

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технические системы в агробизнесе»

Кафедра «Машины и оборудование в агробизнесе»

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Т е м а: СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С РАЗРАБОТКОЙ КОНСТРУКЦИИ ОДНОДИСКОВОГО СОШНИКА.

ВКР 35.03.06.039.18

Студент \_\_\_\_\_ Хузин Р. Р.

Руководитель, профессор \_\_\_\_\_ Нуруллин Э. Г.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2018 г.)

Зав. кафедрой, профессор \_\_\_\_\_ Зиганшин Б. Г.

Казань - 2018 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших задач агропромышленного комплекса – осуществление глубокой технической реконструкции на основе самых современных достижений науки и техники, широкое внедрение техники нового поколения, создание новых технологий, обеспечивающих наивысшую производительность труда и эффективность производства. Одним из ответственных процессов сельскохозяйственного производства является уборка урожая. Здесь важное место отводится совершенствованию существующей технологии комбайновой уборки.

В последнее время предпочтение отдается иностранной технике, одним из лучших производителей которой является фирма CLAAS. В настоящее время самоходные зерноуборочные комбайны CLAAS успешно работают во многих регионах России. Опыт эксплуатации этих машин свидетельствует об их эффективной работе на высокоурожайных полях. Однако, как показывает практика, при уборке влажных и засоренных хлебов производительность комбайна резко снижается. Учитывая четко определенные и сжатые сроки уборки этого нельзя допускать.

Целью новой конструкции проставки жатки является повышение производительности комбайна за счет увеличения его скорости движения и уменьшения времени простоев по причине забивания жатвенной части, а также снижение уровня потерь зерна за комбайном путем равномерной подачи хлебной массы в молотильно-сепарирующее устройство.

Указанная цель достигается тем, что в соединении жатка-наклонный транспортер комбайна монтируется промежуточное звено – проставка, снабженная пальчиковым эксцентриковым механизмом. Данная схема обеспечит устойчивую подачу хлебной массы от шнека к планчатому

транспортеру наклонной камеры и исключит наматывание стеблей на шнек жатки, а также накапливание хлебной массы перед наклонным транспортером.

## 1 ОБЗОР ПО ТЕМЕ РАБОТЫ

### 1.1 Обзор комбайновых технологий уборки зерновых культур и предъявляемые к ним требования

Последовательность операций при уборке урожая зависит от убираемой культуры, от природно-климатических условий, от наличия средств механизации и от организационных принципов и ситуаций. Уборка урожая складывается из сбора и частичной обработки в поле, а также из первичной переработки их на стационарных комплексах (пунктах). Уборка – завершающая стадия возделывания сельскохозяйственных культур, от сроков уборки и организации уборочных работ во многом зависят качество и эффективность сбора урожая. Важнейшее условие роста производства дешевой сельскохозяйственной продукции – механизация уборочных процессов. В нашей стране комплексно механизирована уборка зерновых культур. Повсеместно переходят на поточные производственные процессы уборки, в результате которых сбор урожая организуют по схеме: поле – бункер машины – транспортное средство – пункт первичной переработки урожая в хозяйстве или в заготовительных пунктах.

Основной способ уборки хлебов во всем мире – комбайновая уборка с последующей доработкой зерна на стационарных зерноочистительных - сушительных комплексах.

### **1.5 Обоснование модернизации линии приготовления кормов**

Кормоцех в хозяйстве построен ещё в восьмидесятые годы прошлого столетия. В кормоцехе имеются линии для приготовления грубых кормов, силоса, корнеплодов. Отсутствует оборудование для приготовления минеральных добавок. Оборудование кормоцеха сильно изношено и часто

выходит из строя. Не все линии кормоцеха оборудованы дозаторами, что не позволяет выдерживать нормированный рацион кормления животных, что приводит к дополнительному расходованию кормов и не увеличивает продуктивность животных.

Технологический процесс такого кормоцеха заключается в следующем. Солома, сенаж, силос, предварительно измельченные погрузчиком ПСК-5, доставляются в помещение цеха транспортными агрегатами типа КТУ-10, из которых поступают на дозаторы ДСК-30, откуда выровненным потоком подаются на ленточный транспортер ТЛ-65 линии сбора, смешивания, доизмельчения и выдачи кормов.

Концентрированные корма доставляются в цех с комбикормового предприятия загрузчиком ЗСК-10, расположенного в п.г.т. Таловая, затем они поступают в бункер БСК-10, откуда транспортером подаются на транспортер ТЛ-65. В настоящее время линия не работает и концентрата выдаются в виде жидкого компонента ведрами в кормушки животным в ручную операторами.

Корнеклубнеплоды из приемного бункера ТК-5Б, загружаемого самосвальным транспортом подаются на измельчитель-камнеуловитель ИКМ-5, где очищаются, моются, измельчаются до нужных размеров и направляются на линию сбора и смешивания.

Компоненты рациона по транспортеру ТЛ-65 подаются в измельчитель-смеситель корма ИСК-3 для смешивания, доизмельчения. Готовая кормосмесь выгружается скребковым транспортером в кормораздаточные средства.

Таким образом, для улучшения качества подготовки кормов и уменьшению их потерь, повышения продуктивности животных, за счёт выдержанного рациона кормления в хозяйстве необходимо модернизировать линии приготовления кормов. Для этого необходимо установить в линию соломы для ее измельчения ПЗМ-1,5М. В линию сенажа и силоса более точный питатель дозатор типа ПЗМ-1,5. В линию корнеплодов дозатор сочных кормов ДС-15. Установить в кормоцехе оборудование для приготовления минеральных добавок.

Транспортировка концентрированных кормов в хозяйство с комбикормового предприятия с. Таловая является нерентабельным для хозяйства, слишком большие транспортные издержки и стоимость продукта. Поэтому в дипломном проекте предлагается спроектировать для данного кормоцеха линию подготовки концентрированных кормов на базе собственного зернового сырья хозяйства. Для правильного выбора оборудования и модернизации кормоцеха необходимо провести анализ существующих технологических линий кормоцехов, которые успешно применяются в нашем регионе.

## **2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ КОРМОВ НА ФЕРМЕ КРС В СХА «СЛАВЯНСКАЯ»**

### 2.1. Зоотехнические требования, предъявляемые к технологическому процессу приготовления и раздачи кормов на ферме

Получение продукции животноводства, ее качество и количество зависят от правильного кормления животных.

Приготовленный для скармливания корм должен отвечать требованиям соответствующего стандарта или технологическим условиям на корма.

Технологическим оборудованием ферм обеспечиваются механические, тепловые, химические и биологические воздействия на корм. Корма, скармливаемые животным должны отвечать всем зооветеринарным требованиям. В практике мало встречается кормов в естественном виде, которые отвечали бы этим требованиям, поэтому большую часть кормов необходимо подготавливать к скармливанию.

Концентрированные корма, содержащие большое количество питательных веществ (зернофуражных злаков, бобовых культур, жмых) перед скармливанием животным подвергаются технологической обработке – измельчению, так как только в растворимом виде питательные вещества усваиваются, а скорость обработки корма желудочным соком пропорциональна величине их поверхности.

Требования к приготовленному корму предусматривают для крупного рогатого скота размеры частиц не более 3 мм. Приготовленный корм не должен

содержать вредных примесей. При сухом кормлении размер измельченных частиц не должен превышать 2-3 мм.

Грубые корма содержат большое количество клетчатки, которая трудно переваривается организмом животных. Вследствие чего является весьма жестким кормом и без предварительной подготовки плохо поедается. Обычно перед скармливанием грубые корма подвергают механической и тепловой обработке.

По требованиям стандарта ГОСТ 4808-89 сено хорошего качества крупному рогатому скоту скармливают без подготовки. Солома и сено низкого качества и другие корма подвергаются измельчению. При измельчении соломы и сена размер резки должен быть для крупного рогатого скота 40-50 мм, более мелкую резку длиной 5-10 мм готовят для скармливания ее с сочными кормами.

Корнеплоды подвергают мойке, резке и смешиванию, корнеплоды рекомендуются КРС в целом виде.

Толщина резки корнеплодов должна быть 10-15 мм.

При смешивании кормов нужно достичь равномерного распределения составляющих компонентов в массе. Мойка должна вестись до полного удаления земли.

К кормораздающим устройствам применяют следующие зоотехнические требования: равномерность и точность распределения корма в кормушки, предотвращение загрязнения корма, предупреждение травматизма животных, электробезопасность.

## **2. 2. Обзор литературы по технологии приготовления и раздачи кормов**

Одним из решающих условий ускорения роста темпов производства животноводческой продукции, повышения ее качества и снижения себестоимости является кормовая база – обеспечение животных и птицы полноценными кормами, сбалансированными по питательности в соответствии с запланированной продуктивностью.

Отсюда на первый план выдвигаются увеличение производства кормов, применение прогрессивных методов уборки и первичной обработки их,

обеспечивающих наибольший выход питательных веществ с единицы площади и минимальные потери при хранении, переработке и подготовке кормов к скармливанию.

В настоящее время разработаны и внедрены на животноводческих фермах новые машины и оборудование для приготовления кормов, позволяющее повысить питательность кормовых смесей на 8...10%. Особое внимание уделяется средствам механизации подготовки к скармливанию зернофуража, корнеплодов, комбисилоса, а также грубых кормов.

Подготовка кормов к скармливанию и выбор технологического оборудования тесно связаны с принятой технологией содержания животных и качеством исходного кормового сырья.

Производство животноводческой продукции в хозяйстве базируется в основном на кормах собственного производства.

Известно, что животные превращают в продукцию только 20...25% энергии корма, на физиологическую деятельность затрачивают 25...35%, а остальная часть выделяется в виде отходов, поэтому при решении задачи рационального приготовления кормов необходимо добиться снижения их непроизводительных потерь за счет повышения перевариваемости и усвояемости.

Все корма составляют три основные группы: растительного происхождения, животного происхождения и промышленного производства. Они, в свою очередь, делятся на подгруппы: грубые, мясные, молочные, комбинированные корма, корма добавки и пищевые отходы.

В Центрально-Черноземной зоне на животноводческих фермах и комплексах КРС наибольшее распространение получили силосо-сенажный тип кормления в период стойлового содержания животных и травяной или силосо-травяной в летнее время. На долю силоса и сенажа приходится 65-70%, сенажа и соломы 15-20%, концентратов до 20% и корнеплодов до 15% суточного рациона.

Кормоприготовительный цех (типовой проект №801-323) предназначен для механизированного приготовления влажных кормовых смесей на 800-1000 коров.

В комплект кормоцеха входят машины и устройства из комплекта «Маяк-б», которые в соответствии с технологическим процессом размещены на шести поточных линиях: комбикормов; силоса; соломы; корнеплодов; питательных растворов; смешивания и выдачи кормосмесей.

Схема технологического процесса следующая. Силос и солому электрокран-балками или грейферными погрузчиками подают в кормораздатчики - питатели КТУ-10А. Отсюда солома поступает на измельчитель грубых кормов ИГК-30Б или 4СК-3, силос – на измельчитель «Волгарь-5», далее скребковый транспортер ТС-40С подает в шнек ШЗС-40М, а он – в один из смесителей С-12, где корм увлажняется и подогревается.

Корнеплоды из автотранспорта или хранилища сблокированного с кормоцехом, ленточными или скребковыми транспортерами ТК-5Б подаются в измельчитель ИКС-5М. Вымытые и измельченные корнеплоды загрузочным шнеком ШЗС-40М направляются в один из смесителей С-12.

Комбикорм загружают в приемный бункер питателя ПК-6, а затем шнеком ШЗС-40М подают в смеситель-запорник С-12.

Раствор мелассы с карбонидом и другими добавками готовят в агрегате СМ-1,7, отсюда он направляется на линию смешивания. Готовые корма из двух смесителей С-12 выгружаются в кормораздатчик шнеком ШВС-40М и наклонным транспортером ТС-40М.

Техническая характеристика кормоцеха ТП 801-323.

Установленная мощность электродвигателя	129,6
Металлоемкость, т на т/ч	3-5
Энергоемкость, кВт-ч/т	16-25
Затраты труда, ч/т	0,7-1,0
Обслуживающий персонал	2-3

Кормоцех (типовой проект №801-461) предназначен для приготовления влажных кормовых смесей из силоса или сенажа, грубых кормов (соломы, сена), корнеклубнеплодов и концентратов на фермах КРС на 1200-2000 голов дойного стада.

Для последовательного выполнения основных и вспомогательных операций машины и оборудование кормоцеха (КЦК-5-2) размещены на поточных линиях: приема и дозированной подачи грубых кормов, сенажа или зеленой массы, концкормов; приема, мойки, измельчения и дозированной подачи корнеклубнеплодов; приготовления и дозированной подачи обогатительных растворов; приема, измельчения, загрузки, термической обработки и выдачи грубых кормов; смешивания компонентов рациона в смесителе непрерывного действия; выдача готовой кормосмеси в кормораздающие средства.

Технологический процесс кормоцеха заключается в следующем. Грубые корма из скирд, силос и сенаж из наземных хранилищ и зеленая масса с полей, предварительно измельченные погрузчиком ПСС-5,5 или фуражом ФН-1,4, доставляются к цеху тракторными прицепами 2 ПТС-4-887А и разгружаются в помещении для накопления компонентов. Затем бульдозером корма направляют в бункеры-дозаторы БДК-Ф-70-20 (КПГ-10.46.15), откуда они подаются на ленточный транспортер ТЛ-65 линии смешивания кормосмеси.

Термохимическая обработка соломы осуществляется в отдельном помещении. Солому, предварительно измельченную, доставляют от скирды к помещению, затем кормораздатчиком КТУ-10А и выгружают на приемный транспортер измельчителя ИТК-30Б. Эта масса по пневмопроводу через циклон-разгрузитель ЦОЛ-3 по транспортеру ТС-40М и загрузочному шнеку ШЗС-40М распределяется в один из двух смесителей С-12. Подготовленную солому выгружают из каждого смесителя шнеком ШВС-40М и транспортером ТС-40М подают в бункер-дозатор БДК-Ф-70-20.

