/час в зависимости от продукта и мощности двигателя.

**Дробилка ВЕНТА с гравитационным и шнековым питателем** (рис. 43) компании «Технэкс» (РФ, г. Екатеринбург) предназначен для измельчения зернового сырья (пшеница, ячмень, кукуруза, горох и т.д.) и продуктов технической переработки растительных культур (шрот, жмых, травяная мука, ракушка и т.д.) при производстве комбикормов.



Рисунок 43 - Дробилка ВЕНТА с гравитационным и шнековым питателем

Основным преимуществом устройства является:

- экономия электроэнергии до 30%;
- минимальная потеря влаги продукта в процессе дробления;
- магнитная защита и камнеотборник обеспечивают очистку продукта, увеличивая ресурс сит и молотков;

- низкий уровень вибраций;
- устройство плавного пуска создает щадящий режим для работы двигателя;
- серия защитных блокировок обеспечивает безопасную работу линии дробления.

**Дробилка молотковая ММ** (рис. 44) предназначена для дробления зерновых и других культур, до частиц необходимых размеров. Используется в пищевой и комбикормовой промышленности. По отдельному заказу комплектуется питателем П-20. Техническая характеристика устройства приведена в табл. 14.



Рисунок 44 - Дробилка молотковая ММ

Таблица 14 - Техническая характеристика дробилок ММ

Марка	Производительность, т/час	Мощность, кВт	Габариты, мм	Масса, кг
ММ 70	3 - 10	37 - 55	1600x1400x1900	2000
ММ 140	9 - 17	90 - 110	2100 x1400x1900	2600
ММ 140У	17 - 23	132	2400 x1400x1900	3600

**Дробилка Р1-БДК-М** предназначена для измельчения зерна злаковых и пленчатых культур, шротов при производстве комбикормов. Техническая характеристика устройства приведена в табл. 15, рис. 45.

Таблица 15 - Техническая характеристика дробилки Р1-БДК-М

Наименование показателя	Значение
Производительность (при влажности продукта не более 15%), т/ч	1,5
Производительность на решетках с отверстиями Ø7,0 мм	2
Суммарная мощность установленных электродвигателей, кВт	15,25
основного двигателя	15,0
двигателя мотор-редуктора, привода задвижки	0,25
Габаритные размеры, мм	1500x1500x2700
Обслуживающий персонал, чел.	1



Рисунок 45 - Дробилка Р1-БДК-М

Дробилка Р1-БДК-10М (рис. 46) предназначена для измельчения зерна злаковых и пленчатых культур, шротов при производстве комбикормов. Техническая характеристика устройства приведена в табл. 16.



Рисунок 46 - Дробилка Р1-БДК-10М

Таблица 16 - Техническая характеристика дробилки Р1-БДК-М

Наименование показателя	Значение
Производительность (при влажности продукта не более 15%), т/ч	8-10
Суммарная мощность установленных электродвигателей, кВт	75,5
основного двигателя	37,0
двигателя привода шнека	0,75
Габаритные размеры, мм	3010x 1500x3800

**Машина зерноплющильная ЗП-500** (рис.47) предназначена для плющения зерна пшеницы, ячменя, ржи и других фуражных культур с целью повышения его усваиваемости.



Рисунок 47 - Машина зерноплющильная ЗП-500

Устройство состоит из следующих основных узлов и деталей. Станины машины, представляющей собой сварную металлоконструкцию, блок управления, оперативный бункер, вальцевый станок, электродвигатель, осуществляющий привод основных рабочих органов через редуктор.

Устройство оснащено защитой электродвигателя от перегрузки, магнитной защитой и защитой валцов от попадания твердых предметов в зазор между вальцами.

Зерно засыпается в приемный и сплющивается проходя через зазор между вальцами. Полученный в результате продукт ссыпается вниз через выпускную воронку.

По желанию потребителя возможно комплектование дополнительными средствами механизации при загрузке зерна и транспортировании готовой продукции. Техническая характеристика машины приведена в табл. 17.

Таблица 17 - Технические характеристики машина зерноплющильная ЗП-500

Наименование показателя	Значение
Производительность тонн в час (в зависимости от установленного зазора между вальцами)	0,5..1,5
Установленная мощность, кВт	7,5
Масса, кг	900
Габаритные размеры, не более, мм	1350x1350x1650

## 6.4 Дозирующие машины

**Весовая система на тензометрических датчиках ВБ-20 , 50, 100, 250, 500, 1000, 3000** (рис. 48) используются в линиях дозирования основных компонентов смесей сыпучих продуктов. Серия весов включает модификации не только различного номинала, но и отличающиеся по форме, габаритам и устройству разгрузки. Выбор той или иной конфигурации определяется свойствами продукта и потребностями заказчика.



Рисунок 48 - Весовая система на тензометрических датчиках типа ВБ

Краткая характеристика весовой системы типа ВБ:

- класс точности по ГОСТ 29329-92 – средний;
- устройство разгрузки — заслонка с пневмоприводом или конвейер винтовой;
- исполнение — углеродистая или нержавеющая сталь;
- система управления позволяет работать по нижней границе погрешности, что исключает перерасход продукта.

**Дозаторы** (одношнековые, четырехроторные, роторные) (рис. 49-51) предназначены для непрерывного объемного дозирования сыпучих материалов с насыпной плотностью от 0,2 до 4,0 т/м<sup>3</sup>.

Область применения в линиях дозирования сыпучих материалов, в качестве питателей для прессов-грануляторов, дробильных и других машин. При дозировании материалов повышенной текучести, а также в качестве питателей при наличии избыточного давления либо разрежения в питающем бункере (например, в системах с пневмотранспортом материала).

Производительность регулируется изменением скорости вращения шнеков (либо барабана) путем дистанционного воздействия на управляемый асинхронный привод. Техническая характеристика дозаторов приведена в табл. 18.



Рисунок 49 - Дозатор одношнековый



Рисунок 50 - Дозатор четырехшнековый



Рисунок 51 - Дозатор роторный

Таблица 18 - Техническая характеристика дозаторов

Тип	Дозатор одношнековый	Дозатор четырехшнековый	Дозатор роторный
1	2		
Номинальная производительность, м <sup>3</sup> /час	0,25; 0,4; 0,63; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0; 16,0; 25,0	1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0; 16,0; 25,0	2,5; 4,0; 6,3; 10,0; 16,0; 25,0
Наименьшая производительность в % от номинальной	20%		
Погрешность дозирования	Не более ±1,5%		

Продолжение таблицы 18.

1	2		
Температура дозируемого продукта	до 200 °С		
Допустимый размер кусков	до 10 мм		
Температура окружающей среды	- 40 °С - +50 °С		
Тип привода	Асинхронный		
Питание	Напряжение ~ 3 х 380 В, частота 50 Гц		
Потребляемая мощность	0,55 -5,5 кВт	0,55 - 2,2 кВт	0,37 - 2,2 кВт
Режим работы	Непрерывный		
ГОСТ,ТУ	ТУ5254-002-20818004-96	ТУ4744-003-20818004-96	

**Дозатор ДВДД** (рис. 52) предназначен для автоматического взвешивания и дозирования пищевых продуктов и промышленных материалов в соответствии с заданной массой дозы.

Отличительной особенностью устройства для автоматического дозирования является:

- возможность задания с блока управления (в пределах, установленных на данный тип дозатора) требуемой массы дозы;
- автоматическое бракование набранной дозы, если отклонение действительного значения её массы от заданного, превышает установленный пользователем предел;
- накопление и хранение информации о количестве взвешенных доз и суммарной массы навешанных доз не менее чем за 10 часов работы;
- индикация на алфавитноцифровом дисплее текущего значения веса, режима работы дозатора, наименование и значения вводимых параметров, сообщения об ошибках и неисправностях;
- аварийной остановки и блокировки работы в случае нарушения режима работы дозатора (прекращение поступления дозируемого продукта, неверно набранной дозы, и т.п.).

Техническая характеристика автоматических дозаторов ДВДД приведена в табл. 19.



Рисунок 52 - Автоматический дозатор типа ДВДД



Таблица 19 -Технические характеристики автоматического дозатора ДВДД

Наименование показателя	ДВДД-0,6	ДВДД-3,0	ДВДД-6,0
Пределы дозирования, г	1—600	5—3000	5—6000
Погрешность взвешивания	согласно ГОСТ Р.8579-2001		
Объём бункера, л	50/90		
Длительность цикла не более, с	4		
Габариты, мм	950x700x550		
Расширение температурного диапазона, до °С	-20		

**Дозатор Р1-БДУ** (рис. 53) предназначен для дозирования компонентов комбикорма. Устройство состоит из бункера, блока сигнализации уровня, весов электронных тензометрических, терминала весового и патрубка. Емкость наддозаторного бункера составляет 700 кг.



Рисунок 53 - Дозатор Р1-БДУ

Таблица 20 - Техническая характеристика дозатора Р1-БДУ

Наименование показателя	Значение
Обозначение	ВП2-1515
Пределы взвешивания, кг	10-2000
Дискретность и цена поверочного деления, кг	0,5
Интервалы взвешивания	от 10 до 250 вкл св.250 до 1000 вкл св.1000
Пределы допускаемой погрешности, при первичной поверке, ± кг	0,5 –1,0
Пределы допускаемой погрешности, при эксплуатации, ±кг	0,5-1,5
Класс точности по ГОСТ 29329	средний

**Установка для ввода жидких компонентов** (рис. 54) предназначена для дозирования растительного масла в смеси сыпучих

компонентов, с целью повышения энергии рассыпного комбикорма и повышения его связуемости.



Рисунок 54 - Установка для вода жидких компонентов

Установка состоит из следующих основных узлов и деталей: расходная емкость (100-1000л), продуктопровод, блок форсунок для распыления масла в процессе смешивания. В комплект оборудования входит: насос, электрооборудование, тензометрическая весоизмерительная система. Для смесителей объемом до 500 л поставляется насос-дозатор.

Ввод жидких компонентов в комбикорма улучшает их качество: повышает калорийность, энергоемкость и питательную ценность кормов.

Установка обеспечивает:

- контроль и регулирование уровня жидкости в расходной емкости;
- автоматическое измерение суммарных расходов жидкостей;
- высокую точность дозирования жидкостей с погрешностью 0,5-1%;
- автоматическое управление от контроллера.

## 6.5 Смешивающие машины

На комбикормовых предприятиях по переработке зернового сырья после дозирования измельченного сырья, полученную массу смешивают. Для этого применяют самые разнообразные смесители, отличающиеся как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению. Их можно подразделить на две группы по принципу действия: периодического и непрерывного. И по конструктивным признакам: лопастные, барабанные, шнековые, ленточные, вибрационные, вертикальные, горизонтальные, одновальные и двухвальные.

Повышение требований к качеству выпускаемых комбикормов потребовало создания нового поколения смесителей, обеспечивающих однородность готовой смеси не менее 92...95%.

Ведущими машиностроительными заводами разработаны смесители периодического и непрерывного действия, позволяющие смешивать с высокой однородностью компоненты комбикормов, премиксов, белково-витаминно-минеральных добавок и сыпучих продуктов с жидкостями: мелассой, жиром животным, маслом растительным.

В основу конструкции двухвальных лопастных смесителей периодического действия положен «псевдооживленный» метод смешивания, позволяющий смешивать компоненты с различными размерами частиц и разной объёмной массой, и обеспечивающий получение однородной смеси за достаточно короткий промежуток времени.

Смесители выпускаются в двух исполнениях: для смешивания сыпучих продуктов и для смешивания сыпучих продуктов с жидкими компонентами. Во втором исполнении в смесителе дополнительно устанавливается роторный разрыхлитель и распределительный коллектор с форсунками.

Основные достоинства смесителей: высокое качество смешивания, однородность смеси составляет 95%, быстрое смешивание; время смешивания для сыпучих продуктов не превышает 1 мин.; время смешивания сыпучих продуктов с жидкими компонентами составляет 2...5 мин. в зависимости от количества ввода жидких компонентов в диапазоне от 1 до 4%; быстрое время разгрузки; время разгрузки составляет 5...10 с, возможность ввода жидких компонентов (жира, мелассы, масла растительного и др.) в количестве от 1 до 4%.

Двухвальные лопастные смесители периодического действия УЗ-ДСП девяти типоразмеров, вместимостью от 20 до 1500 кг прошли приемочные испытания и серийно выпускаются экспериментальной базой института.

**Смесители УСК-3, УСК-6** (рис. 55) предназначены для получения однородной смеси из сухих измельченных компонентов комбикорма и добавок. Технические характеристики смесителей УСК-3 и УСК-6 приведена в табл.22.

Смеситель может быть размещен на электронных весах, совмещен с системой автоматического управления и выполнять функции дозатора с точностью не менее 1,0%.

При работе с электронной системой дозирования смеситель позволяет смешивать от 5 до 8 компонентов комбикорма в процессе их подачи в смеситель.



Рисунок 55 - Смесителей УСК-3 и УСК-6

Таблица 22 - Технические характеристики смесителей УСК-3 и УСК-6

Наименование показателя	УСК-3	УСК-6
Вместимость бункера смесителя, м <sup>3</sup> (т)	2(1)	6(3)
Продолжительность смешивания, мин	2-4	4-6
Однородность смешивания, %	93-95	90-92
Установленная мощность, кВт	5,5	11,5-16,5
Габаритные размеры, мм	2150x2000x4000	3770x3150x4000
Масса, кг	1200	2200

В технологических линиях применяют высокоэффективные двухвальные смесители типа УЗ-ДСНД и УЗ-ДСП, выпускаемые экспериментальной базой ОАО «ВНИИКП». Практический опыт разработки смесительного оборудования позволил создать специалистами машиностроительного комплекса параметрический ряд смесителей непрерывного действия УЗ-ДСНД (рис. 56) и периодического действия УЗ-ДСП (рис. 57) производительностью 10, 20, 30, 50 т/ч для смешивания сыпучих компонентов и сыпучих продуктов с жидкими компонентами.

**Смеситель УЗ-ДСНД** предназначен для непрерывного смешивания сыпучих компонентов комбикормов и сыпучих компонентов с жидкостями различной вязкости (меласса, жир, масло, растительное и др.).

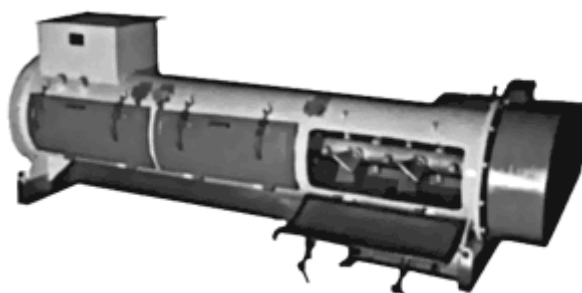


Рисунок 56 - Смеситель непрерывного действия УЗ-ДСНД

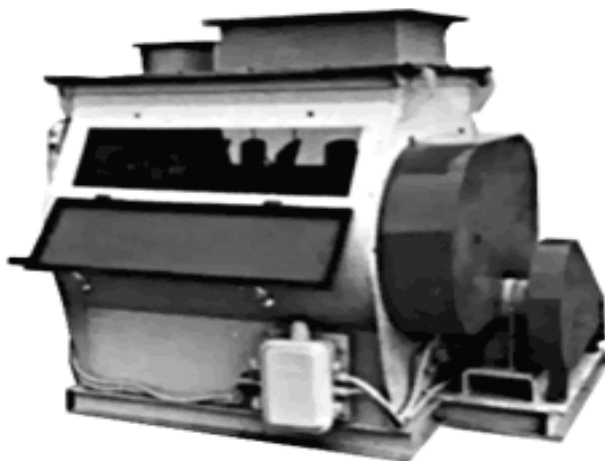


Рисунок 57 - Смеситель периодического действия УЗ-ДСП

В основу принципа работы смесителя положен «вихревой» метод смешивания, создающий сложные вихревые движения части продукта и обеспечивающий получение гомогенной смеси, однородность которой составляет до 90%. Смеситель непрерывного действия УЗ-ДСНД имеет компактную конструкцию, прост в обслуживании и надежен в эксплуатации. Большие окна на корпусе обеспечивают легкий доступ в смесительную камеру для очистки, профилактических и ремонтных работ. Конструкция лопастей позволяет производить их замену в случае износа или повреждения. Жидкие компоненты вводятся в смеситель через штуцеры, расположенные на корпусе, без использования форсунок.

**Смеситель периодического действия УЗ-ДСП** предназначен для смешивания сыпучих компонентов комбикормов, премиксов и др. Рабочий орган смесителя обеспечивает противоточное перемещение продукта вдоль лопастных валов, а также многократное перемещение в центресмесителя между валами. Это движение частиц продукта относительно друг друга способствует эффективному и качественному смешиванию различных компонентов и обеспечивает получение высокой однородности смеси за короткий промежуток времени.

Конструктивной особенностью являются технологические окна в корпусе, обеспечивающие легкий доступ в смесительную камеру для осмотра, ремонта и очистки. Большие выгрузные отверстия позволяют осуществлять быструю разгрузку готовой смеси. Отличительной особенностью является ручной привод выгрузных задвижек у УЗ-ДСП-0.02, УЗ-ДСП-0.05, у остальных автоматический.

Техническая характеристика двухвальных смесителей типа УЗ-ДСНД и УЗ-ДСП приведена в табл. 23, 24.

Основные преимущества этих смесителей:

- высокая эффективность смешивания;
- возможность ввода любых жидкостей (жира, мелассы, масла растительного и др.) различной вязкости без применения форсунок в количестве от 1 до 10%;
- возможность одновременного ввода различных жидкостей;

- высокая сыпучесть полученной смеси;
- компактная конструкция;
- надежное обслуживание и эксплуатация.

Смесители периодического и непрерывного действия успешно применяются на предприятиях комбикормовой промышленности, птицефабриках, фермерских хозяйствах, на предприятиях агропромышленного комплекса и других отраслей промышленности.

Таблица 23 - Техническая характеристика смесителя непрерывного действия УЗ-ДСНД

Тип смесителя	Производительность, т/ч	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
			2320	1160	600	
УЗ-ДСНД-10	10	7,5	2320	1160	600	420
УЗ-ДСНД-20	20	15	2370	1225	850	720
УЗ-ДСНД-30	30	22	2900	1800	1060	970
УЗ-ДСНД-50	50	37	2900	1800	1060	1000
УЗ-ДСНД-100	100	55	3500	1870	1350	2200

**Горизонтальный смеситель ROmiLL MIXER H** (рис. 58) предназначен для смешивания составных частей разных сортов и форм сыпучих материалов. Благодаря единственному способу гомогенизации и разнообразию различных вариантов, они оптимально используются для обеспечения смешивания в технологических линиях средней производительности. Они были разработаны для гомогенизации дробленого зерна всех сортов и для другого, по-разному обработанного растительного сырья совместно с малыми дозами специфических кормовых дополнений-микрокомпонентов. Кроме производства комбикормов в сельскохозяйственных предприятиях, объединениях и кооперативах, применяются они еще во многих отраслях. Нержавеющий вариант является пригодным для пищевой и химической промышленности, и т.д. Машины отличаются низкой монтажной высотой, унификацией с вальцовыми машинами ROmiLL, возможностью тензометрического взвешивания при дозировании компонентов, надежностью обеспечивающей бесперебойную эксплуатацию.



Рисунок 58 - Горизонтальный смеситель ROmiLL MIXER H

Таблица 24 - Техническая характеристика смеситель периодического действия УЗ-ДСП

Тип смесителя	Вместимость, кг	Производительность, т/ч	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
				длина	ширина	высота	
УЗ-ДСП-0,02	20	0,6	0,75	737	681	639	145
УЗ-ДСП-0,05	50	1	1,5	1150	780	1000	200
УЗ-ДСП-0,1	100	2	2,2	1200	1000	1100	400
УЗ-ДСП-0,2	200	4	5,5	1500	1200	1250	750
УЗ-ДСП-0,4	400	8	11,8	2160	1556	1760	1550
УЗ-ДСП-0,5	500	10	19,1	2380	1696	2140	1800
УЗ-ДСП-1,5	1500	30	41,5	3210	2524	2690	3500

Главным преимуществом горизонтального смесителя ROmiLL MIXER H является высокая степень смешиваемости, которая выше чем 1:10.000. Благодаря этому можно достичь сбалансированности питательных веществ в кормовых смесях на основании предписанной производственной рецептуры для данного типа и категории животных. Точность смешивания была проверена на основании методик, изложенных в ГОСТах.

Высокая эффективность процесса смешивания в горизонтальных смесителях объясняется:

- вращательных движением 2-х роторов, из которых каждый имеет две разные спирали, которые поворачиваются в противоположном направлении. Благодаря этому происходит интенсивное смешивание частиц;
- перемещением материала к продольным стенам ванны, где происходит обратное перемещение продукта вихревое поле между шнеками;
- осевым транспортным давлением материала на передние двухкамерные ванны и последующим пересыпанием в рабочую зону второго ротора. Этим создается такая циркуляция, когда один ротор давит на загрузку половиной камеры в одном направлении и другой, соседней, половиной в противоположном направлении.

**Механические смесители (типа МСН)** (рис. 59) непрерывного действия предназначены для смешивания сыпучих компонентов комбикормов в потоке, а также на зерноперерабатывающих предприятиях

при необходимости ввода жидких компонентов. Техническая характеристика смесителя приведена в табл. 25.



