

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: **МЕХАНИЗАЦИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ
КОРМОСМЕСИ С РАЗРАБОТКОЙ
МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ**

Шифр ВКР.35.03.06.400.20.МД.00.00

Студент - выпускник группы Б262-07у



Ахунов Р.Р.

подпись

Ф.И.О.

Руководитель

доцент

ученое звание



Лушинов М.А.

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
протокол № 7 от 5 февраля 2020 г.)

ав. кафедрой

доцент

ученое звание



Халиуллин Д.Т.

Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

/Халиуллин Д.Т./

« ____ » _____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту-выпускнику Ахунову Рафилю Рифгатовичу

Тема ВКР **Механизация приготовления кормосмеси с разработкой молотковой дробилки**

утверждена приказом по вузу от «10» января 2020 г. №7

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____

3. Исходные данные

Патенты РФ;

Производительность загрузчика для молотковой дробилки $Q = 6$ т/ч;

Насыпная плотность для зерна $\rho = 1300$ кг/м³;

Объем бункеров для зерна $V_{пз} = 6,1$ м³;

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Литературно-патентный обзор

2. Технологическая часть

3. Конструктивная часть

5. Перечень графических материалов

1. Обзор конструкций
2. Технологическая линия
3. Сборочный чертеж и детализовка

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Литературно-патентный обзор		
2	Технологические расчеты		
3	Конструктивные расчеты		

Студент - выпускник _____ (Ахунов Р.Р.)

Руководитель ВКР _____ (Лушнов М.А.)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Ахунова Рафиля Рифгатовича на тему: Механизация приготовления кормосмеси с разработкой молотковой дробилки.

Одной из наиболее актуальных проблем аграрного производства является обеспечение населения в достаточном количестве качественными продуктами. Известно, что питательные вещества активно усваиваются в измельчённом виде, так как в измельчённых продуктах увеличивается активная поверхность частиц. Это способствует ускорению процесса пищеварения и усвояемости питательных веществ.

На сегодняшний день еще слабо решены вопросы механизации очистки и мойки корнеплодов, а также их измельчение. Ряд машин и агрегатов имеют низкую производительность дробилки и несовершенство рабочего процесса измельчения, которое сопровождается выделением сока. В данной работе на данном этапе поставлена задача, разработать новую, более совершенную, безрешетную молотковую дробилку повышенной производительности, который должен наиболее полно удовлетворять зоотехническим требованиям. Применение такой дробилки в кормоцехах, фермах КРС позволит существенно повысить технико-экономические показатели.

Целью данной выпускной квалификационной работы является Механизация приготовления кормосмеси.

ВКР состоит из пояснительной записки на 56 листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает ____ рисунков, ____ таблиц. Список использованной литературы содержит ____ наименований.

ABSTRACT

To the final qualifying work Hamidullin R. R. on the topic: Improving the process line of feed preparation with the development of a feeder.

One of the most important conditions for increasing the productivity of animals in the meat sector is the organization of complete feeding.

Feeding has a huge impact on animal organisms, its growth and development, health, reproductive functions, metabolism and productivity. High growth intensity, significant deposition of protein and fat cause greater tension in the physiological functions in the body of pigs. Cattle are able to consume such amount of nutrients with food that is 5 times or more higher than their costs of maintaining life.

The purpose of this final qualifying work is the design of the technological line for the preparation and distribution of semi-liquid feed.

A WRC consists of an explanatory note on 56 typewritten sheets and the graphic part on 5 A1 sheets.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes ___ figures, ___ tables. The list of references contains ___ items.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	8
2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	32
2.1 Зоотехнические требования к технологиям приготовления кормов	32
2.2 Расчет потребного количества кормов	33
2.3 Составление схемы технологического процесса приготовления кормов	34
2.4 Расчет производительности поточных технологических линий	35
2.5 Выбор системы машин для кормоцеха	36
2.6 Описание проекта-прототипа кормоцеха	38
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	42
3.1 Конструктивные расчеты	43
3.2 Инструкция по технике безопасности при работе	50
3.3 Техничко-экономические показатели	51
ВЫВОДЫ	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	59
СПЕЦИФИКАЦИИ	61

ВВЕДЕНИЕ

В жизни живого организма незаменимую роль играет пища, которая является огромной частью запаса энергии и полезных веществ для здорового и правильного развития. Сейчас в рационе животных всё больше предоставляется возможность использования широкого ассортимента питательных продуктов, но не все корма имеют высокую переваримость, поэтому для повышения эффективности усваивания кормосмеси требуется дополнительная обработка.

Одним из видов такой обработки является дробление, которое представляет собой непрерывный технологический процесс, заключающийся в измельчении кормовой смеси при помощи рабочего органа. Рабочим органом могут быть барабанный ротор, молотки, режущий барабан и др.

Целью данной работы является механизация приготовления кормосмеси на фермах.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

Патент №2195368 Молотковый измельчитель

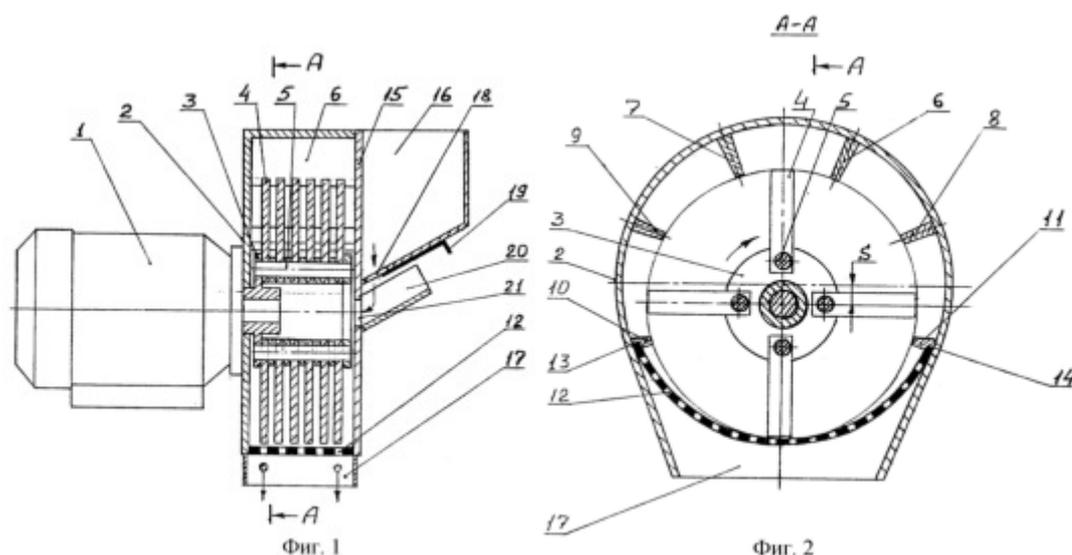


Рисунок 1.1 – Молотковая дробилка

Дробилка содержит корпус с выгрузочным окном, крышку с загрузочным бункером, классификатор, электродвигатель, ротор с молотками, ось которого смещена относительно оси корпуса с образованием серповидного зазора, в котором размещены ребра различной высоты. В нижней части загрузочного бункера выполнено отверстие, под которым расположен наклонный желоб, примыкающий к отверстию в крышке. Классификатор выполнен с виде желоба и расположен в корпусе между двумя нижними соседними ребрами, а ребра закреплены на внутренней поверхности корпуса. Повышается производительность, однородность получаемых частиц, снижается удельный расход энергии и повышается удобство и безопасность эксплуатации. 1 з.п. ф-лы, 2 ил.

Изобретение относится к механическим устройствам для измельчения материалов невысокой прочности, например ячменя, пшеницы, кукурузы при приготовлении кормов в животноводстве и птицеводстве.

На фиг.1 показана дробилка в продольном разрезе, на фиг.2 в поперечном разрезе.

К фланцу электродвигателя 1, являющегося основным элементом привода дробилки, прикреплен корпус 2 с размещенным в нем ротором 3. Ось ротора 3, являющаяся также геометрической осью вала электродвигателя 1, смещена относительно оси корпуса 2 на расстояние S с образованием серповидного зазора. Молотки 4 закреплены на пальцах 5 ротора 3. Внутри корпуса 2 на его внутренней поверхности закреплены ребра различной высоты: ребра 6 и 7 имеют наибольшую высоту, ребра 8 и 9 меньшей высоты, ребра 10 и 11 еще меньше. Все ребра располагаются параллельно оси вращения ротора 3 в серповидном зазоре между внутренней поверхностью корпуса 2 и окружностью, описываемой внешними концами молотков 4. Классификатор 12 в виде перфорированного желоба расположен в корпусе 2 между двумя нижними соседними ребрами 10 и 11, закрепленными на внутренней поверхности корпуса 2. В ребрах 10 и 11 имеются пазы 13 и 14, фиксирующие этот легкоосменный классификатор 12. Корпус 2 закрыт крышкой 15 с прикрепленным к ней загрузочным бункером 16. В нижней части корпуса 2 имеется выгрузочное окно 17. В нижней части загрузочного бункера 16 имеется отверстие 18, перекрываемое подвижным шибером 19, изменяющим сечение этого отверстия. Под отверстием 18 находится наклонный желоб 20, примыкающий к отверстию 21 в крышке 15.

Дробилка работает следующим образом.

Подлежащие измельчению материалы невысокой прочности, например фуражные ячмень, пшеница, кукуруза, поступают в загрузочный бункер 16, откуда под действием сил тяжести через отверстие 18, перекрываемое подвижным шибером 19, который регулирует расход зерна, оно высыпается в наклонный желоб 20. По этому желобу 20 зерна соскальзывают к отверстию 21 в крышке 25 и, увлекаемые потоком воздуха, поступают через это отверстие 21 внутрь корпуса 2 в рабочую зону дробилки. Свободное падение зерен из отверстия 18 на наклонный желоб 20 и их движение по этому желобу 20 позволяют легко визуально контролировать непрерывное поступление зерен внутрь корпуса 2. При необходимости, очистка отверстия 18 в бункере 16

осуществляется легко и в безопасных условиях, поскольку это отверстие 18 находится вне зоны вращения ротора с молотками 4. В корпусе 2 вращается ротор 3 с молотками 4 и, подобно ротору вентилятора воздуходувки, засасывает воздух через отверстие 21. Поток засасываемого воздуха захватывает находящиеся в наклонном желобе 20 зерна, транспортирует их через отверстие 21 и, подобно форсунке, забрасывает зерна в зону измельчения, равномерно распределяя и распыляя их в рабочем объеме корпуса 2. Измельчение зерен происходит в результате соударения их с молотками 4, а также с ребрами 6; 7; 8; 9; 10 и 11, с внутренними поверхностями корпуса 2 и классификатора 12. Поскольку воздушный поток создает равномерное распределение зерен в рабочей зоне дробилки, то увеличивается вероятность многократных соударений этих зерен с вращающимися молотками 4, что сокращает продолжительность нахождения зерен внутри корпуса 2 дробилки, тем самым повышая производительность дробилки и снижая удельный расход энергии. Упомянутые ребра 6-11 различной высоты препятствуют вращательному движению зерна вместе с ротором 3 вокруг оси его вращения, что увеличивает частоту и скорость соударений зерен с молотками 4. Образовавшиеся мелкие частицы зерен захватываются воздушным потоком, засасываемым в дробилку через отверстие 21, и выдуваются через перфорированный желоб-классификатор 12 и далее через выгрузное окно 17. Наличие непрерывного воздушного потока внутри рабочей камеры дробилки позволяет своевременно выдувать мелкие частицы через перфорацию классификатора 12, не переизмельчая их. Вследствие этого исключается неоправданное завышение расхода энергии и снижение производительности дробилки. Более крупные частицы, не прошедшие через классификатор 12, подвергаются дополнительному измельчению. Если нужно изменить крупность получаемого продукта, то оператор выключает электродвигатель 1, после остановки ротора 3 открывает крышку 25 и выдвигает классификатор 12 из пазов 13 и 14. После чего в пазы 13 и 14 устанавливается классификатор с иной перфорацией. Таким образом, процесс переналадки дробилки весьма прост.

За счет описанных особенностей конструкции устройства и создается положительный эффект, заключающийся в повышении удельной производительности, улучшении однородности получаемых частиц, снижении удельного расхода энергии, материалоемкости устройства и трудоемкости его изготовления, повышении удобства и безопасности эксплуатации.