Корнеклубнеплоды доставляют в кормоцех самосвальным транспортером и подают стационарными транспортерами из корнеплодохранилища, сбалансированного с кормоцехом. Затем выгружают на транспортер корнеклубнеплодов ТК-5Б, далее в измельчитель-камнеуловитель, дозатор сочных кормов ДС-15, а потом на ленточный транспортер ТЛ-65.

Концентрированные корма доставляют в цех с комбикормовых предприятий загрузчиком ЗСК-10 и разгружают в бункер сухих кормов БСК-10, откуда транспортером подают в дозатор концкормов ДК-10 и далее на ленточный транспортер ТЛ-65.

Питательный раствор из карбамида и мелассы готовят в смесителе СМ-1,7 и вводят его через форсунки в смеситель С-30.

Все компоненты рациона дозируются послойно на ленточный транспортер ТЛ-65. Смесь компонентов проходит через электромагнит М-22Б и поступает в С-30 для смешивания и увлажнения питательным раствором. Готовая масса выгружается в ШВ-30 (ТС-40М) и по распределительному шнеку ШР-30 подается в кормораздающие средства.

### **Технико-экономические характеристики кормоцеха ТП 801-461**

Показатели	Базовый	С отделением
	вариант	термохимической обработки соломы
Установленная мощность электродвигателей	116,2	190,9
Металлоемкость, т на т/ч	1,90-3,1	3,7-4,2
Энергоемкость, кВт-ч/т	5,2-11,6	8,8-14,5
Затраты труда, ч/т	0,11-0,28	0,28-0,55
Обслуживающий персонал, чел.	2	3-4

Кормосмесительный цех (типовой проект №801-460) предназначен для приготовления влажных смесей из силоса или сенажа, грубых кормов (солома, сено), корнеклубнеплодов и выдачи их в раздающие устройства. Для

последовательного выполнения основных и вспомогательных операций машины и оборудование кормоцеха (КЦК-5-1) размещены на следующих поточных линиях: приема и дозирования кормов грубых; сенажа и силоса, концентрированных кормов; приема, мойки, измельчения и дозированной подачи корнеклубнеплодов, обогатительных растворов, доизмельчение и приготовление смеси в измельчителе-смесителе ИСК-3.

Технология процесса приготовления и раздачи кормов выбирается исходя из типа кормления и рациона, способа подготовки кормов и их дозирование, типа кормохранилища и помещения, способа транспортирования и раздачи кормов.

Проектирование технологического процесса необходимо начинать с разработки общих технологических схем переработки всех видов корма, с обоснованием последовательности операций обработки каждого корма и выбора системы машин.

На основе кормовой базы хозяйства и анализа технологических линий и технологии приготовления кормов типовыми кормоцехами, которые наиболее часто используются в Центрально-Черноземной зоне на фермах крупнорогатого скота, принимает следующую технологическую схему подготовки кормов, представленную на рис. 2.1.

### 2.3. Определение годовой потребности в кормах и количества хранилищ

Годовая потребность в кормах для фермы определяется по количеству поголовья и кормовым рационам для данной категории животных, исходя из кормов находящихся в хозяйстве. Рационы взяты с учетом планируемого годового удоя 3000 кг на время стойлового содержания животных 210 дней.

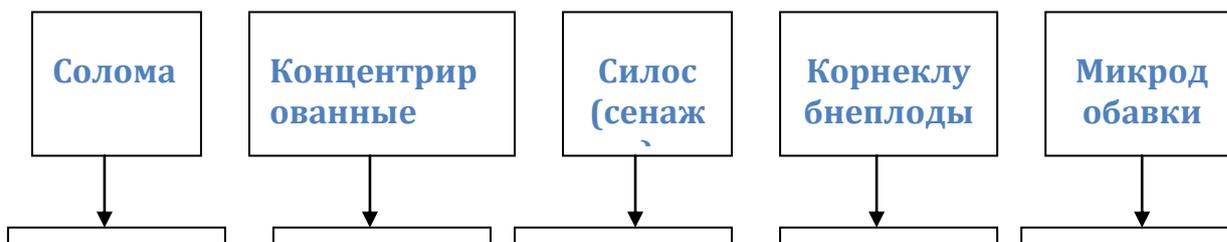


Рис. 2.1. Технологическая схема подготовки кормов.

Годовой запас силоса сенажа, корнеплодов, грубых кормов определим по формуле

$$G_{\text{год}} = \frac{210 \cdot q \cdot m \cdot K}{1000}, \quad (2.1)$$

где  $q$  – суточная норма каждого вида корма на одну голову, кг;

$m$  – количество животных;

$K$  – коэффициент, учитывающий потери кормов при хранении.

Для силоса и сенажа  $K = 1,1$ , для концкормов –  $1,01$ , для корнеплодов –  $1,03$ .

$$G_{\text{год сено}} = \frac{210 \cdot 1 \cdot 400 + 2 \cdot 35 + 200 \cdot 2}{1000} = 351,8 \text{ т,}$$

$$G_{\text{год солома}} = \frac{210 \cdot 1 \cdot (400 + 35 + 200)}{1000} = 266,7 \text{ т,}$$

$$G_{\text{год силос}} = \frac{210 \cdot 1,1 \cdot 400 + 15 \cdot 35 + 8 \cdot 200}{1000} = 2338,8 \text{ т,}$$

$$G_{\text{год сенаж}} = \frac{210 \cdot 1,1 \cdot 400 + 5 \cdot 35 + 3 \cdot 200}{1000} = 733,4 \text{ т,}$$

$$G_{\text{год свекла}} = \frac{210 \cdot 1,03 \cdot 400 + 5 \cdot 35 + 3 \cdot 200}{1000} = 733,4 \text{ т,}$$

$$G_{\text{год концкорма}} = \frac{210 \cdot 1,01 \cdot 400 + 1 \cdot 35 + 1,5 \cdot 200}{1000} = 325,5 \text{ т,}$$

$$G_{\text{год соль}} = \frac{210 \cdot 1,05 \cdot 400 + 0,08 \cdot 35 + 0,04 \cdot 200}{1000} = 11,08 \text{ т,}$$

$$G_{\text{год меласса}} = \frac{210 \cdot 1 \cdot 400 + 0,7 \cdot 35 + 0,5 \cdot 200}{1000} = 110,1 \text{ т.}$$

Общий объем хранилища для каждого вида корма определим по формуле

$$V = \frac{G_{\text{год}}}{\gamma}, \quad (2.2)$$

где  $\gamma$  – объемная масса,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Определяем объем хранилищ:

для сена

$$V = \frac{351,8}{0,1} = 3518 \text{ м}^3,$$

для соломы

$$V = \frac{266,7}{0,1} = 2667 \text{ м}^3,$$

для сенажа

$$V = \frac{733,4}{0,4} = 1833,5 \text{ м}^3,$$

для силоса

$$V = \frac{2338,8}{0,65} = 3598,1 \text{ м}^3,$$

для свеклы

$$V = \frac{733,4}{0,6} = 1222,3 \text{ м}^3,$$

для концкормов

$$V = \frac{325,5}{0,6} = 542,5 \text{ м}^3.$$

Количество хранилищ рассчитываем по формуле

$$n = \frac{V}{V_c \cdot \varepsilon}, \quad (2.3)$$

где  $V_c$  – объем хранилища,  $\text{м}^3$ ;

$\varepsilon$  – коэффициент использования хранилища.

Ширину траншеи для хранения силоса, сенажа, свеклы можно брать равной 12-14 м, глубину – 3 м, длину не больше 80 м. Ширину скирды для хранения грубых кормов можно брать равной 6-8 м, высоту 6-7 м, длину не больше 60 м.

Рассчитаем количество хранилищ

для сена

$$n = \frac{3518}{6 \cdot 6 \cdot 50} = 2,$$

для соломы

$$n = \frac{2667}{8 \cdot 7 \cdot 48} = 1,$$

для сенажа

$$n = \frac{1833,5}{12 \cdot 3 \cdot 52 \cdot 0,98} = 1,$$

для силоса

$$n = \frac{3598,1}{12 \cdot 3 \cdot 53 \cdot 0,95} = 2,$$

для свеклы

$$n = \frac{1222,3}{12 \cdot 3 \cdot 38 \cdot 0,9} = 1,$$

для концкормов

$$n = \frac{542,5}{6 \cdot 3 \cdot 40 \cdot 0,75} = 1.$$

Таким образом, расчеты показали, что на ферме для хранения кормов необходимо иметь 2 хранилища сена с размерами (6х6х50)м, 1 хранилище соломы с размерами (8х7х48)м, 1 хранилище сенажа с размерами (12х3х52)м, 2 хранилища силоса с размерами (12х3х53)м, 1 хранилище свеклы с размерами (12х3х38)м и склад концкормов с размерами (6х3х40)м.

#### 2.4. Расчет линий кормоцеха

На ферме принято трехразовое кормление и принят следующий распорядок дня и врем кормления.

*Таблица 2.2. Распорядок кормления*

Распорядок	Время кормления, ч
Утро	7 – 9
Обед	13 – 15
Вечер	19 - 21

Исходя из рациона, общее количество кормов каждого вида подлежащего обработке определяется по формуле

$$Q_i = m_1 g_1 + m_2 g_2 + m_3 g_3 + \dots + m_n g_n, \quad (2.4)$$

где  $g_1, g_2, g_3, \dots, g_n$  – масса корма каждого вида, скармливаемого одному животному в сутки, кг;

$m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$  – количество животных каждой группы.

$$Q_{\text{сена}} = 3 \cdot 400 + 2 \cdot 35 + 2 \cdot 200 = 1670 \text{ кг},$$

$$Q_{\text{соломы}} = 2 \cdot 400 + 2 \cdot 35 + 2 \cdot 200 = 1270 \text{ кг},$$

$$Q_{\text{силоса}} = 20 \cdot 400 + 15 \cdot 35 + 8 \cdot 200 = 8925 \text{ кг},$$

$$Q_{\text{сенажа}} = 6 \cdot 400 + 5 \cdot 35 + 3 \cdot 200 = 3175 \text{ кг},$$

$$Q_{\text{корнеплодов}} = 6 \cdot 400 + 5 \cdot 35 + 3 \cdot 200 = 3175 \text{ кг},$$

$$Q_{\text{концорма}} = 3 \cdot 400 + 1 \cdot 35 + 1,5 \cdot 200 = 1535 \text{ кг},$$

$$Q_{\text{меласса}} = 1 \cdot 400 + 0,7 \cdot 35 + 0,5 \cdot 200 = 500,245 \text{ кг},$$

$$Q_{\text{соль}} = 0,105 \cdot 400 + 0,08 \cdot 35 + 0,04 \cdot 200 = 52,8 \text{ кг},$$

$$Q_{\text{карб}} = 0,1 \cdot 400 + 0,06 \cdot 35 = 42,1 \text{ кг}.$$

Принимаем, что меласса, соль и карбамид относятся к минеральным добавкам и вместе они составят

$$Q_{\text{мин.доб.}} = 500,24 + 52,8 + 42,1 = 595,14 \text{ кг}.$$

Суммарный суточный расход всех кормов подлежащих обработке, т.е. суточную производительность кормоцефа определяем по формуле

$$Q_k = \sum_{i=1}^n Q_i, \quad (2.5)$$

$$Q_k = 1670 + 1270 + 8925 + 3175 + 3175 + 1535 + 595,14 = 20345,14 \text{ кг}.$$

Количество каждого вида корма, которое будет выдано животным при трехкратном кормлении, исходя из процента разовой дачи, приведено в табл. 2.3.

Принимаем следующее, что сено хорошего качества и выдается животным без предварительной подготовки в кормоцехе.

*Таблица 2.3. Распределение суточного рациона по дачам*

Вид корма	Суточный рацион, кг	В том числе по дачам					
		Утром		В полдень		Вечером	
		%	кг	%	кг	%	кг
Сено	1670	40	668	20	334	40	668
Солома	1270	-	-	50	635	50	635
Силос	8925	30	2677,5	40	3570	30	2677,5
Сенаж	3175	30	952,5	40	1270	30	952,5
Корнеплоды	3175	30	952,5	40	1270	30	952,5
Конц. корма	1535	35	537,2	30	460,5	35	537,2
Мин. добавки	595,1	33	196,3	34	202,3	33	196,3

На основании данных табл. 2.3 строим график расходования кормов, представленный на рис. 2.2, который показывает, что наибольшее количество корма будет обрабатываться в обеденную дачу.

#### 2.4.1. Линия обработки грубых кормов

Технологическая схема обработки грубых кормов следующая:  
 транспортировка → измельчение → дозирование → смешивание.

В машинном оформлении:

МТЗ-80+2ПТС-4М → ПЗМ-1,5М → ТС-40С → ТЛ-65 → ИСК-3.

Процесс подготовки грубых кормов протекает следующим образом: грубые корма подвозят на транспортном агрегате МТЗ-80+2ПТС-4М и выгружают в лоток питателя, из которого они по конвейеру поступают к вращающимся режущим барабанам питателя ПЗМ-1,5М. После измельченная масса попадает на транспортер ТС-40С и далее на транспортер линии сбора ТЛ-65, доставляющей массу в измельчитель-смеситель ИСК-3. Произведем расчет линии грубых кормов. Дозируют массу изменением скорости движения конвейера, выравнивают слой соломы битаром на транспортере точной дозировки. Определяем производительность технологической линии, потребность в машинах и оборудовании.