Рисунок 59 - Механический смеситель типа МСН

Таблица 25 - Техническая характеристика механических смесителей типа МСН

Показатель	Тип смесителя	
	МСН-10-М	МСН-15-М-Ж
Номинальная производительность	10 т/ч	15 т/ч
Степень однородности при смешивании	Не ниже 95%	
Условия эксплуатации	УХЛ 4 по ГОСТ 15150-69	
Тип привода	Привод клиноременный, передача косозубая в герметичном картере.	
Питание	Напряжение ~ 3 х 380 В, частота 50 Гц	
Потребляемая мощность	4,0 кВт	5,5 кВт

Устройство и принцип действия. В металлическом корпусе специальной формы установлены два вала с лопатками, придающими продукту одновременно вращательное и поступательное движение от входного к выходному патрубку. Смешивание происходит благодаря вращению валов навстречу друг другу. Смесители МСН-15-М-Ж оборудованы рассекателями, имеющими патрубки для подачи жидкостей.

**Смеситель Р1-БСК** (рис. 60) предназначен для смешивания сыпучих компонентов комбикормов.

Устройство состоит из следующих основных узлов и деталей. Станина, корпус, рабочий орган, приемное и выпускное устройство, моторредуктор и клиноременная передача.

Смеситель Р1-БСК периодического принципа действия работает следующим образом. Исходная смесь сдозированных компонентов через



приемное устройство подается в рабочую зону смесителя, где под действием вращающегося рабочего органа происходит быстрое перераспределение однородных частиц во всем объеме смеси. Рабочий орган представляет собой спиралевидные лопасти, закрепленные на вращающемся горизонтальном валу. По завершению цикла смешивания готовая кормовая смесь выгружается из рабочей зоны через выпускное устройство.



Рисунок 60 - Смеситель P1-БСК

Техническая характеристика приведена в табл. 26.

Таблица 26 - Техническая характеристика смесителя P1-БСК

Наименование показателя	Значение
Техническая производительность, т/ч	4 до 6
Рабочая вместимость смесителя, м <sup>3</sup>	2,2
Установленная мощность электродвигателя, кВт	7,5
Общий цикл смешивания, мин, в том числе:	8-10
• продолжительность смешивания компонентов комбикормов, мин	5-7
• продолжительность загрузки, с	90
• продолжительность выгрузки, с	90
Частота вращения шнека смесителя, об./мин, не более	20
Однородность смешивания, не менее	0,75
Габаритные размеры, мм	2530x1300x2800
Масса, кг	480

**Гравитационный смеситель** непрерывного действия (рис. 61), разработка ЗАО «Агроэскорт», предназначен для смешивания сыпучих материалов (компонентов сложных минеральных добавок, составляющих комбикорма и т.п.) в потоке.



Рисунок 61- Гравитационный смеситель непрерывного действия

## 6.6 Прессующие машины

Прессующие машины предназначены для гранулирования рассыпного комбикорма с вводом в рецептуру жидких компонентов (мелассы, жира), а также продуктов, не требующих дополнительного измельчения (гранулированной травяной муки, шрота, отходов мукомольно-крупяного производства и др.).

**Пресс-гранулятор ДГ и ПГ-660** предназначен для получения высококачественных топливных и кормовых гранул различного диаметра (табл. 27, 28).

Продукция машиностроительного предприятия АО «Ростпродмаш», Пресс-грануляторы (рис. 62), выпускаются в следующей комплектации: гранулятор, охладитель, измельчитель, сепаратор, электрощипцы и панели для ручного и автоматического управления оборудованием.

**Компания «ТЕХНЭКС»** предлагает оборудование линии гранулирования, которое обеспечивает полный цикл производства экологически чистой продукции. Линия гранулирования с гранулятором «МАТРИКС» — это линия высокой монтажной готовности, оснащенная охладителем, измельчителем, просеивателем гранул и системой ввода горячего воздуха. Линия гранулирования компании имеет производительность – 10, 15 и 20 т/час.

Таблица 27 - Технические характеристики пресс-гранулятор ДП

Показатель	Значение
Габаритные размеры, мм	2200x1130x2250 - гранулятора; 1740x1995x4550 - охладителя с измельчителем; 2500x1900x1800 - сепаратора
Диаметр, мм	10 - измельчаемых гранул (максимальный)
Производительность, т/ч	10 - при диаметре отверстий в матрице 19 и 12.7 мм; 9 - в матрице 9.7 мм; 8 - в матрице 7.7 мм; 7 - в матрице 4.7 мм
Рабочее давление пара, кг/см <sup>2</sup>	3.4-4
Расход сухого пара, кг	50...60 (на 1 т гранулированных кормов)

Таблица 28 - Технические характеристики ПГ-660

Показатель	Значение
Производительность, т/ч	22
Диаметр матрицы, мм	660
Количество роликов, шт	2
Диаметр роликов, мм	320
Установленная мощность, кВт	213,2
Масса б/эл.оборудования, кг	7700
Габаритные размеры, мм	3085x3275x3535

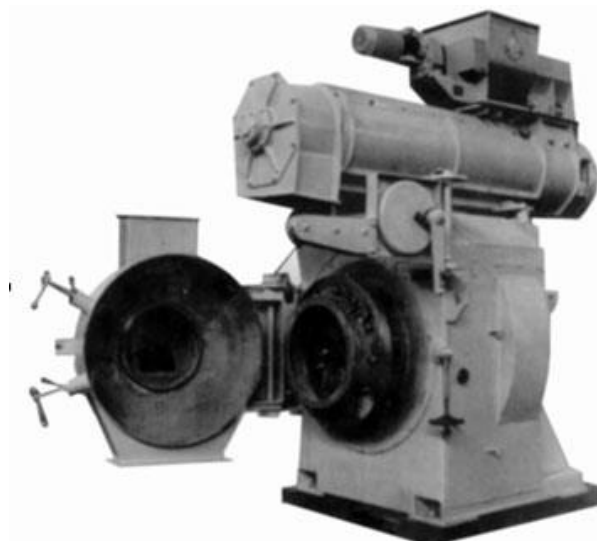


Рисунок 62 - Пресс-гранулятор ПГ-660

Конструктивной особенностью является модульная конструкция (все узлы смонтированы в едином корпусе) сводит к минимуму монтажные работы при его установке. V-образное расположение главных электродвигателей снижает нагрузку на главный вал и улучшает условия работы подшипников. Система автоматической смазки подшипников главного вала и роликов увеличивает срок службы дорогостоящих комплектующих гранулятора. Ролики с разным рифлением улучшают условия подготовки и формирования гранул. Пресс-гранулятор «МАТРИКС» (рис. 63) в зависимости от производительности комплектуется матрицами с диаметром 660 мм и шириной 228, 178, 138 мм-образное расположение главных электродвигателей снижает нагрузку на главный вал и улучшает условия работы подшипников.

**Линия гранулирования ЛГ-406/1 и ЛГ-406/2** (рис. 64) предназначена для гранулирования комбикормов, жома, травяной муки, отходов крупяного, сахарного и текстильного производства, шрота, опилок. Позволяет получать сбалансированные питательные кормовые, а также высококачественные топливные гранулы, способные сохранять свои свойства в течение длительного времени и использовать для этих целей отходы производства.

Линия обеспечивает охлаждение, измельчение, просеивание гранул и крупки после гранулирования.

Состав линии: пресс-гранулятор, охладитель, измельчитель, сепаратор и электрооборудование.

Техническая характеристика приведена в табл. 29.



Рисунок 63 - Пресс-гранулятор «МАТРИКС»

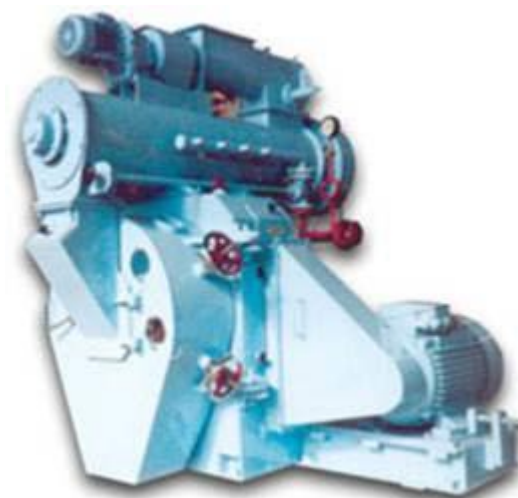


Рисунок 64 - Линия гранулирования ЛГ-406/1 и ЛГ-406/2

Таблица 29 - Техническая характеристика ЛГ-406/1 и ЛГ-406/2

Показатель	Тип	
Производительность при насыпном весе продукта 0,6 т/м <sup>3</sup> и приработанных матрицах, т/ч:		
• на матрицах с отверстиями 4,7-7,7мм	8-8,5	2,0-2,5
• на матрицах с отверстиями 9,7;12,7,мм	9-11	3-4
Установленная мощность, кВт	144-154	70
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Масса, кг	5130	

**Линия гранулирования ОГМ-1,5** (рис. 65) предназначена для гранулирования комбикормов, травяной муки, отрубей, отходов сахарного производства, торфа, древесных опилок и т.д. с последующем охлаждением и просеиванием гранул. Техническая характеристика приведена в табл. 30.

Основные узлы: гранулятор, бункер, нория ковшовая, охладитель, сортировка, система подачи воды.



Рисунок 65 - Линия гранулирования ОГМ-1,5

Таблица 30 - Техническая характеристика ОГМ-1,5

Показатель	Значение
Производительность, т/ч	2
Установленная мощность, кВт	98
Диаметр отверстий гранул, мм	6-14
Габаритные размеры, мм	4100x3830x5670
Масса, кг	4900

**Гранулятор малый ГМ-0,5** предназначен для получения гранулированных кормов для сельскохозяйственных и домашних животных, птиц, рыб. Используется для гранулирования отрубей.

Устройство может работать в комплекте с любой молотковой дробилкой и смесителем производительностью 500 кг/ч.

Гранулятор (рис. 66) позволяет получать сбалансированный питательный корм, способный сохранять свои свойства в течение длительного времени и использовать для этих целей отходы производства.



Рисунок 66 - Гранулятор малый ГМ-0,5

Таблица 31 - Техническая характеристика гранулятора ГМ-0,5

Показатель	Значение
Производительность, кг/ч	250-500
Диаметр отверстий матрицы, мм	4,8; 8; 10; 14; 20
Установленная мощность, кВт	7,5
Габаритные размеры, мм	1040x500x800
Масса, кг	600

**Пресс-экструдеры ПЭ-75, ПЭ-150, ПЭ-150У** (рис. 67) предназначены для приготовления полноценных кормов путем экструдирования (ПЭ-75, ПЭ-150 - пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы, гороха; ПЭ-150У - пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы, гороха и сои). Техническая характеристика приведена в табл. 32.

Экструдер состоит из следующих основных узлов и деталей: корпуса, оснащенного нагревательными элементами; рабочего органа (шнека, диска, поршня), размещенного в корпусе; узла загрузки перерабатываемого материала; силового привода; системы задания и поддержания температурного режима, других контрольно-измерительных и регулирующих устройств.

По типу основного рабочего органа экструдеры подразделяют на одно- или многошнековые (червячные), дисковые, поршневые (плунжерные) и др. Наибольшее распространение в промышленности получили шнековые (червячные) экструдеры.

По частоте вращения шнека экструдера подразделяются на нормальные (окружная скорость до 0,5 м/мин) и быстроходные (до 7 м/мин); по конструктивному исполнению — на стационарные и с вращающимся корпусом, с горизонтальным или вертикальным расположением шнека. Существуют Э. со шнеками, осуществляющими не только вращательное, но и возвратно-поступательное движение.



Рисунок 67 - Пресс-экструдеры ПЭ-75, ПЭ-150, ПЭ-150У

Таблица 32 - Техническая характеристика пресс-экструдеров ПЭ-75, ПЭ-150, (150 У)

Наименование показателя	ПЭ-75	ПЭ-150 (ПЭ-150У)
Производительность, кг/час (в зависимости от продукта)	65-80	150
Мощность электродвигателя, кВт	7,5	18
Температура процесса, °С	130-160	130-160
Габаритные размеры, мм	1000x650x540	1200x1000x700
Масса, кг	250	380

**Охладитель противопоточный** (рис. 68) предназначен для охлаждения гранул после пресс-гранулятора. Устройство состоит из следующих основных узлов и деталей. Дно охладителя представляет собой конус, обеспечивающий контакт большей массы продукта с потоками холодного воздуха. Цилиндрическая форма корпуса охладителя повышает эффективность процесса и занимает сравнительно меньше места, что немаловажно для небольших производственных помещений. Высокая эффективность охлаждения обеспечивается за счет увеличения объема охлаждающего воздуха.

Линия гранулирования комплектуется охладителем в зависимости от производительности 10 или 20 т/час.



Рисунок 68 - Охладитель противопоточный

### 6.7 Мини-комбикормовые заводы

В современных условиях рыночных отношений все большее место отводится предприятиям малого и среднего бизнеса. Современное технологическое оборудование и научно-обоснованные принципы технологии позволяют осуществить эффективную переработку зерна на мини-предприятиях сельского типа в готовую продукцию высокого качества.

**Малогабаритный комбикормовый агрегат МКА-1** (рис. 69, табл. 33) предназначен для приготовления рассыпных комбикормов из фуражного зерна местного производства и обогатительных добавок. Эксплуатируется в неотапливаемом закрытом помещении, заблокированном со складом сырья, или непосредственно в зернохранилище, где высота потолка в месте монтажа бункера-смесителя не менее 2,8 м. Функциональной схемой агрегата предусмотрен пневмозабор исходных зерновых компонентов и добавок с расстояния до 8 м из положения их напольного хранения.

В состав агрегата входят:

- дробилка зерна ДП-0,5 или ДП-1,0;
- смеситель-накопитель;



- устройство пневмозабора зерна и улавливания инородных предметов;
- питатель микродобавок;
- трубопроводы.



Рисунок 69 - Малогабаритный комбикормовый агрегат МКА-1

Таблица 33 - Техническая характеристика малогабаритного комбикормового агрегата МКА-1

Технические характеристики	Значение
Производительность, тн/час, не более	1,0
Равномерность смешивания компонентов, %:	90
Погрешность дозирования зерновых компонентов, %, не более	10
Погрешность дозирования обогатительных добавок, %, не более	1
Влажность исходных компонентов, %, не выше	16
Номинальная мощность дробилки, кВт	11
Номинальная мощность смесителя-накопителя, кВт	2,2
Количество обслуживающего персонала, человек	1
Диаметр бункера, мм, не более	1200
Высота бункера, мм, не более	2850
Масса, кг	627

**Модернизированный вариант малогабаритный комбикормовый агрегата МКА-1** (рис. 70, табл. 34), обеспечивающий весовое дозирование компонентов и обогатительных добавок благодаря установленной электронной системе весового дозирования, которая, кроме всего прочего, выполняет функцию запоминающего устройства, хранящего информацию о рецептурахготавливаемых комбикормов.



Рисунок 70 - Модернизированный малогабаритный комбикормовый агрегат МКА-1

Таблица 34 - Техническая характеристика модернизированного МКА-1

Технические характеристики	Значение
Производительность, тн/час, не более	до 0,95
Равномерность смешивания компонентов, %	до 90
Точность дозирования, %	0,1
Радиус пневмозабора компонентов (длина рукава), м	до 7
Количество дозируемых компонентов, шт.	до 8
Количество хранимых рецептов, шт.	до 15
Емкость бункера-накопителя, м <sup>3</sup>	1,2
Емкость бункера-накопителя для добавок, м <sup>3</sup>	0,1
Занимаемая площадь, кв. м	12
Расстояние транспортирования компонентов от дробилки до смесителя, м	1 - 6
Влажность исходных компонентов, %, не выше	16
Номинальная мощность дробилки, кВт	11
Номинальная мощность комбикормового агрегата, кВт	13,2
Количество обслуживающего персонала, человек	1
Диаметр бункера, мм, не более	1200
Высота бункера, мм, не более	2850
Масса дробилки/комбикормового агрегата, кг, не более	200/660

**Комбикормовые мини-заводы серии «КЛАД»** (рис. 71-74) предназначены для производства комбикормов в условиях фермерских и крестьянских хозяйствах. Техническая характеристика в табл.35-39.

Основные достоинства комбикормовых мини-заводов серии «КЛАД»:

- простота конструкции, надежность технологического процесса;
- низкая трудоемкость при монтаже;
- устанавливаются в любом помещении без закрепления на полу;
- нижний привод шнека смесителя и применение верхнего фильтра вместо двух фильтров-мешков на каждом бункере-смесителе повышают

надежность технологического процесса и намного улучшают условия технического обслуживания оборудования;

- предусмотрена очистка зерна от металломагнитных и минеральной примесей;
- применяя сито с отверстиями диаметром 1 мм, можно измельчать зерно в муку обойного помола;
- оборудование и запасные части постоянно в наличии.



Рисунок 71 - Комбикормовый мини-завод  
«Клад-0.25» и «Клад-0.65»



Рисунок 72 - Комбикормовой мини-завод «Клад - 1.0»



Рисунок 73 - Комбикормовой мини-завод «Клад - 2.0»



Рисунок 74 - Комбикормовый мини-завод «Клад-3.0»

Таблица 35 - Техническая характеристика комбикормового мини-завода «Клад-0.25»

Техническая характеристика	Значение
1	2
Производительность, кг/час	300-350
Требуемое напряжение электросети, В	380
Мощность электродвигателя дробилки, кВт	3
Частота вращения электродвигателя, об/мин	2950
Мощность электродвигателя смесителя, кВт	1,5
Частота вращения электродвигателя, об/мин	1000
Тип дробилки	молотковый
Количество молотков, шт	20
Диаметр ячеек сменных сит, мм	Ø 1...7
Габаритные размеры, мм	1850x870x2000
Масса, кг	260
Объем каждого загрузочного бункера, м <sup>3</sup>	0,05

Продолжение таблицы 35.

1	2
Объем приемного бункера, м <sup>3</sup>	0,03
Объем смесителя, м <sup>3</sup>	0,7
Обслуживающий персонал, чел.	1

Таблица 36 - Техническая характеристика комбикормового мини-завода «Клад-0.65»

Техническая характеристика	Значение
Производительность, кг/час	650-800
Требуемое напряжение электросети, В	380
Мощность электродвигателя дробилки, кВт	7,5
Частота вращения электродвигателя дробилки, об/мин	2950
Мощность электродвигателя смесителя, кВт	3
Частота вращения электродвигателя смесителя, об/мин	1000
Тип дробилки	молотковый
Количество молотков, шт	28
Диаметр ячеек сменных сит, мм	Ø1...8
Габаритные размеры, мм	2850x1600x2500
Масса, кг	640
Объем каждого загрузочного бункера, м <sup>3</sup>	0,05
Объем приемного бункера, м <sup>3</sup>	0,6
Объем смесителя, м <sup>3</sup>	1,63
Обслуживающий персонал, чел	2

Таблица 37 -Техническая характеристика комбикормового мини-завода «Клад-1.0»

Техническая характеристика	Значение
Производительность, кг/час	1300-1500
Требуемое напряжение электросети, В	380
Мощность электродвигателей дробилки, кВт	11
Частота вращения электродвигателя дробилки, об/мин	2950
Мощность электродвигателей (2-х смесителей), кВт	(3+3)=6
Частота вращения электродвигателя смесителя, об/мин	1000
Тип дробилки	молотковый
Количество молотков, шт.	28
Диаметр ячеек сменных сит, мм	диаметр 1...8
Габаритные размеры, мм	3400x2500x2500
Масса, кг	950
Объем каждого загрузочного бункера, м <sup>3</sup>	0,15
Объем приемного бункера, м <sup>3</sup>	0,6
Объем каждого смесителя, м <sup>3</sup>	1,63
Обслуживающий персонал, чел.	2

Таблица 38 - Техническая характеристика комбикормового мини-завода «Клад-2.0»

Техническая характеристика	Значение
Производительность, кг/час	2000-2200
Напряжение электросети, В	380
Мощность электродвигателей дробилки, кВт	18,5
Частота вращения электродвигателя дробилки, об/мин	2950
Мощность 2-х электродвигателей смесителя, кВт	(4+4)=8
Частота вращения электродвигателя смесителя, об/мин	1000
Тип дробилки	молотковый
Кол-во молотков, шт	48 (66)
Диаметр ячеек сменных сит	1...8 мм
Габаритные размеры, мм	3850x2700x3300
Масса, кг	1200
Объем каждого загрузочного бункера, м <sup>3</sup>	0,15
Объем приемного бункера, м <sup>3</sup>	0,91
Объем каждого смесителя, м <sup>3</sup>	2,3
Обслуживающий персонал, чел	3

Таблица 39 - Техническая характеристика комбикормового мини-завода «Клад-3.0»

Техническая характеристика	Значение
Комбикормовый мини-завод КМЗ -3.0	стационарного типа.
Производительность, кг/ч	2 800 - 3 000
Дробилка ДМ (молотковая), кВт	22
Частота вращения ротора, об/мин	2 800
молотков на роторе, шт	66
Приемный бункер дробилки, м <sup>3</sup>	0,5
объемом смесителя, м <sup>3</sup>	3
с электродвигателями, кВт	5,5
С частотой вращения внутреннего шнека, об/мин	300
Объем загрузочного бункера на смесителе, м <sup>3</sup>	0,08
Общие габариты, мм	3450x3250x3770
Масса, кг	1100

Технологический процесс приготовления комбикорма на мини-заводах «Клад-0.65» и «Клад-0.25» происходит следующим образом. Необходимое количество фуражного зерна (пшеница, рожь, ячмень, кукуруза, горох и т.п.) поступает в приемный бункер. Одновременно в бункер биологически активных добавок поступает витаминно-минеральные и белковые добавки, мел, соль, а также компоненты, не требующие дополнительного измельчения. Далее из бункера для зернового сырья зерно направляют на измельчение, в молотковую дробилку. За счет создаваемого дробилкой разрежения измельченная зерновая масса по путепроводу, воздушным потоком подается в смеситель, где происходит интенсивное смешивание компонентов комбикорма.