Техническая реализация изобретения путем изготовления описанного дробилки легко осуществима, так как этот дробилка представляет собой простую конструкцию, состоящую из корпуса с выгрузочным окном, крышки с загрузочным бункером, имеющим отверстие и наклонный желоб классификатора в виде желоба, электродвигателя, ротора с молотками, свободно подвешенными на осях, ребер различной высоты внутри корпуса, и представляет собой конструкцию, состоящую из набора простых технологических деталей. Этот набор простых и технологичных деталей легко изготавливается с применением общедоступного металлообрабатывающего оборудования. В настоящее время изготавливается партия малогабаритных дробилок для фермерских хозяйств. Результаты проведенных исследований экспериментального образца подтвердили высокую эффективность работы дробилки при переработке различных видов зерна, а также возможность изготовления дробилки на небольшом металлообрабатывающем предприятии.

Патент №2121259 Измельчитель кормов

Измельчитель кормов включает вертикальную цилиндрическую камеру с режущими элементами на ее внутренней поверхности. Внутри камеры установлен вал с закрепленными на нем ножами и диском. На диске диаметрально расположены радиальные пазы, в которых размещены трехгранные прямоугольные призмы. Призмы установлены прямыми углами вниз и с возможностью вертикального перемещения. Верхние наклонные стороны пазов диска имеют режущие кромки. Вал выполнен с аксиальной полостью для размещения в ней механизма вертикального перемещения призм. При измельчении грубых кормов призмы устанавливаются в верхнее

положение, образуя выступы на поверхности диска. При измельчении корнеклубнеплодов - в нижнее положение, образуя окна между диском и призмами. Измельчитель позволяет измельчать как грубые, так и сочные корма до размеров частиц, соответствующих зоотехническим требованиям и меньшей потере питательных веществ. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.

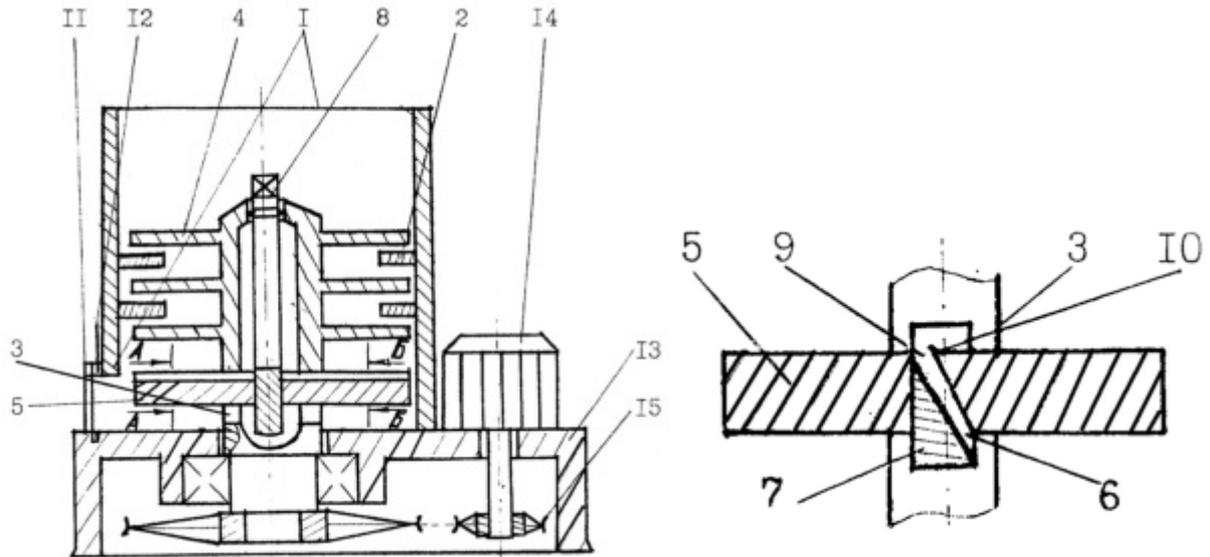


Рисунок 1.2 - Измельчитель кормов

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к устройствам для измельчения грубых и сочных кормов.

Известен измельчитель-смеситель кормов, включающий камеру с подпружиненными режущими элементами на ее внутренней поверхности, установленный внутри камеры соосно с ней вал, снабженный поперечно закрепленными на нем ножами, и лопасти для выгрузки корма, установленные в нижней части камеры (SU, 677722 А, 05.08.79. кл. А 01 F 29/00).

Недостатком данного измельчителя является то, что он не может обеспечивать качественное измельчение корнеклубнеплодов в соответствии с зоотехническими требованиями. Такие корма из-за большой собственной массы быстро проходят через зону измельчения за счет силы тяжести и попадают на выгрузные лопасти. В результате геометрический размер части измельченного продукта имеет большой разброс.

Задача, на решение которой направлено изобретение, состоит в необходимости измельчения грубых и сочных кормов до заданных размеров частиц, снижения затрат труда на настройку измельчителя на заданный режим работы, а также снижение затрат энергии на процесс измельчения.

Технический результат от использования предлагаемого изобретения заключается в оперативном переводе машины на измельчение как грубых, так и сочных кормов с получением измельченного продукта до размеров частиц, соответствующих зоотехническим требованиям и меньшей потере питательных веществ.

Это достигается тем, что в измельчителе, содержащем цилиндрическую камеру с режущими элементами на ее внутренней поверхности, установленный внутри камеры соосно с ней роторный рабочий орган с закрепленными на его поверхности ножами и диск, установленный на валу ротора в нижней части в зоне выгрузной горловины, диск выполнен с диаметрально расположенными радиальными пазами для размещения в них трехгранных прямоугольных призм, соединенных воедино с возможностью совместного вертикального перемещения, установленных прямыми углами вниз и в направлении вращения диска, при этом верхние наклонные стороны имеют режущие кромки, а вал ротора имеет аксиальную полость для размещения механизма вертикального перемещения призм, а выгрузная горловина камеры снабжена регулируемой по высоте заслонкой.

На фиг. 1 схематически изображен измельчитель кормов - продольный разрез; на фиг. 2 - разрез А-А (Б-Б) фиг. 1; на фиг. 3 - схема установки рабочего органа диска при измельчении корнеклубнеплодов.

Измельчитель кормов включает вертикальную цилиндрическую камеру 1 с режущими элементами 2 на ее внутренней поверхности. Внутри камеры соосно с ней установлен вал 3, снабженный поярусно закрепленными на нем радиально установленными ножами 4, взаимодействующими с режущими элементами 2. На валу ротора 3 в зоне выгрузной горловины установлен диск 5 с диаметрально расположенными пазами 6, в которых расположены

трехгранные прямоугольные призмы 7, имеющие возможность вертикального перемещения за счет винта 8, размещенного в центре вала 3. При крайнем нижнем положении трехгранных прямоугольных призм между ними и диском 5 образуются окна 9. Верхние кромки пазов диска 5, обращенные к наклонной поверхности призмы, выполнены с режущими поверхностями 10. Выгрузная горловина 11 камеры 1 имеет регулируемую по высоте заслонку 12. Камера 1 установлена на основании 13, а вал ротора 3 имеет возможность вращения от электродвигателя 14 через клиноремennую передачу 15.

Измельчитель работает следующим образом. При измельчении грубых кормов с помощью винта 8 поднимают трехгранные прямоугольные призмы 7 в крайнее верхнее положение, а заслонку 12 опускают в крайнее нижнее положение.

Корма загружают в цилиндрическую камеру 1. При вращении вала ротора 3 масса перемещается сверху вниз, попадает в зону взаимодействия ножей 4 с режущими элементами 2, измельчается, под влиянием собственного веса и воздушного потока, создаваемого рабочим органом, попадает на диск 5 и верхними радиальными выступами трехгранных прямоугольных призм 7, выбрасывается через выгрузную горловину 11 наружу.

При измельчении корнеклубнеплодов винтом 8 опускают трехгранные прямоугольные призмы 7 в крайнее нижнее положение, а заслонку 12 поднимают в крайнее верхнее положение. Корнеклубнеплоды загружаются в камеру 1. При вращении вала ротора 3 корнеклубнеплоды, движущиеся по нисходящей траектории под влиянием собственного веса, попадают под воздействием ножей 4 и режущих элементов 2, частично измельчаются и опускаются на поверхность вращающегося диска 5, где окончательно измельчаются при помощи режущих поверхностей 10, проходя через окна 9 и попадают под диск 5 и при помощи нижних выступов трехгранных прямоугольных призм 7 выбрасываются через горловину 11 наружу.

В отличие от прототипа, предлагаемый измельчитель качественно измельчает различные виды корнеклубнеплодов без переизмельчения и

выделения сока и забивания рабочего органа, а также грубые корма при минимальной перестройке рабочих органов и без разборки измельчителя.

Патент №2091002 Малогабаритный фермерский измельчитель - смеситель кормов

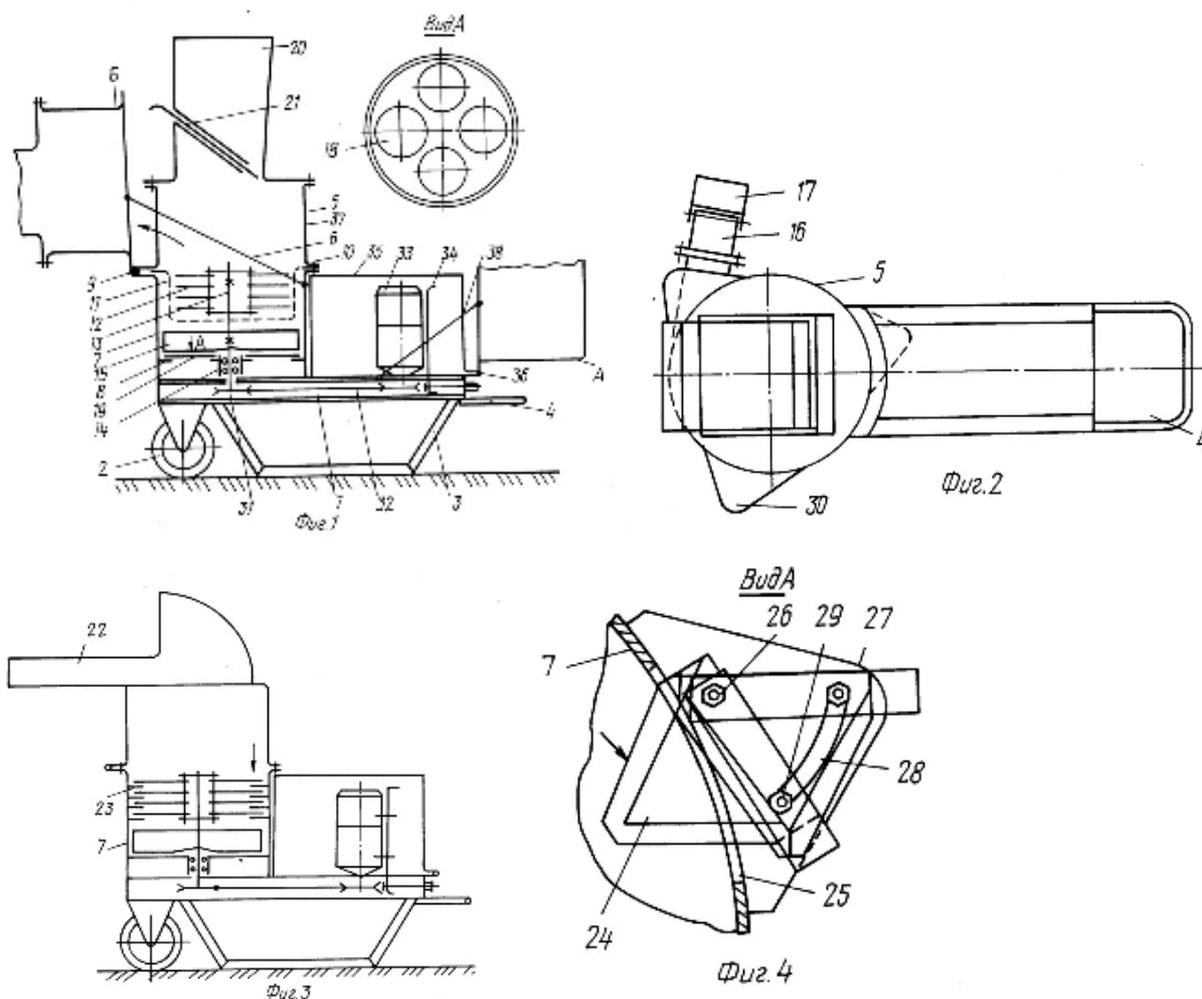


Рисунок 1.3 - Малогабаритный фермерский измельчитель - смеситель кормов

Сущность изобретения состоит в том, что с целью снижения материалоемкости, повышения производительности, универсальности и надежности, обеспечения удобства технического и технологического обслуживания измельчитель-смеситель кормов снабжен съемным перфорированным стаканом, в котором расположен измельчающий барабан с ножами, а корпус выполнен из нижней части и верхней части, присоединенной к нижней части корпуса посредством, например, горизонтального шарнира,

расположенного на одной стороне корпуса, и зажимов, расположенных на противоположной стороне корпуса, причем перфорированный стакан зажат между верхней и нижней частями корпуса, а измельчающий барабан установлен на валу с возможностью продольного смещения. Приемное устройство выполнено съемным в виде дозатора зерна, а в дне корпуса выполнены окна, перекрытые съемным кольцом. При этом приемное устройство приспособлено для приема различных кормов. Опорные элементы рамы выполнены в виде колес, размещенных под цилиндрическим корпусом, и лыж, причем рама снабжена рукояткой, прикрепленной к ней со стороны лыж. Корпус измельчителя-смесителя кормов снабжен также кронштейнами, прикрепленными к его нижней части, и противорежущими элементами, установленными шарнирно с возможностью поворота на кронштейнах и закрытыми колпаками. Привод измельчителя-смесителя кормов снабжен защитным капотом, прикрепленным шарнирно к торцу рамы, причем капот и верхняя часть корпуса снабжены ограничителями поворота, выполненными в виде гибких связей. 5 з. п. ф-лы., 4 ил.