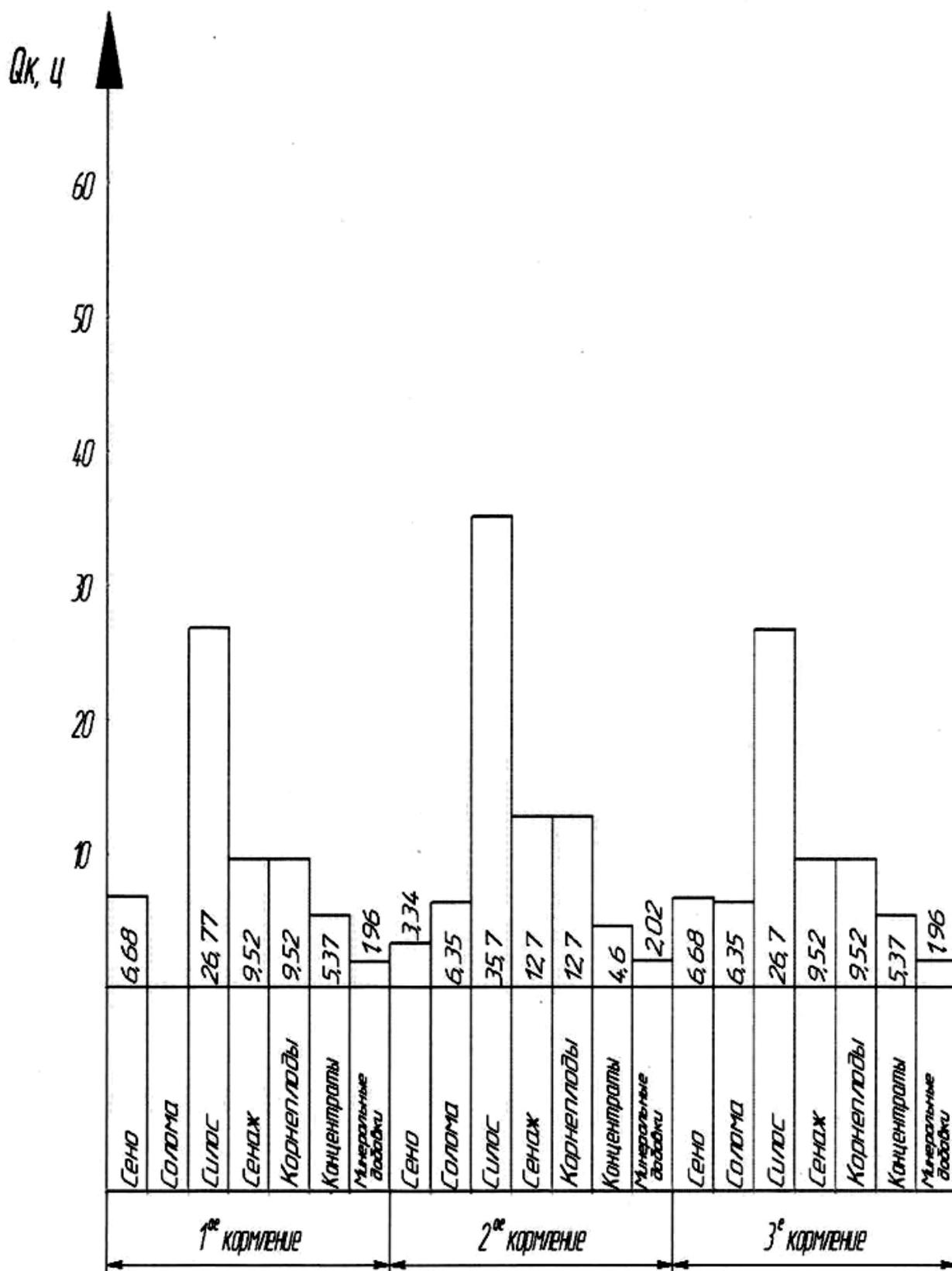


Рис. 2.2. График расходования кормов

Суточная потребность в грубых кормах на ферме составляет 2940 кг. Грубые корма подвозят агрегатом МТЗ-80+2ПТС-4.

Часовая производительность линии по дозировке грубых кормов определяется по формуле:

$$W_{\text{гр}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{T \cdot \tau}, \quad (2.6)$$

где  $Q_{\text{сут}}$  – масса корма, подготавливаемая на технологической линии в сутки, кг;

$\tau$  – коэффициент использования времени смены, согласно [ ] принимаем  $\tau=0,85$ ;

$T$  – время работы технологической линии, ч.

$$T = T_{\text{см}} - T_{\text{об}}, \quad (2.7)$$

где  $T_{\text{см}}$  – продолжительность смены, ч ( $T_{\text{см}}=7$  ч);

$T_{\text{обс}}$  – продолжительность проведения технического обслуживания оборудования технологической линии, ч ( $T_{\text{обс}}=1$  ч).

$$T = 7 - 1 = 6 \text{ ч.}$$

$$W_{\text{гр}} = \frac{2940}{6 \cdot 0,85} = 490 \text{ кг/ч}$$

Для измельчения грубых кормов основная машина - питатель ПЗМ-1,5М.

Число машин выбранной марки определяется из выражения:

$$n = \frac{W_{\text{тл}}}{Q_{\text{пасп}}}, \quad (2.8)$$

где  $Q_{\text{пасп}}$  – паспортная производительность машины, кг/ч,  
 $Q_{\text{пасп ПЗМ-1,5М}} = 1580$  кг/ч.

$$n = \frac{490}{1580} = 0,31 \approx 1$$

Принимаем один ПЗМ-1,5М.

Зная количество корма, который необходимо подготовить к очередной даче, можно определить время работы машины за разовую дачу по формуле:

$$T_{\text{фак}}^{\text{утр}} = \frac{Q_{\text{утр}}}{Q_{\text{пасп}}}, \quad T_{\text{фак}}^{\text{об}} = \frac{Q_{\text{об}}}{Q_{\text{пасп}}}, \quad T_{\text{фак}}^{\text{веч}} = \frac{Q_{\text{веч}}}{Q_{\text{пасп}}} \quad (2.9)$$

где  $Q_{\text{утр}}$ ,  $Q_{\text{об}}$ ,  $Q_{\text{веч}}$  – соответственно масса данного вида корма, скармливаемого утром, в обед и вечером, кг;

$Q_{\text{пасп}}$  – паспортная производительность машины, кг/ч;

Время работы питателя ПЗМ-1,5

утром

$$T_{\text{фак}}^{\text{утр}} = \frac{668}{1580} = 0,42 \text{ ч.}$$

в обед

$$T_{\text{фак}}^{\text{об}} = \frac{969}{1580} = 0,61 \text{ ч.}$$

вечером

$$T_{\text{фак}}^{\text{веч}} = \frac{1303}{1580} = 0,82 \text{ ч.}$$

Для транспортировки грубых кормов от скирд к кормоцеху будем использовать транспортный агрегат МТЗ-80+2ПТС-4-887А с емкостью кузова с надставными бортами 6 м<sup>3</sup>.

Производительность тракторного агрегата определяем по формуле:

$$W_{\text{та}} = \frac{V_{\text{к}} \cdot \rho \cdot \varepsilon}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.10)$$

где  $V_k$  – объем кузова,  $\text{м}^3$ ;

$\rho$  – плотность корма,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\varepsilon$  – коэффициент, учитывающий заполнение кузова,  $\varepsilon = 0,75 - 0,85$ ;

$t_{\text{ц}}$  – время цикла, ч.

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{п}} + t_{\text{др}} + t_{\text{в}} + t_{\text{х.х}}, \quad (2.11)$$

где  $t_{\text{п}}$  – время погрузки, ч.;

$t_{\text{др}}$  – время движения с грузом, ч.;

$t_{\text{в}}$  – время выгрузки, ч.;

$t_{\text{х.х}}$  – время движения без груза, ч.

$$t_{\text{ц}} = 0,16 + 0,03 + 0,08 + 0,08 = 0,35 \text{ ч.}$$

$$W_{\text{та}} = \frac{6 \cdot 100 \cdot 0,75}{0,35} = 1285 \text{ кг/ч.}$$

Число транспортных агрегатов определяем по формуле:

$$n = \frac{W_{\text{рк}}}{W_{\text{та}}}, \quad (2.12)$$

$$n = \frac{490}{1285} = 0,4.$$

Принимаем один МТЗ-80+2ПТС-4-887А.

#### 2.4.2. Линия обработки сочных кормов

Технологическая схема линии обработки сочных кормов следующая:

транспортировка → дозирование → смешивание.

В машинном исполнении:

МТЗ-80+2ПТС-4М → ПЗМ-1,5 → ТС-40С → ТЛ-65 → ИСК-3.

Сенаж и силос выгружают на лоток питателя сочных кормов ПЗМ-1,5. Транспортер питателя имеет дозирующие битеры, перемещением которых устанавливают необходимую дозу массы, подаваемой в измельчитель-смеситель кормов ИСК-3.

Определим производительность технологической линии сочных кормов.

Производительность линии рассчитывается по максимальной обеденной даче.

$$W_{\text{соч}}^{\text{об}} = \frac{Q_{\text{раз}}}{t}, \quad (2.13)$$

где  $Q_{\text{раз}}$  – максимальная разовая дача корма, кг;

$t$  – допустимое время подготовки корма, ч ( $t = 1,5 - 2$  ч).

$$W_{\text{соч}}^{\text{об}} = \frac{4840}{2} = 2420 \text{ кг/ч.}$$

Основная машина в линии питатель ПЗМ-1,5 с производительностью  $Q = 6000$  кг/ч.

Количество питателей составит

$$n = \frac{2420}{6000} = 0,4$$

Принимаем один питатель ПЗМ-1,5.

Определяем время работы линии за разовую дачу.

$$T_{\text{ут}} = T_{\text{веч}} = \frac{3630}{6000} = 0,6 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{об}} = \frac{4840}{6000} = 0,8 \text{ ч.}$$

Для транспортировки сочных кормов от траншей к кормоцеху будем использовать агрегат МТЗ-80+2ПТС-4М с объемом кузова  $6 \text{ м}^3$ .

Определяем производительность транспортного агрегата по формуле 2.10.

Принимаем  $t_{ц} = 0,35$  ч., тогда

$$W_{та} = \frac{6 \cdot 650 \cdot 0,75}{0,35} = 8357 \text{ кг / ч.}$$

Число транспортных агрегатов

$$n = \frac{2420}{8357} \approx 1.$$

Принимаем один МТЗ-80+2ПТС-4М.

#### 2.4.3. Линия обработки корнеплодов

Технологическая схема линии обработки корнеплодов следующая:

транспортировка → мойка + измельчение → дозирование → смешивание.

В машинном оформлении:

МТЗ-80+2ПТС-4М → ТК-5Б → ИКМ-5 → ДС-15 → ТЛ-65 → ИСК-3.

Корнеплоды загружают в приемный бункер – питатель, из которого по транспортеру ТК-5Б они поступают в измельчитель – камнеуловитель ИКМ-5, где моются, отделяются от камней, измельчаются и подаются в бункер дозатор ДС-15, а затем дозированно выгружаются на сборный транспортер ТЛ-65 и дальше в смеситель ИСК-3. Так как корнеплоды это скоропортящийся продукт, то часовая производительность линии будет рассчитана по формуле 2.13

$$W_{кп} = \frac{1270}{2} = 635 \text{ кг / ч.}$$

Выбираем основную машину для линии приготовления корнеплодов ИКМ-5,  $Q_{\text{пасп}} = 7000$  кг/ч.

Определяем количество машин данной марки по формуле 2.8

$$n = \frac{635}{7000} \approx 1.$$

Принимаем один измельчитель ИКМ-5.

Определяем время работы ИКМ-5,0 в каждую дачу по формуле 2.9

$$T_{\text{ут}} = T_{\text{веч}} = \frac{952,5}{7000} = 0,13 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{об}} = \frac{1270}{7000} = 0,18 \text{ ч.}$$

Для транспортировки корнеплодов от траншей к кормоцеху будем использовать агрегат МТЗ-80+2ПТС-4М с объемом тележки  $6 \text{ м}^3$ .

Определяем производительность транспортного агрегата по формуле 2.10.

Принимаем  $t_{\text{ц}} = 0,35$  ч., тогда

$$W_{\text{та}} = \frac{6 \cdot 650 \cdot 0,75}{0,35} = 8357 \text{ кг/ч.}$$

Определяем число транспортных агрегатов по формуле 2.8

$$n = \frac{635}{8357} \approx 1.$$

Принимаем один МТЗ-80+2ПТС-4М.

#### 2.4.4. Линия обработки концентрированных кормов

Технологическая схема линии обработки зерна в концентрированный корм следующая:

транспортировка → измельчение → дозирование → смешивание.

В машинном оформлении:

ЗСК-10 → БСК-10 → ПД-1 → ДК-10 → ТЛ-65 → ИСК-3.

Зерновые корма в кормоцех доставляет загрузчик ЗСК-10, он выгружает зерно в бункер – наполнитель БСК-10, из бункера зерно подается в дробилку ДП-2, где измельчается и поступает в питатель ПК-6, а затем выгружается на сборочный транспортер ТЛ-65 и дальше в смеситель ИСК-3. Определяем часовую производительность линии концентрированных кормов по формуле 2.6

$$W_{\text{кк}} = \frac{1535}{6 \cdot 0,85} = 300,9 \text{ кг/ч.}$$

Для измельчения зерна в проектируемом кормоцехе будет использоваться модернизированная дробилка на базе дробилки КДМ-2 производительностью  $Q = 2000$  кг/ч.

Количество их составит

$$n = \frac{300,9}{2000} \approx 0,15.$$

Принимаем одну дробилку.

Принимаем следующее, что концентрированные корма будут приготавливать только утром на все дачи, что облегчит условия работы кормоцеха, при приготовлении кормов в дневную и вечернюю дачу.

$$T_{\text{ут}} = \frac{1535}{2000} = 0,76 \text{ ч.}$$

Для подвозки зерна к кормоцеху будет использоваться загрузчик ЗСК-10.

Принимаем  $t_{ц} = 0,5$  ч.