Образующаяся в процессе дробления пыль, улавливается фильтром-пылесборником. Выгрузка рассыпного комбикорма осуществляется через выпускной патрубок мини-завода.

Процесс приготовления комбикорма на мини-заводах «Клад-1.0», «Клад-2.0» и «Клад-3.0» (рис. 75) происходит следующим образом. Необходимое количество фуражного зерна поступает на один смеситель согласно заданной рецептуре (пшеница, рожь, ячмень, кукуруза, горох, овес и т.п.), после чего направляют в приемный бункер. Одновременно (при включенном смесителе) в загрузочный бункер засыпают биологически-активные вещества (витаминно-минеральные и белковые добавки, мел, соль), а также компоненты, не требующие дополнительного дробления (отруби и т.д.).

Полученная зерновая смесь из приемного бункера направляется на измельчение в молотковую дробилку. Измельченное зерно по материалопроводу подается в смеситель, где происходит смешивание компонентов, поступающих из разгрузочного бункера и дробилки.

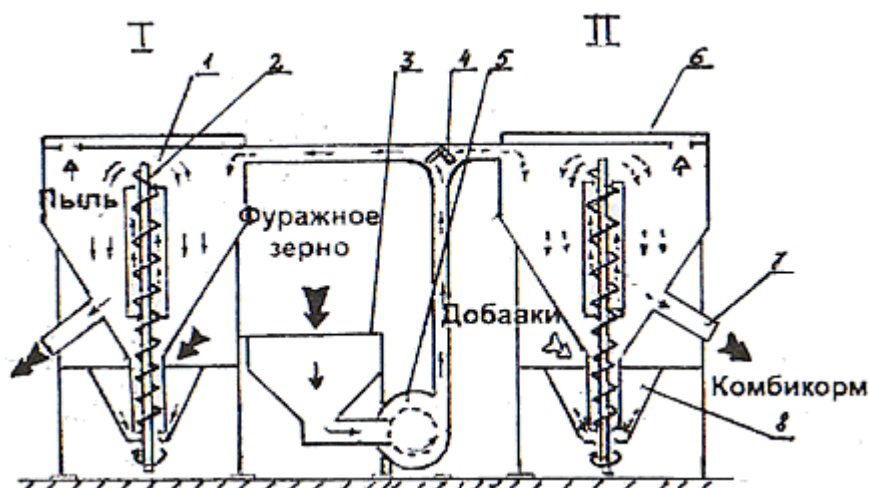


Рисунок 75 - Технологическая схема комбикормового мини-завода серии «КЛАД»

При опустошении приемного бункера его заполняют и переключают распределителем на второй смеситель, после чего продолжают цикл дробления. По мере окончания процесса измельчения на молотковых роторных дробилках, полученный рассыпной комбикорм выгружают из второго смесителя через выпускной патрубок. После окончания дробления зерна на втором смесителе переключают распределитель на первый, выгруженный смеситель, и операция продолжается сначала. Пыль, образующаяся при дроблении улавливается фильтрами-пылесборниками. Таким образом, работа по приготовлению комбикорма ведется непрерывно.

Агрегат комбикормовый АК-3000У (рис. 76) предназначен для приготовления рассыпных комбикормов из зернофуража (пшеница, ячмень, горох, кукуруза и т.д.) и БВД. Используется в составе



технологических линий по производству комбикормов. Техническая характеристика приведена в табл.40.

Состоит из двух дробилок, смесителя, шнекового транспортера, бункера для микроингредиентов, весоизмерительной системы и системы автоматического управления. Контроль и управление технологическим процессом приготовления комбикормов осуществляется с помощью микропроцессора. Агрегат компактен, лёгок в управлении, обеспечивает высокое качество приготовления комбикорма. Очевидным преимуществом является малое потребление электроэнергии.

Принцип работы агрегата комбикормового АК-3000У заключается в следующем. Согласно заданному рецепту зернофураж из оперативных ёмкостей шнековыми транспортёрами подаётся в дробилку. После набора определенной массы одного ингредиента отключается подача зернофуража этого вида и включается подача зернофуража другого вида. Измельчённая масса шнековым транспортёром направляется в бункер-смеситель, установленный на силовых датчиках, фиксирующих поступающую дозу ингредиента.

БМВД шнековым транспортёром подаются в бункер-смеситель через специальные бункеры-приёмники.

Высокая однородность смешивания обеспечивается за счёт оригинальной конструкции вертикального смесителя, внутри корпуса размещаются два шнека, вращающихся с различной скоростью, в результате чего смешивание ингредиентов идет в 3-х направлениях одновременно: первое - вертикально вниз в главной части смесителя, второе - вертикально вверх по внутренней смесительной камере, третье - горизонтально между двумя шнеками.

Затраты времени на полное смешивание составляют 2-4 минуты. Готовая кормовая смесь выдается в различные отводящие системы, имеющиеся в хозяйстве.



Рисунок 76 - Агрегат комбикормовый АК-3000У

Таблица 40 - Техническая характеристика АК-3000У

Показатель	Значение
Производительность, т/ч	3-5
Вместимость бункера-смесителя, м <sup>3</sup>	2
Однородность смешивания, %	95-97
Погрешность дозирования, %	0,5
Суммарная установленная мощность, кВт	45,1
Установленная мощность дробилок, кВт	2x18,5
Габаритные размеры, мм	3500x1900x2200
Масса, кг	1900

**Агрегаты комбикормовые АК-2000В-22 и АК-2x2000В-22** (рис. 77) предназначены для получения рассыпных комбикормов с высоким качеством измельчения и смешивания для разных возрастных групп и категорий животных в условиях коллективных и фермерских хозяйств.

Состав: дробилка, бункер-смеситель, гибкий всасывающий шланг, сопло заборное. выгрузной шнек. весовой терминал.



Рисунок 77 - Агрегаты комбикормовые АК2000В-22 (АК2x2000В-22)

Техническая характеристика приведена в табл. 41.

Таблица 41 - Техническая характеристика Агрегаты комбикормовые АК2000В-22 (АК2x2000В-22)

Показатель	Тип агрегата	
	АК-2000В-22	АК-2x2000В-22
1	2	3
Производительность, т/смену	2-2,5	2-4
Суммарная установленная мощность,	26,6	30,2

кВт		
Тип дробилки	МОЛОТКОВЫЙ	МОЛОТКОВЫЙ

Продолжение таблицы 41.

1	2	3
Диаметр ячеек сменных сит, мм	4; 6	4; 6
Вместимость бункера смесителя, м <sup>3</sup>	4,4	2х4,4
Габаритные размеры, мм	6950х1900х4240	6950х3900х4240
Масса, кг	800	1250

**Комбикормовый завод серии Р1-БКЗ** (рис. 78, 79) предназначены для получения широкого диапазона рецептов комбикормов для различных видов сельскохозяйственных животных. Конструкцией комбикормового завода предусмотрена возможность использования микродобавок. Раздача комбикорма из бункера производится в кузов автомашины или в мешкотару. Техническая характеристика приведена в табл. 42.



Рисунок 78 - Комбикормовый завод Р1-БКЗ-2-6



Рисунок 79 - Комбикормового завода Р1-БКЗ-5-6

Таблица 42 - Техническая характеристика комбикормового завода Р1-БКЗ-2-6 и Р1-БКЗ-5-6

Наименование показателя	Р1-БКЗ-2-6	Р1-БКЗ-5-6
Производительность, т/ч	2	4.5
Потребляемая мощность, кВт	35-40	72
Установленная мощность, кВт	50	90
Количество основных зерновых компонентов (без микродобавок)	6	6
Расход воздуха на аспирацию, м <sup>3</sup> /ч, не более	-	2100
Габаритные размеры, мм	18200x5000x8000	15000x10000x1500
Масса, кг	9000	10000
Обслуживающий персонал, чел	1-2	2

Автоматизированное управление комбикормовыми заводами позволяет более надежно и просто управлять процессами производства, быстро и безошибочно переходить на производство комбикорма другой рецептуры. Кроме того оптимизирует режимы производственного цикла, что позволяет планировать приемку, размещение и использование сырья, увеличить выпуск продукции.

Технологический процесс на комбикормовых заводах серии Р1-БКЗ осуществляется следующим образом (рис. 80). Исходное зерновое сырье ковшовой норией подается в шнек-распределитель, который равномерным потоком распределяет поступающее сырье по приемным бункерам. Далее в соответствии с заданной рецептурой, составляемой весовыми дозаторами, сырье поступает в бункер-накопитель. После чего смесь зерновых компонентов измельчается в молотковой дробилке. Полученная однородная масса измельченных до необходимой крупности направляется в смеситель. По завершению цикла смешивания кормовая смесь направляется в бункер для готовой продукции, после чего отгружается потребителю.

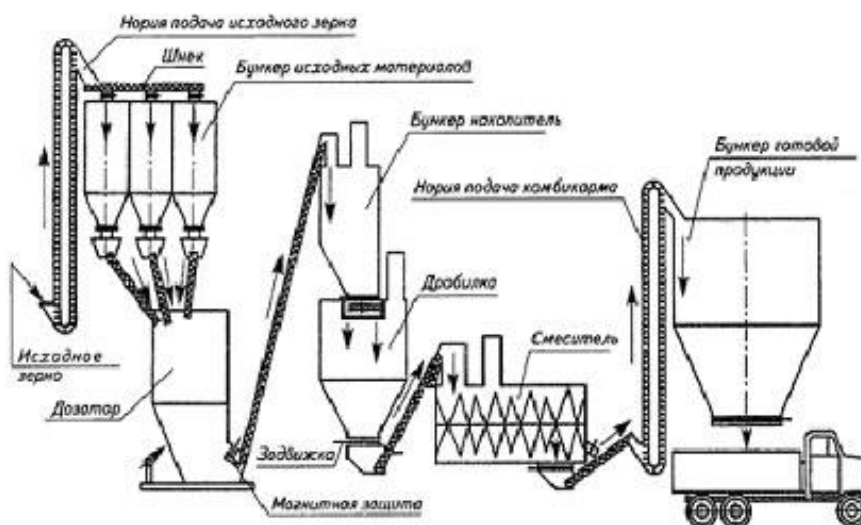


Рисунок 80 - Технологическая схема комбикормовых заводов Р1-БКЗ-2-6 и Р1-БКЗ-5-6

## 6.8 Вспомогательное транспортно-технологическое оборудование

**Нории самонесущие типа НС** (рис. 81, табл. 43) предназначены для вертикального перемещения зерна, продуктов его размола и других сыпучих материалов. Устройство состоит из следующих основных узлов и деталей: головка и башмак нории, норийные трубы, механизм привода. Основным рабочим органом является прорезиненная лента с закрепленными металлическими и пластмассовыми ковшами. Конструкция головки и башмака нории обеспечивает компактность и высокую производительность. Отличительной особенностью является удобство при сборке и демонтаже механизма.



Рисунок 81 - Нория самонесущая НС

Таблица 43 - Техническая характеристика нории самонесущие НС

Марка	НС 2х40У	НС 1	НС 8У	НС 20У	НС 50У	НС 100У	НС 250У	НС 450У	НС 600
Производительность, т/час (при объемной массе 0,75 т/куб.м)	2х40	1,5	8	20	50	100	250	450	600
Высота подъема (max), м	70	10	10	70	70	70	70	70	70

**Конвейер винтовой КВ** (рис. 82, табл. 44) предназначены для транспортирования зерна, муки, отрубей и других продуктов в горизонтальной плоскости и под наклоном. Винтовые конвейеры выпускаются длиной до 20 метров и обеспечивают установку привода с обеих сторон. Возможна поставка конвейеров с винтами из обычной и нержавеющей стали, а также с полимерным покрытием.

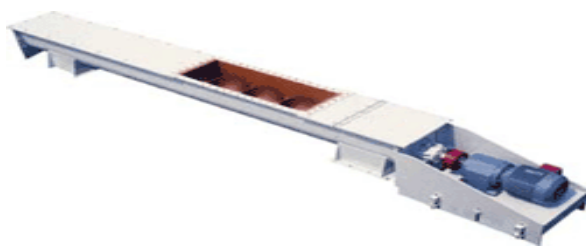


Рисунок 82 - Конвейер винтовой KB

Таблица 44 - Техническая характеристика конвейеров винтовых типа KB

Марка	Размеры, мм	Производительность, т/час	Мощность, кВт
KB15(KB15M*)	150x260x234(468*)	1 - 8(2 - 16)*	0,75 - 2(4)*
KB20(KB20M*)	200x327x320(640*)	2,5 - 20(5 - 40)*	0,75 - 5(10)*
KB25(KB25M*)	250x374x370(740*)	4 - 30(8 - 60)*	0,75 - 7,5(15)*
KB30(KB30M*)	300x448x442(900*)	6 - 50(12 - 100)*	0,75 - 11(22)*
KB35(KB35M*)	350x520x492(1000*)	17 - 80(35 - 160)*	0,75 - 18,5(35)*
KB40(KB40M*)	400x585x542(1100*)	20 - 97(40 - 200)*	2,2 - 22(45)*

**Питатель винтовой ПВ** (рис. 83, табл. 44) предназначены для дозированной подачи муки. Применяются на мельничных предприятиях, имеющих емкость для бестарного хранения и формирования сортов муки.



Рисунок 83 - Питатель винтовой ПВ

Таблица 45 - Техническая характеристика питателей винтовых ПВ

Марка	Производительность, т/час	Мощность, кВт	Габариты, мм	Масса, кг	Обороты винта, об/мин
ПВ 16	7,8	1,5	Ø160x3500x700	220	240
ПВ 20	30	2,2	Ø200x3110x780	230	
ПВ 25	65	4	Ø250x3380x950	295	

**Цепной транспортер ТЦ** (рис. 84, табл. 46) предназначены для транспортирования зерна, мучных продуктов, комбикорма. Конструкция цепного транспортера позволяет осуществлять быстрый пуск и остановку при полной загрузке, располагать загрузочные и разгрузочные патрубки практически в любой точке.



Рисунок 84 - Цепной транспортер ТЦ

Таблица 46 - Техническая характеристика цепной транспортер ТЦ

Марка	Длина max, м	Ширина цепи, мм	Производительность, т/час	Мощность, кВт
ТЦ200	70	200	32,8 - 74,8	8 - 12
ТЦ250		250	65,5 - 125,3	16,5 - 20
ТЦ315		315	96,5 - 181,2	22 - 27,5
ТЦ400А		400	122,7 - 234,9	28 - 35
ТЦ400В			162,9 - 344,4	39 - 54,2

**Виброизгрузчик ВД** (рис. 85) предназначен для перегрузки мучнистого сырья, отрубей, отсосов фильтров, отходов из бункеров силосов.

Техническая характеристика приведена в табл. 47.



Рисунок 85 - Виброизгрузчик ВД



Таблица 47 - Техническая характеристика виброразгрузчиков ВД

Марка	Производительность, т/час	Мощность, кВт	Габариты, мм	Масса, кг
ВД-100	5 - 22,5	0,75	1500x700x1030	209
ВД-130	10 - 50		1760x795x1335	325
ВД-180	22,5 - 50	0,90	2192x920x1910	705
ВД-210	40 - 70	1,6	2545x1000x2210	910
ВД-240			2875x1100x2550	1230

## 7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМБИКОРМОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

При проектировании следует выполнять технологические требования, содержащиеся в Правилах организации и ведения технологического процесса производства комбикормов, белково-витаминных добавок, премиксов и карбамидного концентрата и требований Норма технологического проектирования на зерноперерабатывающих предприятиях.

Организация технологического процесса на всех этапах должна обеспечить оперативную подачу сырья на переработку; требуемую подготовку и ввод всех компонентов в соответствии с рецептом; эффективное смешивание и выпуск рассыпного комбикорма, отвечающих требованиям стандартов (Приложение А-Г); бесперебойную работу всего технологического оборудования; полное использование производственных мощностей и сырьевых ресурсов комбикормового завода.

Технологический процесс производства комбикормов начинается с подготовки сырья, которая включает очистку его от примесей, измельчение, шелушение, сушку, подогрев жидких компонентов т.д. Для выработки комбикормов используют большой набор компонентов.

Зерновые компоненты (кукуруза, пшеница, ячмень, овес, просо, сорго и др.) содержатся в большом количестве в рецепте. Это объясняется тем, что они наиболее концентрированы по питательности и регулируют углеводный состав комбикорма (содержание в нем крахмала, сахара, клетчатки т.д.), обеспечивают энергоёмкость рациона.

Кормовые продукты пищевых производств (мясо-костная, рыбная мука, дрожжи, обрат и др.) отличаются высоким содержанием полноценного белка и минеральных веществ, хорошо усвояемых организмом животных. Содержание их сравнительно не велико.

Группу мучных компонентов составляют отруби и мучки. Для молочных коров и телят вводят отруби в большом количестве, иногда больше половины состава комбикорма, а для бройлеров отруби не вводят. При выработке комбикормов для овец (коз), а также для откорма крупного рогатого скота и молочных коров значительную часть в рецепте составляют шроты. Из минеральных веществ в состав комбикормов включают поваренную соль, мел, кормовые фосфаты, муку и крупу из раковин моллюсков, известняковую муку и др.

Специфические особенности сырья, их неоднородность вызывают необходимость вести их переработку и подготовку к дозированию – смешиванию на соответствующих линиях с использованием сложных технологических приемов. При выборе технологических приемов производства определяющей является рецептура (состав) комбикорма.

### 7.1 Расчет и выбор технологического оборудования по проектируемой схеме

Сырье, поступающее на комбикормовые заводы, хранится в складах силосного типа или обычных напольных складах.

Как правило, склады силосного типа проектируются из сборного железобетона в плане 3х3 м и высотой не более 30 м, так как при больших высотах будет наблюдаться процесс слеживания, а для мучнистого сырья высота силосов должна быть не более 12-15 м.

Расчет потребных емкостей для сырья производят исходя из установленного норматива запаса сырья, для комбикормовых заводов производительностью до 500 т/сут необходимо предусматривать ( $n_0$ , суток):

- жир – 28;
- шроты – 31;
- меласса – 85;
- премиксы – 23;
- зерновое сырье – 27;
- минеральное сырье – 43;
- мучнистое сырье (отруби и мучки) – 16;
- кормовые продукты пищевых производств – 27;

Емкость для хранения готовой продукции в расчетах принимается за 5 суток.

Расчет потребностей складской емкости ведут исходя из усредненного рецепта (усредненного расхода сырья (табл. 48), включающего компоненты, представленные в табл. 49.

Запас сырья для комбикормовых заводов производительность до 500 т/сут уменьшается в соответствии с принятым коэффициентом снижения  $K_{сн}$ :

$$K_{сн} = \sqrt{\frac{Q}{200}}, \quad (138)$$

где  $Q$ -производительность завода, т/сут.

Далее определим запас сырья  $n_3$  (сут) в соответствии с усредненным рецептом, следующим образом

$$n_3 = \frac{n_0}{K_{сн}}, \quad (139)$$

где  $n_0$  – сроки хранения различных компонентов комбикормов, сут.

Определим нормативную вместимость силосов  $\Sigma E$  (т) для хранения каждого вида сырья определяется по формуле

$$\Sigma E = \frac{Q a_y t_{xp}}{100}, \quad (140)$$

где  $Q$  - производительность завода, т/сут;  $a_y$  - усредненный расход сырья, %;  $t_{xp}$  - срок хранения сырья, сут.

Таблица 48 - Наименование компонентов в усредненном рецепте

№	Наименование компонентов	Для производства комбикормов, %
1	Зерновое сырье	60
2	Мучнистое сырье	16
3	Кормовые продукты пищевых производств, травяная мука	6
4	Шроты	11
5	Минеральное сырье	2,5
6	Премиксы	1
7	Жир	0,5
8	Меласса	2,0
Итого		100

Таблица 49 - Усредненный расход сырья, %

Сырье	Для производства комбикормов
Зерновое сырье	60
Мучнистое	16
Кормовые продукты пищевых производств, травяная мука	8
Шроты, жмыхи	11
Сырье минерального сырья	2,5
Премиксы	1
Жир	0,5
Меласса	2,0

Необходимая емкость силосов  $V$  ( $\text{м}^3$ ) для хранения заданного вида сырья определяется по формуле

$$V = \frac{K_c}{\gamma \cdot \eta}, \quad (141)$$

где  $V$ - необходимая емкость силосов,  $\text{м}^3$ ;  $K_c$  - количество сырья, подлежащее хранению на заводе, т;  $\gamma$  - объемная масса сырья,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\eta$  - коэффициент использования емкости силосов, в расчетах принимают его равным 0,80 – 0,85.

Для определения емкости силосов принимают следующие усредненные значения объемных масс сырья и готовой продукции:

- а) зерновое сырье – 0,65 т/ м<sup>3</sup>
- б) мучнистое сырье – 0,30 т/ м<sup>3</sup>
- в) кормовые продукты пищевых производств – 0,5 т/ м<sup>3</sup>
- г) минеральное сырье – 1,2 т/ м<sup>3</sup>
- д) для рассыпных комбикормов и БВД – 0,5 т/ м<sup>3</sup>.

Зная необходимую емкость силосов для хранения сырья в емкость одного силоса, определяем количество силосов по следующей формуле

$$n = \frac{V}{V_1}, \quad (142)$$

где  $n$  – количество силосов, шт;  $V$  - необходимая емкость силосов, м<sup>3</sup>;  $V_1$  - емкость одного силоса, м<sup>3</sup>.

Если при расчете получено не целое число силосов, тогда в каждом отдельном случае решают вопрос об округлении полученной величины до целого числа в общую или меньшую сторону.