Изучение различных литературных источников и патентных материалов показало, что ни один известный малогабаритный измельчитель-смеситель кормов не обладает требуемой высокой универсальностью, гибкостью, а по производительности не может одновременно удовлетворить личное подсобное хозяйство, фермерское хозяйство, колхоз, совхоз. Наиболее близким к изобретению является измельчитель-смеситель кормов по а. с. N 1130251 [2] Однако он обладает низкой универсальностью. Например, он не может измельчать зерно, початки кукурузы и т.д. Конструкция его не имеет специального загрузочного устройства для ручной подачи кормов, что не отвечает требованиям техники безопасности. Он рассчитан на загрузку специальными устройствами. Конструкция не удобна в техническом и технологическом обслуживании. Реальная конструкция весьма металлоемка и не обладает мобильностью. Таким образом, уровень кормоприготовительной техники для фермеров, арендаторов, кооператоров, личных подсобных хозяйств

не отвечает предъявляемым требованиям, а современные машины должны обладать универсальностью, гибкостью [4] Сущностью изобретения является следующее. С целью снижения материалоемкости, повышения производительности, универсальности и надежности, обеспечения удобства технического и технологического обслуживания предложенный измельчитель-смеситель кормов снабжен съемным перфорированным стаканом, в котором расположен измельчающий барабан с ножами, а корпус выполнен из нижней части и верхней части, присоединенной к нижней части корпуса посредством, например, горизонтального шарнира, расположенного на одной стороне корпуса, и зажимов, расположенных на противоположной стороне корпуса, причем перфорированный стакан зажат между верхней и нижней частями корпуса, а измельчающий барабан установлен на валу с возможностью продольного смещения. Новым является также следующее. Приемное устройство выполнено съемным в виде дозатора зерна, а в дне корпуса выполнены окна, перекрытые съемным кольцом. При этом приемное устройство приспособлено для приема различных кормов. Опорные элементы рамы выполнены в виде колес, размещенных под цилиндрическим корпусом, и лыж, причем рама снабжена рукояткой, прикрепленной к ней со стороны лыж.

Корпус измельчителя-смесителя кормов снабжен также кронштейнами, прикрепленными к его нижней части, и противорезущими элементами, установленными шарнирно с возможностью поворота на кронштейнах и закрытыми колпаками.

Привод измельчителя-смесителя кормов снабжен защитным капотом, прикрепленным шарнирно к торцу рамы, причем капот и верхняя часть корпуса снабжены ограничителями поворота, выполненными в виде гибких связей.

Измельчитель-смеситель кормов по данному изобретению обеспечивает выполнение, например, следующих технологических процессов: измельчение зерна; измельчение стебельчатых кормов (солома, трава и т.д.); измельчение корнеклубнеплодов; измельчение овощей и фруктов; измельчение початков кукурузы; измельчение стеблей кукурузы; одновременное измельчение и

смешивание различных кормов; смешивание уже измельченных кормов; приготовление комбикормов; сушка сена активным вентилярованием в фермерском хозяйстве; вентиляция животноводческих, птицеводческих и производственных фермерских помещений.

На фиг. 1 показано предлагаемое устройство, вид сбоку в варианте измельчения зерна (с дозатором); на фиг. 2 вид сверху на измельчитель-смеситель кормов; на фиг. 3 вид сбоку в варианте измельчения стебельчатых кормов (солома, трава и т.д.) с устройством для подачи кормов; на фиг. 4 противорежущее устройство с плавно выдвигающимися и полностью прячущимися противорежущими элементами, закрепленными шарнирно, вид А на фиг. 3.

Измельчитель-смеситель кормов включает раму 1, снабженную двумя опорными колесами 2 и лыжами 3. Для удобства перемещения машины к раме прикреплен ручка 4. Ручка 4 может быть выполнена выдвигающейся. К раме, в зоне колес, прикреплен вертикальный цилиндрический корпус 5, разрезанный на две части: верхнюю 6, открытую с двух сторон, и нижнюю 7 с днищем 8, которые соединены между собою, например, односторонним горизонтальным шарниром 9 и зажимами 10. Вместо шарниров 9 и зажимов 10 могут быть установлены болтовые соединения. Между верхней 6 и нижней 7 частями корпуса зажат перфорированный стакан 11, который охватывает измельчающий барабан 12. Измельчающий барабан 12 надет на вертикальный вал 13, который опирается через шарикоподшипники 14 и трубу на днище 8. Измельчающий барабан 12 оснащен, например, шарнирными ножницами и выполнен с возможностью смещения на валу для регулирования зазора между ножами и противорезами. Ниже измельчающего барабана установлено транспортирующее устройство лопастная швырялка 15, обеспечивающая эвакуацию измельченного корма из машины, например, через патрубок 16 с регулируемым козырьком 17 или через окна 18, которые могут перекрываться съемным кольцом 19. При эвакуации измельченного корма, например, зерна, через окна 18 уменьшается пылеобразование, так как в этом случае швырялка

15 уже не работает на выброс и создает минимально возможный воздушный поток. В этом случае швырялка может быть и демонтирована. На открытую верхнюю часть трубы 6 закрепляется съемный дозатор зерна 20, снабженный шиберной заслонкой 21 или съемное приемное устройство 22 для приема других различных кормов. Цилиндрическая образующая нижней части корпуса 7 (фиг.3), в варианте измельчения стебельчатых кормов, снабжена противорежущим устройством 23 (может быть один или несколько). Противорежущее устройство выполнено в виде плавно выдвигающихся в зону резания и полностью прячущихся (для изменения степени измельчения кормов) ножей 24, расположенных в один или несколько рядов и выполненных в виде сегментов. Для осуществления этого в нижней части корпуса 7 выполнены пазы 25, в которые вводятся и выводятся ножи 24. Нож с помощью шарнира 26 прикреплен к кронштейну 27, приваренному к нижней части корпуса 7. В кронштейне выполнен паз 28, обеспечивающий поворот ножа относительно шарнира 26. Фиксирование ножа в заданных положениях осуществляется с помощью крепежного элемента 29. Противорежущее устройство с наружной стороны закрыто колпаком 30. Привод измельчающего барабана осуществляется с помощью шкива 31, установленного на валу 13, и ременной передачи 32 от приводного устройства (электродвигателя) 33. Электродвигатель установлен на кронштейне 34, прикрепленном к раме 1. Капот 35 приводного устройства выполнен откидным и прикреплен с помощью шарнира 36 к концевому участку рамы, при этом фиксирование в откинутых положениях (А) капота 35 и верхней части корпуса 6 (положение Б) осуществляется с помощью гибких связей 37 и 38, представляющих собою трос или цепь.

Работает измельчитель-смеситель кормов следующим образом. При измельчении зерна (пшеницы, кукурузы, гороха и т.д.) в дозатор 20 засыпается зерно. На патрубке 16, снабженный мешкодержателем, надевают и привязывают мешок из плотной ткани. Включают электродвигатель 33 и с помощью ременной передачи 32 приводят во вращение измельчающий барабан

12 и швырялку 15. Приоткрывают шиберную заслонку 21 и подают зерно на измельчающий барабан 13. Шарнирные ножи ударно воздействуют на зерна до тех пор, пока они не измельчатся на частицы до такого размера, который обеспечит им проход через отверстия стакана 11. В дальнейшем измельченные частицы зерна с помощью швырялки 15 и патрубка 16 направляются в мешок. Плотная ткань мешка исключает значительное пылеобразование. Для еще большего уменьшения пылеобразования эвакуацию измельченного зерна (как вариант) можно осуществлять следующим образом. Перекрывают заслонкой выбросное отверстие патрубка 16. Снимают кольцо 19, открывая окна 18. Между колесами 2 под окна 18 подставляют емкость. В этом случае измельченное зерно прямо направляется в емкость. В этом варианте можно снять и швырялку. Достоинство первого варианта состоит в том, что с помощью швырялки измельченное зерно можно подавать на значительное расстояние, например, в бункер.

При измельчении стебельчатых кормов демонтируется стакан 11 и измельчающий барабан 12. На вал 13 устанавливается сменный измельчающий барабан с заточенными ножами и в зону резания вводится противорезущее устройство 23, а вместо дозатора 20 монтируется приемное устройство 22. Стебельчатые корма укладываются на приемное устройство и вручную равномерно подаются на измельчающее устройство. Измельченные частицы корма швырялкой выводятся за пределы измельчителя-смесителя. Аналогичным образом осуществляется измельчение корнеклубнеплодов, овощей и фруктов, стеблей кукурузы и других кормов. Для выполнения указанных выше операций измельчитель-смеситель снабжается соответствующими сменными рабочими органами-адаптерами. Наличие в конструкции швырялки, выполняющей роль вентилятора, обеспечивает технологический процесс сушки сена активным вентилированием в фермерском хозяйстве и вентилирование животноводческих, птицеводческих и производственных помещений.

Патент №2046661 Молотковый измельчитель кормов

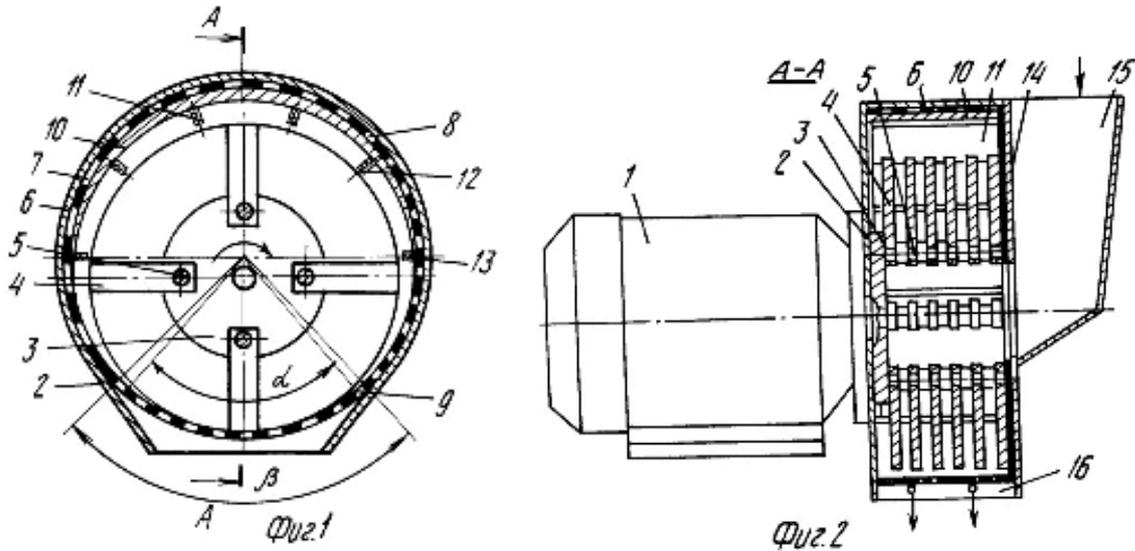


Рисунок 1.4 - Молотковый измельчитель кормов

Использование: в животноводстве и птицеводстве для измельчения растительных кормов. Сущность изобретения: измельчитель содержит корпус 2 с молотковым ротором 3. Внутри корпуса помещен классификатор в виде перфорированного цилиндра 6, разделенного на участки. Перфорация одинакова на одном участке и отличается от других участков. На внутренней поверхности желоба 10 размещены противорезы-ребра. Ротор смещен вниз относительно расположенных соосно между собою корпуса, цилиндра и желоба, при этом ниже оси ротора обеспечен необходимый радиальный зазор между молотками и классификатором. 2 з. п. ф-лы, 2 ил.