Производительность транспортного агрегата составит по формуле 2.10

$$W_{та} = \frac{8 \cdot 650 \cdot 0,75}{0,5} = 7800 \text{ кг/ч.}$$

Количество транспортных агрегатов найдем по формуле 2.8

$$n = \frac{300,9}{7800} = 0,03.$$

Принимаем один загрузчик ЗСК-10.

#### 2.4.5. Линия минеральных добавок

Технологическая схема подготовки минеральных добавок следующая:  
транспортировка → дозирование → смешивание.

В машинном оформлении:

ГАЗ-53 → ОМК-4 → ИСК-3.

В качестве минеральных добавок используют водный раствор карбамида (0,5...1,5%) и мелассы (3...10%) от приготавливаемого корма. Приготовление водного раствора и подогрев мелассы и дозирование обоих компонентов осуществляется оборудованием ОМК-4.

Определяем часовую производительность линии минеральных добавок по формуле 2.6

$$W_{МК} = \frac{595,1}{6 \cdot 0,85} = 116,6 \text{ кг/ч.}$$

Определяем время работы линии минеральных добавок за одну дачу

$$T_{ут} = T_{веч} = \frac{196,3}{460} = 0,42 \text{ ч.}$$

$$T_{об} = \frac{202,3}{460} = 0,46 \text{ ч.}$$

Определим количество агрегатов ОМК-4. Производительность ОМК-4 принимаем 460 кг/ч

$$n = \frac{116,6}{460} = 0,25.$$

Принимаем один агрегат ОМК-4.

#### 2.4.6. Линия смешивания и выдачи готовой кормосмеси

Технологическая схема линии следующая:

сбор + транспортировка кормов → смешивание → выдача.

В машинном оформлении:

ТЛ-65 → ИСК-3 → ТС-40М → КТУ-10.

Таким образом, все компоненты рациона (солома, сочные корма, корнеклубнеплоды и концкорма) собираются на сборочный транспортер ТЛ-65 и подаются им в приемную камеру измельчителя – смесителя ИСК-3. Здесь компоненты дополнительно измельчаются и перемешиваются, превращаясь в однородную массу. В рабочую камеру смесителя подаются также растворы минеральных добавок. Все компоненты смешиваются под воздействием ножевого ротора, затем кормовая смесь выбрасывается швырялкой на выгрузной транспортер ТС-40М, который подает ее в тракторный корморазгрузчик КТУ-10.

Определяем производительность линии смешивания по формуле 2.6

$$W_{л.с} = \sum_{i=1}^n W_{т.л}, \quad (2.14)$$

где  $\sum_{i=1}^n W_{т.л}$  - суммарная часовая производительность линий в кормоцехе, кг/ч.

$$W_{л.с} = 490 + 2420 + 635 + 300,9 + 116,6 = 3962,5 \text{ кг/ч.}$$

Для смешивания кормов в кормоцехе установлен измельчитель – смеситель кормов ИСК-3 производительностью 15000 кг/ч.

Тогда количество измельчителей составит

$$n = \frac{3962,5}{15000} = 0,26 \text{ ч.}$$

3.

Определяем время работы линии смешивания и выдачи готовой кормосмеси за одну дачу

$$T_{\text{факт}}^{\text{утр}} = \frac{5984}{15000} = 0,39 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{факт}}^{\text{об}} = \frac{6489,8}{15000} = 0,43 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{факт}}^{\text{веч}} = \frac{6081,8}{15000} = 0,4 \text{ ч.}$$

Площадь кормоцеха определяем расчетным методом. Этот метод используется для определения площади каждой части здания отдельно

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5, \quad (2.15)$$

где  $F_1$  – производственная часть помещений кормоцеха, занимаемая машинами,  $\text{м}^2$ ;

$F_2$  – площадь, необходимая для производства работ,  $\text{м}^2$ ;

$F_3$  – площадь кормоцеха, занимаемая вспомогательными помещениями,  $\text{м}^2$ ;

$F_4$  – площадь котельной 25 м<sup>2</sup>;

$F_5$  – площадь, занимаемая проходами и промежутками между машинами, м<sup>2</sup>.

Определим производственную площадь кормоцеха

$$F_1 = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^n f_i, \quad (2.16)$$

где  $f_i$  – площадь занимаемая одной машиной, м<sup>2</sup>;

$n$  – число машин;

$K$  – коэффициент запаса площади пола,  $K = 0,3 - 0,4$ .

$$F_1 = \frac{1}{0,4} \cdot 117,3 = 293,3 \text{ м}^2.$$

Для определения площади для производственных работ необходимо знать количество обслуживающего персонала. Количество обслуживающего персонала кормоцеха для приготовления кормосмесей без запаривания рассчитываем по формуле [ ]

$$n_{б.з} = \frac{T_{оп} + T_{пз} + T_{пр} + T_{то}}{T_{см}}, \quad (2.17)$$

где  $T_{см}$  – продолжительность смены, ч;

$T_{оп}$  – продолжительность операционной работы, ч;

$T_{пз}$  – подготовительно-заключительная работа, ч;

$T_{пр}$  – прочие работы, ч;

$T_{то}$  – время на техническое обслуживание, ч.

$$T_{оп} = \frac{G}{g_m} \cdot n = T_{ф} \cdot n, \quad (2.18)$$

где  $G$  – объем работ, подлежащих выполнению, т;

$g_m$  – фактическая производительность машины, т/ч;

$n$  – количество обслуживающего персонала;

$T_\phi$  – фактическое время работы машины, ч.

На основании принятой технологии и оборудования общее операционное время находится суммированием времени на выполнение отдельных операций.

$T_\phi$  берем по максимальному значению

$$T_{\text{оп.гр.к}} = 0,82 \cdot 2 = 1,64$$

$$T_{\text{оп.сил.}} = 0,8 \cdot 2 = 1,6$$

$$T_{\text{оп.к.п}} = 0,18 \cdot 3 = 0,54$$

$$T_{\text{оп.конц}} = 0,8 \cdot 2 = 1,6$$

$$T_{\text{оп.мин.д}} = 0,46 \cdot 2 = 0,92$$

$$T_{\text{оп.смеш}} = 0,43 \cdot 2 = 0,86$$

$$T_{\text{оп}} = 1,64 + 1,6 + 0,54 + 1,6 + 0,92 + 0,86 = 7,16 \text{ ч.}$$

Затраты времени на подготовительно-заключительные, прочие работы и техническое обслуживание машин определяем следующим образом [15]:

$$T_{\text{пз}} = \frac{\% T_{\text{пз}} \cdot T_{\text{оп}}}{100} \quad (2.19)$$

$$T_{\text{пр}} = \frac{\% T_{\text{пр}} \cdot T_{\text{оп}}}{100} \quad (2.20)$$

$$T_{\text{то}} = \frac{\% T_{\text{то}} \cdot T_{\text{оп}}}{100} \quad (2.21)$$

где  $\%T_{пз}$ ,  $\%T_{пр}$ ,  $\%T_{то}$  – процент подготовительно-заключительных, прочих работ и работ по техническому обслуживанию машин от продолжительности операционной работы, из [ ]

$$T_{пз} = \frac{8,3 \cdot 7,16}{100} = 0,6 \text{ ч}$$

$$T_{пр} = \frac{7,5 \cdot 7,16}{100} = 0,55 \text{ ч}$$

$$T_{то} = \frac{1,3 \cdot 7,16}{100} = 0,09 \text{ ч}$$

$$n = \frac{7,16 + 0,6 + 0,55 + 0,09}{7} \approx 1,31$$

Принимаем обслуживающий персонал кормоцеха 2 человека.

Площадь производственных работ определяем в зависимости от численности производственных рабочих:

$$F_2 = f_p \cdot n \quad (2.22)$$

где  $f_p$  – площадь для одного рабочего места, принимаем  $f_p = 4-5 \text{ м}^2$ ;

$n$  – число рабочих кормоцеха.

$$F_2 = 4 \cdot 2 = 8 \text{ м}^2.$$

Площадь вспомогательных помещений определяем исходя из существующих норм:

$$F_3 = F'_1 + F'_2 + F'_3 + F'_4, \quad (2.23)$$

где  $F'_1$  – площадь комнаты отдыха, 15-20  $\text{м}^2$ ;

$F'_2$  – площадь душевой с раздевалкой, 5-7  $\text{м}^2$ ;

$F'_3$  – площадь лаборатории, 5-7  $\text{м}^2$ ;

$F'_4$  – площадь щитовой, 4-5  $\text{м}^2$ .

$$F_3 = 7 + 5 + 4 + 5 = 21 \text{ м}^2.$$

Площадь, занимаемая проходами и промежутками между машинами

$$F_5 = (4 \dots 5) \cdot F_{\text{пп}}, \quad (2.24)$$

где  $F_{\text{пп}}$  – минимальная площадь проходов,  $\text{м}^2$ .

Площадь  $F_{\text{пп}}$  принимаем исходя из следующих норм: ширина основных проходов не менее 1,2...1,5 м, между машинами 1,5 м, от стены до машины 0,5-0,7 м.

Принимаем  $F_{\text{пп}} = 8 \text{ м}^2$ .

$$F_5 = 4 \cdot 8 = 32 \text{ м}^2.$$

Определяем общую площадь кормоцеха

$$F_k = 293 + 8 + 21 + 8 + 32 = 362 \text{ м}^2.$$

Высоту здания кормоцеха принимаем 3,5 тогда объем кормоцеха равен:

$$V_k = 3,5 \cdot F_k, \quad (2.25)$$

где  $F_k$  – площадь кормоцеха,  $\text{м}^2$ .

$$V_k = 3,5 \cdot 362 = 1267 \text{ м}^3.$$

Определяем суточный расход воды по формуле

$$Q_b = g'_1 \cdot m'_1 + g'_2 \cdot m'_2 + \dots + g'_n \cdot m'_n, \quad (2.26)$$

где  $g'_1, g'_2, g'_n$  - нормы расхода воды на 1 кг корма, оду операцию;

$m'_1, m'_2, m'_n$  - количество корма, кг, операций.

Расход воды в кормоцехе идет на мытье корнеплодов и для нужд обслуживающего персонала.

В сутки в кормоцехе перерабатывается 3175 кг, норма расхода воды на 1 кг корнеплодов составляет 0,4 л.

В кормоцехе работает 2 человека, норма расхода составляет 40 л на 1 человека, тогда суточный расход воды в кормоцехе составит

$$Q_b = 3175 \cdot 0,4 + 2 \cdot 40 = 1350 \text{ л}$$

Определяем суточный расход электроэнергии по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{сут}} = N_1 \cdot t_1 + N_2 \cdot t_2 + \dots + N_n \cdot t_n, \quad (2.27)$$

где  $N_1, N_2, N_n$  - мощность электродвигателей, кВт;

$t_1, t_2, t_n$  - время работы электродвигателей, ч.

В кормоцехе оборудование утром работает 0,76 ч, в обед – 0,8 ч, вечером – 0,82 ч.

Суммарная мощность электродвигателей в кормоцехе составляет 158 кВт.

$$\mathcal{E}_{\text{сут}} = 158 \cdot 0,76 + 136 \cdot 0,8 + 136 \cdot 0,82 = 339,5 \text{ кВт.}$$

Большое число разновидностей современных кормораздающих устройств образовано различным комбинированием рабочих органов и узлов, и различными способами их агрегатирования с электрическими средствами. Рациональность выбора того или иного сочетания рабочих органов или способа агрегатирования в большей мере зависит от физико-механических свойств раздаваемых кормов и способа содержания животных. К кормораздающим устройствам предъявляются следующие зоотехнические требования:

обеспечить равномерность и точность раздачи корма, его дозировку индивидуально каждому животному; исключить загрязнение корма, расслаивание его по фракциям; исключить травмирование животных, обеспечить электробезопасность. Отклонение воды от предписанной нормы на одну голову, стебельных кормов допускается в пределах  $\pm 15\%$ . Возвратные потери корма не должны превышать 1%, а невозвратимые потери не допускаются. Продолжительность операции раздачи кормов в одном помещении не должна превышать 30 минут при использовании мобильных средств и 20 минут при раздаче стационарными раздатчиками. Кормораздатчики должны быть универсальными в отношении возможности раздачи всех видов кормов, иметь высокую производительность и возможность регулирования нормы выдачи на 1 голову от минимальной до максимальной, в зависимости от принятого рациона; не создавать излишнего шума в помещении; легко очищаться от остатков корма и других загрязнений; быть надежными в работе, иметь окупаемость не более 2 лет, и коэффициент готовности не менее 0,98 с 359 [ ]. Согласно классификация кормораздатчики делятся на 2 типа: стационарные и мобильные:

Стационарные кормораздатчики имеют ряд недостатков:

- 1) большая металлоемкость;
- 2) неравномерность кормления;
- 3) большие эксплуатационные издержки.

На фермах КРС широкое распространение получили прицепные бункерные кормораздатчики с приводом от ВОМ трактора.

Практика показывает, что мобильные кормораздатчики могут применяться с наибольшей эффективностью при наличии на ферме кормовых площадок и подъездных путей с твердым покрытием. Это позволяет обеспечить удобный подъезд трактора с кормораздатчиком в места складирования кормов, животноводческим помещениям, непосредственно к кормушкам и исключить возможность загрязнения колёсами агрегата кормовых проходов в помещениях.

Кормовые проходы должны иметь ширину не менее 2м, а кормушки высоту задней стенки не более 0,75м.

В дипломном проекте для раздачи кормов на фермах КРС предусматриваются мобильные кормораздатчики/ КТУ-10.