Все данные, полученные при расчете, для удобства подсчета общей потребной емкости сводим в табл. 50.

Далее выбираем вариант расположения силосов по ширине здания и определяем длину здания по силосам для хранения сырья и готовой продукции.

После определения потребного количества емкостей производим расчет технологического оборудования по каждой технологической линии с учетом удельных нагрузок, исходя из норм технологического проектирования комбикормовых предприятий (в процентах от производительности комбикормового завода, табл. 51).

Таблица 50 - Определение потребного количества силосов для хранения сырья и готовой продукции

Наименование сырья, входящего в усредненный рецепт	Количество компонента в смеси, %	Число суток хранения	Количество сырья, год. хранению, т	Необходимая емкость силосов, м <sup>3</sup>	Количество силосов	
					Расчет.	Факт.
Например, зерновое сырье						

Таблица 51 - Производительность подготовительных линий от мощности комбикормового завода

Наименование линии	Для производства комбикормов, %
Линия очистки и измельчения зернового сырья	80
Линия очистки мучнистого сырья	40
Линия очистки и измельчения кормовых продуктов пищевых производств, травяная мука	30
Линия очистки шротов	20
Линия подготовки минерального сырья	7
Линия подготовки жидких компонентов	5
Линия подготовки кормовых дрожжей	15
Линия отделения пленок у овса и ячменя	15
Линия подготовки кусковых и прессованных компонентов	20

Производительность каждой технологической линии определяли по следующей формуле

$$Q_n = \frac{Qa}{100}, \quad (143)$$

где  $Q_n$  - производительность каждой технологической линии, т/сут;  $Q$  - суточная производительность комбикормового завода, т/сут;  $a$  - значение производительности каждой технологической линии в процентах от общей производительности завода, %.

Часовая производительность каждой технологической линии определяется по следующей формуле

$$Q_{ч.л} = \frac{Q \cdot a}{100 \cdot 21}, \quad (144)$$

где  $Q_{ч.л}$  - часовая производительность каждой технологической линии, т/ч;  $Q$  - суточная производительность комбикормового завода, т/сут.

Расчет вели исходя из 21 час работы каждой линии в сутки. Потребное количество технологического оборудования, предусмотренного «Правилами организации и ведения технологического процесса производства комбикормов, белково-витаминных добавок, премиксов и карбамидного концентрата для каждой технологической линии определяется по следующей формуле

$$n = \frac{Q_{ч.л}}{q_m}, \quad (145)$$

где  $n$  - количество технологического оборудования, шт;  $Q_{ч.л}$  - часовая производительность технологической линии, т/ч;  $q_m$  - часовая паспортная производительность технологического оборудования, т/ч.

Следующим этапом проектирования является определение требуемого количества технологического оборудования на главной линии дозирования и смешивания.

Определим массу отдельных компонентов  $K_u$ , которые должны быть размещены в бункерах над дозаторами по формуле

$$K_u = \frac{Q \cdot a \cdot t}{100 \cdot 21}, \quad (146)$$

где  $Q$  – производительность комбикормового завода, т/сут;  $a$  – количество компонентов, предусмотренных усредненным рецептом, %;  $t$  – время бесперебойной работы линии дозирования и смешивания, ч.

Далее определим необходимую емкость и количество бункеров над дозаторами (1,5x1,5x4,8м) по формуле (141) для каждого вида сырья подлежащего дозированию.

Полученные данные расчета заносим в табл. 52, в которой отмечается наличие требуемого количества силосов над дозаторами, количество сырья поступающего на дозирование, тип применяемого дозатора в зависимости от количества сырья и т.д.

Таблица 52 - Определение требуемого количества силосов хранения сырья и готовой продукции

Наименование сырья, входящего в усредненный рецепт	Количество компонентов, %	Количество сырья, год. дозированию, т	Необходимая емкость силосов, м <sup>3</sup>	Количество силосов	
				Расчет.	Факт.
Например, зерновое сырье и т.д. по графам					

Многокомпонентные весовые дозаторы в зависимости от емкости ковша имеют пределы взвешивания, которые указаны в научно-технической документации или в краткой технической характеристике устройства.

Цикл взвешивания весовых дозаторов от 4 до 8 мин. Максимальное значение принимаем для дозаторов большей емкости и при дозировании трудносыпучих видов сырья.

Производительность многокомпонентных весов и смесителя, определяется по формуле (кг/ч)

$$q = \frac{1000Q_{1,3}}{24}, \quad (147)$$

где  $Q$  - суточная производительность завода, т/сут.

Далее определим производительность многокомпонентных весов по формуле

$$q = \frac{60l}{t}, \quad (148)$$

где  $l$  - предел взвешивания (грузоподъемность ковша), кг;  $t$  - цикл взвешивания кг/мин.

Вместо  $l$  подставляют грузоподъемность весового ковша, которая бывает: 100; 200; 500; 1000; 2000 или 2500 кг. Цикл взвешивания весов грузоподъемностью до 1000 кг длится до 4 мин, а весов грузоподъемностью 2000 – 2500 до 6-8 мин.

$$\Sigma q = q_1 + q_2.$$

На основе суммарной производительности, проводим подбор многокомпонентных весов на линии дозирования и смешивания. По нормам технологического проектирования на главной линии дозирования проектируется три вида по грузоподъемности многокомпонентных весов. Для взвешивания премиксов и минерального сырья принимаем многокомпонентные весы с пределом взвешивания от 10 до 100 кг (типа 6ДК-100). Для белково-витаминного сырья, отходов пищевых производств установили многокомпонентные весы с пределом взвешивания от 50 до 500 кг (типа 5ДК-500); для зернового сырья и мучнистого сырья многокомпонентные весы с пределом взвешивания 100-1000 кг (типа 16 ДК-1000).

Для получения однородности вырабатываемых комбикормов все компоненты после весовых дозаторов направляются в один порционный смеситель. С целью обеспечения нормальной работы линии дозирования и смешивания, подбор смесителя проводят с учетом, того, что время взвешивания должно соответствовать времени заполнения, смешивания и выпуска порции.

Далее производится подбор смесителя полностью обеспечивающего смешивание компонентов, поступающих с весов. Производительность смесителя определяется по формуле (147).

**Например.** Исходные данные для проектирования: завод  $Q$ -300 т/сут по производству полнорационного комбикорма, с использованием весового дозирования.

Запас сырья для комбикормовых заводов производительностью до 500 т/сут уменьшается в соответствии с принятым коэффициентом снижения  $K_{сн}$ . Определим коэффициент снижения  $K_{сн}$ , по (138), который составил:

$$K_{сн} = \sqrt{\frac{300}{200}} = 1,2$$

Далее определим запас сырья  $n_3$  (сут) следующим образом (139).  
 Определим сроки хранения различного вида сырья для производства комбикормов (сут):

- жир  $n_3 = \frac{28}{1,2} = 23,3 \approx 23$ ;
- меласса  $n_3 = \frac{58}{1,2} = 48,3 \approx 48$ ;
- премиксы  $n_3 = \frac{28}{1,2} = 23,3 \approx 23$ ;
- зернового сырья  $n_3 = \frac{27}{1,2} = 22,5 \approx 23$ ;
- шроты и жмыхи  $n_3 = \frac{31}{1,2} = 25,8 \approx 26$ ;
- мучнистое сырье  $n_3 = \frac{16}{1,2} = 13,3 \approx 13$ ;
- мел и известняк  $n_3 = \frac{15}{1,2} = 12,5 \approx 13$ ;
- минеральное сырье  $n_3 = \frac{43}{1,2} = 35,8 \approx 36$ ;
- кормовые продукты пищевых производств  $n_3 = \frac{27}{1,2} = 22,5 \approx 23$ .

Нормативная вместимость силосов  $\Sigma E$  (т) для хранения каждого вида сырья определяется по формуле (140). С учетом усредненного расхода сырья (см. табл. 47). Далее определим нормативную вместимость силосов для каждого вида сырья для производства комбикормов:

- зерновое сырье  $\Sigma E = \frac{300 \cdot 60 \cdot 23}{100} = 4140$  т;
- мучнистое сырье  $\Sigma E = \frac{300 \cdot 16 \cdot 13}{100} = 624$  т;
- шроты и жмыхи  $\Sigma E = \frac{300 \cdot 11 \cdot 26}{100} = 858$  т;
- кормовые продукты пищевых производств  $\Sigma E = \frac{300 \cdot 8 \cdot 23}{100} = 552$  т;
- минеральное сырье (соль)  $\Sigma E = \frac{300 \cdot 2,5 \cdot 36}{100} = 270$  т;
- мел и известняк  $\Sigma E = \frac{300 \cdot 2,5 \cdot 13}{100} = 98$  т;
- премиксы  $\Sigma E = \frac{300 \cdot 2,5 \cdot 23}{100} = 173$  т;
- меласса  $\Sigma E = \frac{300 \cdot 2,0 \cdot 48}{100} = 288$  т;



- жир  $\sum E = \frac{300 \cdot 0,5 \cdot 23}{100} = 34,5 \approx 35$  т;
- готовой продукции  $\sum E = Q \cdot 5 = 300 \cdot 5 = 1500$  т.

Необходимая емкость силосов  $V$  ( $\text{м}^3$ ) для хранения заданного вида сырья определяется по формуле (141).

Определим необходимую емкость силосов  $V$  ( $\text{м}^3$ ) для каждого вида сырья и их потребное количество (142)

- зерновое сырье  $V = \frac{4140}{0,75 \cdot 0,8} = 6900 \text{ м}^3$ ,

потребное количество бункеров  $3 \times 3 \times 30 \text{ м}$   $n = \frac{6900}{3 \cdot 3 \cdot 30} = 26$  бункеров;

- мучнистое сырье (размером бункера  $3 \times 3 \times 15 \text{ м}$ )  $V = \frac{624}{0,3 \cdot 0,8} = 2600 \text{ м}^3$ ,

$n = \frac{2600}{3 \cdot 3 \cdot 15} = 19$  бункеров;

- шроты и жмыхи  $V = \frac{858}{0,5 \cdot 0,8} = 2145 \text{ м}^3$ ,  $n = \frac{2145}{3 \cdot 3 \cdot 30} = 24$  бункеров;

- кормовых продуктов пищевых производств ( $3 \times 3 \times 15 \text{ м}$ )

$$V = \frac{552}{0,5 \cdot 0,8} = 1380 \text{ м}^3, n = \frac{1380}{3 \cdot 3 \cdot 15} = 10,2 \text{ бункеров};$$

- минеральное сырье ( $3 \times 3 \times 15 \text{ м}$ ), (соль)  $V = \frac{270}{1,2 \cdot 0,8} = 282 \text{ м}^3$ ,  $n = \frac{282}{3 \cdot 3 \cdot 15} = 2$

бункеров;

- мел и известняк ( $3 \times 3 \times 30 \text{ м}$ )  $V = \frac{98}{1,2 \cdot 0,8} = 102 \text{ м}^3$ ,  $n = \frac{102}{3 \cdot 3 \cdot 15} = 0,75 \approx 1$

бункеров;

- примексы ( $3 \times 3 \times 15 \text{ м}$ )  $V = \frac{173}{0,5 \cdot 0,8} = 432,5 \text{ м}^3$ ,  $n = \frac{432,5}{3 \cdot 3 \cdot 15} = 3$  бункеров;

- меласса  $V = \frac{288}{1,25 \cdot 0,95} = 243 \text{ м}^3$ ;

- жир  $V = \frac{35}{0,95 \cdot 0,9} = 41 \text{ м}^3$ ;

- готовая продукция  $V = \frac{1500}{0,5 \cdot 0,8} = 3750 \text{ м}^3$ ,  $n = \frac{3750}{3 \cdot 3 \cdot 30} = 13,8 \approx 14$  бункеров.

Все данные, полученные при расчете, для удобства подсчета общей потребной емкости сводим в табл. 53.

Далее выбираем вариант расположения силосов по ширине здания и определяем длину здания по силосам для хранения сырья и готовой продукции.

После определения потребного количества емкостей производим расчет технологического оборудования по каждой линии с учетом удельных нагрузок, исходя из норм технологического проектирования

комбикормовых предприятий (в процентах от производительности комбикормового завода, см. табл. 51).

Определим потребное количество технологического оборудования на подготовительных линиях комбикормового завода  $Q=300$  т/сут.

Следующим этапом определим производительность каждой технологической линии по (143) и часовую производительность каждой технологической линии определяется по (144). Расчет вели исходя из 21 час работы каждой линии в сутки. Потребное количество технологического оборудования для каждой технологической линии определяется по (145).

Таблица 53 - Определение потребного количества силосов для хранения сырья и готовой продукции

Наименование сырья, входящего в усредненный рецепт	Количество компонентов, %	Число суток хранения	Количество сырья, год. хранению, т	Необходимая емкость силосов, м <sup>3</sup>	Количество силосов	
					Расчет.	Факт.
Зерновое сырье	60	23	4140	6900	25,5	26
Мучнистое сырье	16	13	624	2600	18,7	19
Кормовые продукты пищевых производств	7	23	552	1380	10,2	10
Шрот, жмых	11	26	858	2145	23,5	24
Мел		13	98	102	0,75	1
Соль	2,5	36	270	282	1,7	2
Премиксы	1	23	173	433	2,6	3
Меласса	2	48	288	243	-	-
Жир	0,5	23	35	41	-	-
Готовой продукции	-	5	1500	3750	13,8	14
Итого	100					99+1

#### Линия зернового сырья.

Определим суточную производительность линии

$$Q_n = \frac{300 \cdot 80}{100} = 240 \text{ т/сут};$$

Часовая производительность линии  $Q_{ч.н} = \frac{300 \cdot 80}{100 \cdot 21} = 11,4 \approx 12 \text{ т/ч.}$

Потребное количество сепараторов на линии зернового сырья определится по  $n = \frac{12}{12} = 1 \text{ шт.};$  принимаем сепаратор типа А1-БМС-12 ( $q=12$  т/ч).

Потребное количество молотковых дробилок на линии зернового сырья определится по  $n = \frac{12}{10} = 1,2$  шт.; принимаем молотковые дробилки типа А1-ДДР ( $q=10$  т/ч) и ДМ ( $q=2$  т/ч).

Далее произведем подбор длины магнитного преграждения согласно приложению В. На линии зернового сырья после очистки перед измельчением, длина магнитного преграждения составила 1,6 м. Принимаем магнитную колонку типа БКМ-3-7.

#### **Линия отделения пленок.**

Определим суточную производительность линии  $Q_n = \frac{300 \cdot 15}{100} = 45$  т/сут;

Часовая производительность линии  $Q_{ч.н} = \frac{300 \cdot 15}{100 \cdot 21} = 2,2$  т/ч.

Потребное количество сепараторов на линии отделения пленок определится по  $n = \frac{2,2}{5} = 0,4 \approx 1$  шт.; принимаем сепаратор типа ЗСП-5 ( $q=5$  т/ч).

Потребное количество шелушительных машин на линии отделения пленок определится по  $n = \frac{2,2}{1,8} = 1,2 \approx 2$  шт.; принимаем типа шелушительно-шлифовальные машины А1-ЗШН-3 ( $q=1,8$  т/ч).

Потребное количество молотковых дробилок на линии отделения пленок определится по  $n = \frac{2,2}{5} = 0,44 \approx 1$  шт.; принимаем молотковую дробилку типа ДДМ ( $q=5$  т/ч).

Потребное количество вальцовых станков на линии отделения пленок определится по длине мелющей линии

$$L = \frac{1000 \cdot Q}{q} = \frac{100 \cdot 300}{800} = 375 \text{ см,}$$

где  $Q$ - производительность комбикормового предприятия, т/сут;  $q$ - техническая норма нагрузки на 1см длины вальцовой линии, кг/сут, (=750...850 кг/(смет)).

Принимаем вальцовый станок типа ЗМ 800х250, производительность дробления при этом составит около 2,5 т/ч.

Потребное количество просеивающих машин после измельчения на линии отделения пленок определится  $n = \frac{2,2}{5} = 0,44 \approx 1$  шт.; принимаем просеиватель типа ЗСП-5 ( $q=5$  т/ч).

Далее произведем подбор длины магнитного преграждения согласно приложению В. На линии зернового сырья после очистки перед измельчением, длина магнитного преграждения составила 0,4 м. Принимаем магнитную колонку типа БКМА2-300А.

### **Линия мучнистого сырья.**

Определим суточную производительность линии

$$Q_n = \frac{300 \cdot 40}{100} = 120 \text{ т/сут};$$

Часовая производительность линии  $Q_{ч.н} = \frac{300 \cdot 40}{100 \cdot 21} = 6 \text{ т/ч}$ .

Потребное количество сепараторов на линии мучнистого сырья определится по  $n = \frac{6}{6} = 1 \text{ шт.}$ ; принимаем просеиватель типа А1-БМС-6 ( $q=6$  т/ч).

Далее произведем подбор длины магнитного преграждения согласно приложению В. На линии зернового сырья после очистки, длина магнитного преграждения составила 0,3 м. Принимаем магнитную колонку типа БКМА2-150А.

### **Линия рассыпной травяной муки.**

Определим суточную производительность линии  $Q_n = \frac{300 \cdot 30}{100} = 90 \text{ т/сут};$

Часовая производительность линии  $Q_{ч.н} = \frac{300 \cdot 30}{100 \cdot 21} = 4,3 \approx 5 \text{ т/ч}$ .

Потребное количество сепараторов на линии рассыпной травяной муки определится по  $n = \frac{5}{6} = 0,83 \approx 1 \text{ шт.}$ ; принимаем просеиватель типа А1-БМС-6 ( $q=6$  т/ч).

На линии рассыпной травяной муки после очистки, длина магнитного преграждения составляет 0,3 м. Принимаем магнитную колонку типа БКМА2-150А.

### **Линия прессованного и крупнокускового сырья.**

Определим суточную производительность линии  $Q_n = \frac{300 \cdot 20}{100} = 60 \text{ т/сут};$

Часовая производительность линии  $Q_{ч.н} = \frac{300 \cdot 20}{100 \cdot 21} = 3 \text{ т/ч}$ .

Потребное количество жмыхоломочей на линии прессованного и крупнокускового сырья определится по  $n = \frac{3}{5} = 0,6 \approx 1 \text{ шт.}$ ; принимаем жмыхоломач типа ЖЛ-1 ( $q=5$  т/ч).

На линии крупнокускового и прессованного сырья перед очисткой, длина магнитного преграждения составит 0,4 м. Принимаем магнитную колонку типа БКМА2-150А

Потребное количество молотковых дробилок на данной линии определится по  $n = \frac{3}{3,8} = 0,78 \approx 1 \text{ шт.}$ ; принимаем молотковую дробилку типа ДМ-4409 ( $q=3,8$  т/ч).

Потребное количество просеивателей на данной линии определится по  $n = \frac{3}{5} = 0,6 \approx 1$  шт.; принимаем просеиватель типа ЗСП-5 ( $q=5$  т/ч).

#### **Линия кормовых продуктов пищевых производств.**

Определим суточную производительность линии  $Q_n = \frac{300 \cdot 30}{100} = 90$  т/сут;

Часовая производительность линии  $Q_{ч.н} = \frac{300 \cdot 30}{100 \cdot 21} = 5$  т/ч.

Потребное количество сепараторов на линии кормовых продуктов пищевых производств определится по  $n = \frac{5}{5} = 1$  шт.; принимаем сепаратор типа ЗСП-5 ( $q=5$  т/ч).

На линии кормовых продуктов пищевых производств после очистки, перед измельчением длина магнитного преграждения составит 0,3 м. Принимаем магнитную колонку типа БКМА2-150А

Потребное количество молотковых дробилок на данной линии определится по  $n = \frac{5}{5} = 1$  шт.; принимаем типа А1-ДДП ( $q=5$  т/ч).

#### **Линия подготовки соли.**

Определим суточную производительность линии  $Q_n = \frac{300 \cdot 7}{100} = 21$  т/сут;

Часовая производительность линии  $Q_{ч.н} = \frac{300 \cdot 7}{100 \cdot 21} = 1$  т/ч.

Определим потребное количество сушилок для минерального сырья по  $n = \frac{1}{1,3} = 0,76 \approx 1$  шт. Принимаем сушилку для соли типа РЗ-ЧСС ( $q=1,3$  т/ч).

Потребное количество просеивателей для соли на данной линии определится по  $n = \frac{1}{1,4} = 0,71 \approx 1$  шт.; принимаем просеиватель для соли типа А1-ДСМ ( $q=1,4$  т/ч).

Потребное количество молотковых дробилок на данной линии определится по  $n = \frac{1}{2} = 0,5 \approx 1$  шт.; принимаем молотковую дробилку для соли типа ДМ ( $q=2$  т/ч).

На данной линии длина магнитного преграждения составит 0,3 м. Принимаем магнитную колонку типа БКМА2-150А в соответствии с ее технической характеристикой.

#### **Линия подготовки мела.**

Определим суточную производительность линии  $Q_n = \frac{300 \cdot 7}{100} = 21$  т/сут;

Часовая производительность линии  $Q_{ч.н} = \frac{300 \cdot 7}{100 \cdot 21} = 1 \text{ т/ч}$ .

Потребное количество камнедробилок на данной линии определится по  $n = \frac{1}{2} = 0,5 \approx 1 \text{ шт.}$ ; принимаем молотковую дробилку для мела типа ДМ ( $q=2 \text{ т/ч}$ ).

Определим потребное количество сушилок для минерального сырья по  $n = \frac{1}{1,4} = 0,71 \approx 1 \text{ шт.}$ . Принимаем сушилку для мела типа РЗ-ЧСС ( $q=1,4 \text{ т/ч}$ ).