Изобретение относится к механическим устройствам для измельчения растительных кормов, например свеклы, фуражного зерна, и может быть использовано в животноводстве и птицеводстве.

Наиболее близкой к предлагаемому измельчителю является молотковая дробилка для измельчения материалов, предназначенная для применения в сельском хозяйстве, строительстве и промышленности и содержащая корпус, ротор с молотками, выполненное из стальных лент сито с механизмом его крепления, загрузочный и выгрузной патрубки. Сито разделено на секции с отверстиями равного диаметра, причем диаметр отверстий каждой предыдущей

секции превышает диаметр отверстий последующей секции. Подлежащее измельчению зерно из бункера поступает в камеру измельчения, где измельчается в результате многократных ударов по нему молотком, ударов частиц о деку, а также истирания частиц о поверхность сита. Сито в виде перфорированной ленты намотано на два барабана, вращение которых при наладке дробилки позволяет установить в нижней части рабочей камеры в качестве классификатора секцию ленты с отверстиями необходимого диаметра, что способствует повышению качества измельчения [3] Эта дробилка имеет следующие недостатки.

Сложность конструкции в результате дополнительного устройства двух барабанов с опорами и валами, при вращении которых сито в виде перфорированной ленты перематывается с одного барабана на другой в процессе переналадки дробилки.

Невысокая долговечность ленты-классификатора, поскольку эта перематываемая лента должна обладать достаточной гибкостью, т.е. небольшой жесткостью. При этом размеры перфорационных отверстий в ленте определяются требованиями к крупности измельчения продукта, выгружаемого из дробилки. Обеспечение необходимой гибкости этой ленты сопровождается существенным снижением износостойкости и прочности классификации. Отношение толщины ленты к размеру отверстий при этом небольшое.

Небольшая производительность и увеличенная удельная энергоемкость при измельчении сырья различной исходной крупности из-за отсутствия на броневых плитах ребер-противорезов различной высоты при одинаковом радиальном зазоре между ребрами и молотками.

Наличие таких ребер у прототипа невозможно, поскольку у него ротор расположен соосно (аксиально) с цилиндрическими деками броневыми плитами. Назначенная постоянная высота противорезов у прототипа может быть оптимальной только для определенного сравнительно узкого диапазона исходной крупности измельчаемого материала.

Технической задачей изобретения является упрощение конструкции измельчителя, что повышает надежность и снижает себестоимость изделия; увеличение долговечности устройства, вследствие чего уменьшаются эксплуатационные расходы; повышение производительности и снижение удельной энергоемкости при измельчении сырья различной исходной крупности.

Для этого в измельчителе, содержащем корпус, вращающийся ротор с шарнирно закрепленными молотками, загрузочный бункер, броневую плиту, классификатор, выгрузное окно и двигатель, классификатор выполнен в виде перфорированного цилиндра, установленного с возможностью поворота относительно его оси и имеющего участки, на каждом из которых размеры отверстий одинаковы и отличаются от размеров отверстий других участков, а броневая плита в виде кругового желоба расположена внутри этого цилиндра, причем ротор с молотками смещен вниз относительно расположенных соосно между собою корпуса, цилиндра и желоба так, что ниже ротора обеспечивается необходимый радиальный зазор между внешними концами молотков и внутренней поверхностью перфорированного цилиндра. При этом выше ротора в серповидном зазоре между упомянутыми концами молотков и внутренней поверхностью желоба на последнем установлены параллельно оси ротора ребра различной высоты при одинаковом зазоре между молотками и ребрами.

Ребра на желобе могут иметь поперечное сечение в виде прямоугольника или трапеции, прилегающей большим основанием к желобу. Центральный угол, в пределах которого размещается участок классифицирующего цилиндра с отверстиями одинакового размера, больше центрального угла раскрытия желоба.

Таким образом, упрощается конструкция измельчителя путем изготовления классификатора в виде перфорированного цилиндра, установленного с возможностью поворота относительно его оси. При этом корпус, перфорированный цилиндр и броневой желоб расположены соосно между собой, а их общая геометрическая ось параллельна оси вращения ротора.

Наличие на перфорированном цилиндре-классификаторе участков, на каждом из которых размеры отверстий одинаковы, но отличаются от размеров отверстий других участков, обеспечивает возможность получения измельченного материала различной крупности без устройства в измельчителе дополнительных барабанов с перфорированной лентой, валов и подшипников, без сменных сит с отверстиями разной крупности. При этом повышается удобство пользования измельчителем, поскольку не нужно при переналадке следить за натяжением ленты классификатора или устанавливать сменные сита, сохранять последние вне измельчителя. Поворот классификатора предлагаемого измельчителя до необходимого фиксируемого положения осуществляется оператором.

Повышение долговечности измельчителя достигается путем увеличения износостойкости классификатора. Изготовление последнего в виде кругового перфорированного цилиндра создает возможность для увеличения отношения толщины стенки цилиндра к размеру его отверстий до необходимого значения, обеспечивающего нужную жесткость и износостойкость.

Повышение производительности и снижение удельной энергоемкости при измельчении сырья различной исходной крупности достигается тем, что ротор с молотками смещен вниз относительно расположенных соосно между собой корпуса, цилиндра и желоба так, что ниже ротора обеспечивается необходимый радиальный зазор между молотками и внутренней поверхностью перфорированного цилиндра, а выше ротора в серповидном зазоре между концами молотков и внутренней поверхностью броневых желобов на последнем параллельно оси вращения ротора установлены ребра различной высоты. В этом случае неодинаковая высота ребер обеспечивает усиление эффекта торможения потока кусочков измельчаемого материала неодинаковой крупности. Таким образом, расширяется эффективность применения измельчителя при переработке нескольких видов сырья, отличающихся исходной крупностью.

Снижение угловой скорости частиц в их вращении относительно сырья ротора, уменьшение времени их нахождения в зоне дробильной камеры с момента поступления через загрузочный бункер и до удаления через выгрузное окно, укорочение описываемых при этом траекторий движения частиц приводит к увеличению производительности и снижению удельных энергозатрат на излишнее трение частиц о поверхности желоба, классификатора. Установка ребер различной высоты при одинаковом зазоре между ребрами и молотками имеет в качестве необходимого условия обязательное смещение ротора с молотками вниз относительно расположенных соосно между собою корпуса, цилиндра и желоба.

Изготовление ребер с поперечным сечением в виде трапеций, прилегающих большим основанием к желобу, позволяет снизить или устранить накапливание мелких частиц у основания ребер, что облегчает поддержание необходимого санитарного состояния измельчителя.

Поскольку центральный угол, в пределах которого находится участок цилиндра с отверстиями одинакового размера, больше центрального угла раскрытия желоба, то закрывающая броневой желоб перфорированная стенка цилиндра при фиксированном положении последнего всегда имеет отверстия одинакового размера, что обеспечивает необходимое качество измельчения, а именно нужный гранулометрический состав получаемого продукта.

На фиг.1 показан измельчитель, поперечный разрез; на фиг.2 разрез А-А на фиг.1.

К фланцу электродвигателя 1 прикреплен корпус 2 с размещенным в нем ротором 3. Молотки 4 шарнирно закреплены на пальцах 5 ротора 3. Внутри корпуса 2 помещен классификатор в виде перфорированного цилиндра 6 с участками, на каждом из которых размеры отверстий одинаковы, но отличаются от размеров отверстий других участков. На фиг.1 отверстия 7 имеют наибольший размер, отверстие 8 меньше по размеру отверстия 7, отверстие 9 еще меньше. Внутри перфорированного цилиндра 6 соосно с ним размещается броневая плита в виде кругового желоба 10, на внутренней

поверхности которого имеются противорез-ребра, причем ребро 11 характеризуется наибольшей высотой, ребро 12 имеет меньшую высоту, ребро 13 еще меньше. Все ребра располагаются параллельно оси вращения ротора в серповидном зазоре между внутренней поверхностью желоба 10 и окружностью, описываемой внешними концами молотков 4.

Серповидный зазор образован за счет смещения ротора 3 вниз относительно корпуса 2, цилиндра 6 и желоба 10, расположенных соосно между собою. Центральный угол, в пределах которого размещается участок перфорированного цилиндра 6 с отверстиями одинакового размера, больше центрального угла раскрытия желоба 10. В результате к желобу 10 примыкает нижняя часть цилиндра 6, на которой все отверстия имеют одинаковый размер. Корпус 2 закрыт крышкой 14 с прикрепленным к ней загрузочным бункером 15. В нижней части корпуса 2 имеется выгрузное окно 16.

Измельчитель работает следующим образом.

Подлежащий измельчению корм, например свекла, фуражное зерно, поступает в загрузочный бункер 15, затем под действием сил веса перемещается в центральную часть ротора 3, где вовлекается во вращательное движение и под воздействием центробежных сил накапливается в рабочей зоне молотков 4. Происходят соударения частиц измельчаемого сырья с молотками 4, ребрами 11, 12 и 13, поверхностями желоба 10 и нижней частью цилиндра 6. Ребра 11, 12 и 13 предназначены для измельчения частиц кормов с использованием удара, а также препятствуют вращательному движению продукта вокруг оси вращения ротора 3. При этом окружная скорость погашается, а частицы падают вниз, попадая под удары молотков 4. Установка на поверхности желоба 10 ребер 11, 12 и 13 разной высоты обеспечивает эффективное торможение частиц сырья с разными размерами, что расширяет область применения измельчителя, уменьшает время пребывания измельчаемого продукта в устройстве и удельные энергозатраты, увеличивает производительность.

Частицы, размеры которых меньше размеров отверстий классификатора, проходят эти отверстия и через выгрузное окно 16 удаляются из измельчителя. Более крупные частицы, не прошедшие через отверстия цилиндра 6, подвергаются дополнительному измельчению. Если нужно изменить размеры частиц получаемого продукта, что может быть связано с измельчением другого вида кормов или применением измельченного продукта по новому назначению, оператор выключает электродвигатель 1 и после остановки ротора 3 открывает крышку 14 и поворачивает цилиндр 6 на угол, необходимый для использования в качестве классифицирующей перегородки той части цилиндра 6, где располагаются отверстия нужного размера. Постоянство зазора между внешними концами молотков 4 и ребрами 11, 12 и 13 обеспечивает высокую эффективность ребер как противорезов и как средств, препятствующих вращению измельчаемого продукта в сторону вращения ротора 3.

За счет описанных особенностей конструкции устройства и создается положительный эффект, заключающийся в упрощении конструкции измельчителя с целью повышения надежности и снижения себестоимости, увеличения долговечности, уменьшения удельных энергозатрат и увеличения производительности при измельчении сырья различной исходной крупности.

Получены положительные результаты при испытании модели молоткового измельчителя на корнеклубнеплодах.

Патент №2473391 Измельчитель листостебельных кормов

Измельчитель содержит питающий и прижимной транспортеры и установленные на приводном валу (3) дисковые ножи (4), направляющий рассекатель, который выполнен в виде свободно вращающегося вокруг горизонтальной оси вала с дисками (8), приводимого в возвратно-поступательное движение. Рассекатель установлен за питающим транспортером перед дисковыми ножами (4). Привод возвратно-поступательного движения рассекателя выполнен в виде цилиндрических линейных асинхронных двигателей, установленных с разных сторон рассекателя, жестко связанного по

оси с роторами (11, 12) двигателей. Ход роторов (11, 12) со свободной стороны ограничен дополнительно установленными упругими накопителями механической энергии (15, 16). Изобретение обеспечивает упрощение конструкции привода, повышение его надежности и энергетических показателей. 3 ил.