Для раздачи кормов на животноводческих фермах принимаем мобильный кормораздатчики КТУ-10 количество мобильных кормораздатчиков определяем по формуле:

$$n_p = \frac{Q_{раз}^{max} \cdot t_{раз}}{Q_p \cdot t_p}, \quad (2.25)$$

где  $Q_{раз}^{max}$  -максимальная разовая дача (утренняя, обеденная и вечерняя);

$t_p$  –время, затрачиваемое мобильным кормораздатчиком на одну фазу езду с выдачей корма на ходу (время цикла), мин;

$Q_p$  –полезная грузоподъёмность раздатчика, кг;

$t_p$  –время, отводимое на раздачи кормов, мин.

$$t_{разд} = \frac{L_1}{60V_{xx}} + \frac{L_1}{60V_1} + \frac{2L_1}{60V_2} + \frac{L_3}{60V_3} + \frac{Q_p}{W_n} + t_{ост} \cdot n_{ост} \quad (2.26)$$

где  $L_1$  –длина пути от места загрузки до въезда в животноводческое помещения, м (определяется по генплану);

$L_2$  –длина пути внутри животноводческого помещения, м;

$L_3$  –длина пути, необходимого для разворота и обратного заезда агрегата, м;

$V_1$  –скорость движения агрегата с кормом, м/с (принимаемая  $V_1 = 5-10$ км/ч)  $V_1 = 8$  км/ч= $2,2$ м/с;

$V_2$  –скорость движения агрегата при раздаче корма, м/с (принимаемая  $V_2 = 0,85-1,37$ км/ч)  $V_2 = 1$  км/ч= $0,27$ м/с;

$V_3$  –скорость движения агрегата при развороте, м/с (принимаемая  $V_3 = 1,35-3$ км/ч)  $V_3 = 2$  км/ч= $0,55$ с;

$V_{xx}$  – скорость движения агрегата без груза, м/с (принимается  $V_{xx} = 13-22$  км/ч)  $V_{xx} = 20$  км/ч = 5,5/с;

$W_n$  – подача погрузчика, кг/ч;

$t_{ост}$  – время на одну остановку в мути, мин;

$n_{ост}$  – число остановок.

$$t_{разд} = \frac{300}{60 \cdot 5,5} + \frac{300}{60 \cdot 2,2} + \frac{2 \cdot 72}{60 \cdot 0,27} + \frac{30}{60 \cdot 0,55} + \frac{3000}{15000} + 5 \cdot 2 = 22 \text{ мин}$$

$$n_p = \frac{12759,5 \cdot 22}{3000 \cdot 30} = 3$$

Принимаем три кормораздатчика КТУ-10.

### 3.1. Патентный поиск по проектируемой конструкции

Целью патентного поиска является изучение технической литературы, проработка и определение авторских свидетельств, патентов, получение аналогичных сведений по исследуемой теме.

Применительно к нашему исследованию была проработана литература, авторские свидетельства, патенты по устройствам для измельчения, относящихся к группе молотковых дробилок.

Результаты проведенного патентного поиска представлены в табл. 3.1.

Выводы по результатам патентного поиска:

Поиск проведен по патентной документации на глубину более 20 лет.

Поиск охватывает наиболее близкие по конструктивному решению устройства для измельчения зерна на фуражные корма.

Основными направлениями в модернизации молотковых дробилок являются следующие направления:

- уменьшение удельных затрат энергии;
- повышение качества готового корма.

На основе патентного поиска для проектируемого хозяйства при измельчения зерна в кормоцехе можно предложить устройство по

а.с. №1741908, которое позволит при несложной конструкции получать более качественный готовый корм без пылевидных фракций.

### 3.2. Обоснование и выбор конструкции молотковой дробилки

Все существующие молотковые дробилки имеют существенный недостаток – большую энергоемкость. Большие затраты энергии происходят в результате наличия замкнутого кольцевого слоя в дробильной камере. Энергия расходуется на измельчение материала и на перемещение кольцевого слоя. В результате циркуляции кольцевого слоя происходит истирание материала о сито. В этом случае присутствует второй существенный недостаток – образование пылевидной фракции.

Для устранения этих недостатков можно использовать конструкцию дробилки по а.с. №1741908

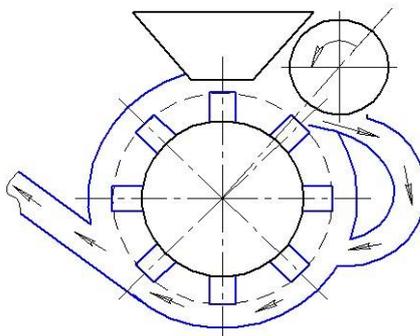


Рис. 3.1. Схема технологического процесса предлагаемой конструкции дробилки

1 – загрузочный бункер; 2 – ротор с пакетами молотков; 3 – дека;  
4 – молоток; 5 –обратный рукав; 6–выгрузной рукав.

Зерно из загрузочного бункера 1 попадает в дробильную камеру и подвергается ударам молотков 4 и летит в сторону деки 3. Дека 3, вращающаяся навстречу вращения ротора 2, направляет отлетевшее зерно на

повторный удар. Затем после второго удара измельченное зерно направляется в обратный рукав 5 дробилки, который направляет ее на

повторное дробление в камеру измельчения, где еще раз подвергается разрушению и выгружается рукавом 6 наружу.

Такая конструкция дробилки позволяет снизить энергозатраты на измельчение, т.к. отсутствует циркуляция кольцевого слоя и получить более качественный корм из-за отсутствия истирания материала о сито.

Для дальнейших технологических расчетов принимаем исходные данные, на основе существующих конструкция.

Диаметр ротора – 500 мм.

Длина ротора – 100 мм.

Молоток стандартный – 110x50x4 мм.

Окружная скорость молотков –  $V_p = 90$  м/с.

Диаметр деки – 160 мм.

Принимаем производительность  $q_p = 1000$  кг/ч.

### 3.3. Определение затрат работы на измельчение

Затраты работы на измельчение определяем по формуле [ ]

$$A_{\text{изм}} = C_1 \lg \lambda^3 + C_2 (\lambda - 1), \quad (3.1)$$

где  $C_1$  – постоянный коэффициент для ячменя,  $C_1 = (10-13)10^3$  Дж/кг;

$C_2 = (6-9)10^3$  Дж/кг.

Принимаем  $C_1 = 10 \cdot 10^3$  Дж/кг,  $C_2 = 6 \cdot 10^3$  Дж/кг.

$\lambda$  – степень измельчения.

$$\lambda = \frac{D}{M}, \quad (3.2)$$

где  $D = 4,2$  мм – эквивалентный диаметр зерна;

$M = 1,2$  мм – модуль размола.

$$\lambda = \frac{4,2}{1,2} = 3,5$$

$$A_{\text{изм}} = 10 \cdot 10^3 \cdot \lg 3,5^3 + 6 \cdot 10^3 (3,5 - 1) = 31,32 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг.}$$

### 3.4. Энергетический расчет дробилки

Распределение затрат энергии по отдельным элементам рабочего процесса характеризуется уравнением баланса мощностей

$$N = N_{\text{изм}} + N_{\text{хх}}, \quad (3.3)$$

где  $N_{\text{изм}}$  – мощность, расходуемая непосредственно на разрушение материала, кВт;

$N_{\text{хх}}$  – мощность холостого хода дробилки, кВт.

Расход мощности на преодоление полезных сопротивлений определяем по формуле

$$N_{\text{изм}} = q_p \cdot A_{\text{изм}}, \quad (3.4)$$

где  $q_p$  – заданная производительность, кг/с.

$$N_{\text{изм}} = 0,278 \cdot 31,32 \cdot 10^3 = 8,7 \text{ кВт.}$$

Мощность холостого хода дробилки составляет 20% от  $N_{\text{изм}}$ .

$$N_{\text{хх}} = 8,7 \cdot 0,2 = 1,74 \text{ кВт.}$$

$$N_p = 8,7 + 1,74 = 10,44 \text{ кВт.}$$

Двигатель выбираем по мощности, необходимой для обеспечения рабочего процесса с учетом ременной передачи [ ]

$$N_{\text{дв}} = \frac{N}{\eta}, \quad (3.5)$$

где  $N_{\text{дв}}$  – мощность двигателя, кВт;

$\eta$  – к.п.д ременной передачи,  $\eta = 0,98$ .

$$N_{\text{дв}} = \frac{10,44}{0,98} = 10,65 \text{ кВт.}$$

Принимаем двигатель мощностью 11 кВт серии 4А типа 132 М/2900.

Момент на валу ротора определяем по формуле [ ]

$$T = F_t \cdot \frac{D_p}{2}, \quad (3.6)$$

где  $F_t$  – суммарное окружное усилие барабана, затрачиваемое на удары молотков по материалу и на перемещение продуктово-воздушного слоя, Н;

$D_p$  – диаметр ротора, м.

$$F_t = \frac{N_{\text{изм}}}{V_p}, \quad (3.7)$$

где  $V_p$  – окружная скорость вращения ротора, м/с.

$$F_t = \frac{8700}{90} = 97 \text{ Н.}$$

$$T = 97 \cdot \frac{0,5}{2} = 25 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

### 3.5. Определение затрат энергии на привод деки и его выбор

Мощность двигателя на привод деки определяем согласно основному уравнению барабана [16]

$$N_{д} = \frac{m' \cdot \vartheta^2}{1 - f_n}, \quad (3.8)$$

где  $m'$  - секундная подача массы материала, кг/с,  $m' = 0,278$  кг/с;

$\vartheta$  - скорость деки, м/с;

$f_n$  – коэффициент перетирания,  $f_n = 0,9$ .

Скорость вращения деки определяем по формуле

$$\vartheta = \frac{\pi \cdot n \cdot R}{30}, \quad (3.9)$$

где  $n$  – частота вращения деки,  $n = 1700$  мин<sup>-1</sup>;

$R$  – радиус деки,  $R = 0,08$  м.

$$\vartheta = \frac{3,14 \cdot 1700 \cdot 0,08}{30} = 14,23 \text{ м/с.}$$

Тогда

$$N_{д} = \frac{0,278 \cdot 14,23^2}{1 - 0,9} = 563 \text{ Вт} = 0,56 \text{ кВт.}$$

Выбираем двигатель мощностью 0,55 кВт серии 4А типа 71 А4/1390.

Суммарная мощность двигателей дробилки составит

$$N = N_{д} + N_{р}, \quad (3.10)$$

где  $N_{д}$  – мощность двигателя привода ротора, кВт;

$N_{р}$  – мощность двигателя привода деки, кВт.

$$N = 11 + 0,55 = 11,55 \text{ кВт.}$$

Минимально-возможный зазор между молотками и декой определяется по формуле

$$\Delta R_{\min} = \sqrt{\lambda^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} - \lambda + C, \quad (3.11)$$

где  $\lambda$  – расстояние от оси подвеса молотка до его конца, мм,  $\lambda = 78$  мм;

$b$  – ширина молотка,  $b = 50$  мм;

$C$  – допуск,  $C = 0,5$  мм.

$$\Delta R_{\min} = \sqrt{78^2 + \left(\frac{50}{2}\right)^2} - 78 + 0,5 = 4,5 \text{ мм.}$$

### 3.7. Определение площади загрузочного окна

Площадь загрузочного окна определяем исходя из заданной производительности [ ]

$$Q_H = 3600 \cdot \vartheta \cdot \gamma \cdot S, \quad (3.12)$$

где  $Q_H$  – пропускная способность бункера, равная производительности дробилки,  $Q_H = q_p = 1$  т/ч;

$\vartheta$  – скорость истечения насыпного корма из отверстия бункера, м/с;

$\gamma$  – объемная масса ячменя,  $\gamma = 0,75$  кг/м<sup>3</sup>.

$$\vartheta = \lambda \cdot \sqrt{3,2 \cdot g \cdot R}, \quad (3.13)$$

где  $\lambda$  – коэффициент истечения;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$R$  – гидравлический радиус истечения, м.

Примем  $\lambda = 0,61$ ,  $R = 3,2$  мм.

$$\vartheta = 0,61 \cdot \sqrt{3,2 \cdot 9,81 \cdot 0,0032} = 0,194 \text{ м/с.}$$

Площадь загрузочного окна равна

$$S = \frac{Q_n}{3600 \cdot g \cdot \gamma}, \quad (3.14)$$

$$S = \frac{1}{3600 \cdot 0,194 \cdot 0,75} = 0,0011 \text{ м}^2.$$

Определяем размеры загрузочного окна исходя из его площади  $S = a \cdot b$ ,

где  $a$  – длина окна, мм;

$b$  – ширина окна, мм.

Принимаем  $a = 96$  мм, тогда ширина окна  $b = \frac{S}{a} = \frac{1100}{96} = 11,5$  мм.

### 3.8. Расчет клиноременной передачи привода ротора

Согласно рекомендаций выбираем сечение ремня А [ ].

Принимаем  $d_{p1} = 200$  мм и находим номинальную мощность  $P_0$ , передаваемую одним ремнем  $P_0 \approx 4,8$  кВт.

Рассчитаем геометрические параметры передачи.

Передаточное отношение

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad (3.15)$$

где  $n_1$  – частота вращения вала двигателя,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$n_2$  – частота вращения вала ротора,  $\text{мин}^{-1}$ .

$$i = \frac{2900}{3440} = 0,84.$$

Диаметр шкива  $d_{p2} = d_{p1} \cdot i = 200 \cdot 0,84 = 168$  мм.

Принимаем  $d_{p2} = 160$  мм.

Предварительно принимаем межосевое расстояние  $a' \approx d_{p1} = 200$  мм.

Определяем длину ремня по формуле

$$\lambda'_p = 2a + 0,5\pi(d_2 + d_1) + (d_1 - d_2)^2 / 4a, \quad (3.16)$$

$$\lambda'_p = 2 \cdot 200 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (160 + 200) + (200 - 160)^2 / 4 \cdot 200 = 967 \text{ мм.}$$

Принимаем  $\lambda_p = 1000$  мм.