Потребное количество просеивателей для мела на данной линии определится по  $n = \frac{1}{1} = 1 \text{ шт.}$ ; принимаем просеиватель для мела типа А1-ДСМ ( $q=1 \text{ т/ч}$ ).

Потребное количество молотковых дробилок на данной линии определится по  $n = \frac{1}{2} = 0,5 \approx 1 \text{ шт.}$ ; принимаем молотковую дробилку для мела типа ДМ ( $q=2 \text{ т/ч}$ ).

На данной линии длина магнитного преграждения составит 0,3 м. Принимаем магнитную колонку типа БКМА2-150А в соответствии с ее технической характеристикой.

#### **Линия обработки затаренного сырья.**

Определим суточную производительность линии  $Q_n = \frac{300 \cdot 30}{100} = 90 \text{ т/сут.}$

Часовая производительность линии  $Q_{ч.н} = \frac{300 \cdot 30}{100 \cdot 21} = 5 \text{ т/ч}$ .

Потребное количество сепараторов на данной линии определится по  $n = \frac{5}{6} = 1 \text{ шт.}$ ; принимаем сепаратор типа А1-БМС-6 ( $q=6 \text{ т/ч}$ ).

Потребное количество мешкорастарочных машин на данной линии определится по  $n = \frac{5}{20} = 0,25 \approx 1 \text{ шт.}$ ; принимаем машину для растаривания бумажных мешков типа ММ-2 (паспортной производительностью  $q=20 \text{ т/ч}$ ) и пылеуловитель для мучных продуктов типа А1-БПУ.

На данной линии длина магнитного преграждения составит 0,3 м. Принимаем магнитную колонку типа БКМА2-150А в соответствии с ее технической характеристикой.

#### **Линия ввода жидких компонентов.**

Определим суточную производительность линии ввода мелассы в комбикорма  $Q_n = \frac{300 \cdot 5}{100} = 15 \text{ т/сут.}$

Часовая производительность линии  $Q_{ч.н} = \frac{300 \cdot 5}{100 \cdot 21} = 0,71 \approx 1 \text{ т/ч}$ .

Определим требуемое количество агрегатов для мелассирования комбикормов по формуле (145)  $n = \frac{1}{1} = 1$  шт.; принимаем агрегат для мелассирования комбикормов типа Б6-ДАК (паспортная производительность  $q=10$  т/ч) и расходомер электромагнитный для мелассы типа ИР-511 (пределом подачи мелассы от 0,32 до 40 м<sup>3</sup>/ч).

Определим суточную производительность линии ввода жира в рецептуру комбикорма  $Q_n = \frac{300 \cdot 5}{100} = 15$  т/сут;

Часовая производительность линии  $Q_{ч.н} = \frac{300 \cdot 5}{100 \cdot 21} = 0,71 \approx 1$  т/ч.

Определим требуемое количество агрегатов для ввода жира в комбикорма по формуле (145)  $n = \frac{1}{1} = 1$  шт.; принимаем установку для ввода жира в комбикорма типа Б6-ДСЖ (паспортная производительность  $q=10$  т/ч) и установка для измерения количества и расход технического жира типа УИТЖ-1, в которую входит расходомер со счетчиком винтовой обогреваемый ВО-10-6-01, фильтр обогреваемый ФО-10-6-01 (пределом подачи жира от 0,2 до 1,2 м<sup>3</sup>/ч).

Далее произведем расчет технологического оборудования, установленного на главной линии дозирования и смешивания

#### **Главная линия дозирования и смешивания.**

Определим массу отдельных компонентов  $K_u$ , которые должны быть размещены в бункерах над дозаторами по формуле (146).

Определим количество каждого вида сырья подлежащего дозированию:

- зерновое сырье  $K_u = \frac{300 \cdot 60 \cdot 8}{100 \cdot 21} = 68,5$  т;
- мучнистое сырье  $K_u = \frac{300 \cdot 16 \cdot 8}{100 \cdot 21} = 18,2$  т;
- кормовые продукты пищевых производств  $K_u = \frac{300 \cdot 6 \cdot 8}{100 \cdot 21} = 6,8 \approx 7$  т;
- шроты и жмыхи  $K_u = \frac{300 \cdot 11 \cdot 8}{100 \cdot 21} = 12,5$  т;
- сырье минерального происхождения  $K_u = \frac{300 \cdot 2,5 \cdot 8}{100 \cdot 21} = 2,8 \approx 3$  т;
- премиксы  $K_u = \frac{300 \cdot 1 \cdot 8}{100 \cdot 21} = 1,1 \approx 1$  т.

Далее определим необходимую емкость и количество бункеров над дозаторами по формуле (141, 142) для каждого вида сырья:

- зерновое сырье  $V = \frac{68,5}{0,65 \cdot 0,8} = 132$  м<sup>3</sup>;

требуемое количество бункеров  $1,5 \times 1,5 \times 4,8$  м  $n = \frac{132}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 4,8} = 12$ ;

- мучнистое сырье  $V = \frac{18,2}{0,3 \cdot 0,8} = 75,8 \text{ м}^3$ ;  $n = \frac{75,8}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 4,8} = 7$ ;
- кормовые продукты пищевых производств  
 $V = \frac{7}{0,5 \cdot 0,8} = 17,5 \text{ м}^3$ ;  $n = \frac{17,5}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 4,8} = 2$ ;
- шроты и жмыхи  $V = \frac{12,5}{0,5 \cdot 0,8} = 31,2 \text{ м}^3$ ;  $n = \frac{31,2}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 4,8} = 2,8 \approx 3$ ;
- минеральное сырье  $V = \frac{3}{1,2 \cdot 0,8} = 3 \text{ м}^3$ ;  $n = \frac{3}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 4,8} = 0,3 \approx 1$  бункеров;
- премиксы  $V = \frac{1,1}{0,5 \cdot 0,8} = 2,75 \text{ м}^3$ ;  $n = \frac{2,75}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 4,8} = 0,25 \approx 1$ .

Полученные данные расчета заносим в таблицу 54, в которой отмечается наличие потребного количества силосов над дозаторами, количество сырья поступающего на дозирование, тип применяемого дозатора в зависимости от количества сырья и т.д.

Производительность данной линии дозирования многокомпонентных весов и смесителя, определяется по формуле (147)

$$q = \frac{1000 \cdot 300 \cdot 1,3}{24} = 16250 \text{ кг/ч.}$$

Далее определим производительность многокомпонентных весов по формуле (148)

$$q = \frac{60 \cdot 100}{5} = 1200 \text{ кг}; \quad q = \frac{60 \cdot 500}{5} = 6000 \text{ кг}; \quad q = \frac{60 \cdot 1000}{5} = 12000 \text{ кг.}$$

$$\Sigma q = 120 + 6000 + 12000 = 18120 \text{ кг.}$$

При расчетной производительности линия дозирования равной 16250 кг/ч, весы 6ДК-100, 5ДК-500 и 16 ДК-1000 полностью ее обеспечивают (18120 кг/ч).

Для получения однородности вырабатываемых комбикормов все компоненты после весовых дозаторов направляются в один порционный смеситель. Для нормальной работы линии дозирования и смешивания время взвешивания должно соответствовать времени заполнения, смешивания и выпуска порции.

В нашем расчете смеситель А1-ДСГ-2,0 полностью обеспечивает смешивание компонентов, поступающих с весов.

Определим производительность смесителя по формуле (148)

$$q = \frac{60 \cdot 2000}{5} = 24000 \text{ кг/ч.}$$



Таблица 54 - Определение потребного количества силосов хранения сырья и готовой продукции

Наименование сырья, входящего в усредненный рецепт	Количество компонентов, %	Количество сырья, год. дозирования, т	Необходимая емкость силосов, м <sup>3</sup>	Количество силосов	
				Расчет.	Факт.
Зерновое сырье	60	68,5	132	12	12
1	2	3	4	5	6
Мучнистое сырье	16	18,2	75,8	7	7
Кормовые продукты пищевых производств	6	7	17,5	2	2
Шрот, жмых	11	12,5	31,2	2,8	3
Мел	2,5	3	3	0,3	1
Соль					
Премиксы	1	1	2,75	0,25	1
Итого	96,5				26

### Линия гранулирования комбикормов

В согласно действующей нормативно-технической документации производительность линии гранулирования рассыпных комбикормов должна соответствовать главной линии дозирования и смешивания, которая составила 16,2 т/ч. Таким образом, принимаем две специальные установки типа Б6-ДГВ (паспортной производительностью  $q=8$ т/ч) в которую входят пресс, охладитель с вентиляционной установкой измельчитель гранул сепаратор для отбора крошки.

Спецификация технологического оборудования, используемого на проектируемом предприятии по производству комбикормов Q-300 т/сут приведена в табл. 55.

В Приложении Ж приведен примерный расчет экономической эффективности проектируемого предприятия Q-300 т/сут по производству полнорационных комбикормов.

## 7.2 Расположение оборудования на комбикормовых предприятиях

После составления схемы технологического процесса, расчета требуемого количества и выбора типа оборудования, определения необходимой емкости, количества силосов для сырья, готовой продукции, наддозаторных и наддробильных закромов необходимо перейти к составлению вариантов компоновки оборудования с целью выбора оптимального состава.

Таблица 55 - Спецификация основного оборудование комбикормового завода

Наименование	Марка, тип	Число	Производительность, т/ч	
			паспортная	фактическая
Просеиватель	А1-БМС-12	1	12	12
Молотковая дробилка	А1-ДДР	1	10	10
Молотковая дробилка	ДМ	4	2	2
Сепаратор-просеиватель	ЗСП	4	5	5
Шелушильно-шлифовальная машина	А1-ЗШН-3	2	1,8	1,8
Молотковая дробилка	ДДМ	1	5	5
Вальцовый станок	ЗМ	1	2,5	2,5
Сепаратор-просеиватель	А1-БМС-6	3	6	6
Жмыхоломач	ЖЛ-1	1	5	5
Молотковая дробилка	ДМ-4409	1	3,8	3,8
Молотковая дробилка	А1-ДДП	1	5	5
Сушилка для соли	РЗ-ЧСС	1	1,3	1,3
Сушилка для мела	РЗ-ЧСС	1	1,4	1,4
Просеиватель для соли	А1-ДСМ	1	1,4	1,4
Просеиватель для мела	А1-ДСМ	1	1	1
Мешкорастарочная машина	ММ-2	1	20	20
Пылеуловитель для мучнистого сырья	А1-БПУ	1	-	-
Установка для мелассирования комбикормов	Б6-ДАК	1	10	10
Установка для ввода жира	Б6-ДСЖ	1	10	10
Расходомер для мелассы	ИР-511	1	0,32...40 м <sup>3</sup> /ч	-
Расходомер для жира	УИТЖ-1	1	0,12...1,2 м <sup>3</sup> /ч	-
Многокомпонентные весовые дозаторы	6ДК-100	1	Предел взвешивания от 10 до 100 кг	-
Многокомпонентные весовые дозаторы	5ДК-500	1	Предел взвешивания от 50 до 500 кг	-
Многокомпонентные весовые дозаторы	16ДК-1000	1	Предел взвешивания от 100 до 1000 кг	-
Смеситель периодического принципа действия	А1-ДСГ-2,0	1	2	2,4
Установка для гранулирования комбикормов	Б6-ДГВ	2	8	8
Магнитное преграждение длиной магнитного поля	БКМА2-150А	7	-	-
Магнитное преграждение длиной магнитного поля	БКМ-3-7	1	-	-
Магнитное преграждение длиной магнитного поля	БКМА2-300А	1	-	-

При расположении технологического оборудования на планах этажей размеры проходов между машинами принимают по нормам, предусмотренным «Правилами по технике безопасности» и требованиям, касающимися естественной освещенности. Кроме того, учитывается специфичность работы обслуживания специального оборудования комбикормовых заводов.

На этажах, где установлены весы для гранулирования, дробилки, сепараторы, просеиватели следует оставлять свободные участки площадью не менее 1,5x1,5 м для замены матриц сит.

У многокомпонентных весов и пультов управления весами также необходимо оставлять площадь не менее 1,2x1,5 м.

При размещении оборудования основных технологических линий следует стремиться к размещению его по вертикали с однократным подъемом продуктов и минимально короткими коммуникациями.

Примерное расположение технологического оборудования по этажам:

- на I этаже – молотковые дробилки, обочные машины, вальцовые станки, башмаки норий, трубовоздуховые машины;
- II этаж – наддробильные емкости, башмаки норий, магнитные сепараторы, машины для линии подготовки мелассы;
- III этаж – смесители, шнеки;
- IV этаж – электромагнитные сепараторы, многокомпонентные весы;
- V этаж – наддозаторные емкости, охладительные колонки;
- VI этаж – сепараторы, рассева, просеивающие машины, прессы;
- VII этаж – циклоны, фильтры, автоматические весы, транспортеры;
- VIII – транспортеры, головки норий, разгрузители пневматического транспорта, фильтры, вентиляторы.

Могут быть рассмотрены и другие варианты поэтажной схемы расположения технологического оборудования, в зависимости от конструктивных особенностей проектируемого производственного помещения.

Оборудование для гранулирования размещают после смесителей. Перед прессом должны быть установлены электромагнитный сепаратор и бункер. Для гранулирования устанавливают также охладительную колонку, измельчитель и просеивающую машину, необходимые при производстве комбикормовой крошки.

Оборудование линии для приготовления микродобавок размещают обычно на двух верхних этажах, что позволяет передавать подготовленные премиксы в бункера над многокомпонентными весами без помощи дополнительных транспортных механизмов.

### **7.3 Спецификация и техническая характеристика технологического оборудования**

После произведенного расчета потребного количества технологического оборудования выводят таблицу спецификации и

технической характеристика технологического оборудования, используемого на предприятии по производству комбикормов (табл. 56).

Таблица 56 - Спецификация основного оборудование комбикормового завода

Наименование	Марка, тип	Число	Потребная мощность, кВт	Производительность, т/ч	
				паспортная	фактическая
1	2	3	4	5	6

#### 7.4 Контроль и управление технологическим процессом

Контроль и управление технологическим процессом на комбикормовых предприятиях обеспечивает высокое качество готовой продукции и заданные ее выхода. Организация и введение технологического процесса предусматривает решение двух задач:

- выбор оптимального режима технологического процесса подготовки и переработки сырья различного происхождения;
- поддержание неизменных значений выбранных параметров режима в течение всего периода переработки данной партии сырья.

Первую задачу решают посредством использования рекомендаций, изложенных в Правилах организации и ведения технологического процесса, или же путем опытных переработок сырья на лабораторных установках.

Вторая задача требует наличия на предприятиях определенной системы контроля параметров режимов и стабилизации их на заданных уровнях. Организация такой системы сопряжена с особыми трудностями, вследствие сложности технологии производства комбикормов.

Технологический процесс на предприятии по производству полнорационных комбикормов организован по принципу разветвленного потока со сложной взаимосвязью отдельных этапов (подготовительных линий). Несмотря на полную механизацию всех технологических операций, необходимо рассматривать возможность применения автоматизированной системы управления (АСУ) в трудоемких операциях в связи с тем, что потоки продуктов варьируют по удельному расходу и показателям качества, в зависимости от исходной характеристики поступающего на переработку сырья и вариации режимов на технологических системах.

Процесс производства полнорационного комбикорма включает в себя множество подготовительных линий. Технологические операции выполняют определенные машины и аппараты, заданный оптимальный режим работы которых надо постоянно поддерживать. Однако в условиях современного производства неизменность режима не может быть

обеспечена вследствие влияния таких факторов: разрегулирование машин в процессе работы; степень износа их рабочих органов; колебание удельных нагрузок на оборудование и т.п. Все это отрицательно влияет на стабильность выполнения технологических операций.

Каждая технологическая операция оказывает определенное влияние на конечный результат процесса – выход и качество готовой продукции и, в свою очередь, зависит и от некоторого числа разнородных факторов, взаимосвязи между которыми могут быть неизвестными, а влияние каждого из них на результат данной операции может изменяться во времени, в зависимости от конкретных условий.

Установлено, что для обеспечения высокой эффективности системы управления необходимо выполнить следующие условия:

- стабилизация показателей качества поступающего сырья на подготовительные линии комбикормового производства;
- непрерывный количественно-качественный контроль основных технологических потоков;
- простота технологических схем и обеспечение ее высокой структурной устойчивости;
- обеспечение системами измерительных приборов и устройств для контроля непрерывного поступления информации о параметрах технологического процесса на всех его стадиях.

На практике важное значение имеет рациональное построение системы контроля качества сырья и готовой продукции.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Послание Президента Республики Казахстан Н.Назарбаева народу Казахстана. Стратегия вхождения Казахстана в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира. Казахстан на пороге нового рывка вперед в своем развитии. 01.03.2006 г.
2. ГОСТ 21669-76. Комбикорма. Термины и определения.
3. СТ РК 1049-2002. Премиксы. Методы анализа.
4. ГОСТ 23153-78. Кормопроизводство. Термины и определения.
5. ТУ 26502-85. Белково-витаминные и амидо-витаминные добавки.
6. ГОСТ 22842-88. Комбикорма-концентраты гранулированные для откармливаемых лошадей
7. ГОСТ28256-89. Комбикорма-концентраты для дойных кобыл
8. ТУ 16955-71. Комбикорма для контрольного откорма свиней
9. ТУ 9268-90. Комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота.
- 10.ТУ28255-89. Комбикорма-концентраты для выращивания и нагула молодняка мясных лошадей.
11. ТУ23513-79. Брикетты и гранулы кормовые.
12. ТУ22834-87. Комбикорма гранулированные.
13. ГОСТ23462-95. Продукция комбикормовой промышленности. Правила приемки. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение
14. ГОСТ13496.2-84. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки
15. ГОСТ26657-85. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания фосфора
16. ГОСТ 13496.4-84. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения азота и сырого протеина
17. ГОСТ13496.12-75, 13496.13-75. Комбикорма. Методы определения общей кислотности, запаха, зараженности вредителями хлебных запасов и плотности брикетов
18. ГОСТ26570-85. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения кальция
19. Заочная школа фермеров. Основы кормления свиней по интенсивной технологии. Журнал «Агропром. Современные сельскохозяйственные технологии», №7, 2004 г. – Алматы: ТОО «Издательский дом «Мегаполис». – с. 16-20.
20. Бейсеев А.О., Бейсеев О.Б. Использование природных лечебных минералов для ветеринарных целей и перспективы Казахстана. <http://geo.komisc.ru/public/collect/2006/theory/pdf>.
21. Лукашов В.И. Тезисы доклада на конференции «Экологическое сельское хозяйство: новые перспективы для России». Доклад — Экологическое сельское хозяйство. [www.minpro.ru](http://www.minpro.ru).
22. Романов Г.А. Новое поколение премиксов в рационах свиней и КРС. <http://mineko.ru>.
23. Бейсеев О.Б., Беспаяев Х.А., Бейсеев А.О. Лечебные минералы Казахстана (свойства, ресурсы, перспективы использования в качестве

исходного сырья для производства лекарственных средств и изделий медицинского назначения) // Труды II Международного семинара «Минералогия и жизнь: биоминеральные взаимодействия». Сыктывкар. С. 123-124.

24. Шунгитовые породы Карелии. – Петрозаводск, 1981.

25. Шунгит. <http://www.promc.ru>.

26. Бейсеев О.Б., Бейсеев А.О., Шакирова Г.С.. Новые и нетрадиционные виды природных минеральных наполнителей Казахстана и перспективы их использования для создания композиционных материалов многоцелевого назначения. / Наука та інновації. 2005. Т 1. № 1. С. 116-123.

27. Романов Г.А. Цеолиты в птицеводстве. <http://mineko.ru>.

28. Природный минерал в животноводстве. Официальный сайт ООО «Минерал-Трейдинг» [www.zeolite.spb.ru](http://www.zeolite.spb.ru).

29. [www.vurnary.ru](http://www.vurnary.ru). Официальный сайт ОАО «Вурнарский завод смесевых препаратов».

30. Добавка к комбикормам. <http://www.promc.ru>.

31. Кузнецов С.Г. Использование природных цеолитов в животноводстве. Обзорная информ. /НИИТЭИ агропром. М., 1994. - 44 с.

32. Романов Г.А. Лукашов В.И. Минералы в животноводстве. Статья для журнала «Животноводство России». <http://mineko.ru>.

33. Шадрин А.М. Природные цеолиты Сибири в животноводстве, ветеринарии и охране окружающей среды. - Новосибирск, 1998. - 116 с.

34. Бентонит в сельском хозяйстве. [www.astron-ukraine.com.ua/rus](http://www.astron-ukraine.com.ua/rus).

35. Официальный сайт ООО «Асмодус» (г. Волгоград, Россия) - [www.narod.yandex.ru](http://www.narod.yandex.ru).

36. Гертман А.М. Максимович Д. М. Мониторинг тяжелых металлов в крови коров и продуктах животноводства техногенной зоны Южного Урала // М-лы первой междунар. Конф. /БГАУ. - 2002. - с. 90-91.

37. Козлова Л.Г., Шкуратова И.А. Применение вермикулита курам-несушкам//Здоровье, разведение и защита мелких домашних животных. - Уфа, 2001. – с. 68.

38. Аккузин Г.Д. Неспецифические факторы защиты у свиноматок при добавлении в рацион природных минералов// Сб. науч. трудов. - Л., 1990. - с. 3-8.

39. Емельянов А.М. Сапропель - подкормка для животных // Уральские нивы, 1988.- №10. - с. 24-27;

40. Цециновский В.М., Птушкин Г.Е. Технологическое оборудование зерноперерабатывающей промышленности. – М.: «Колос», 1976.- 368с.