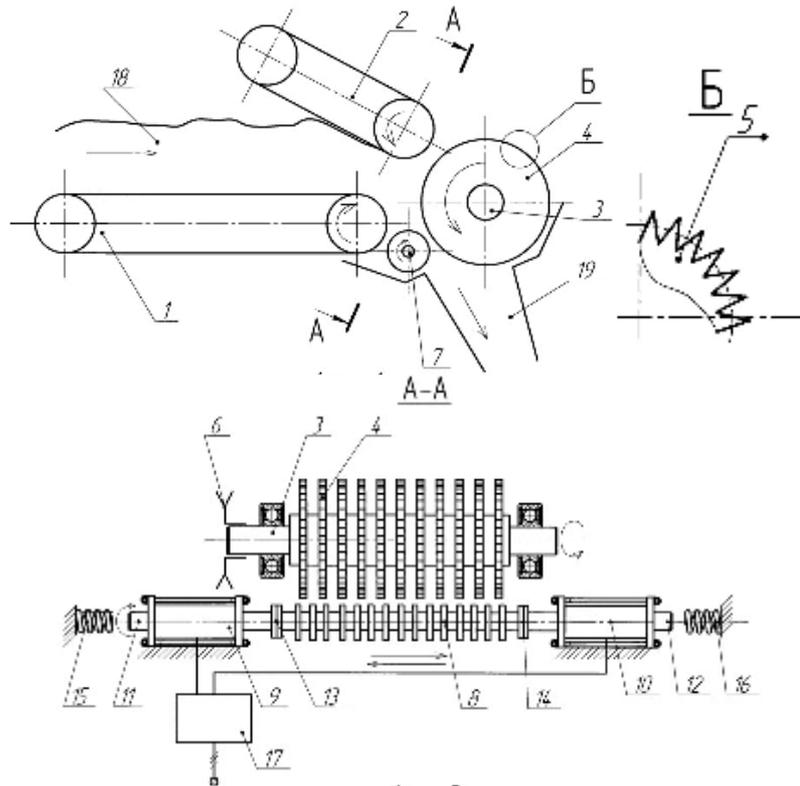


Рисунок 1.5 - Измельчитель листостебельных кормов

На фигуре 1 изображена схема предложенного технического решения; на фигуре 2 - узел Б на фигуре 1; на фигуре 3 - разрез А-А на фигуре 1.

Измельчитель состоит из питающего 1 и прижимного 2 транспортеров, вала 3 с укрепленными на нем дисковыми ножами 4, имеющими зубья 5, и приводимого шкивом 6 во вращательное движение, установленного в зоне подачи материала направляющего рассекателя 7, выполненного в виде свободно вращающегося вокруг горизонтальной оси вала с дисками 8, приводимого в возвратно-поступательное движение вдоль оси установленными на основании индукторами 9 и 10, цилиндрических ЛАД, роторы 11 и 12

которых жестко связаны с рассекателем 7 муфтами 13 и 14. Причем индукторы ЛАД одновременно выполняют роль подшипниковых узлов для направляющего рассекателя 7. Свободный ход роторов 11 и 12 ЛАД ограничен упругими накопителями механической энергии 15 и 16. Блок управления и защиты 17 электрически соединен с обмотками индукторов ЛАД. Измельчаемый материал, обозначенный на фигуре 1 позицией 18, отводится по лотку 19.

Измельчитель работает следующим образом.

Исходный листостебельный материал 18 подается питающим транспортером 1 в зону резки, где уплотняется прижимным транспортером 2 и подается на направляющий рассекатель 7, где с помощью дисков 8 расслаивается и вовлекается роторами 11 и 12 ЛАД совместно с направляющим рассекателем в возвратно-поступательное движение, одновременно листостебельный материал 18, поступательно перемещаясь на дисковые ножи 4 с зубьями 5, измельчается и выводится из измельчителя по отводному лотку 19.

Работа ЛАД осуществляется следующим образом: с блока управления и защиты 17 на обмотки индукторов 9 и 10 подается переменный трехфазный ток, который создает бегущее электромагнитное поле в зависимости от порядка чередования фаз напряжения, поступающего на обмотки в ту или в другую сторону относительно своего индуктора. Причем блоком управления и защиты 17 могут быть реализованы следующие программы подачи переменного тока на индукторы.

1. Одновременно на оба индуктора.
2. Поочередно на каждый индуктор.

При одновременной подаче переменного тока порядок фаз поступающего напряжения на каждый индуктор должен быть одинаковым. При поочередной подаче переменного тока на обмотки индукторов порядок фаз должен быть разным. Отмеченный момент позволяет рассекателю работать с одновременным приложением электромагнитных сил обеих ЛАД к рассекателю в одном и в другом направлениях движения или с поочередным приложением

электромагнитных сил к рассекателю одним и другим ЛАД, причем при движении в разные стороны. Это позволяет регулировать прикладываемое к рассекателю усилие, необходимое для обеспечения резки в зависимости от характера листостебельного кормового материала.

Упругие элементы 15 и 16, установленные со свободных сторон роторов 11 и 12, позволяют уменьшить расход энергии привода для обеспечения торможения рассекателя перед необходимым последующим реверсом, так как упругие элементы при торможении переводят механическую энергию в потенциальную, затем возвращают в виде механической, обеспечивая начальный разгон рассекателя, что повышает энергетические показатели привода возвратно-поступательного движения.

Изменять параметры колебательного движения рассекателя 7 возможно импульсным управлением ЛАД. Импульсное управление предполагает периодическое (с помощью блока управления и защиты 17) подключение индукторов 9 и 10 ЛАД к источнику переменного тока и отключение от него. Изменяя частоту и длительность подключения ЛАД к источнику переменного тока, можно регулировать как частоту колебаний рассекателя, так и его амплитуду, причем бесступенчато и в широком диапазоне без остановки вращающегося рассекателя.

При работе ЛАД имеют место краевые эффекты, которые выражаются в приложении электромагнитных сил высокой частоты на основную электромагнитную силу, приводящую в движение роторы ЛАД, что позволяет рассекателю 7 при колебательном движении вибрировать и тем самым повышать эффективность резки дисковых ножей 4, что дополнительно приводит к повышению энергетических показателей предлагаемого технического решения.

Блок управления и защиты 17 может быть выполнен на базе тиристоров, симисторов и программируемых микроконтроллеров [3].

Измельчитель листостебельных кормов, содержащий питающий и прижимной транспортеры и установленные на приводном валу дисковые ножи,

направляющий рассекатель, выполненный в виде свободно вращающегося вокруг горизонтальной оси вала с дисками и установленный за питающим транспортером перед дисковыми ножами, привод возвратно-поступательного движения рассекателя вдоль его оси, отличающийся тем, что привод возвратно-поступательного движения рассекателя выполнен в виде цилиндрических линейных асинхронных двигателей, установленных с разных сторон рассекателя, жестко связанного по оси с роторами двигателей, причем ход роторов со свободной стороны ограничен дополнительно установленными упругими накопителями механической энергии.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Зоотехнические требования к технологиям приготовления кормов

Для разработки кормоцеха применим суточный кормовой рацион для крупнорогатого скота в стоиловый период по табл.30[1]:

Силос и сенаж 14 кг (10+4);

Сено и солома 9 кг (3+6);

Корнеклубнеплоды 3 кг;

Концентрированные корма (мука ячменная 1,1 кг, гороховая 0,8 кг, ржаная 1,1 кг) 3 кг.

Зоотехническими требованиями обусловлены следующие операции по приготовлению концентрированных кормов:

1. Очистка от грязи, земли, камней, семян сорных растений производится обычно предварительно, т.е. не входит в операции производимые непосредственно в кормоцехе;

2. Измельчение до заданной крупности (размеры частиц для КРС не больше 3 мм);

3. Дозирование и смешивание компонентов при приготовлении кормовых смесей (для зерновых кормов показатель однородности смеси должен быть не ниже 90%).

К приготовлению грубых кормов предъявляются следующие зоотехнические требования: сено хорошего качества, отвечающее требованиям по ГОСТ 4808-79, коровам может откармливаться без подготовки, по условиям механизации раздачи кормов требует их измельчения; солома и сено низкого качества подвергаются измельчению с целью повышения поедаемости и создания условий, необходимых для осуществления последующих технологических операций;

При измельчении размер резки должен быть для КРС 40-50 мм, более мелкую резку (5-10 мм) говорят, если в дальнейшем ее смешивают с сочными кормами.

С целью повышения эффективности использования питательных веществ грубых кормов, резку смешивают с другими видами кормов (корнеклубнеплоды, силос и т.д.).

К приготовлению сочных кормов предъявляются следующие требования: корнеплоды подвергают мойке, резке и смешиванию; толщина резки при скармливании КРС 10-15 мм; вес корнеклубнеплоды требуются готовить непосредственно перед скармливанием (не ранее чем за 2 часа) во избежание порчи.

2.2 Расчет потребного количества кормов

В течение суток на фермах корма расходуются для каждого кормления неравномерного как по массе, так и по видам кормов.

Для КРС суточный рацион распределяют следующим образом по таблице 3.13. [2].

Таблица 1.1 - Примерное распределение суточного рациона по выдачам (%)

Вид корма	Выдача корма %		
	Утренняя с 6 до 7	Дневная с 13 до 14	Вечерняя с 21 до 22
Грубый	50	-	50
Сочный	30	40	30
Концентраты	35	35	30

Количество корма данного вида по выдачам определяют по формуле [2].

$$q_{к.д.} = п \cdot к \cdot P_{с.к.} / 100 \quad (2.1)$$

где $q_{к.д.}$ - количество корма данного вида в выдаче, кг;

п – количество животных;

к – процент распределения кормов по выдачам (таблица 2.1);

$P_{с.к.}$ – количество корма данного вида в суточном рационе одного животного, кг.

Исходя из рациона приведенного выше, можно определить количество кормов по выдачам:

Утренняя выдача:

Грубый корм:

$$q_{г.к.} = 800 \cdot 50 \cdot 9 / 100 = 3600 \text{ кг};$$

Силос и сенаж:

$$q_{с.с.} = 800 \cdot 30 \cdot 14 / 100 = 3360 \text{ кг};$$

Корнеклубнеплоды:

$$q_{к.п.} = 800 \cdot 35 \cdot 3 / 100 = 720 \text{ кг};$$

Концентраты:

$$q_{к.ц.} = 800 \cdot 35 \cdot 3 / 100 = 840 \text{ кг};$$

Дневная выдача:

$$q_{с.с.} = 800 \cdot 40 \cdot 14 / 100 = 4480 \text{ кг},$$

$$q_{к.п.} = 800 \cdot 40 \cdot 3 / 100 = 960 \text{ кг},$$

$$q_{к.ц.} = 800 \cdot 35 \cdot 3 / 100 = 840 \text{ кг}.$$

Вечерняя выдача:

$$q_{г.к.} = 800 \cdot 50 \cdot 9 / 100 = 3600 \text{ кг},$$

$$q_{с.с.} = 800 \cdot 30 \cdot 14 / 100 = 3360 \text{ кг},$$

$$q_{к.п.} = 800 \cdot 30 \cdot 3 / 100 = 720 \text{ кг},$$

$$q_{к.ц.} = 800 \cdot 30 \cdot 3 / 100 = 720 \text{ кг}.$$

2.3 Составление схемы технологического процесса приготовления кормов

Для проектируемого кормоцеха выбираем схему технологического процесса приготовления кормов предназначенную для приготовления многокомпонентных влажных кормовых смесей с возможностью использования измельченной соломы (сена). Эта схема представлена на рисунке 2.1.