Уточняем межосевое расстояние  $a$  по формуле

$$a = \frac{2 \cdot \lambda - \pi \cdot (d_2 + d_1) + \sqrt{4 \cdot \lambda^2 - \pi \cdot (d_2 + d_1)^2 - 8(d_1 - d_2)^2}}{8}, \quad (3.17)$$

$$a = \frac{2 \cdot 1000 - 3,14 \cdot (200 + 160) + \sqrt{4 \cdot 1000^2 - 3,14 \cdot (200 + 160)^2 - 8(200 - 160)^2}}{8} = 217 \text{ мм.}$$

Определяем мощность  $P_p$  передаваемую одним ремнем

$$P_p = \frac{P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_\lambda \cdot C_i}{C_p}, \quad (3.18)$$

где  $C_\alpha$  – коэффициент угла обхвата,  $C_\alpha = 0,78$ ;

$C_\lambda$  – коэффициент длины ремня,  $C_\lambda = 0,87$ ;

$C_i$  – коэффициент передаточного отклонения,  $C_i \approx 1$ ;

$C_p$  – коэффициент режима нагрузки,  $C_p \approx 1$ .

$$P_p = \frac{4,8 \cdot 0,98 \cdot 0,87 \cdot 1}{1} = 4,09 \text{ кВт.}$$

Определяем число ремней

$$Z = \frac{P}{P_p \cdot C_z}, \quad (3.19)$$

где  $P$  – мощность двигателя,  $P = 11$  кВт;

$C_z$  – коэффициент числа ремней.

$$Z = \frac{11}{4,09 \cdot 0,95} = 3.$$

Определяем предварительное натяжение ремня.

Скорость вращения будет равна

$$\vartheta = \pi \cdot d_{p1} \cdot n_1 / 60, \quad (3.20)$$

$$\vartheta = 3,14 \cdot 0,2 \cdot 2900 / 60 = 30,4 \text{ м/с}$$

и дополнительной натяжение составит

$$F_g = \rho \cdot A \cdot \vartheta, \quad (3.21)$$

где  $\rho$  – плотность материала ремня,  $\rho = 1250$  кг/м<sup>3</sup>;

$A$  – сечение ремня,  $A = 81 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>

$$F_g = 1250 \cdot 81 \cdot 10^{-6} \cdot 30,4 = 3,08 \text{ Н.}$$

$$F_0 = \frac{0,85 \cdot P \cdot C_p \cdot C_\lambda}{Z \cdot \vartheta \cdot C_\alpha \cdot C_i} + F_g, \quad (3.22)$$

$$F_0 = \frac{0,85 \cdot 11 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 0,87}{3 \cdot 30,4 \cdot 0,98 \cdot 1} + 3,08 = 91 \text{ Н.}$$

Определяем силу, действующую на вал при  $\frac{\beta}{2} = \frac{180 - \alpha}{2} = \frac{180 - 170}{2} = 5^\circ$

В статическом состоянии передачи

$$F_r = 2F_0 \cdot Z \cdot \cos(\alpha/2), \quad (3.23)$$

$$F_r = 2 \cdot 91 \cdot 3 \cdot \cos 5^\circ = 544 \text{ Н.}$$

При  $n = 2900 \text{ мин}^{-1}$

$$F_r = 544 - 2F_g \cdot Z, \quad (3.24)$$

$$F_r = 544 - 2 \cdot 3,08 \cdot 3 = 526 \text{ Н.}$$

Ресурс наработки ремней рассчитаем по формуле

$$T = T_{cp} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (3.25)$$

где  $T_{cp} = 2000 \text{ ч.}$ ;

$K_1$  – коэффициент режима нагрузки,  $K_1 = 1,0$ ;

$K_2$  – коэффициент климатических условий,  $K_2 = 1,0$ .

$$T = 2000 \cdot 1 \cdot 1 = 2000 \text{ ч.}$$

### 3.9. Определение размеров вала ротора

Определим диаметр различных участков вала

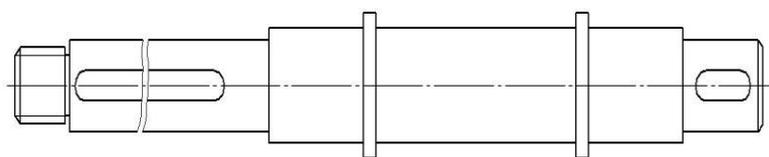


Рис. 3.2. Схема вала

Определяем диаметр выходных концов вала по формуле:

$$d \geq (7 \dots 8) \sqrt[3]{T}, \quad (3.26)$$

где  $T$  – крутящий момент на валу

$$d = 8 \cdot \sqrt[3]{25} = 24 \text{ мм.}$$

Определяем диаметр вала под подшипник по формуле

$$d_{\text{п}} \geq d + 2t, \quad (3.27)$$

где  $t$  – высота буртика,  $t = 2$  мм.

$$d_{\text{п}} = 24 + 2 \cdot 2 = 28 \text{ мм.}$$

Принимаем  $d_{\text{п}} = 30$  мм.

Определяем диаметр вала в месте буртика

$$d_{\text{бп}} = d_{\text{п}} + 3 \cdot r, \quad (3.28)$$

где  $r$  – координата фаски подшипника,  $r = 1,6$  мм.

$$d_{\text{бп}} = 30 + 3 \cdot 1,6 = 34,8 \text{ мм}$$

Принимаем  $d_{\text{бп}} = 36$  мм.

Определяем длину выходного конца вала

$$\lambda_5 = 1,35 \cdot d, \quad (3.29)$$

$$\lambda_5 = 1,35 \cdot 24 = 32 \text{ мм.}$$

Определяем длину вала в месте установки подшипника

$$\lambda_2 = \lambda_4 = 1,25 \cdot d_{\text{п}}, \quad (3.29)$$

$$\lambda_2 = \lambda_4 = 1,25 \cdot 30 = 37,5 \text{ мм}$$

Принимаем  $\lambda_2 = \lambda_4 = 38$  мм.

### 3.10. Расчет вала на прочность

Определяем реакции опор в вертикальной плоскости и строим эпюры изгибающих моментов

$$\sum M_A = G \cdot \lambda_1 - R_B^b \cdot \lambda_2 = 0, \quad (3.30)$$

$$R_B^b = \frac{G \cdot \lambda_1}{\lambda_2}, \quad (3.31)$$

$$R_B^b = \frac{300 \cdot 109}{109} = 300 \text{ Н.}$$

$$\sum M_B = G(\lambda_1 + \lambda_2) - R_A^b \cdot \lambda_2 = 0, \quad (3.32)$$

$$R_A^b = \frac{G \cdot (\lambda_1 + \lambda_2)}{\lambda_2}, \quad (3.33)$$

$$R_A^b = \frac{300 \cdot (109 + 109)}{109} = 600 \text{ Н.}$$

Проверка:

$$\begin{aligned} \sum Y_0 &= G + R_A^b - R_B^b = 0 \\ &= -300 + 600 - 300 = 0 \end{aligned}$$

Определяем изгибающие моменты

Сечение I – I

$$\lambda(0 \div \lambda_1) \quad M_\lambda = G \cdot \lambda$$

$$M_\lambda = -300 \cdot 0,109 = -32,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Сечение II – II

$$\lambda(0 \div \lambda_2) \quad M_\lambda = -R_B^b \cdot \lambda_2$$

$$M_\lambda = -300 \cdot 0,109 = -32,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определяем реакции опор в горизонтальной плоскости и строим эпюры изгибающих моментов

$$\sum M_A = -F_t \cdot \lambda_1 - R_B^r \cdot \lambda_2 + F_p (\lambda_2 + \lambda_3) = 0 \quad (3.34)$$

$$R_B^r = \frac{-F_t \cdot \lambda_1 + F_p (\lambda_2 + \lambda_3)}{\lambda_2} \quad (3.35)$$

$$R_B^r = \frac{-97 \cdot 0,109 + 526 \cdot (0,109 + 0,045)}{0,109} = 646 \text{ Н.}$$

$$M_B = -F_t \cdot (\lambda_1 + \lambda_2) - R_A^r \cdot \lambda_2 + F_p \cdot \lambda_3 = 0 \quad (3.36)$$

$$R_A^r = \frac{-F_t \cdot (\lambda_1 + \lambda_2) - F_p \cdot \lambda_3}{\lambda_2} \quad (3.37)$$

$$R_A^r = \frac{-97 \cdot (0,109 + 0,109) - 526 \cdot 0,045}{0,109} = 23 \text{ Н.}$$

Проверка

$$\sum Z = F_t + R_A^r - R_B^r + F_p = 0$$

$$97 + 23 - 646 + 526 = 0.$$

Определяем изгибающие моменты

Сечение I – I

$$\lambda(0 \div \lambda_1) \quad M_{\lambda_1} = F_t \cdot \lambda_1$$

$$M_{\lambda_1} = 97 \cdot 0,109 = 10,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Сечение II – II

$$\lambda(0 \div \lambda_2) \quad M_{\lambda_2} = F_t \cdot (\lambda_1 + \lambda_2) + R_A^r \cdot \lambda_2$$

$$M_{\lambda_2} = 97 \cdot (0,109 + 0,109) + 646 \cdot 0,109 = 92 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определяем запасы сопротивлений усталости в опасных сечениях.

Просчитываем предполагаемое опасное сечение I – I рядом с подшипником, ослабленное галтелью.

Для этого сечения изгибающий момент  $M = 92 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$ .

Крутящий момент  $T = 25 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$ .

Напряжение изгиба

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{M}{W_{\text{и}}}, \quad (3.38)$$

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{92 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 30^3} = 34 \text{ МПа.}$$

Напряжение кручения

$$\tau = \frac{T}{W_{\text{р}}}, \quad (3.39)$$

$$\tau = \frac{25 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 30^3} = 4,6 \text{ МПа.}$$

Так вал предполагается изготовить из материала сталь 45, то для него

$$\tau_{-1} = 0,4 \cdot \sigma_{\text{р}}, \quad (3.40)$$

$$\tau_{-1} = 0,4 \cdot 750 = 300 \text{ МПа}$$

$$\tau_{-1} = 0,2 \cdot \sigma_{\text{р}} \quad (3.41)$$

$$\tau_{-1} = 0,2 \cdot 750 = 150 \text{ МПа}$$

$$\tau_{\text{В}} = 0,6 \cdot 750 = 450 \text{ МПа.}$$

Определяем запас сопротивления усталости по изгибу по формуле [13]

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_{\text{а}} K_{\sigma} / (K_{\text{д}} \cdot K_{\text{F}}) + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_{\text{м}}}, \quad (3.42)$$

где  $\sigma_{-1}$  – предел выносливости, МПа;

$\sigma_{\text{а}}$  – амплитуда переменных составляющих циклов напряжений,  
 $\sigma_{\text{а}} = \sigma_{\text{и}} = 34 \text{ МПа};$

$K_{\sigma}$  – эффективный коэффициент концентрации напряжений при изгибе,  $K_{\sigma} = 1,85;$

$K_{\text{д}}$  – масштабный фактор,  $K_{\text{д}} = 0,77;$

$K_{\text{F}}$  – фактор шероховатости,  $K_{\text{F}} = 0,9;$

$\psi_\sigma$  – коэффициент, корректирующий влияние постоянной составляющей цикла напряжений на сопротивление усталости,  $\psi_\sigma = 0,1$ ;

$\sigma_m$  – постоянное составляющее.

$$S_\sigma = \frac{300 \cdot 0,77 \cdot 0,9}{34 \cdot 1,85} = 3,3.$$

Определяем запас сопротивления усталости при кручении по формуле

$$S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\tau_m K_\tau / (K_d \cdot K_F) + \psi_\tau \cdot \tau_m}, \quad (3.43)$$

где  $\tau_m$  – амплитуда переменных составляющих циклов напряжений,  $\tau_m = 0,5\delta = 2,3$  МПа;

$\tau_m$  – постоянная составляющая,  $\tau_m = \tau_n = 2,3$  МПа;

$K_\tau$  – эффективный коэффициент концентрации напряжений при кручении,  $K_\tau = 1,4$ ;

$\psi_\tau$  – коэффициент, корректирующий влияние постоянной составляющей цикла напряжений на сопротивление усталости,  $\psi_\tau = 0,05$ .

$$S_\sigma = \frac{150}{2,3 \cdot 1,4 / 0,77 \cdot 0,9 + 0,05 \cdot 2,3} = 31,5.$$

Определяем сопротивление усталости при совместном действии напряжений кручения и изгиба по формуле

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} \geq \bar{S} = 1,5, \quad (3.44)$$

Подставляя рассчитанные значения, получим

$$S = \frac{3,3 \cdot 31,5}{\sqrt{3,3^2 + 31,5^2}} 3,3$$

Условие прочности выполняется.

### 3.11. Расчет и подбор подшипников качения

Расчет проводим по наиболее нагруженному подшипнику.

Определяем радиальную нагрузку на подшипник по формуле

$$F_r = R_B = \sqrt{R_B^{b2} + R_B^{r2}}, \quad (3.45)$$

$$F_r = R_B = \sqrt{300^2 + 942^2} = 988 \text{ Н.}$$

Диаметр вала в месте посадки подшипника  $d = 30$  мм.

Предварительно назначаем шариковый радиальный подшипник средней серии, условное обозначение 306, для которого  $C_r = 22 \text{ кН}$ ,  $C_{or} = 15,1 \text{ кН}$ .

Определяем эквивалентную динамическую нагрузку по формуле

$$P_r = (X \cdot v \cdot F_r + Y \cdot F_a) K_{\sigma} \cdot K_T, \quad (3.46)$$

где  $X$ ,  $Y$  – коэффициенты радиальной и осевой нагрузок,  $X = 1$ ,  $Y = 0$ ;

$v$  – коэффициент вращения, при вращении внутреннего кольца,  $v = 1$ ;

$K_{\sigma}$  – коэффициент безопасности,  $K_{\sigma} = 1,2$ ;

$K_T$  – температурный коэффициент,  $K_T = 1$ .

Тогда

$$P_r = 1 \cdot 1 \cdot 988 \cdot 1,2 \cdot 1 = 1185,6 \text{ Н.}$$

Определяем эквивалентную долговечность по формуле

$$L_{hE} = K_{HE} \cdot L_h, \quad (3.47)$$

где  $K_{HE}$  – коэффициент режима нагрузки,  $K_{HE} = 0,18$ ;

$L_h$  – ресурс наработки,  $L_h = 20000$  ч.