41. Демский А.Б., Берлекин М.А., Тамаров Е.В. и др. Справочник оборудования для производства муки и крупы. - МВО: Агропромиздат, 1990.- 220с.

42. Джанкуразов Б.О. Научные основы совершенствования технологии хранения зерна на элеваторах.// Дисс.... док.техн.наук – Алматы, 2004. –315с.

43. Джанкуразов Б.О., Изтаев А.И., Кулажанов К.С. Научные основы хранения зерна. – Алматы: Алейррон, 2002 –284 с.

44. Азаров Б.М., Арет В.А. Инженерная реология пищевых производств. – М.: МТИЛПП, 1978 –112с.
45. Kuo M.K., Achenbach I.D. Perturbation method to analyze the elastodynamic field near a kinked crack. // Int. J. solids and structures. 1985, Vol., 21, N3.
46. Азаров Б.М., Назаров Н.Н. Реология пищевых масс. – М.: МТИЛПП, 1970-90с.
47. Андрианов Е.И. Методы определения структурно-механических характеристик порошкообразных материалов. - М.: Химия, 1982.-256с.
48. Волярович М.П. Исследование реологических свойств дисперсных систем // Коллоидный журнал. – 1954.- т.6 №3 –227-240 с.
49. Muller H.G. Introduction to Food Rheology. London: 1973, 148p.
- Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. – М.: Высшая школа, 1978.- 448с.
50. Hopkins I. Stress relaxation or creep linear viscoelastic substances under varying temperature. //I. Polymer Sci., 1985, Vol. 28, 118, p. 631-633.
51. Мачихин Ю.А., Клаповский Ю.В. Современные способы формирования конфетных масс. – М.: Пищевая промышленность, 1974.- 184с.
52. Иосифова Л.В. Исследование структурно-механических характеристик и процесса обрушивания семян клещевины. //Автореф.дис....канд. техн. наук.- Краснодар, 1978.-23с.
53. Маслов А.М. Инженерная реология в пищевой промышленности. – Л.: ЛТИХП, 1977.-88с.
54. Ломаев Г.З. Исследование релаксации и ползучести на основе реологических моделей. //Краснодар. : КПИ, 1971, вып. 37, с 21-29.
55. Реология – теория и приложения /под ред. Ф.Эйриха /.-М.: Иностранная литература, 1962.-882с.
56. Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности.- М.: Высш. шк., 1990.-440с.
57. Урьев Н.В., Талейсник М.А. Пищевые дисперсные системы (физико-химические основы интенсификации технологических процессов).- М.: Агропромиздат, 1985.-296с.
58. Работнов Ю.И. Механика деформируемого твердого тела. –М.: 1979.- 744с.
59. Рейнер М. Реология. – М.: Наука, 1965. –223с.
60. Мачихин Ю.А., Берман Г.К., Клаповский Ю.В. Формование пищевых масс - М.: Колос, 1992.-272с.
61. Инженерная реология пищевых материалов. /Мачихин Ю.А., Мачихин С.А./ - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981.- 216с.
62. Бердиян М.А., Кафаров В.В. Процессы измельчения твердых тел. //Процессы и аппараты химической технологии. – М.: 1977. т. с.5-89
63. Реометрия пищевого сырья и продуктов: Справочник / под ред. Ю.А. Мачихина. - М.: Агропромиздат. – 1990.-271с.
64. Дмитриев В.П. Стохастическая механика. М.: Высшая школа, 1990.- 63 с.



65. Оспанов А.А. совершенствование процессов и оборудования для измельчения пищевого и кормового сырья.// Автореф. дисс. докт. техн. наук. М., 1992 –50 с.
66. Тулегенов М.Н. Совершенствование процесса измельчения компонентов комбикормов. //Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Алматы, 1999.-30с.
67. Оспанов А.А., Остапчук Н.В. Основы теории и моделирования процессов измельчения пищевого сырья и кормов. – Алма-Ата: Гылым, 1992.- 244с.
68. Оспанов А.А., Глебов Л.А. Измельчение зерна и продуктов его переработки. – Алматы: «Мектеп», 1998.-177с.
69. Оспанов А.А., Тлегенов Ш.К. Основы эффективного измельчения и механики разрушения. Алматы, 2000.-107 с.
70. Оспанов А.А., Попелюшко А.В. Измельчение сыпучих материалов пищевых производств. –Алматы, 1999.-155с.
71. Муслимов Н.Ж., Боранкулова А.С., Раимжанов А.Р., Жайшибеков Г.З., Спандияров Е. Научные основы обработки зернового сырья при производстве крупяных изделий и кормовых смесей. «Проблемы научного обеспечения производства, после уборочной обработки, хранения и переработки зерна и других продуктов растениеводства.» Материалы докл. межд. научн.-практ. конф.- Астана, 2001.
72. Спандияров Е. Совершенствование процесса измельчения зернового сырья. – Джамбул.: ЦНТИ, 1992.-71с.
73. Соколов А.Я. и др. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств. – М.: Пищпромиздат, 1960.-740с.
74. Соколов А.Я. Комбикормовые заводы. – М.: Колос, 1970.- 432с.
- Бутковский В.А., Мельников Е.М. Технология мукомольного и комбикормового производства. – М.: Агропромиздат, 1989-305с.
75. Черняев Н.П. Технология комбикормового производства. – М.: Агропромиздат, 1985.-256с.
76. Макаров Ю.И. Аппараты для смешивания сыпучих материалов. – М.: Машиностроение, 1973.- 215с.
77. Горбатьюк В.И. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Колос, 1999.-335с.
- 78.Стабников В.И. и др. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. - 663с.
79. Михеев Н.С., Мельников Е.М. Процессы и аппараты пищевых производств. - М.: Колос, 1963.-283с.
80. Геккер И.Е. Процессы и аппараты пищевых производств. –М.: Государственное издательство торговой литературы, 1963.- 292с.
81. Кавецкий Г.Д., Королев А.В. Процессы и аппараты пищевых производств. –М.: Агропромиздат, 1991.- 342с.
82. Кафаров В.В., Дорохов И.И., Арутюнов С.Ю. Системный анализ процессов химической технологии. Процессы измельчения и смешивания сыпучих материалов. - М.: Наука, 1985.- 440с.

83. Ланге Б.Ю. Александровский А.А. Кинетическое уравнение процесса смешивания гетерогенных систем // Теоретические основы химической технологии. – 1970. – т.4.-№4.-с 548-553.
84. Л.М.Батунер, М.Е.Позин. Математические методы в химической промышленности.// Государственное научно-техническое издательство химической лит-ры, Ленинград, 1955 - 482с
85. Кафаров В.В., Клипиницер В.А., Дудоров А.А. Полная стохастическая модель смешивания //Теоретические основы химической технологии.-1968.- т.2.-№5.-с.153-159.
86. Берман Г.К., Татевосян Р.А. Интенсификация процесса смешивания сыпучих ингредиентов в смесителе непрерывного действия. //М.: ЦИНИТЭнефтехим, 1990, В.4, 40с.
87. Буканов И.Г., Елхина В.Д., Литвина Л.С. Лабораторные работы по оборудованию предприятий общественного питания. : Учеб. пособие для технолог. фак. торг. вузов –2-е изд., перераб. -М.: Экономика, 1985. –208с.
88. Лисовенко А.Т. Технологическое оборудование хлебозаводов и пути его совершенствования. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982 – 208с.
89. Смесительные машины в хлебопекарной промышленности /А.Т. Лисовенко, И.Н. Литовченко, И.В. Зиринс и др./ Под ред. А.Т. Лисовенко. – К.: Урожай, 1990. - 192с.
90. Сулеин Г.С., Иванец В.И., Коршиков Ю.А. Совершенствование стадии смешивания процесса получения комбикормов. Изв. вузов. Пищ. технология, 1984, №3.
91. Спандияров Е., Жайшибеков Г.З., Муслимов Н.Ж. Совершенствование процесса смешивания компонентов комбикормов.// Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции. Научный журнал. Алматы, №2., 2000, с. 63-66
92. Спандияров Е., Жайшибеков Г.З., Муслимов Н.Ж., Кенжебекова Г. Моделирование процесса смешивания сыпучих пищевых и кормовых материалов. «История, культура и экономика юга Кыргызстана» Материалы докл. межд. науч. конф. - Ош, 2000, с. 187-189
93. Муслимов Н.Ж., Боранкулова С.С., Жайшибеков Г.З., Умирбаева Г.Б. Смешивание и прессование крупяных изделий и кормовой смеси. «Валихановские чтения». Материалы докл. межд. научн.-практ. конф.- Кокшетау, 2001, с. 89-90.
94. Спандияров Е., Муслимов Н.Ж., Жайшибеков Г.З., Кенжебекова Г.У. Моделирование процесса смешивания сыпучих пищевых и кормовых материалов. Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции. Научный журнал. Алматы, №2., 2000, с.68-71
95. Муслимов Н.Ж., Жайшибеков Г.З., Спандияров Е. Влияние продолжительности смешивания на коэффициент вариации кормовой смеси. Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции. Научный журнал. Алматы, №2-3, 2001, с.49-51

96. Спандияров Е. Разработка и совершенствование процессов и оборудования производства комбикормов.// Автореф.дис.....д-ра. техн. наук. – Москва, 1994.-52с.
97. Реометрия пищевого сырья и продуктов: Справочник / под ред. Ю.А. Мачихина. - М.: Агропромиздат. – 1990.-271с.
98. Инженерная реология пищевых материалов. /Мачихин Ю.А., Мачихин С.А./ - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981.- 216с.
99. Мачихин Ю.А., Берман Г.К., Клаповский Ю.В. Формование пищевых масс - М.: Колос, 1992.-272с.
100. Реология – теория и приложения /под ред. Ф.Эйриха /.-М.: Иностранная литература, 1962.-882с.
101. Ломаев Г.З. Исследование релаксации и ползучести на основе реологических моделей. //Краснодар. : КПИ, 1971, вып. 37, с 21-29.
102. Маслов А.М. Инженерная реология в пищевой промышленности. – Л.: ЛТИХП, 1977.-88с.
103. Мачихин Ю.А., Клаповский Ю.В. Современные способы формования конфетных масс. – М.: Пищевая промышленность, 1974.- 184с.
104. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. – М.: Высшая школа, 1978.- 448с.
105. Бутковский В.А., Мельников Е.М. Технология мукомольного и комбикормового производства. – М.: Агропромиздат, 1989-305с.
106. Кошелев А.Н., Глебов Л.А. Производство комбикормов и кормовых смесей. – М.: Агропромиздат, 1986.-175с.
107. Дудкин М.С. Получение кормовых продуктов из отходов переработки зерна. – Москва, 1963. - 54с.
108. Егоров Г.А., Мельников Е.М., Максимчук Б.М. Технология муки, крупы, комбикормов. – Москва: Колос, 1984, 375с.
109. Кожаров Л.С. Основы комбикормового производства. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987.-134с
110. Данилин А.С. Производство комбикормов за рубежом. – М.: Колос, 1968.-363с.
111. Миончинский П.Н., Кожаров Л.С. Производство комбикормов. – М.: Агропромиздат, 1991.-228с.
112. Симмонс Н.О. Комбикормовое производство. – М.: Хлебиздат, 1960.-191с.
113. Черняев Н.П. Производство комбикормов. – М.: Агропромиздат, 1989.-224с.
114. Правила организации и ведения технологического процесса производства комбикормов, белково-витаминных добавок, премиксов и карбамидного концентрата. М., Минзаг СССР, 1980;
115. Система машин и оборудования послеуборочной обработки, хранения и переработки зерна на 2006-2010гг.: Научное издание/ под редакцией д.т.н., профессора А.А. Оспанова. - Астана: НИИЗПП, 2006.-329 с.
116. Оспанов А.А., Комышник Л.Д., Кошанов О.М., Омаров К.К. Алтайулы С.А., Муслимов Н.Ж. Разработка системы машин для

послеуборочной обработки и переработки зерна на 2006-2010гг. (часть I), Методические указания. – Астана: ЦНТИ, 2002.-43с.

117. Оспанов А.А., Комышник Л.Д., Кошанов О.М., Шаймерденова Д.А., Алтайулы С.А., Муслимов Н.Ж. Разработка системы машин для послеуборочной обработки и переработки зерна на 2006-2010гг. (часть II) Методические указания. – Астана: ЦНТИ, 2003.-52с.

118. Левицкий А.П., Чайка И.К. и др. Термоамидная обработка зерновых компонентов комбикормов. Обзорная информация ЦНИИИТЭИ. Комбикормовая промышленность. -Москва: 1987. – 26 с;

119. [www.biokompleks.ru](http://www.biokompleks.ru). Сайт ЗАО «Биокомплекс»;

120. Черняев Н.П., Овчинников С.Д. Развитие комбикормовой промышленности за рубежом. Обзорная информация ЦНИИИТЭИ. Комбикормовая промышленность. -М.: 1981. – 15-20 с.;

121. [www.canegor.urch.ac.ru/ekorm](http://www.canegor.urch.ac.ru/ekorm). Линии переработки отходов ЗАО "Экорм";

122. Орлов А.И., Подгорнова Н.М. Производство комбикормов с применением экструзионной технологии. Обзорная информация ЦНИИИТЭИ. Комбикормовая промышленность. –Москва, 1990. – 53 с.;

123. Шестерина С.А. Комбикормовая промышленность за рубежом // Экспресс-информация. Сер. Хранение и переработка зерна / ЦНИИТЭИ хлебопродуктов 1989. Вып. 1

124. Орлов А.И. и др. Повышение качества комбикормов // Экспресс-информация. Сер. Комбикормовая промышленность / ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1979. Вып. 11;

125. Орлов А.И., Афанасьев В.А. Влияние процесса экструдирования на сохранность витаминов в зерне ячменя и отрубях // Тр. ВНИИКП// ЦНИИТЭИ Минзага СССР . 1983. Вып. 23;

126. Орлов А.И. , Афанасьев В.А. Влияние пропаривания и экструдирования на микроструктуру зерна ячменя // Тр. ВНИИКП // ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1984. Вып. 25;

127. Шестерина С.А. Бродская Л.Г. Комбикормовая промышленность за рубежом. Экспресс-информация ЦНИИИТЭИ. Хранение и переработка зерна. Вып 18. –Москва, 1989, – 27 с.;

128. Муслимов Н.Ж. Повышение эффективности производства кормовой смеси на основе совместного измельчения и смешивания зерновых компонентов. //Дисс..... канд. техн. наук. – Алматы., 2001 - 137с.

129. Жислин Я.М., Пикус Б.И., Дробильное и прессующее оборудование комбикормового завода. – М. : Агропромиздат, 1987.- 118с.

130. Технологическое оборудование пищевых производств /Под ред. Б.М. Азарова. - М.: Агропромиздат, 1988.- 463с.

131. Галицкий Р.Р. Оборудование зерноперерабатывающих предприятий. – М.: Агропромиздат, 1990.-184 с.

132. Смесительные машины в хлебопекарной промышленности /А.Т. Лисовенко, И.Н. Литовченко, И.В. Зиринс и др./ Под ред. А.Т. Лисовенко. – К.: Урожай, 1990. – 192 с.

133. Осокин В.П. Молотковые мельницы. – М. : 1980.-176с.

134. Оборудование для производства муки и крупы. Справочник./Демский А.Б., Борискин М.А., Тамаров Е.В.- М.: Агропромиздат, 1990.-351с.
135. Устройство и эксплуатация оборудования предприятий пищевой промышленности. /Под ред. А.И. Драгилева: 2-е изд. перераб. и доп.: - М.: Агропромиздат, 1988.-399с.
136. Камнеотборники вибропневматические для очистки крупяных культур. Программа и методика испытаний. Министерство хлебопродуктов СССР – М.:1986.
137. Рассева самобалансирующиеся. Программа и методика испытаний. Министерство хлебопродуктов СССР – М.:1986.
138. Сепараторы зерноочистительные. Программа и методика испытаний. Министерство хлебопродуктов СССР – М.:1987.-37с.
139. Антипов С.Т., Кретов И.Т., Остириков А.Н. и др. Под ред. Панфилов В.Т. Машины и аппараты пищевых производств. В 2-х том. – М.:Высшая школа, 2001.-703 с:ил.
140. Комышник Л.Д., Журавлев А.П., Ревера Н.Г. Эксплуатация рециркуляционных зерносушилок.-М.:Агропромиздат, 1986-232с.
141. Красников В.В. Подъемно-транспортные машины в сельском хозяйстве. Изд.2-е, перераб. и доп.-М.:Колос, 1973-464с.
142. Опыт создания и эксплуатации газорециркулирующих зерносушилок. Обзорная информация. Серия: элеваторная промышленность.- М.:1978.
143. Протокол приемочных испытаний номер 17 (792) 90. Горизонтальный ленточный конвейер  $l=10000$ мм.
144. Протокол приемочных испытаний номер 17 (792) 90. Наклонный ленточный конвейер  $l=7000$ мм.
145. Протокол приемочных испытаний номер 1 (471) 78. Типовая программа и методика испытаний шахтных зерносушилок.
146. Протокол приемочных испытаний номер 12 (699) 87. Нория Б8-БНУ-50.
147. Протокол приемочных испытаний номер 3 (717) 88. Разгрузчик автомобилей АВС-50М-П.

# **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Стандарты Республики Казахстан

№	Номер СТРК, ИСО, ГОСТ	Наименование ГОСТ (СТРК, ТУ)
1	СТ РК 1014-2000	Идентификация продукции. Общие положения.
2	СТ РК ГОСТ Р 51897-2004	Управление риском. Термины и определения.
3	СТ РК 1088-2002	Пожарная безопасность. Термины и определения.
4	СТ РК ГОСТ Р ИСО 14050-2000	Управление окружающей средой. Словарь.
5	СТ РК 4.4-94	Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция пищевой и сельскохозяйственной промышленности. Основные положения. Взамен ГОСТ 15.015-90.
6	СТ РК 1078.0.1-2002	Технологическое обеспечение создание продукции. Основные положения.
7	СТ РК 1078.3.1-2002	Технологическое обеспечение создание продукции. Технологическая подготовка производства.
8	СТ РК 1.3-2000	Государственная система стандартизации РК. Порядок разработки, согласования, утверждения и государственной регистрации технических условий. Взамен СТ РК 1.3-93.
9	СТ РК 1.30-2002	Государственная система стандартизации РК. Общие правила по разработке и применению технических регламентов.
10	СТ РК 1.32-2003	Государственная система стандартизации РК. Технические условия на пищевые продукты. Общие требования к разработке и оформлению.
11	СТ РК 1..34-2003	Государственная система стандартизации РК. Порядок определения и включения обязательных норм и требований в технические регламенты и нормативные документы.
12	СТ РК ГОСТ Р ИСО/МЭК 37-2004	Товары потребительские. Инструкции по применению. Общие требования.
13	СТ РК 3.53-2004	Система менеджмента качества. Порядок сертификации системы менеджмента качества на основе принципов анализа рисков и критических контрольных точек (НАССР).
14	СТ РК 1179-2003	Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов НАССР. Общие требования.
15	СТ РК 3.1-2001	Государственная система сертификации РК. Знак соответствия. Технические требования. Взамен СТ РК 3.1-93.
16	СТ РК 3.4-2003	Государственная система сертификации РК. Порядок проведения подтверждения соответствия продукции. Общие требования. Взамен СТ РК 3.4-94.
17	СТ РК 3.15.1-98	Государственная система сертификации РК. Сертификация систем качества и производств. Основные положения. Взамен РД 50 РК 3.4-94
18	СТ РК 3.15.2-98	Государственная система сертификации РК. Сертификация систем качества и производств. Порядок проведения сертификации систем качества. Взамен РД 50 РК 3.4-94.
19	СТ РК 3.15.3-98	Государственная система сертификации РК. Сертификация систем качества и производств. Порядок проведения сертификации производств. Взамен РД 50 РК 3.4-94.
20	СТ РК 3.27-2002	Государственная система сертификации РК. Порядок сертификации продукции пищевой промышленности и сельскохозяйственного производства. Взамен ПР РК 50.3.16-96.
21	СТ РК 3.34-2003	Государственная система сертификации РК. Идентификация продукции пищевой промышленности и сельскохозяйственного производства при ее подтверждения соответствия. Общие требования. Взамен ПР РК 50.3.25-97.
22	СТ РК 3.50-2004	Государственная система сертификации РК. Машины зерноочистительные. Порядок сертификации.

## Продолжение таблицы

23	ПР РК 50.3.32-97	Правила сертификации. Государственная система сертификации РК. Система сертификации продукции пищевой промышленности и сельскохозяйственного производства. Правила по сертификации зерна, продуктов его переработки.
24	СТ РК 1049-2002	Премикусы. Методы анализа.
25	СТ РК ГОСТ Р ИСО 14001-2000	Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению.
26	СТ РК ГОСТ Р ИСО 14004-2000	Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам системы и средствам обеспечения функционирования.
27	СТ РК ГОСТ Р ИСО 14040-2000	Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура.
28	СТ РК 17.0.0.03-2002	Охрана природы. Атмосфера. Определение параметров эффективности работы пылеулавливающих установок.
29	СТ РК 1185-2003	Паспорт безопасности продукции, веществ и материалов. Состав, порядок разработки и применения.
30	СТ РК 1174-2003	Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.
31	СТ РК 1189-2003	Технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные. Классификация. Общие гигиенические требования. Методы испытаний.
32	СТ РК 1295-2004	Электробезопасность. Электроустановки зданий производственного и социально-бытового назначения. Общие технические условия. Взамен ГОСТ 30.331.1-95.
33	СТ РК 1296-2004	Электробезопасность. Электроустановки зданий производственного и социально-бытового назначения. Методы контроля.
34	СТ РК 1081-2002	Порядок разработки технологических инструкций и рецептуры на пищевые продукты. Основные положения.
35	СТ РК 1010-2002	Продукты пищевые. Информация для потребителя. Основные положения. Взамен СТ РК 1010-90.
36	СТ РК 1019-2000	Рис казахстанской селекции. Требования при заготовках и поставках. Взамен ГОСТ 6293-90.
37	СТ РК 1020-2000	Рис казахстанской селекции. Крупа рисовая. Технические условия. Взамен ГОСТ 6293-90.
38	СТ РК 1023-2000	Мука пшеничная хлебопекарная «Казахстанская». Технические условия. Взамен ТУ 8РК56-92.
39	СТ РК 1046-2001	Пшеница. Технические условия.
40	СТ РК 1054-2002	Зерно. Метод определения количества и качества клейковины в пшенице с использованием механизированных средств.
41	СТ РК 1104-2002	Жент. Технические условия.
42	СТ РК ГОСТ Р 50436-2003	Зерновые. Отбор проб зерна.