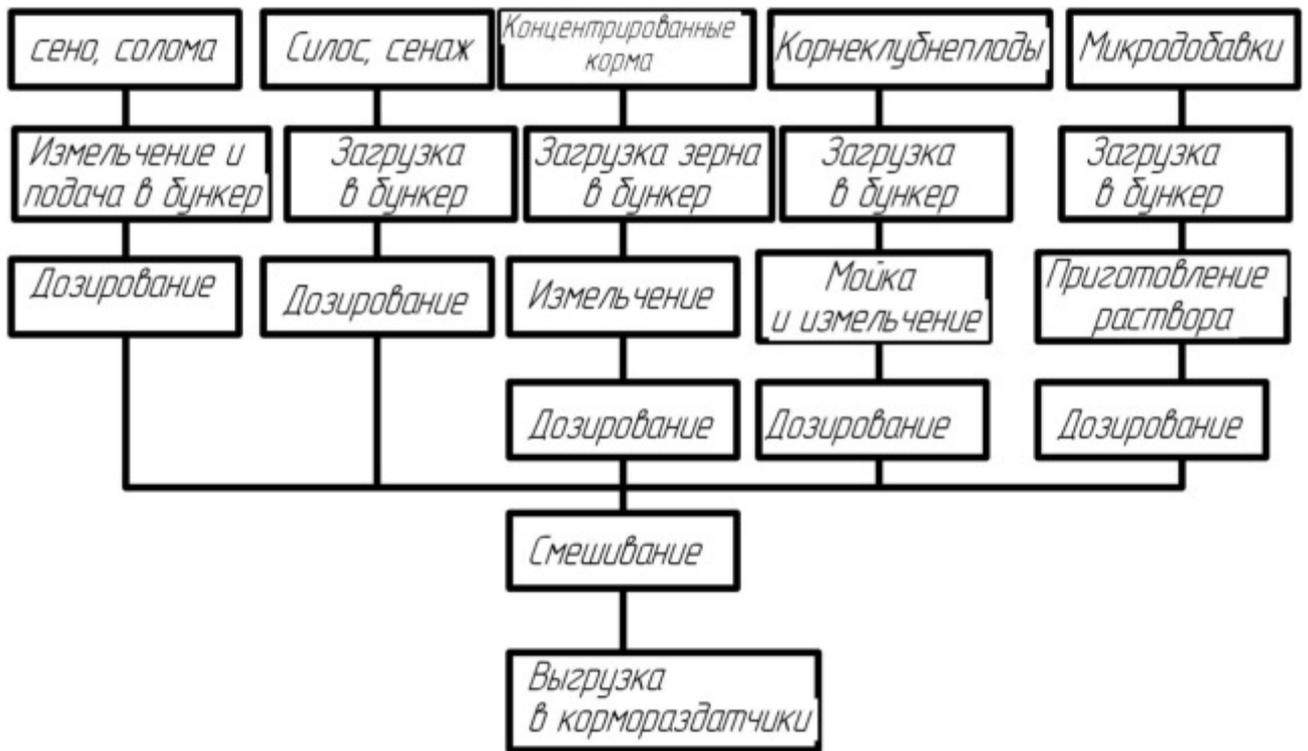


Рисунок 2.1 Схема технологического процесса приготовления кормов

2.4 Расчет производительности поточных технологических линий

Производительность технологической линии находят по формуле [2].

$$W_{\text{тл}} = P_{\text{ко}} \cdot \tau / t, \quad (2.2)$$

где $W_{\text{тл}}$ – производительность технологической линии, т/ч;

$P_{\text{ко}}$ – количество данного вида корма по максимальной выдаче, т;

τ – коэффициент использования рабочего времени, ($\tau = 0,98$);

t – время работы машины, технологической линии, ч.

Объем перерабатываемых кормов в нашем случае по выдачам невелик и поэтому можно ограничить временем работы кормоцефа и всех его технологических линий одним часом, что позволит обходиться без накопительных бункеров готового корма, и производить загрузку непосредственно к кормораздатчикам. Коэффициент τ можно пренебречь, т.к. его применяют обычно при расчетах работы в течение смены. Тогда производительность технологических линий равны разовой выдаче корма данного вида:

-грубых кормов: $W_{г.к.} = 3,6$ т/ч; -

сочных кормов (силос, сенаж): $W_{с.с.} = 4,48$ т/ч; -

корнеклубнеплоды: $W_{к.п.} = 0,96$ т/ч; -

концентрированных кормов: $W_{кц} = 0,84$ т/ч; -

производительность линии смешивания:

$$W_{лс} = W_{гк} + W_{сс} + W_{кп} + W_{кц} = 3,6 + 4,48 + 0,96 + 0,84 = 9,88 \text{ т/ч.} \quad (2.3)$$

2.5 Выбор системы машин для кормоцеха

В качестве прототипа применим проект кормоцеха для приготовления влажных кормовых смесей ВНЭСХа. Производительность данного кормоцеха 60 тонн в смену или примерно 8,6 т/ч. Для нашего случая по выше произведенным расчетам требуется 9,88 т/ч. Рассматривался в расчетах случай работы кормоцеха на один час. Для того чтобы проект прототипа привести в соответствии с требуемой производительностью нужно увеличить время его работы до 1,15 часа или 1 час 10 минут.

В рассматриваемом проекте отсутствует зернодробилка, комбикорма завозятся в готовом виде. По заданию курсового проекта требуется разработать технологическую линию дробления комбикормов, поэтому вводим, а систему машин кормоцеха дробилку молотковую ДБ-5.

В проекте ВНЭСХа солома или сено доставляются в кормоцех в измельченном виде и подвергаются повторному измельчению в дробилке ДКВ-3. Предлагается подводить грубые корма к кормоцеху неизмельченному, хранить необходимый на площадке около кормоцеха, Измельчение производить в один этап измельчением грубых кормов НГК-305 размещенным под навесом со стороны площадки для хранения грубых кормов.

По проекту ВНЭСХа кормоцех оборудован накопительными бункерами больших объемов. Уменьшения объемов (количества) бункеров позволит уменьшить площадь кормоцеха, поэтому произведем расчеты необходимые для определения потребных объемов бункеров для нашего случая.

Объем бункеров – питателей определяется по формуле [2].

$$V_{\text{п}} = P_{\text{с}} \cdot \pi / (K \cdot \rho), \quad (2.4)$$

где $V_{\text{п}}$ - объем бункера питателя, м^3 ;

$P_{\text{с}}$ – суточный расход корма, кг;

π – число суток, в течение которых расходуется корма (для корнеклубнеплодов и силоса $\pi = 1,3$, для грубых кормов $\pi = 2$, для комбикормов $\pi = 3$).

K – коэффициент, учитывающий заполнение объема бункера – питателя $k = 0,9$ [2].

ρ – насыпная плотность корма, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Насыпная плотность кормов определяется по формулам [2]:

Для пшеничной соломы (применим общую для грубых кормов):

$$\rho_{\text{сол}} = (0,11 \cdot \omega^2 + 2548,4 \cdot \omega + 193336) / (10,042 \cdot \omega - 0,001 \cdot \omega^2 + 1008,053), \quad (2,5)$$

где ω – влажность кормов, % [2] (для соломы $\omega = 20\%$, для силоса $\omega = 70\%$).

$$\rho_{\text{сол}} = (0,11 \cdot 20^2 - 6,41 \cdot 20 - 129,89) / (0,24 \cdot 20 - 14,9) = 350 \text{ кг}/\text{м}^3$$

$$\rho_{\text{сол}} = (0,11 \cdot 70^2 + 2548,4 \cdot 70 + 193336) / (0,042 \cdot 70 - 0,001 \cdot 70^2 + 1008,053) = 700 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

Для зерна применим насыпную плотность ячменя по таблице 10 [3]:
 $\rho = 1300 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Тогда объем бункеров:

Для измельченной соломы (сена):

$$V_{\text{пгк}} = 7200 \cdot 2 / (0,9 \cdot 350) = 45 \text{ м}^3;$$

Для силоса:

$$V_{\text{пск}} = 11200 \cdot 13 / (0,9 \cdot 700) = 23 \text{ м}^3;$$

Для зерна:

$$V_{\text{пз}} = 2400 \cdot 3 / (0,9 \cdot 1300) = 6,1 \text{ м}^3.$$

По проекту ВНЭСХа объемы бункеров: для грубых кормов два по 30 м^3 , для силоса (сенажа) 35 м^3 , для комбикормов (в нашем случае зерна) 20 м^3 .

Устанавливаем объемы бункеров для проектируемого кормоцеха:

Для грубых кормов оставляем два бункера по 30 м^3 (КТУ - 10); Для силоса и сенажа один бункер 35 м^3 (КТУ - 10); Для зерна один бункер-питатель объемом 10 м^3 ; Для корнеклубнеплодов один бункер - питатель объемом 10 м^3 .

Уменьшение площади занимаемой бункерами-питателями, изменение расположения оборудования позволяет уменьшить площадь кормоцеха по сравнению с прототипом на 90 м^3 .

2.6 Описание проекта-прототипа кормоцеха

Кормоцех КЦ-15 – проект-прототип. Проект кормоцеха разработан ВНЭСХом. Кормоцех размещен в здании размером $12 \times 15\text{ м}$, к которому примыкает навес шириной $4,5\text{ м}$ и легкая постройка шириной $7,5\text{ м}$, через которые завозят корма и выводят готовую смесь.

Через проемы в стене и в заглубленные бункера $19,21$ (рисунок 1.2.) сгущают корнеклубнеплоды и концентрированные корма.

Особенностью технологической схемы кормоцеха является предварительное накопление в отдельных бункерах-дозаторах для силоса 3 (рисунок 1.3.) измельченных компонентов кормосмеси, одновременная подача их на сборный транспортер и в дробилку-смеситель для окончательного измельчения и смешивания.

Кормораздатчик КТУ-10 с измельченной соломой заводят тракторами под навес и подключают к передвижному электроприводу.

Из кормораздатчика солома поступает в молотковую дробилку грубых кормов 5 , где измельчается на частицы длиной $1-3\text{ см}$ и далее вентилятором по трубопроводу подается в два накопительных бункера-накопителя 4 .

Силос, сенаж или измельченную зеленую массу сливают в бункер-дозатор 3 , установленной в заглубленном приемке.

Корнеклубнеплоды загружают в заглубленный бункер 13 и по транспортеру 12 подают в мойку-измельчитель 11 и бункер-дозатор, выполненный на базе кормораздатчика КРС -1.

Концентрированные корма сгружают в заглубленный бункер 1 и транспортером – питателем ПК-6 подают в тарельчатый дозатор 6. Затем их направляют либо на сборочный ленточный транспортер, либо в котел ВКС-3М для осолаживания и дрожжевания.

Из бункеров-дозаторов, установленных на заданную норму выдачи, компоненты непрерывно поступают ТЛ-4 и в дробилку-смеситель 8 для дополнительного измельчения перемешивания. Готовую кормосмесь наклонным транспортером ТС-40М подают в мобильные кормораздатчики.

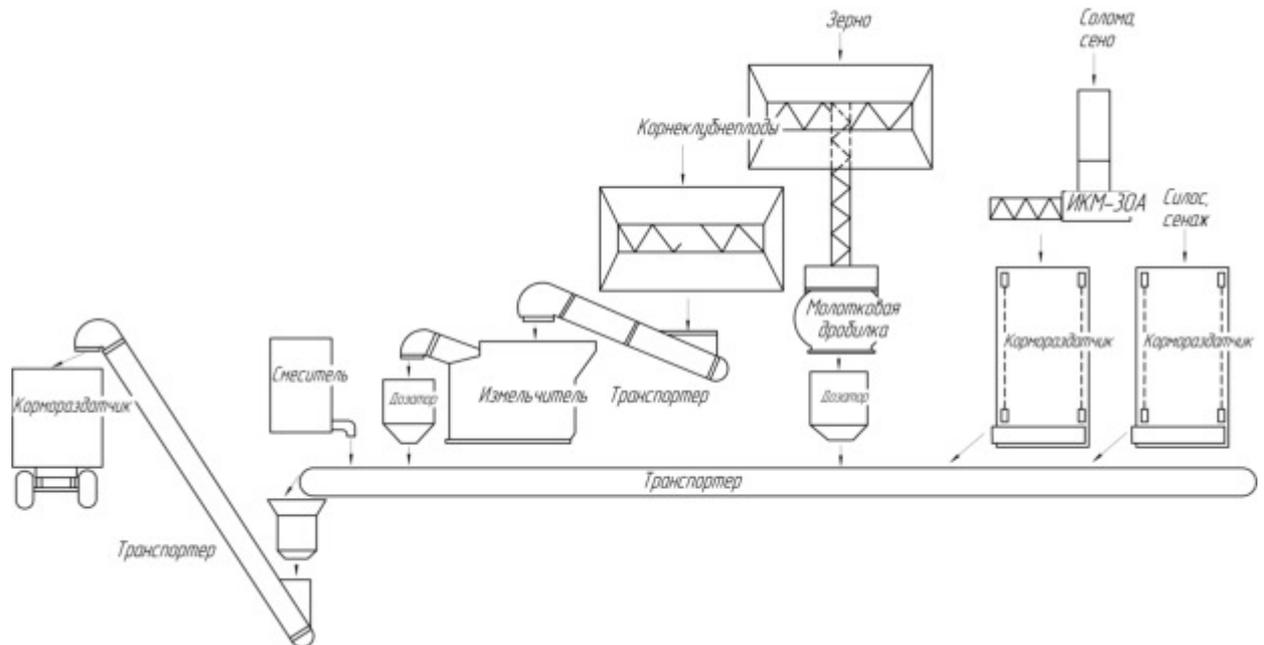


Рисунок 2.3 Технологическая схема кормоцеха КЦ-15

Растворы различных микродобавок приготавливают в смесителе 9 и также падают в дробилку-смеситель.