Тогда

$$L_{hE} = 0,18 \cdot 20000 = 3600 \text{ ч.}$$

$$L_E = 60 \cdot 10^{-6} \cdot n \cdot L_{hE}, \quad (3.48)$$

где  $n$  – частота вращения вала,  $n = 3440 \text{ мин}^{-1}$ .

$$L_E = 60 \cdot 10^{-6} \cdot 3440 \cdot 3600 = 742 \text{ млн.об.}$$

Определяем динамическую грузоподъемность по формуле

$$C = P \cdot \sqrt[p]{L}, \quad (3.49)$$

где  $P$  – эквивалентная нагрузка;

$p = 3$  для шариковых подшипников.

$$C = 1185,6 \cdot \sqrt[3]{743} = 10738 \text{ Н} = 10,74 \text{ кН.}$$

Условие  $C_{(\text{потребное})} \leq C_{(\text{паспортное})}$  выполняется.

Проверяем подшипник по статической грузоподъемности.

Определяем эквивалентную статическую нагрузку по формуле

$$P_0 = x_0 \cdot F_r \cdot y_0 \cdot F_a, \quad (3.50)$$

где  $x_0$  – коэффициент радиальной нагрузки,  $x_0 = 0,6$ ;

$y_0$  – коэффициент осевой нагрузки,  $y_0 = 0$ ;

$F_a$  – осевая нагрузка,  $F_a = 0$ .

$$P_0 = 0,6 \cdot 988 = 593 \text{ Н.}$$

$P_0 - 593 \leq 15100$ . Условие выполняется, значит подшипник подобран верно.

### 3.12. Расчет клиноременной передачи привода деки

Выбираем по рекомендациям сечение ремня 0.

Принимаем  $d_{p1} = 80$  и находим номинальную мощность  $P_0$ , передаваемую одним ремнем  $P_0 = 0,7$  кВт.

Рассчитываем геометрические параметры передачи.

Передаточное отношение

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad (3.51)$$

где  $n_1$  – частота вращения вала двигателя,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$n_2$  – частота вращения деки,  $\text{мин}^{-1}$ .

$$i = \frac{1390}{1700} = 0,82.$$

Диаметр шкива  $d_{p2} = d_{p1} \cdot i = 80 \cdot 0,82 = 65,6$  мм.

Принимаем  $d_{p2} = 63$  мм.

Предварительно принимаем межосевое расстояние  $a' \approx d_{p1} = 80$  мм.

Определяем длину ремня по формуле

$$\lambda'_p = 2a + 0,5\pi(d_2 + d_1) + (d_1 - d_2)^2 / 4a, \quad (3.52)$$

$$\lambda'_p = 2 \cdot 80 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (63 + 80) + (80 - 63)^2 / 4 \cdot 80 = 385 \text{ мм.}$$

Принимаем  $\lambda_p = 400$  мм.

Уточняем межосевое расстояние  $a$  по формуле

$$a = \frac{2 \cdot \lambda - \pi \cdot (d_2 + d_1) + \sqrt{\lambda^2 - \pi \cdot (d_2 + d_1) \cdot \lambda - 8(d_1 - d_2)^2}}{8}, \quad (3.53)$$

$$a = \frac{2 \cdot 400 - 3,14 \cdot (63 + 80) + \sqrt{400^2 - 3,14 \cdot (63 + 80) \cdot 400 - 8(80 - 63)^2}}{8} = 87 \text{ мм.}$$

Определяем мощность  $P_p$ , передаваемую одним ремнем по формуле

$$P_p = \frac{P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_\lambda \cdot C_i}{C_p}, \quad (3.54)$$

где  $C_\alpha$  – коэффициент угла обхвата,  $C_\alpha = 0,98$ ;

$C_\lambda$  – коэффициент длины ремня,  $C_\lambda = 0,78$ ;

$C_i$  – коэффициент передаточного отношения,  $C_i \approx 1,0$ ;

$C_p$  – коэффициент режима нагрузки,  $C_p \approx 1,0$ .

$$P_p = \frac{0,7 \cdot 0,98 \cdot 0,78 \cdot 1}{1} = 0,54 \text{ кВт.}$$

Определяем число ремней по формуле

$$Z = \frac{P}{P_p \cdot C_z}, \quad (3.55)$$

где  $P$  – мощность двигателя,  $P = 0,55$  кВт;

$C_z$  – коэффициент числа ремней,  $C_z = 1$ .

$$Z = \frac{0,55}{0,54 \cdot 1} \approx 1.$$

Принимаем  $Z = 1$ .

Определяем предварительное натяжение ремня при скорости

$$\vartheta = \pi \cdot d_{p1} \cdot n_1 / 60, \quad (3.56)$$

$$\vartheta = 3,14 \cdot 0,08 \cdot 1390 / 60 = 5,8 \text{ м/с}$$

и дополнительной натяжение составит

$$F_{\vartheta} = \rho \cdot A \cdot \vartheta, \quad (3.57)$$

где  $\rho$  – плотность материала ремня,  $\rho = 1250 \text{ кг/м}^3$ ;

$A$  – сечение ремня,  $A = 47 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$

$$F_{\vartheta} = 1250 \cdot 47 \cdot 10^{-6} \cdot 5,8 = 0,34 \text{ Н.}$$

$$F_0 = \frac{0,85 \cdot P \cdot C_p \cdot C_{\lambda}}{Z \cdot \vartheta \cdot C_{\alpha} \cdot C_i} + F_{\vartheta}, \quad (3.58)$$

$$F_0 = \frac{0,85 \cdot 0,55 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 0,78}{1 \cdot 5,8 \cdot 0,98 \cdot 1} + 0,34 = 64,5 \text{ Н.}$$

Определяем силу, действующую на вал при

$$\frac{\beta}{2} = \frac{180 - \alpha}{2} = \frac{180 - 169}{2} = 5,5^{\circ}$$

В статическом состоянии передачи

$$F_r = 2F_0 \cdot Z \cdot \cos(\alpha/2), \quad (3.59)$$

$$F_r = 2 \cdot 64,5 \cdot 1 \cdot \cos 5,5^\circ = 125 \text{ Н.}$$

При  $n_1 = 1390 \text{ мин}^{-1}$

$$F_r = 125 - 2F_g \cdot Z, \quad (3.60)$$

$$F_r = 125 - 2 \cdot 0,34 \cdot 1 = 124 \text{ Н.}$$

Ресурс наработки ремней рассчитаем по формуле

$$T = T_{\text{ср}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (3.61)$$

где  $T_{\text{ср}} = 2000 \text{ ч.}$ ;

$K_1$  – коэффициент режима нагрузки,  $K_1 = 2,5$ ;

$K_2$  – коэффициент климатических условий,  $K_2 = 1,0$ .

$$T = 2000 \cdot 2,5 \cdot 1 = 5000 \text{ ч.}$$

При ежедневном техническом обслуживании необходимо освободить наружные поверхности дробилки от остатков продукта, удалить с магнитного сепаратора посторонние предметы и проверить надежность закрытия откидной крышки дробилки.

Техническое обслуживание (ТО-1) выполняется через каждые 120 часов работы. Вначале выполняют все операции ЕТО и дополнительно осматривают и проверяют затяжку всех резьбовых соединений. Усилие, прикладываемое к гаечному ключу, не должно превышать 40 – 60 Н. Проверяют натяжение клиновых ремней. Проверяют радиальный зазор между молотками ротора и декой, который не должен превышать 2,5 мм.

Проверяют, а при необходимости переставливают или заменяют молотки. Замену молотков осуществляют в том случае, если размер от края отверстия крепления молотка до его рабочей кромки составляет 8-10 мм. При замене или перестановке молотков проверяют массу комплектов молотков,

расположенных на противоположных осях ротора. Разность комплекта в сборе не должна превышать 10 г. Проводят смазку всех узлов (табл. 3.2),.

Визуальным осмотром убеждаются в отсутствии обрыва видимой части заземляющего провода, проверяют крепление заземляющего провода путем его затяжки гайкой с приложением усилия в 60 Н к ключу.

Техническое обслуживание (ТО-2) проводят, как правило, перед началом зимней эксплуатации кормоцефа (если дробилка входит в комплект оборудования) или один раз в год при автономной работе машины.

Выполняют все операции ЕТО и ТО-1 и сверх того проверяют состояние электродвигателей, а также контролируют сопротивление контура повторного заземления с помощью прибора М-416. Сопротивление не должно быть более 10 Ом.

Производят смазку узлов дробилки.

#### **4.1. Организация работы по охране труда**

Постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия РФ № 10-15 от 21 октября 1996 г. [ ] утверждено Временное положение об организации работы по охране труда на предприятиях и в организациях агропромышленного комплекса РФ. Это положение определяет общий порядок управления охраной труда, организации работы, основные правила и обязанности, а также ответственность за состояние охраны труда руководителей предприятий, должностных лиц, работников. Руководители производственных участков несут ответственность за состоянием охраны труда на своих участках и обязаны:

-принимать участие в разработке и выполнении мероприятий по улучшению условий и безопасности труда, безаварийному использованию оборудования и предотвращению пожаров в цехе;

-участвовать в проведении паспортизации санитарно-технического состояния цеха, в разработке и выполнении комплексных планов,

улучшения условий охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий, а также соответствующих разделов коллективного договора;

-приостанавливать производство в случаях возникновения угрозы жизни или здоровья людей;

-своевременно и по установленным формам совместно с главными специалистами составлять заявки на средства индивидуальной защиты и обеспечивать рабочих спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты, а также мылом, обезвреживающими смывающими средствами. лечебно-профилактическим питанием по действующим нормам, следить за правильным их использованием;

-обеспечивать санитарно-бытовое обслуживание рабочих в соответствии с действующими нормами и правилами;

-оборудовать уголки по охране труда, организовывать санитарные посты и аптечки в цехе. Обеспечивать в установленном порядке прохождение предварительных и периодических медицинских осмотров работающих;

-следить за техническим состоянием используемого оборудования, наличием на них защитных ограждений, блокировочных устройств. Вести пропаганду безопасных методов труда, обеспечивать рабочие места соответствующими стандартами, инструкциями, памятками и плакатами;

-организовать первую помощь пострадавшим и доставку их в лечебное учреждение, сообщать вышестоящему руководителю о происшедших несчастных случаях, принимать участие на производстве и разработке мероприятий по их предупреждению.

#### **4.2. Вредные и опасные производственные факторы в кормоцехе и меры по их предотвращению**

В процессе приготовления кормов возможны действия на человека опасных и вредных факторов.

В проектируемом кормоцехе могут присутствовать следующие вредные факторы: запыленность воздуха, повышенный шум, вибрация, недостаточная освещенность.

Опасные факторы: поражение электрическим током, подвижные части производственного оборудования.

Повышенный уровень пыли создается в кормоцехе при измельчении и дозировании концентрированных кормов, измельчение грубых кормов (соломы и сена) питателем ПЗМ-1,5 и измельчителем ИСК-3. Повышенный уровень пыли оказывает вредные воздействия на дыхательные пути, легкие, глаза и кожу.

Под влиянием длительного воздействия пыли различных видов снижается фильтрующая способность носовой полости, на других участках дыхательных путей развиваются хронические воспалительные процессы, в том числе силикоз легких, который нередко осложняется туберкулёзом.

Частое повреждение роговицы глаза частицами пыли может привести к её помутнению и образованию бельма.

Снижение в воздухе рабочих зон пыли способствует: хорошая герметизация оборудования, замена устаревшего оборудования более прогрессивным; своевременный качественный ремонт оборудования; установка искусственной вентиляции.

Источником повышенного шума в кормоцехе являются колеблющиеся, вращающиеся части машин, транспортеров ТС-40М, питателей ПЗМ-1,5, измельчителя ИСК-3.

Повышенный шум повышает утомляемость, снижает трудоспособность, внимание к опасностям и может быть причиной развития глухоты и нервных расстройств, влияющих на деятельность сердечно-сосудистой системы, органов пищеварения. Шум нарушает точность и координацию движения, концентрацию внимания, ухудшает восприятие звуковых и световых сигналов опасности, способствует росту травматизма.

Предельно допустимые уровни шума в кормоцехе согласно ГОСТу 12.1.003 - 85дБА.

Рационально и эффективно уменьшить шум в источнике возникновения можно с помощью следующих мероприятий:

- изменение технологического процесса с заменой шумного оборудования бесшумным;
- заменой приводов цепных передач на ременные;
- применение для деталей полимеров (капрона, текстолита, пластмассы);
- своевременным применением профилактических мероприятий и смазочных операций;
- центрированием и балансировкой деталей;
- уменьшением зазоров в сочленениях;
- установкой ограждающих конструкций звукоизоляции.

Неправильно организованное освещение рабочих мест ухудшает условия видения, утомляет зрительный аппарат, вызывает снижение остроты зрения, отрицательно влияет на нервную систему, может быть причиной производственного травматизма.

Освещение рабочих мест должно отвечать условиям и характеру работы, оно должно быть оптимальным по величине. Недостаточная освещенность снижает остроту зрения.

Для работ, связанных с периодическим наблюдением за ходом производственного процесса и при периодическом посещении помещения (VIII разряд): 30 лк - для общего искусственного освещения, 0,5% для естественного, комбинированного.

Так как в проектируемом кормоцехе будет установлена дробилка, необходимо сделать проверочный расчёт вентиляции.

#### **4.5. Опасные зоны и возможные опасные ситуации при эксплуатации разрабатываемой конструкции и меры по их устранению**

В разрабатываемой конструкции дробилки кормов, существует ряд опасных зон, являющихся опасными для здоровья человека.

При работе дробилки могут возникнуть следующие опасные ситуации:

- попадание рук в клиноременные передачи и в бункер;
- попадание развивающейся одежды в клиноременные передачи;
- поражение электрическим током (в местах нарушения изоляции проводов, при пробое на контур электродвигателя).