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Межгосударственные стандарты

№	Номер ГОСТа	Наименование ГОСТа
1	ГОСТ 12039-82	Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения жизнеспособности.
2	ГОСТ 12038-84	Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (для переработки кукурузы в крахмал).
<b>Безопасность труда</b>		
3	ГОСТ 12.0.002-80	Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.
4	ГОСТ 12.1.033-81	Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Термины и определения.
5	ГОСТ 12.01.009-76	Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения.
6	ГОСТ 12.1.005-88	Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
7	ГОСТ 12.0.002-80	Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.
8	ГОСТ 12.0.003-74	Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
9	ГОСТ 12.1.003-83	Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
10	ГОСТ 12.1.004-91	Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
11	ГОСТ 12.1.008-76	Система стандартов безопасности труда. Биологическая безопасность. Общие требования.
12	ГОСТ 12.1.010-76	Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования.
13	ГОСТ 12.1.012-90	Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.
14	ГОСТ МЭК 61140-2002 ГОСТ Р МЭК 61140-2000	Защита от поражения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязи.
<b>Охрана природы</b>		
15	ГОСТ 17.0.0.04-90	Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения.
<b>Оборудование, процессы, технология, материалы</b>		
16	ГОСТ 4.21-85	Система показателей качества продукции. Конвейеры. Номенклатура показателей.
17	ГОСТ 14.004-83	Технологическая подготовка производства. Термины определения основных понятий.
18	ГОСТ 14.205-83	Технологичность конструкции изделий. Термины и определения.
19	ГОСТ 27.002-89	Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
20	ГОСТ 214-83	Полотна решетчатые. Технические условия.
21	ГОСТ ИСО 2591-1-2002 (СТБ ИСО 2591-1-2000)	Ситовой анализ. Часть 1. Методы с использованием контрольных сит из проволочной ткани и перюрированных металлических листов.
22	ГОСТ ИСО 2395-2002 (СТБ ИСО 2395-2000)	Сита контрольные и ситовой анализ. Словарь.
23	ГОСТ ИСО 3310-1-2002 (СТБ ИСО 3310-1-2000)	Сита контрольные. Часть 1. Сита контрольные из металлической проволочной ткани. Технические требования и испытания.
24	ГОСТ ИСО 5223-2002 (ГОСТ Р ИСО 5223-99)	Сита лабораторные для анализа зерновых культур. Технические требования.
25	ГОСТ 5976-90	Вентиляторы радиальные общего назначения. Общие технические условия.
26	ГОСТ 10616-90	Вентиляторы радиальные и осевые. Размеры и параметры.
27	ГОСТ 11442-90	Вентиляторы осевые общего назначения. Общие технические условия.

## Продолжение таблицы

28	ГОСТ ИСО 13351-2002 (ДСТУ ISO 13351-97)	Промышленные вентиляторы. Размеры.
29	ГОСТ 14202-69	Трубопроводы промышленных предприятий. Оознавательная краска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки.
30	ГОСТ 18501-73	Оборудование подъемно-транспортное. Конвейеры, тали, погрузчики и штаблеры. Термины и определения.
31	ГОСТ 2103-89Е	Конвейеры ленточные передвижные общего назначения. Технические условия.
32	ГОСТ 22644-77	Конвейеры ленточные. Основные параметры и размеры.
33	ГОСТ 20-85	Ленты конвейерные резиноканевые.
34	ГОСТ 14916-82	Дробилки. Термины и определения.
35	ГОСТ 28098-89	Дробилки кормов молотковые. Общие технические требования.
36	ГОСТ 28293-89	Зерносушилки шахтные. Показатели энергопотребления.
37	ГОСТ 9868-75	Машины обоечные для зерна. Технические условия.
38	ГОСТ 27-00-216-75	Система стандартов безопасности труда. Машины и оборудование продовольственные. Общие требования безопасности.
39	ГОСТ 12.2.002-81	Система стандартов безопасности труда. Техника сельскохозяйственная. Методы оценки безопасности.
40	ОСТ 27-00-217-74	Система стандартов безопасности труда. Оборудование мельнично-элеваторное и комбикормовое. Требования безопасности.
41	ГОСТ 6834-76	Машины зерноочистительные общего назначения. Технические условия.
42	ГОСТ 10141-81	Мельницы стержневые и шаровые. Технические условия.
43	ГОСТ 22903-78	Машины и оборудование для животноводства и кормопроизводства. Монтажепригодность. Общие требования.
44	ГОСТ 27962-88Е	Оборудование технологическое для мукомольных предприятий. Общие технические условия.
45	ГОСТ 12.2.042-91	Система стандартов безопасности труда. Машины и технологическое оборудование для животноводства и кормопроизводства. Общие требования безопасности.
46	ГОСТ 12.2.003-91	Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
47	ГОСТ 12.2.042-91	Система стандартов безопасности труда. Машины и технологическое оборудование для животноводства и кормопроизводства. Общие требования безопасности.
48	ГОСТ 12.2.061-81	Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
49	ГОСТ 12.2.062-81	Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные.
50	ГОСТ 12.2.124-90	Система стандартов безопасности труда. Оборудование продовольственное. Общие требования безопасности.
51	ГОСТ 12.3.002-75	Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
52	ГОСТ 17527-86	Упаковка. Термины и определения.
53	ГОСТ 7247-90	Бумага для упаковывания пищевых продуктов на автоматах. Технические условия.
<b>Качество, безопасность продукции</b>		
54	ГОСТ 15467-79	Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.
55	ГОСТ 30333-95 (ГОСТ Р 50587-93)	Паспорт безопасности вещества (материала). Основные положения. Информация по обеспечению безопасности при производстве, применении, хранении, транспортировке, утилизации.
<b>Корма, комбикорма, комбикормовое сырье</b>		
56	ГОСТ 21669-76	Комбикорма. Термины и определения.
57	ГОСТ 23153-78	Кормопроизводство. Термины и определения.
58	ГОСТ 16955-71	Комбикорма для контрольного откорма свиней. Технические условия.
59	ГОСТ 18221-99	Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Технические условия.

## Продолжение таблицы

60	ГОСТ 21669-76	Комбикорма. Термины и определения.
61	ГОСТ 22834-87	Комбикорма гранулированные. Технические условия.
62	ГОСТ 22842-88	Комбикорма-концентраты гранулированные для откармливания лошадей. Технические условия.
63	ГОСТ 9268-90	Комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота. Технические условия.
64	ГОСТ 28255-89	Комбикорма-концентраты для выращивания и нагула молодняка мясных лошадей. Технические условия.
65	ГОСТ 28256-89	Комбикорма-концентраты для дойных кобыл. Технические условия.
66	ГОСТ 26502-85	Белково-витаминные и амидо-витаминные добавки. Технические условия.
67	ГОСТ 23462-95	Продукция комбикормовой промышленности. Правила приемки. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.
68	ГОСТ 23513-79	Брикеты и гранулы кормовые. Технические условия.
69	ГОСТ 8057-95	Жмых соевый пищевой. Технические условия.
70	ГОСТ 10974-95	Жмых льняной. Технические условия.
71	ГОСТ 11048-95	Жмых рапсовый. Технические условия.
72	ГОСТ 30257-95	Шрот рапсовый тостированный. Технические условия.
73	ГОСТ 28078-89	Крупка комбикормовая. Технические условия.
<b>Методы определения качества комбикормов, кормов</b>		
74	ГОСТ 13496.0-80	Комбикорма, сырье. Методы отбора проб.
75	ГОСТ 13496.3-92	Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влаги.
76	ГОСТ 13496.4-93	Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина.
77	ГОСТ 13496.7-97	Зерно фуражное, продукты его переработки, комбикорма. Методы определения токсичности.
78	ГОСТ 13496.9-96	Комбикорма. Методы определения металломагнитной примеси.
79	ГОСТ 13496.12-98	Комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения общей кислотности.
80	ГОСТ 13496.14-87	Комбикорма, комбикормовое сырье, корма. Метод выделения золы, не растворимой в соляной кислоте.
81	ГОСТ 13496.15-97	Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира.
82	ГОСТ 13496.17-95	Корма. Методы определения каротина.
83	ГОСТ 13496.18-85	Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кислотного числа жира.
84	ГОСТ 13496.19-93	Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания нитратов и нитритов.
85	ГОСТ 13496.20-87	Комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения остаточных количеств пестицидов.
86	ГОСТ 13496.21-87	Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения лизина и триптофана.
87	ГОСТ 13496.22-90	Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения цистина и метионина.
88	ГОСТ 26176-91	Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов.
89	ГОСТ 26177-84	Корма, комбикорма. Метод определения лигнина.
90	ГОСТ 26226-95	Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы.
91	ГОСТ 26570-95	Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания кальция.
92	ГОСТ 26657-97	Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора.
93	ГОСТ 28001-88	Зерно фуражное, продукты его переработки, комбикорма. Методы определения микотоксинов: Т-2 токсина, зеараленона (Ф-2) и охратоксина А.
94	ГОСТ 28396-89	Зерновое сырье, комбикорма. Метод определения патулина.

## Продолжение таблицы

95	ГОСТ 28497-90	Комбикорма, сырье гранулированные. Методы определения крошимости.
96	ГОСТ 31098-2002 (ИСО Р 51425-99)	Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения массовой доли зеараленона.
<b>Зерновые культуры</b>		
97	ГОСТ 27186-86	Зерно заготавливаемое и поставляемое. Термины и определения.
98	ГОСТ 9353-85	Пшеница. Технические условия.
99	ГОСТ 9353-90	Пшеница. Требования при заготовках и поставках.
100	ГОСТ 16990-71	Рожь продовольственная. Требования при заготовках. Технические условия.
101	ГОСТ 16990-88	Рожь. Требования при заготовках и поставках.
102	ГОСТ 16991-71	Рожь для переработки на солод.
103	ГОСТ 27850-88Э	Рожь продовольственная для экспорта. Технические условия.
104	ГОСТ 7510-82	Ячмень для переработки на солод в спиртовом производстве. Технические условия.
105	ГОСТ 28672-90	Ячмень. Требования при заготовках и поставках.
106	ГОСТ 25344-82	Ячмень кормовой. Технические условия.
107	ГОСТ 5060-86	Ячмень пивоваренный. Технические условия.
108	ГОСТ 6378-84	Ячмень для переработки в крупу. Технические условия.
109	ГОСТ 16470-84	Ячмень. Требования при заготовках. Технические условия.
110	ГОСТ 6584-73	Овес. Требования при поставках крупяной промышленности. Технические условия.
111	ГОСТ 7757-71	Овес для переработки на солод в спиртовом производстве. Технические условия.
112	ГОСТ 12771-71	Овес заготавливаемый. Технические условия.
113	ГОСТ 12770-73	Овес. Требования при поставках на кормовые цели и для переработки на комбикорма. Технические условия.
114	ГОСТ 28673-90	Овес. Требования при заготовках и поставках.
115	ГОСТ 6293-68	Рис. Технические условия.
116	ГОСТ 6293-90	Рис. Требования при заготовках и поставках.
117	ГОСТ 13634-81	Кукуруза. Технические условия.
118	ГОСТ 13634-90	Кукуруза. Требования при заготовках и поставках.
119	ГОСТ 19092-73	Гречиха заготавливаемая. Технические условия.
120	ГОСТ 19093-73	Гречиха для переработки в крупу. Технические условия.
121	ГОСТ 19092-92	Гречиха. Требования при заготовках и поставках.
122	ГОСТ 22983-78	Просо. Требования при заготовках и поставках крупяной промышленности и на солод. Технические условия.
123	ГОСТ 22983-88	Просо. Требования при заготовках и поставках.
124	ГОСТ 13212-77	Горох продовольственный и кормовой для экспорта. Технические условия.
125	ГОСТ 23843-79	Горох. Технические условия.
126	ГОСТ 28674-90	Горох. Требования при заготовках и поставках.
127	ГОСТ 8759-92	Сорго. Требования при заготовках и поставках.
<b>Методы определения качества зерновых и зернобобовых культур.</b>		
128	ГОСТ ИСО 2170-97	Зерновые и бобовые. Отбор проб молотых продуктов.
129	ГОСТ ИСО 7971-2-2002	Зерновые. Метод определения насыпной плотности зерна, называемой «масса гектолитра» (рабочий метод).
130	ГОСТ 11913-66	Зерновые культуры. Норма точности взвешивания.
131	ГОСТ 10840-64	Зерно. Натура
132	ГОСТ 10842-89 (ИСО 520-77)	Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения 1000 зерен или 1000 семян.
133	ГОСТ 10843-76	Зерно. Метод определения пленчатости.
134	ГОСТ 10844-74	Зерно. Метод определения кислотности по болтушке.
135	ГОСТ 10845-98	Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала.
136	ГОСТ 10847-74	Зерно. Метод определения зольности.
137	ГОСТ 10940-64	Зерно. Методы определения типового состава.
138	ГОСТ 10967-90	Зерно. Методы определения запаха и цвета.
139	ГОСТ 10968-88	Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания.

## Продолжение таблицы

140	ГОСТ 10987-76	Зерно. Методы определения стекловидности.
141	ГОСТ 11225-76	Зерно. Метод определения выхода зерна из початков кукурузы.
142	ГОСТ 12136-77	Зерно. Метод определения экстрактивности ячменя.
143	ГОСТ 13496.11-74	Зерно. Метод определения содержания спор головневых грибов.
144	ГОСТ 13586.1-68	Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице.
145	ГОСТ 13586.2-81	Зерно. Методы определения содержания сорной, зерновой, особо учитываемой примесей, мелких зерен и крупности
146	ГОСТ 13586.3-83	Зерно. Правила приемки и методы отбора проб.
147	ГОСТ 13586.4-83	Зерно. Методы определения зараженности и поврежденности вредителями.
148	ГОСТ 13586.5-93	Зерно. Метод определения влажности.
149	ГОСТ 13586.6-93	Зерно. Поврежденность вредителями
150	ГОСТ 22162-76	Рис. Метод определения микротвердости.
151	ГОСТ 22163-76	Рис. Метод определения пленчатости.
152	ГОСТ 22164-76	Рис и продукты его переработки. Метод определения физической калорийности.
153	ГОСТ 22165-76	Рис и продукты его переработки. Метод определения белизны.
154	ГОСТ 28418-89 (ИСО 2171-80)	Зерновые, бобовые и продукты его переработки. Методы определения зольности.
155	ГОСТ 28419-97	Зерно. Метод определения сорной и зерновой примеси на анализаторе засоренности У1-ЕАЗ-М.
156	ГОСТ 28666.1-90 (ИСО 6639-1-86)	Зерновые и бобовые. Определение скрытой зараженности насекомыми. Часть 1. Общие положения.
157	ГОСТ 28666.2-90 (ИСО 6639-2-86)	Зерновые и бобовые. Определение скрытой зараженности насекомыми. Часть 2. Отбор проб.
158	ГОСТ 28666.3-90 (ИСО 6639-3-86)	Зерновые и бобовые. Определение скрытой зараженности насекомыми. Часть 3. Контрольный метод.
159	ГОСТ 28666.4-90 (ИСО 6639-4-87)	Зерновые и бобовые. Определение скрытой зараженности насекомыми. Часть 4. Ускоренные методы.
160	ГОСТ 29177-91	Зерно. Методы определения состояния (степени декструкции) крахмала.
161	ГОСТ 29305-92 (ИСО 6540-80)	Кукуруза. Метод определения влажности (измельченных и целых зерен).
162	ГОСТ 30043-2002 (ГОСТ Р 51403-99)	Пшеница. Определение показателя седиментации по методу Зелени.
163	ГОСТ 30044-93 (ИСО 5529-78, ИСО 5532-87)	Пшеница твердая. Определение неполностью стекловидных зерен (контрольный метод),
164	ГОСТ 30046-93 (ИСО 7971-86)	Зерновые. Определение насыпной плотности зерна называемой «масса гектолитра» (контрольный метод).
165	ГОСТ 30483-97	Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности; содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой; содержания металломагнитной примеси.
166	ГОСТ 30498-97 (ИСО 3093-82)	Зерновые культуры. Определение числа падения.
167	ГОСТ 31003-2002 (ГОСТ Р 50436-92)	Зерновые. Отбор проб зерна.
168	ГОСТ 31005-2002 (ГОСТ Р 50438-92)	Рис. Определение выхода шелушеного и шлифованного риса.
169	ГОСТ 31087-2002 (ГОСТ Р 51277-99)	Сорго. Метод определения содержания танинов.
<b>Зернобобовые культуры</b>		
170	ГОСТ 7066-77	Чечевица тарелочная продовольственная. Требования при заготовках и поставках.
171	ГОСТ 7067-88	Вика яровая. Требования при заготовках и поставках.
172	ГОСТ 7758-75	Фасоль продовольственная. Технические условия.
173	ГОСТ 8758-76	Нуг. Требования при заготовках и поставках.
174	ГОСТ 10417-88	Бобы кормовые. Требования при заготовках и поставках.

## Продолжение таблицы

175	ГОСТ 10418-88	Чечевица мелкосеменная. Требования при заготовках и поставках.
176	ГОСТ 10419-88	Чина. Требования при заготовках и поставках.
177	ГОСТ 11321-89	Люпин кормовой. Требования при заготовках и поставках.
178	ГОСТ 13213-77Э	Чечевица тарелочная продовольственная для экспорта. Технические условия.
179	ГОСТ 17109-88	Соя. Требования при заготовках и поставках.
180	ГОСТ 17110-71	Соя (промышленное сырье). Требования при поставках. Технические условия.
<b>Масличные культуры</b>		
181	ГОСТ ИСО 5507-97	Семена масличных культур. Номенклатура.
182	ГОСТ 5947-68	Семена хлопчатника технические. Технические условия.
183	ГОСТ 9158-76	Семена конопли. Промышленное сырье. Технические условия.
184	ГОСТ 9159-71	Семена горчицы (промышленное сырье). Требования при заготовках и поставках. Технические условия.
185	ГОСТ 10582-76	Семена льна масличного. Промышленное сырье. Технические условия.
186	ГОСТ 10583-76	Рапс для промышленной переработки. Технические условия.
187	ГОСТ 11549-76	Семена льна-долгунца. Промышленное сырье. Технические условия.
188	ГОСТ 12094-76	Мак масличный для переработки. Технические условия.
189	ГОСТ 12095-76	Кунжут для переработки. Технические условия.
190	ГОСТ 12096-76	Сафлор для переработки. Технические условия.
191	ГОСТ 12097-76	Рыжик для переработки. Технические условия.
192	ГОСТ 12098-76	Сурепица для переработки. Технические условия.
193	ГОСТ 14943-95	Клещевина (промышленное сырье). Требования при заготовках и поставках.
194	ГОСТ 14944-69	Семена клещевины (промышленное сырье). Требования при заготовках и поставках. Технические условия.
195	ГОСТ 17111-88	Арахис. Требования при заготовках и поставках.
196	ГОСТ 22391-89	Подсолнечник. Требования при заготовках и поставках.
<b>Методы определения качества масличных культур</b>		
197	ГОСТ 10852-86	Семена масличные. Правила приемки и методы отбора проб.
198	ГОСТ 10853-88	Семена масличные. Метод определения зараженности вредителями.
199	ГОСТ 10854-88	Семена масличные. Методы определения сорной, масличной и особо учитываемой примеси.
200	ГОСТ 27988-88	Семена масличные. Методы определения цвета и запаха.
201	ГОСТ 10855-64	Семена масличные. Методы определения лужистости.
202	ГОСТ 10856-96	Семена масличные. Методы определения влажности.
203	ГОСТ 10857-64	Семена масличные. Методы определения масличности.
204	ГОСТ 10858-77	Семена масличных культур. Промышленное сырье. Методы определения кислотного числа масла.
205	ГОСТ 26597-89	Подсолнечник. Метод определения кислотного числа масла с применением рН-метрии.
<b>Сырье и продукты пищевые</b>		
206	ГОСТ 26927-86	Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути.
207	ГОСТ 26928-86	Продукты пищевые. Методы определения железа.
208	ГОСТ 26931-86	Сырье и продукты пищевые. Метод определения меди.
209	ГОСТ 26933-86	Сырье и продукты пищевые. Метод определения кадмия.
210	ГОСТ 26934-86	Сырье и продукты пищевые. Метод определения цинка.
211	ГОСТ 30178-96	Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов.
212	ГОСТ 30518-97	Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (клиформных бактерий)
213	ГОСТ 30519-97	Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella.
214	ГОСТ 30538-97	Продукты пищевые. Методика определения токсичных элементов атомно-эмиссионным методом.
215	ГОСТ 30711-2001	Продукты пищевые. Методы выявления и определения содержания афлатоксинов В1 и М1.