Воду для приготовления растворов направляют в электроводонагреватель 8 марки ЭВП-2А и сохраняют в баке 7.

Отвод грязной воды производится через кран в канализацию.

Управление всем оборудованием дистанционное, с электропульты. Приборы защиты электроустановок размещены в электрошкафах 11. Для обогрева помещения в зимнее время установлен автоматический электрокотел.

Многое оборудование кормоцеха изготовлено не базе серийно выпускаемых машин. К основному не выпускаемому серийно оборудованию

относиться молотковая дробилка грубых кормов ДВК-3 и молотковая дробилка-смеситель ДАС-15. Производительность кормоцефа - 15т/ч. Мощность установленных электродвигателей 110 кВт. Обслуживающий персонал-3 чел. Площадь застройки с навесами 324м², в том числе основного помещения с капитальными стенами 90 м². Масса установленного оборудования 16,2 т.

Предлагаемый проект имеет следующие отличия. Грубые корма не подвозятся в кормоцех в измельченном виде, площадка для их хранения находится непосредственно возле кормоцефа и измельчаются они в кормоцефе на НГК-30Б. Больших изменений в проекте эта операция не вносит, но позволяет обойтись без предварительного измельчения грубых кормов вне кормоцефа. Дополнительно в проект внесена молотковая безрешеточная дробилка ДБ, что позволяет получать комбикорм из зерна непосредственно в кормоцефе. Исключение из проекта электродвигателя 3 (рисунок 1.2.) позволяет при добавлении ДБ обойтись без увеличения общей мощности электродвигателей.

По расчетам емкость бункеров для корнеклубнеплодов и зерна при расчетном количестве голов КРС 800 возможно убавить в два раза. Это позволяет уменьшить площадь помещения (освободить площадь для ДБ). Уменьшение площади можно произвести за счет исключения операции подвозки-разгрузки в кормоцех измельченных грубых кормов. Общее уменьшение площади здания 90 м².

Предлагается увеличить площадь капитального помещения до 150м². Размещение оборудования в закрытом помещении обеспечивает лучшую его работоспособность и сохранность. Еще более важной причиной данного решения является улучшение условий труда обслуживающего персонала особенно в зимний период. Под навесами расположены измельчитель НГК-30 с транспортером и площадка для загрузки готового корма в кормораздатчики.

Производительность кормоцефа 60 т за смену (9т/ч). Установленная мощность двигателей 116 кВт. Обслуживающий персонал 3 человека. Площадь

застройки с навесом 234м^2 , в том числе основного помещения 1150м^2 . Масса установленного оборудования за счет убавления бункеров добавления дробилки ДБ приблизительно 16т.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

В технологическую линию подготовки кормов включена молотковая дробилка.

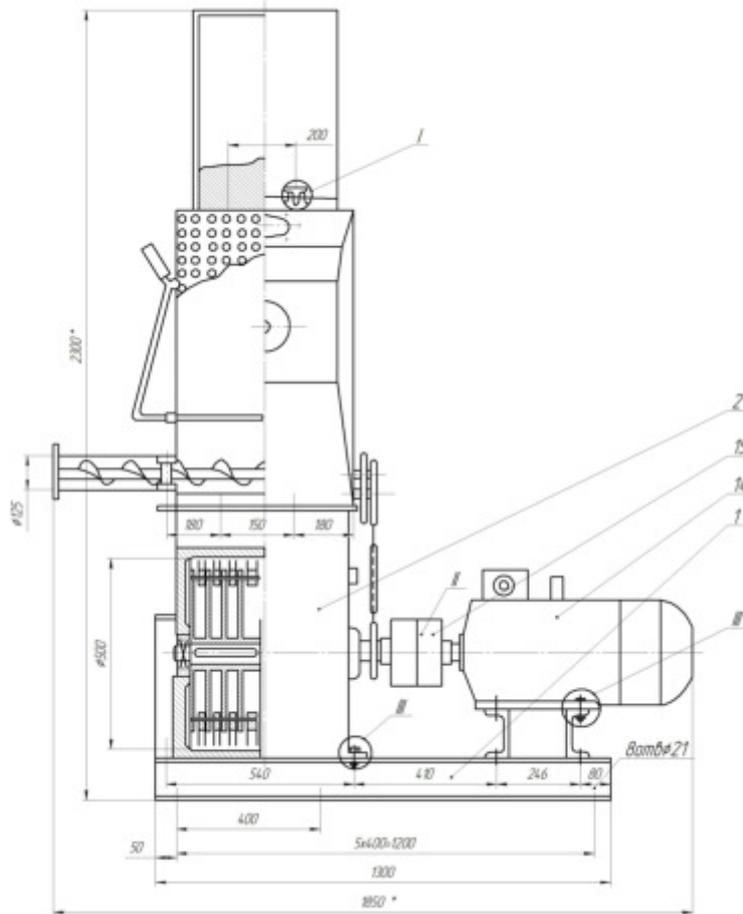


Рисунок 3.1 - Молотковая дробилка

					<i>ВКР.35.03.06.400.20.МД.00.00.00.ПЗ</i>		
					<i>Дробилка молотковая безрешетчатая</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		<i>Ахитов Р.Р.</i>				-	-
Провер.		<i>Лцшнов М.А.</i>			<i>лист 1</i>		<i>листов 9</i>
Т. Контр.					<i>Каз.ГАУ каф. МОА, группа Б262-07у</i>		
Н. Контр.		<i>Лцшнов М.А.</i>					
Утверд.		<i>Халиллин Д.Т.</i>					

3.1 Конструктивные расчеты

Условия размещения оборудования требуют установки на дробилку нестандартного загрузочного шнека длиной шесть метров. Произведем расчет потребной мощности электродвигателя и расчет вала шнека для определения возможности сохранения основных параметров загрузочного шнека для определения возможности сохранения основных параметров загрузочного шнека неизменными для обеспечения унификации со стандартными. Потребная мощность электродвигателя определяется по формуле[5]:

$$N_э = c \cdot Q \cdot H / 36.7 \cdot \Gamma, \quad (3.1)$$

где $N_э$ – потребная мощность электродвигателя, кВт

Q – производительность винтового загрузчика, т/ч (для ДБ-5 до 6 т/ч);

H – расстояние перпендикулярного груза, м ($H=6$ м);

Γ - КПД передачи (с учетом потерь в клиноременной передаче и подшипниках $\Gamma=0,95$);

c – коэффициент сопротивления ($c=1,5$).

$$N_э = 1,5 \cdot 6 \cdot 6 / 36,7 \cdot 0,95 = 1,55 \text{ кВт}$$

На стандартном пятиметровом винтовом загрузчике ДБ-5-1 установлен электродвигатель мощностью 2,2 кВт. Удлинение шнека на 1м позволяет обойтись без замены электродвигателя.

Вал шнека рассчитывают на скручивание и растяжение по эквивалентному напряжению. [5]:

$$Q_E = \sqrt{Q + \left(\frac{Q_T}{r_T}\right) \tau^2} \approx \sqrt{\left(\frac{4F}{\pi d^2}\right)^2 + 3 \left(\frac{16M}{\pi d^2}\right)^2} \leq Q \quad (3.2)$$

где F -осевая нагрузка на вал, н;

M - максимальный скручивающий момент, Н·м;

$[Q]$ -предельно допустимое эквивалентное напряжение, Мпа (по таблице 16.1. [5] для стали 35 (Q) = 60 Мпа)

Из формулы (2.2) потребный диаметр вала:

					<i>ВКР.35.03.06.400.20.МД.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

$$d \geq \frac{\sqrt{F^2 + 48M^2}}{\pi[q]} \quad (2.3)$$

Осевая нагрузка:

$$F = S \cdot H \cdot \gamma \cdot g, \quad (3.4)$$

где S-площадь заполнения сечения желоба, м²;

H-высота подъема груза, м;

γ – насыпная масса, кг/м³ (для зерна $\gamma=1300$ кг/м³);

g – сила тяжести, Н.

$$S = \varphi \frac{\pi d^2}{4}, \quad (3.5)$$

где φ - коэффициент заполнения сечения желоба ($\varphi=0,6$)

d - диаметр желоба, м.

$$S = 0,6 \cdot 3,14 \cdot 0,13^2 / 4 = 0,008 \text{ м}^2$$

$$F = 0,008 \cdot 6 \cdot 1300 \cdot 9,81 = 612 \text{ Н}$$

Максимальный момент скручивания:

$$M = FD/2, \quad (3.6)$$

где D-диаметр винта шнека, м.

$$M = 612 \cdot 0,125 / 2 = 39 \text{ Н/м}$$

Находим требуемый диаметр вала

$$d \geq \frac{\sqrt{4 \cdot 612^2 + 48 \cdot 39^2}}{3,14 \cdot 60} \quad (3.7)$$

$$d \geq 14,2 \text{ мм}$$

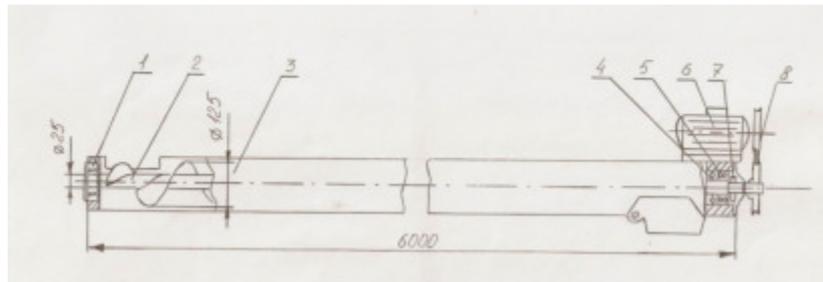
Для обеспечения прочности вала достаточен коэффициент запаса прочности 1,7, при таком значении можно не производить расчеты на жесткость с учетом этого диаметра вала:

$$d \geq 14,2 \cdot 1,7$$

$$d \geq 24,14 \text{ мм}$$

Диаметр вала шнека стандартного в местах посадки подшипников 25 мм, следовательно, при увеличении длины шнекового загрузчика он сохраняет основные параметры стандартного шнека. Схема винтового загрузчика представлена на рисунке 3.2.

					<i>ВКР.35.03.06.400.20.МД.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3



1,5-подшипник; 2-шнек; 3-желоб шнека; 4-подшипник; 6-электродвигатель; 7-гайка;
8-клиноременная передача

Рисунок 3.2 - Схема винтового загрузчика

Расчет клиноременной передачи

Дано: мощность на валу электродвигателя $N_{\text{э}} = 5,0$ кВт; частота вращения вала электродвигателя $n_{\text{э}} = 965$ мин⁻¹; частота вращения вала ротора $n_p = 300$ мин⁻¹.

Определяем угловую скорость, номинальный вращающий момент на валу электродвигателя

$$\omega_{\text{э}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{э}}}{30}, \text{ с}^{-1} \quad (3.8)$$

где $\omega_{\text{э}}$ - угловая скорость вала электродвигателя, с⁻¹;

$$\omega_{\text{э}} = \frac{3,14 \cdot 965}{30} = 101 \text{ с}^{-1}.$$

$$M_{\text{э}} = \frac{N_{\text{э}}}{\omega_{\text{э}}}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (3.9)$$

где $M_{\text{э}}$ - номинальный вращающий момент на валу электродвигателя, Н·м.

$$M_{\text{э}} = \frac{5,0}{101} = 49 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Для случая, когда установлен электродвигатель мощностью $N_{\text{э}} = 7,0$ кВт, получим $M_{\text{э}} = 0,69$ Н·м.