Во избежание несчастных случаев при эксплуатации конструктивной разработки необходимо:

- установить кожухи на клиноременные передачи;
- необходимо заземлить корпус электродвигателя.

Меры защиты от поражения электрическим током.

Поражение человека электрическим током может произойти при прикосновении к открытым токоведущим частям оборудования и проводам.

Для защиты человека от поражения электрическим током в соответствии с ПУЭ проводят:

- изоляцию токоведущих частей не реже одного раза в год в сухих помещениях без высокой опасности и 2х раз в год в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных. Сопротивление изоляции в электроустановках до 1000В должно быть не менее 0,5 Мом;

- блокировочные устройства, автоматически отключающие напряжение с электроустановок при снятии с них защитных кожухов, ограждений;

- изоляцию рабочего места;
- заземление или зануление корпусов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции;
- выравнивание электрических потенциалов;
- автоматическое отключение электроустановок;
- предупреждающую сигнализацию (например, звуковую или световую при появлении напряжения на корпусе электроустановки);
- надписи, плакаты, знаки.

#### **4.6. Основные причины возникновения пожара и меры его предупреждения**

Основными причинами возникновения пожара на кормоцехе являются:

- 1) неосторожное обращение с открытым огнем;
- 2) в результате короткого замыкания электросети;
- 3) при ремонте и эксплуатации машин;
- 4) нарушение правил пожарной безопасности при пользовании открытым огнем.

Кормоцех по пожарной опасности относится к категории В с III степенью огнестойкости помещения.

Согласно нормам средств пожаротушения в кормоцехе необходимо иметь:

- 4 огнетушителей ОУ-8;
- 2 бочки с водой (200л);
- 4 ведра.

Также около кормоцеха устанавливается пожарный щит с набором пожарного инвентаря.

Для защиты здания от молнии применяем стержневые молниеотводы. На кормоцехе необходимо установить два стержневых молниеотвода.

#### **5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ**

В дипломном проекте выполнен расчет строительства цеха по приготовлению кормов для молочного стада крупного рогатого скота в СХПК «Кубань» Грязинского р-на Липецкой обл. с целью повышения качества кормления скота и роста его продуктивности.

Проектная разработка предполагает строительство цеха по приготовлению кормов для обслуживания поголовья молочного скота в количестве 435 коров, что на 35 голов больше по сравнению с базовым вариантом.

Объектом экономической оценки является комплекс оборудования для приготовления кормов и мероприятий по его монтажу и эксплуатации.

Цель экономического обоснования проектируемых мероприятий - определить экономическую целесообразность строительства цеха по приготовлению кормов.

Ожидаемые результаты внедрения разработки.

1. Непосредственные (промежуточные) результаты:

- улучшение качества кормов и кормления скота;
- экономия кормов за счет их сбалансированности и повышения уровня переваримости после приготовления;
- повышение продуктивности скота.

2. Конечные результаты:

- рост объема выпуска продукции;
- сокращение затрат на единицу выпускаемой продукции;
- увеличение чистого дохода и прибыли.

Сравнительная оценка эффективности осуществлялась по показателям фактически существующего варианта содержания скота без кормоцеха и с учетом его ввода в строй.

Система показателей эффективности проектируемых мероприятий

Для экономической оценки избрана следующая система показателей.

Показатели абсолютного эффекта:

- годовая экономия производственных затрат;
- дополнительная валовая продукция (молоко);
- дополнительный чистый доход.

Показатели сравнительной эффективности проекта:

- коэффициент эффективности капитальных вложений;
- срок окупаемости капитальных вложений;
- цена спроса на основные средства для реализации проекта.

Исходная информация для экономической оценки проекта

Исходная информация для оценки проектируемых мероприятий выполнена в виде технологической карты, описывающей процессы приготовления кормов в кормоцехе (приложение 1). Некоторые общие показатели характеристики проекта приведены в таблице 5.1.

**Таблица 5.1. Исходные данные для оценки проекта**

Показатели	Варианты		Отклонения (+,-) к базовому варианту
	базовый	по проекту	
1. поголовье коров, гол.	400	435	35
2. поголовье молодняка, гол.	100	200	100
3. Продуктивность:			
молоко, ц/гол.	30	36	6
суточный прирост, г/гол	464	550	86
4. Валовая продукция, ц			
молоко	12000	15660	3660
прирост скота	169	402	232
5. Средняя цена реализации, руб./ц:			
молоко	700	700	0
скот на мясо (живой вес)	3800	3800	0
6. Стоимость валовой продукции, руб.			
молоко	9043568	12487700	3444132
	8400000	10962000	2562000

скот на мясо	643568	1525700	882132
--------------	--------	---------	--------

Приготовление кормов обеспечивает улучшение качества кормления животных и повышение их продуктивности.

Использование кормоцеха позволит получить прирост 3660 ц молока за год, что соответствует 2562 тыс. руб. дополнительной продукции. А также предполагается получение дополнительно 8821,32 тыс. руб. за счет увеличения суточного прироста на 86 г/гол, что обеспечит 232 ц дополнительной продукции.

Для выполнения комплекса расчетов по экономическому обоснованию в таблице 5.2. приведены сводные данные об эксплуатационных издержках кормоцеха за год, полученные на основе приложения 1.

Таблица 5.2. Эксплуатационные издержки для работы кормоцеха в расчете на год

Показатели	Варианты		Отклонения (+,-) к базовому варианту
	Базовый	По проекту	
Эксплуатационные издержки			
по кормоцеху, руб., всего:	385691,17	758105,15	372413,98
в т. ч.: оплата труда	57523,20	86284,80	28761,60
амортизация	155054,12	199421,50	44367,38
ремонт	122050,30	167277,90	45227,60
электроэнергия	51063,56	305120,96	254057,40

Проектные работы по приготовлению кормов потребуют дополнительно 254,06 тыс. руб. текущих затрат в год.

В таблице 5.3. помещены данные об объеме кормления стада коров и затратах на корма.

Таблица 5.3. Расход кормов и стоимость корма для поголовья коров

Показатели	Количество кормов, ц		Цена, руб./ц	Стоимость кормов, руб.	
	базовый	по проекту		базовый	по проекту
Корма и смеси:					
сено	2656	3518	95	252320	334210
солома	2620	2667	30	78600	80010
силос	16450	23388	25,6	421120	598732,8
корнеплоды	5492	7334	80	439360	586720
концентраты	2374	3255	250	593500	813750
мин. добавки	758	1211	120	90960	145320
Итого				1875860	2558742,8

Из таблицы 5.3. видно, что для увеличения продуктивности необходимо увеличить расход кормов. В стоимостном выражении это составит 682,88 тыс. руб. дополнительных вложений.

В таблице 5.4. приведен расчет затрат на производство продукции.

Таблица 5.4. Расчет затрат на продукцию

Показатели	Варианты		Отклонения (+,-) к базовому варианту
	базовый	по проекту	
Поголовье, гол.:			
коровы	400	435	35
молодняк КРС	100	200	100
Валовой надой молока, ц	12000	15660	3660
Прирост скота, ц	169,36	401,50	232,14
Себестоимость прироста, руб./ц	3841,0	5503,28	1662,28
Себестоимость молока, руб./ц	560,2	423,3	-136,9
Доля затрат на доение, %	20	20	х
Дополнительные затраты на доение и транспортировку, руб.		410066,40	410066,40
Затраты на корма за год, руб.	1875860,00	2558742,80	682882,80
Затраты на приготовление кормов, руб.	385691,17	758105,15	372413,98
Прочие расходы, руб.	5111360,59	5111360,59	0,00

Всего затрат на продукцию, руб.	7372911,76	8838274,94	1465363,18
---------------------------------	------------	------------	------------

По проекту потребуется дополнительно 1465,36 тыс. руб.

В таблице 5.5 помещены результаты расчетов годового экономического эффекта, который определяется экономией производственных затрат с учетом амортизации капитальных вложений

Таблица 5.5. Годовой инвестиционный эффект по проекту

Показатели	Варианты	
	Фактически в хозяйстве	По проекту
1. Стоимость валовой продукции, руб.	9043568	12487700,00
2. Себестоимость валовой продукции, руб.	7372911,76	8838274,94
3. Чистый доход, руб.	1670656,24	3649425,06
4. Дополнительный чистый доход, руб.		1978768,82
5. Амортизация капвложений по проекту, руб.		38564,00
6. Годовой экономический эффект, руб.		2017332,82

Годовой экономический эффект от внедрения проектных решений составит 2017,32 тыс. руб.

Расчет основных показателей эффективности проекта представлен в таблице 5.6.

**Таблица 5.6. Показатели эффективности проекта по вариантам банковского процента**

Показатели	По вариантам банковского процента		
	12	18	30
1. Экономический эффект за срок реализации проекта, руб.	16371037,2	19047590,9	25733158,0
2. Цена спроса на капитальные вложения, руб.	8294076,9	7055828,4	5331298,2
3. Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,35	0,39	0,46
4. Срок окупаемости капвложений,	1,54	1,66	1,95

лет			
-----	--	--	--

Заключение об экономической целесообразности внедрения предложенного комплекса мероприятий на практике

***В процессе расчетов выявлено, что***

- годовой коэффициент эффективности капитальных вложений существенно выше принятой для сравнения ставки банковского процента;
- цена спроса на капитальные ресурсы для реализации проекта выше оцененной стоимости приобретения оборудования для реализации комплекса проектируемых мероприятий;
- срок окупаемости капитальных вложений меньше срока эксплуатации проекта (10 лет) и не превысит 2-х лет.

Проект экономически целесообразен и может быть рекомендован к реализации в условиях СХПК «Кубань» Грязинского р-на Липецкой области.

## ВЫВОДЫ

Как показывает практика, при уборке влажных и засоренных хлебов производительность комбайна резко снижается. Это происходит из-за того, что приемный транспортер наклонной камеры не в полной мере стаскивает цепляющуюся за стенки жатки и шнек сплетенную сорняками хлебную массу и подача ее в молотильный аппарат становится порционной. Это приводит к снижению скорости комбайна, или даже к его полной остановки, до того периода, пока приемный транспортер не заберет всю накопившуюся хлебную массу, а также приводит к увеличению потерь за молотилкой, в следствии порционной подачи хлебной массы. Учитывая четко определенные и сжатые сроки уборки этого нельзя допускать.

В результате разработки новой конструкции проставки жатки обеспечивается повышение производительности комбайна за счет увеличения его скорости движения и уменьшения времени простоев по причине забивания жатвенной части, а также снижение уровня потерь зерна за комбайном путем равномерной подачи хлебной массы в молотильно-сепарирующее устройство.

Указанная цель достигается тем, что в соединении жатка – наклонный транспортер комбайна монтируется промежуточное звено – проставка, снабженная пальчиковым эксцентриковым механизмом. Данная схема обеспечит устойчивую подачу хлебной массы от шнека к планчатому транспортеру наклонной камеры и исключит наматывание стеблей на шнек жатки, а также накапливание хлебной массы перед наклонным транспортером. Захватив стебли, подаваемые шнеком жатки, пальцы перемещают их к наклонному транспортеру, затем постепенно входят в цилиндр проставки, поэтому стебли свободно сходят с пальцев, цепляются планками транспортера и подаются в молотильно – сепарирующее устройство, где происходит их дальнейший обмолот и разделение.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алешкин В.Р., Рошин П.М. Механизация животноводства. – М.: Агропромиздат, 1985. – 286 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1. – М.: Машиностроение, 1984. – 736 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.2. – М.: Машиностроение, 1984. – 584 с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.3. – М.: Машиностроение, 1984. – 736 с.
5. Брагинец М.В., Палишкин Д.А. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства. – М.: Колос, 1984. – 191 с.
6. Горланов С.А. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов студентов инженерных факультетов. – Воронеж: ВГАУ, 2000. – 36 с.
7. Дорофеев И.С. Обслуживание и наладка оборудования кормоцехов. Справочник. – Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1989. – 191 с.
8. Дорофеев Н.С. Кормоцехи ферм крупного рогатого скота. Методическое пособие для студентов факультета механизации сельского хозяйства по специальности 311300 «Механизация сельского хозяйства». – Воронеж: ВГАУ, 1995. – 70 с.
9. Егоргинов М.Е., Шамов Н.Т. Кормоцехи животноводческих ферм. – М.: Колос, 1983. – 210 с.
10. Мурусидзе Д.Н. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства. – М.: КолосС, 2005. – 296 с.
11. Мжельский Н.И., Смирнов А.И. Справочник по механизации животноводческих ферм и комплексов. – М.: Колос, 1984. – 355 с.
12. Кирсанов В.В. Механизация и технология животноводства. – М.: КолосС, 2007. – 584 с.
13. Коба В.Г. Механизация и технология производства продукции животноводства. – М.: КолосС, 2000. – 528 с.

14. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. – Л.: Колос, Ленингр. отд-ние, 1978. – 560 с.
15. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. – Л.: Колос, 1986. – 580 с.
16. Справочник механизатора-животновода. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 365 с.
17. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. -2-е изд. перераб. и доп.- М.: Колос, 1997.-136с.
18. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Проектирование и расчёт средств безопасности.- М.: Колос, 1997.- 136с.
19. Иванов М.И. Детали машин. – М.: Высшая школа, 1984. – 335 с.
20. Полуэктов А. В., Андрианов Е.А., Андрианов А.А., Галкин Е.А. Безопасность жизнедеятельности на производстве и в чрезвычайных ситуациях. Воронеж. ВГАУ. 2005.- 274 с.
21. Харламов С.В. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. – Л.: Машиностроение, 1981. – 194 с.
22. Чекмарев А.А. Справочник по машиностроительному черчению. – М.: Высшая школа, 2002. – 492 с.
20. Чернавский С.А. Проектирование механических передач. Учебно-справочное пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 1984. – 560 с.
23. Шкрабак В.С., Луковников А.В. и др. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве. –М.: КолосС, 2004.-512с.