<b>Зернопродукты</b>		
216	ГОСТ 7169-66	Отруби пшеничные. Технические условия.
217	ГОСТ 7170-66	Отруби ржаные. Технические условия.
218	ГОСТ 26791-89	Продукты переработки зерна. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.
<b>Методы определения качества зернопродуктов</b>		
219	ГОСТ ИСО 6644-97	Зерно и продукты его переработки. Автоматический отбор проб с применением механического устройства.
220	ГОСТ 9404-88	Мука и отруби. Метод определения влажности.
221	ГОСТ 10846-91	Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка.
222	ГОСТ 20239-74	Мука, крупа и отруби. Метод определения металломагнитной примеси.
223	ГОСТ 27493-87	Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке.
224	ГОСТ 27494-87	Мука и отруби. Методы определения зольности.
225	ГОСТ 27558-87	Мука и отруби. Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста.
226	ГОСТ 27559-87	Мука и отруби. Метод определения зараженности и загрязненности вредителями хлебными запасов.
227	ГОСТ 27668-88	Мука и отруби. Приемка и методы отбора проб.
228	ГОСТ 29033-91	Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира.
229	ГОСТ 29143-91 (ИСО 712-85)	Зерно и зернопродукты. Определение влажности (рабочий контрольный метод).
230	ГОСТ 29144-91 (ИСО 711-85)	Зерно и зернопродукты. Определение влажности (базовый контрольный метод).
231	ГОСТ 31095-2002	Продукты переработки зерна. Определение кислотного числа жира.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Кодекс Алментариус

№	Номер CODEX STAN	Наименование CODEX STAN
1	CODEX STAN 74:1981	Продукты питания на зерновой основе, обработанные для младенцев и детей. Стандарт кодекса. Изменения 1985,1987,1989,1991.
2	CODEX STAN 152:1985	Мука пшеничная. Стандарт кодекса. Пересмотр 1:1995
3	CODEX STAN 153:1985	Кукуруза (маис). Стандарт кодекса.
4	CODEX STAN 154:1985	Мука кукурузная (маисовая) простого помола из цельного зерна. Стандарт кодекса.
5	CODEX STAN 155:1985	Мука кукурузная (маисовая) из цельного зерна и крупа кукурузная (маисовая) с отдельными зародышами.
6	CODEX STAN 169:1989	Зерно проса американское целое и ошелушенное. Стандарт кодекса. Пересмотр 1:1995
7	CODEX STAN 170:1989	Мука из американского проса. Стандарт кодекса. Пересмотр 1:1995
8	CODEX STAN 171:1989	Бобовые некоторых видов. Стандарт кодекса. Пересмотр:1995.
9	CODEX STAN 172:1989	Зерно сорго. Стандарт кодекса. Пересмотр 1:1995.
10	CODEX STAN 173:1989	Мука из сорго. Стандарт кодекса. Пересмотр 1:1995
11	CODEX STAN 178:1991	Крупка и мука из твердой пшеницы. Стандарт кодекса. Пересмотр 1:1995
12	CODEX STAN 163:1987	Клейковина пшеничная. Стандарт кодекса.
13	CODEX STAN 174:1989	Продукты из растительных белков. Общий стандарт кодекса.
14	CODEX STAN 175:1989	Соевые белковые продукты. Общий стандарт кодекса.
15	CODEX STAN 19-1981	Жиры и масла пищевые, не рассмотренные в индивидуальных стандартах. Общий стандарт кодекса
16	CODEX STAN 22-1 981	Масло хлопковое пищевое. Стандарт кодекса
17	CODEX STAN 23-1 981	Масло подсолнечное пищевое. Стандарт кодекса
18	CODEX STAN 24-1981	Масло рапсовое пищевое. Стандарт кодекса
19	CODEX STAN 25-1981	Масло кукурузное пищевое. Стандарт кодекса
20	CODEX STAN 26-1 981	Масло кунжутное пищевое. Стандарт кодекса
21	CODEX STAN 27-1 981	Масло сафлоровое пищевое. Стандарт кодекса
22	CODEX STAN 123-1981	Масло рапсовое пищевое с низким содержанием эруковой кислоты. Стандарт кодекса



**Стандарты ИСО**

№	Номер ИСО стандарта	Наименование ИСО стандарта
1	ИСО 5527:1995	Зерновые культуры. Терминология
2	ИСО 659: 1998	Масличные семена. Определение содержания масла (контрольный метод)
3	ИСО 2171:1993	Зерновые и продукты их переработки определение общей зольности
4	ИСО 5667-13:1997	Качество воды. Отбор проб. Часть 13: рекомендации по отбору проб шлама сточных вод и на сооружениях водоочистки
5	ИСО 5983:1997	Корма для животных. Определение содержания азота и вычисление содержания сырого протеина. Метод Кьелдаля
6	ИСО 6322-1:1996	Зерновые и бобовые. Хранение. Часть 1. Общие рекомендации по хранению зерновых
7	ИСО 7301:1988	Рис. Технические условия
8	ИСО 7305:1998	Продукты переработки зерна. Определение кислотного числа жира
9	ИСО 11051:1994	Пшеница твердая ( <i>tritium durum desf</i> ). Технические условия
10	ИСО 11052:1994	Мука пшеничная макаронная и крупка. Определение содержания желтого пигмента
11	ИСО/МЭК 14-77	Информация об изделиях для потребителя
12	ИСО/ПМС 19011-2002	Рекомендации по аудиту систем менеджмента качества и/или охраны окружающей среды

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**

**Распределение предприятий по производству комбикормов в Республики Казахстан на 01.01.2005 года\***

Наименование областей	По производству комбикормов	
	Всего, шт	Мощность, тонн в год
Акмолинская	2	175 000
Актюбинская	2	118 750
Алматинская	2	282 500
Восточно-Казахстанская	6	373 000
Жамбылская	1	90 000
Западно-Казахстанская	1	100 000
Карагандинская	5	400 000
Кызылординская	1	75 000
Костанайская	3	220 000
Павлодарская	3	109 500
Северо-Казахстанская	4	157 500
Южно-Казахстанская	3	140 000
г.Астана	1	50 000
г.Алматы	25	127 500
<b>ВСЕГО</b>	<b>59</b>	<b>2418750</b>
<b>* - по данным Агентства по статистике РК</b>		

СВИДЕТЕЛЬСТВО О РЕГИСТРАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о государственной регистрации объекта интеллектуальной собственности

№ 044 \_\_\_\_\_ г. 7 февраля 2006

Настоящим удостоверяется, что в Комитете по правам интеллектуальной собственности Министерства юстиции Республики Казахстан зарегистрирован объект интеллектуальной собственности под названием «Технологическое оборудование предприятий I и II-го уровня» (база данных) авторами которого по собственному заявлению являются **Оспанов Абдыманап, Муслимов Нуржан Жумартович.**

По заявлению авторов исключительные (имущественные) права интеллектуальной собственности и объект, созданный **12 сентября 2005** года, принадлежат **Оспанову А., Муслимову Н.Ж.** и авторы гарантируют, что при создании вышеуказанного объекта не были нарушены права интеллектуальной собственности других лиц.

Запись в реестре Комитета по правам интеллектуальной собственности за № **044** от **7 февраля 2006** года имеется.

  
Председатель Комитета **Н. Сахипова**

ИС 01699

**КУӘЛІГІ**

Зияткерлік меншік объектісін мемлекеттік тіркеу

№ 044 \_\_\_\_\_ ж. 7 ақпан 2006

Қазақстан Республикасы Әділет министрлігінің Зияткерлік меншік құқығы комитетінде оздерінің жазба өтініші бойынша авторлары **Әбдіманап Оспанов, Нуржан Жомартұлы Муслимов** болып саналатын «Технологическое оборудование предприятий I и II-го уровня» (деректер базасы) деп аталған зияткерлік меншік объектісі тіркелгенін осы куәлік растайды.

Авторлардың өтініші бойынша **2005 жылғы 12 қыркүйекте** жасалған объект пен зияткерлік меншіктің айрықша (мүліктік) құқығы тек қана **Ә.Оспановтың, Н.Ж.Муслимовтың** иеліктеріне жатады және авторлар жоғарыда көрсетілген объектіні жасаған кезде басқа адамдардың зияткерлік меншік құқығы бұзылмағандығына кепілдік береді.

Зияткерлік меншік құқығы комитетінің тізбесінде **2006 жылғы 7 ақпандағы № 044** жазба бар.

  
Комитет төрайымы **Н. Сахипова**

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

### Расчет экономической эффективности проектируемого предприятия

$Q=3000$  т/сут, при норме выходов готовой продукции 99%.

1. Производственная мощность  $M_c = 300$  т/сут

2. Годовая производительность (производственная мощность)

$$M_z = M_c \cdot P_n = 300 \cdot 305 = 91500 \text{ т/год}, \quad (1)$$

Методика определения рабочего времени предприятия представлена в табл. 1.

$$P_n = K_{ф.в} - O_{пл} = 305 \text{ сут/год} \quad (2)$$

где  $K_{ф.в}$  - календарное фактическое время, сут;  $O_{пл}$  - всего остановок, сут.

Таблица 1 - Расчет рабочего времени предприятия

Виды плановых остановок предприятия	Период остановки
1. Календарное фактическое время, сут	365
2. Технологические остановки, дней	2
3. Декадные остановки на текущий ремонт, дней	20
4. Ревизия силовых установок, дней	4
5. Газация	4
Всего остановок	60
Итого $P_n = 365 - 60$	305
Коэффициент использования календарного времени $\frac{305}{365} \cdot 100$	83,5

### 3. Сырье и основные материалы

$$C = M_z \cdot C_k \cdot Ц, \quad (3)$$

где  $M_z$  – производственная мощность, т/год;  $Ц$  – средняя цена 1 т сырья, тыс.тг;

$C_k$  – содержание компонента в соответствии с усредненным рецептом, %.

Зерновое сырье  $C = 91500 \cdot 0,6 \cdot 10,0 = 549000$  тыс.тг;

Мучнистое сырье  $C = 91500 \cdot 0,16 \cdot 8,0 = 117120$  тыс.тг;

Кормовые продукты пищевых производств:

$$C = 91500 \cdot 0,06 \cdot 15,0 = 109800 \text{ тыс.тг};$$

Шроты  $C = 91500 \cdot 0,11 \cdot 15,0 = 150975$  тыс.тг;

Минеральное сырье  $C = 91500 \cdot 0,025 \cdot 10,0 = 22875$  тыс.тг;

Премиксы  $C = 91500 \cdot 0,01 \cdot 10,0 = 9150$  тыс.тг;

Жир  $C = 91500 \cdot 0,005 \cdot 20,0 = 9150$  тыс.тг

Меласса  $C = 91500 \cdot 0,02 \cdot 15,0 = 27450$  тыс.тг.

Итого расходы на сырье и основные материалы составляет - 995520 тыс.тг.

#### 4. По нормам выхода муки определим годовой выпуск муки

$$M = \frac{M_z \cdot H_g}{100} = \frac{91500 \cdot 99}{100} = 90585 \text{ т/год}, \quad (4)$$

где  $M_z$  – годовая производственная мощность, т/год;  $H_g$  – нормы выходов готовой продукции, (99%).

#### 5. Расчет себестоимости по статьям расходов.

##### 5.1 Технологические расходы

Далее определим расходы на технологические нужды.

«Электроэнергия». После ориентировочного энергетического расчета затрат на основное технологическое оборудование составили 644,7 кВт/ч, тогда годовой расход определим следующим образом

$$P_{\text{элект}} = 644,7 \cdot 21 \cdot 305 = 4129303,5 \text{ кВт/год} \quad (5)$$

Отсюда затраты на электроэнергию:

$$З_э = 4129303,5 \cdot 0,006 = 247776 \text{ тыс.тг} \quad (6)$$

##### 6.2 Расчет заработной платы производственному персоналу.

###### 6.2.1 Планирование численности производственного персонала.

На зерноперерабатывающих предприятиях численность производственного персонала планируется исходя из норм трудовых затрат.

Трудовые затраты напрямую зависят от суточной мощности производственного цеха, при этом принимаем, если суточная производительность составляет от 100 до 150, то норматив для расчета – 0,21 чел на 1 т/сут, а при  $Q$ - от 150 и выше норматив для расчета будет равен – 0,3 чел на 1 т/сут. Тогда явочная численность персонала равна:

$$Яв.числ = 300 \cdot 0,3 = 90 \text{ чел.} \quad (7)$$

Отсюда найдем количество основных рабочих в смену:

$$\text{Числ. в смену} = \frac{90}{3} = 30 \text{ чел/смене}, \quad (8)$$

где 3 – число смен в сутки.

Далее находим штатную численность работников, которая равна явочной численности вместе с подменой на выходные дни:

$$\text{Числ. штат} = 90 + 20 = 110 \text{ чел}$$

Списочная численность при условии коэффициента перерасчета, т.е. перевода штатной численности в списочную, равен 1,05 – коэффициент, полученный на основе расчета баланса рабочего времени.

$$\text{Числ. спис} = 110 \cdot 1,05 = 115 \text{ чел} \quad (9)$$

А также планирование численности административно-управленческого персонала предприятия производится по штатным должностям:

Директор, главный инженер – 1 чел

Главный бухгалтер – 1 чел

Главный технолог – 1 чел

Зав. ПТЛ – 1 чел

Главный энергетик – 1 чел

Итого: 5 человек

Отсюда полная численность персонала будет:

$$\text{Числ. полная} = 115 + 5 = 120 \text{ чел}$$

### 6.2.2 Расчет фонда заработной платы

Таблица 2 - Определение заработной платы служащих

Наименование служащих	Кол-во служащих	Разряд служащих	Тарифный коэффициент	Минимальная з/плата	З/плата служащих, тг
Директор	1	19	3,87	5 000	19 350
Гл. инженер		17	3,17	5 000	15 850
Гл. бухгалтер	1	18	3,42	5 000	17 100
Гл. технолог	1	17	3,17	5 000	15 850
Зав. ПТЛ	1	15	2,74	5 000	13 700
Гл. энергетик	1	15	2,74	5 000	13 700
Итого	5				95 550

Годовая заработная плата служащих будут составлять:

$$\text{ЗП}_2 = 12 \cdot 95550 = 1146,6 \text{ тыс. тг.} \quad (10)$$

Заработная плата рабочих (6 разряд):

$$\text{ЗП} = 115 \cdot 1,82 \cdot 5,000 = 1046,5 \text{ тыс. тг,} \quad (11)$$

где 120 – численность рабочих, чел; 1,82 – тарифный коэффициент 6 разряда; 5000 – минимальная заработная плата, тг.

Годовая заработная плата рабочих составит:

$$ЗП_2 = 12 \cdot 1046,5 = 12558 \text{ тыс. тг}$$

Итого годовая заработная плата всех работников составит:

$$ЗП_2 = 1146,6 + 12558 = 13704,6 \text{ тыс. тг}$$

Дополнительная заработная плата работников составляет 30%:

$$ЗП_{дон} = 13704,6 \cdot 0,3 = 4111,4 \text{ тыс.тг.} \quad (12)$$

Общая сумма заработной платы составит:

$$ЗП_{общ} = 13704,6 + 4111,4 = 17816 \text{ тыс.тг.} \quad (13)$$

Определим отчисления от заработной платы, которое составляет 21%

$$Отчисл = 17816 \cdot 0,21 = 3741,4 \text{ тыс.тг.} \quad (14)$$

#### 6.4 Амортизация основных производственных фондов (далее - ОПФ)

С целью возмещения физического и морального износа основных фондов, их стоимость в виде амортизационных отчислений, амортизация составит 10% от стоимости ОПФ

$$A_{отч} = \frac{ОПФ_{ак} \cdot N_a}{100}, \quad (15)$$

где  $ОПФ_{ак}$  – стоимость активной части;  $N_a$  – норма амортизации, которая составит для активной части 10%, для пассивной – 0,5%

Далее найдем стоимость оборудования активной части ОПФ (см. раздел Спецификация).

Таблица 3 - Расчет стоимости оборудования

Наименование оборудования	Марка	Кол-во, шт	Стоимость одной ед., тыс.тг	Стоимость, тыс.тг
Просеиватель	А1-БМС-12	1	620	620
Молотковая дробилка	А1-ДДР	1	500	500
Молотковая дробилка	ДМ	4	500	2000
Сепаратор-просеиватель	ЗСП	4	620	2480
Просеиватель	А1-БМС-12	1	620	620
Молотковая дробилка	ДДМ	1	500	500
Вальцовый станок	ЗМ	1	800	800
Сепаратор-просеиватель	А1-БМС-6	3	620	1860
Жмыхоломач	ЖЛ-1	1	600	600
Молотковая дробилка	ДМ-4409	1	500	500
Молотковая дробилка	А1-ДДП	1	500	500
Сушилка для соли	РЗ-ЧСС	1	750	750
Сушилка для мела	РЗ-ЧСС	1	750	750

Просеиватель для соли	А1-ДСМ	1	300	300
Просеиватель для мела	А1-ДСМ	1	300	300
Мешкорастарочная машина	ММ-2	1	600	600
Пылеуловитель для мучнистого сырья	А1-БПУ	1	300	300
Установка для мелассирования комбикормов	Б6-ДАК	1	800	800
Установка для ввода жира	Б6-ДСЖ	1	800	800
Расходомер для мелассы	ИР-511	1	400	400
Расходомер для жира	УИТЖ-1	1	400	400
Многокомпонентные весовые дозаторы	6ДК-100	1	700	700
Многокомпонентные весовые дозаторы	5ДК-500	1	700	700
Многокомпонентные весовые дозаторы	16ДК-1000	1	700	700
Смеситель периодического принципа действия	А1-ДСГ-2,0	1	800	800
Установка для гранулирования комбикормов	Б6-ДГВ	2	950	1900
Магнитное преграждение длиной магнитного поля	БКМА2-150А	7	250	1750
Магнитное преграждение длиной магнитного поля	БКМ-3-7	1	250	250
Магнитное преграждение длиной магнитного поля	БКМА2-300А	1	250	250
Итого				22880

Отсюда амортизационные отчисления активной части ОПФ (10%) составит:

$$A_{отч} = ОПФ_{акт} \cdot 10\% = 22880 \cdot 0,1 = 2288 \text{ тыс.тг.} \quad (16)$$

Амортизация пассивной части ОПФ при стоимости здания – 20 000 тыс.тг, составит:

$$A_{отч} = \frac{20000 \cdot 0,5}{100} = 100 \text{ тыс.тг} \quad (17)$$

Итого общая сумма амортизации составит:

$$2288 + 100 = 2388 \text{ тыс.тг}$$



Далее определим капитальные затраты как сумму активной и пассивной части ОПФ

$$K_{зам} = 20000 + 22880 = 42880 \text{ тыс.тг}$$

где 20 000 – стоимость ОПФ пассивной части стоимость здания, тыс. тг; 22880– стоимость ОПФ активной части (оборудования).

Таблица 4 - Затраты на переработку

Статьи затрат	Общая стоимость, тыс.тг
1. Сырье за вычетом отходов, т	995520
2. Электрэнергия, кВт	24776
3. Основная заработная плата, тыс.тг	13704,6
4. Дополнительная з/пл 30%	4275,2
5. Отчисления от з/пл 21%	3890,4
6. Амортизация ОПФ	2388
7. Прочие расходы (8%)	83564
Итого	1128118,5

Годовой выпуск комбикормовой продукции составляет: 91500 т/год.

Рассчитаем количество условных единиц по объему готовой продукции

$$91500 : 3,0 = 274500 \text{ тыс.тг.}$$

Определим производственную себестоимость 1 тонны усл.ед делением общей суммы затрат на общее количество усл. единиц

$$1128118,5 : 274500 = 4,1.$$

Исчисляем цену товарной продукции всей продукции

$$91500 \cdot 4,1 = 375150 \text{ тыс.тг.}$$

Далее определим оптовую цену товарной продукции при оптовой стоимости 1т –5,9 тыс.тг (рентабельности 45%)

$$91500 \cdot 5,9 = 539850 \text{ тыс. тг}$$

Прибыль определим из выражения

$$539850 - 375150 = 164700 \text{ тыс.тг.}$$

Определим коэффициент эффективности капитальных вложений по формуле:

$$K_{эф} = \Delta\Pi : KB, \quad (18)$$

где KB – капиталовложения, тыс. тг;  $\Delta\Pi$  – прирост прибыли, тыс. тг.

$$K_{эф} = 164700 : 42880 = 3,8$$

Далее определим срок окупаемости капиталовложений (возврат инвестиционных вложений) по формуле:

$$T_{ок} = 1/K_{эф}, \quad (19)$$

$$T_{ок} = 1/3,8 = 0,26 \text{ года}$$

Данные расчетов приведены в табл. 5.

Таблица 5 - Экономическая эффективность реконструкции предприятия

№	Показатели	Ед. изм	Значения
1	Годовая производственная мощность	т/год	91500
2	Годовой выпуск комбикормовой продукции	т/год	90585
3	Себестоимость по сортам 1 тонны продукции:	тыс.тг	4,1
4	Затраты на производство	тыс.тг	1128118,5
4	Рентабельность	%	45
5	Стоимость ОПФ	тыс.тг	42880
6	Прибыль	тыс.тг	164700
8	Срок окупаемости	лет	0,26

Реконструируемый комбикормовый завод окупается за 0,26 года, что говорит об экономической эффективности предприятия и эффективности капитальных вложений.

Сдано в набор 18.12.2007.  
Формат 60x84 <sup>1/16</sup>  
Усл.печ.л.2,1

Подписано в печать 19.12.2007.  
Заказ № 6885  
Тираж 500 экз.

---

Типография АО «Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина», 2007 г.  
Адрес: 010000, г.Астана, пр.Победы, 62а