При таком значении $M_{\text{э}}$ рекомендуемое сечение ремня Б с площадью поперечного сечения $F = 138$ мм² Выбираем диаметр D_1 , ведущего шкива. Для

					<i>ВКР.35.03.06.400.20.МД.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обеспечения большой долговечности ремня рекомендуется не ориентироваться на $\dot{A}_{\min} = 125$ мм, а брать шкив на 1...2 номера больше. Принимаем $\dot{A}_1 = 160$ мм.

Определяем передаточное отношение i без учета скольжения по формуле

$$i = \frac{n_{\text{э}}}{n_p}, \quad (3.10)$$

где n_p - частота вращения вала ротора, мин^{-1} .

$$i = \frac{965}{300} = 3,21$$

Находим диаметр D_2 ведомого шкива, приняв относительное скольжение $\varepsilon = 0,015$

$$D_2 = i \cdot D_1 (1 - \varepsilon), \text{ мм} \quad (3.11)$$

где ε - относительное скольжение ремня.

Ближайший стандартный диаметр $D_2 = 500$ мм.

$$D = 3,21 \cdot 160 (1 - 0,015) = 505,89 \text{ мм.}$$

Уточняем передаточное отношение i с учетом ε :

$$i = \frac{D_2}{D_1 (1 - \varepsilon)}$$

$$i = \frac{500}{160 (1 - 0,015)} = 3,172$$

Пересчитываем: $n_p = \frac{n_{\text{э}}}{i}$.

$$n_p = \frac{965}{3,172} = 304,22 \text{ мин}^{-1}.$$

Допустимое Δ до 3 %.

$$\text{Расхождение с заданием } \Delta = \frac{304,22 - 300}{304,22} \cdot 100\% = 1,38\%.$$

Принимаем: $D_1 = 160$ мм, $D_2 = 500$ мм по ГОСТ 17383-73.

					ВКР.35.03.06.400.20.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Определяем межосевое расстояние «а»:

$$a_{\max} = 2(D_1 + D_2), \text{ мм} \quad (3.12)$$

$$a_{\min} = 0,55(D_1 + D_2) + 10,5, \text{ мм} \quad (3.13)$$

$$a_{\max} = 2(160 + 500) = 1320 \text{ мм},$$

$$a_{\min} = 0,55(160 + 500) + 10,5 = 318,5 \text{ мм}.$$

Принимаем близкое к среднему значению $a=700$ мм.

Расчетная длина ремня определяемая по формуле:

$$L_p = 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a}, \text{ мм} \quad (3.14)$$

$$L_p = 2 \cdot 700 + \frac{3,14(160 + 500)}{2} + \frac{(500 - 160)^2}{4 \cdot 700} = 2518,7 \text{ мм}$$

Принимаем по ГОСТ 1284.1-80 длину ремня $L=2500$ мм.

Определяем окружное усилие:

$$P = \frac{N}{V}, \quad (3.15)$$

где V - скорость вращения ротора, м/с.

$$V = 0,5\omega_{\text{э}} \cdot D \quad (3.16)$$

Находим расчетное число ремней

$$V = 0,5 \cdot 101 \cdot 160 \cdot 10^{-3} = 8,08 \text{ м/с}.$$

Окружное усилие:

$$P = \frac{5,0 \cdot 1000}{8,08} = 618 \text{ Н}.$$

$$8,08$$

$$z = \frac{P}{[P]}, \quad (3.17)$$

где $[P]$ - допускаемое окружное усилие на один ремень, Н.

$$z = \frac{618}{312} = 1,98$$

$$312$$

					<i>ВКР.35.03.06.400.20.МД.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$$[P] = P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L \cdot C_p, \quad (3.18)$$

где P_0 - окружное усилие, передаваемое одним ремнем, Н;

C_α - коэффициент, учитывающий влияние угла обхвата ($C_\alpha = 0,93$);

C_L - коэффициент, учитывающий влияние длины ремня ($C_L = 1$).

$$[P] = 335 \cdot 0,93 = 312 \text{ Н.}$$

Находим угол охвата:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60 \cdot \frac{D_2 - D_1}{a}, \quad (3.19)$$

Исходя из расчетов, для измельчения мороженных корнеплодов целесообразно иметь количество ремней $z=3$.

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60 \cdot \frac{500 - 160}{700} = 150^\circ.$$

Определяем усилие в ременной передаче, приняв напряжение от предварительного натяжения $\sigma_0 = 1,6 \text{ Н/мм}^2$.

$$S = \sigma_0 \cdot F, \quad (3.20)$$

где F - площадь поперечного сечения ремня, мм^2 .

$$S = 1,6 \cdot 138 = 221.$$

Определяем усилие на валу

$$Q = 2 \cdot S_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (3.21)$$

$$Q = 2 \cdot S_0 \cdot 2 \cdot \sin \frac{150^\circ}{2} = 848 \text{ Н.}$$

Определение потребляемой мощности [2]:

$$N = N_{изм} + N_\psi + N_{х.х.} \text{ (Вт)} \quad (3.22)$$

$$N_{изм} = A_{изм} \cdot q_p \text{ (Вт)} \quad (3.23)$$

$$A_{изм} = C_{np} [C_v \cdot \ln \lambda^3 + C_s (\lambda - 1)] = 47250 \text{ (Джс / кг)} \quad (3.24)$$

$$N_{изм} = 47250 \cdot 0,27 = 12757,5 \text{ (Вт)}$$

					<i>ВКР.35.03.06.400.20.МД.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Расход мощности на циркуляцию определяется [2]:

$$N_u = K_B \cdot v^3_m (Вт) \quad (3.25)$$

где K_B - опытный коэффициент, $K_B=0,05$ [2]

$$N_u = 0,05 \cdot 59,72 = 298,6(Вт)$$

Потери мощности на холостой ход [2]:

$$N_{x.x.} = 0,2N_{изм} (Вт) \quad (3.26)$$

$$N_{x.x.} = 0,2 \cdot 12757,5 = 2551,5(Вт)$$

тогда:

$$N = 12757,5 + 298,6 + 2551,5 = 15607,6(Вт)$$

Присоединительная мощность [2]:

$$N_{эл} = \frac{N}{\eta_3} (Вт) \quad (3.27)$$

где $\eta_3=0,87$ [2]

$$N_{эл} = \frac{15607,6}{0,87} = 17939,7(Вт)$$

По данным расчетам выбираем электродвигатель АИР160М2 ТУ 16-525,564-84,

$n=2910$ (мин⁻¹), $P=18,5$ (кВт) [2]

Определение разрушающей скорости [2]:

$$v_{раз} = \sqrt{\frac{\sigma_{раз} \cdot K_d \cdot \ln \frac{a}{x}}{\rho}} (м / сек) \quad (3.28)$$

где $\sigma_{раз}$ – максимальное разрушающее напряжение при статическом сжатии, кг/м²

K_d – коэффициент динамичности, 1,8-2,0 [2]

a – длина зерна, м

x_1 – длина оставшейся части зерна, м

ρ – плотность материала, кг/м³

$$v_{раз} = \sqrt{\frac{84 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot \ln 2}{1,3 \cdot 10^3}} = 29,86(м / сек)$$

3.2 Инструкция по технике безопасности при работе

К работе на дробилке разрешается допускать лиц в возрасте 18...65 лет годные к данной работе по медицинским показаниям и прошедшие обучение.

Поступающий на работу человек должен пройти вводный инструктаж по безопасным методам и приемам труда, а также первичный инструктаж на рабочем месте, о чем должны быть сделаны записи в журналах с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

Первичный инструктаж на рабочем месте производится с каждым рабочим индивидуально.

Повторный инструктаж должен проводиться не реже чем через 3 месяца. Периодическая проверка знаний по безопасности труда должна проводиться один раз в 12 месяцев.

При изменении правил по охране труда, условий и характера работ (получение нового задания, переход на другой участок работы, замена или модернизация узлов или деталей, приспособлений и т.п.), нарушении действующих норм и правил по охране труда, которые привели или могут привести к травматизму, аварии, пожару, при перерывах в работе более 30 календарных дней, по требованию органов надзора проводится внеплановый инструктаж. О проведении повторного и внепланового инструктажа производится соответствующая запись в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего. При регистрации внепланового инструктажа указывается причина, вызвавшая его проведение.

Знания, полученные при инструктаже, проверяет работник, проводивший инструктаж.

Рабочий, получивший инструктаж и показавший неудовлетворительные знания, к работе не допускается. Он обязан вновь пройти инструктаж.

Дробильщик Рабочий должен знать принцип работы и устройство дробилок, технологию производства работ, инструкцию завода- изготовителя по эксплуатации дробилок, дробильных агрегатов, инструкцию по охране

					<i>ВКР.35.03.06.400.20.МД.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

труда, правила внутреннего распорядка организации труда работников дробильно-сортировочной установки, требования по выполнению режимов труда и отдыха.

Основными вредными производственными факторами являются: пыль, вибрация, шум

3.2.1 Физическая культура на производстве

Физическое воспитание на работе является важным фактором повышения производительности труда.

Учитывая распространенность умственного или физического труда и его тяжесть, специалисты по механизации делятся на две группы: операторы самоходных машин и агрегаты (водители, трактористы) и специалисты по стационарному оборудованию (механики, слесари, электрики). Поэтому работа одних связана с управлением транспортом, с большой психофизической нагрузкой, а с другими - со сложной координацией движений и работой в сложных условиях (на высоте, в ограниченных пространствах). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, особой координации движений. Физическая культура для выпускников должна включать следующие виды спорта: тяжелая атлетика, армрестлинг, борьба, гимнастика, спортивные игры и другие виды спорта.

3.3 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

3.3.1 Расчет технико-экономических показателей эффективности молотковой дробилки

3.3.1.1 Расчеты массы и балансовой стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле, [2]:

$$G = (G_K + G_T) \cdot K, \quad (3.31)$$

					<i>ВКР.35.03.06.400.20.МД.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

где G_k – масса конструкции без покупных деталей и узлов. Принимаем на основании расчета массы сконструированных деталей;

G_T – масса готовых деталей, узлов и агрегатов.

Принимаем $G_T \approx 300$ кг;

K - коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K = 1,05 \dots 1,15$).

Таблица 5.1 - Расчет массы сконструированных деталей

№ п/п	Наименование деталей.	Объём деталей, см ³	Масса одной детали, кг	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
1	Барабан	1795	0,0078	700	1
2	Бандаж	256	0,0078	50	2
3	Люк	308	0,0078	20	2
4	Ролик упорный	1667	0,0078	15	8
5	Станина упорная	103	0,0078	40	2
	Всего				1040

$$G_k = (1040+300) \cdot 1,12 = 1500,8 \text{ кг.}$$

Принимаем массу конструкции проектируемой установки $G_k = 1501$ кг.

$$C_{\bar{o}} = (G_k \cdot (C_z \cdot E + C_M) + C_{ПД}) \cdot K_{НАЧ}, \quad (3.32)$$

где G_k – масса конструкции без покупных деталей и узлов;

C_z – издержки производства приходящиеся на 1 кг массы конструкции, руб, ($C_z = 0,02 \dots 0,15$), [2];

E – коэффициент изменения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска, руб;

C_M – затраты на материалы приходящиеся на 1 кг массы машины, $C_M = 50$ руб/кг;

$C_{ПД}$ – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб;

$K_{НАЧ}$ – коэффициент учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости, $K_{НАЧ} = 1,15 \dots 1,4$, [2].

					<i>ВКР.35.03.06.400.20.МД.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

$$C_6 = (1501 \cdot (0,11 \cdot 1,2 + 50) + 50000) \cdot 1,3 = 165000 \text{ руб.}$$

3.3.1.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции

Для сравнения выбираем молотковую дробилку производительностью ($W_{ч}$) 3,5 т/час. При проектировании молотковой дробилки устанавливаем производительность ($W_{ч}$) 2,5 т/час.

В таблице 3.2. представлены технико-экономические показатели проектируемой и существующей конструкций.

Таблица 3.2 – Техничко-экономические показателей конструкций

Наименование	Варианты	
	Исходный	Проектируемой
Масса, кг	2000	1500
Балансовая, руб.	300000	165000
Потребляемая мощность, кВт	7,5	3
Количество обслуживающего персонала, чел	2	1
Разряд работы	III	III
Средняя тарифная ставка, руб/чел.ч.	100	100
Норма амортизации, %	10	10
Норма затрат на ремонт и ТО, %	15	10
Годовая загрузка, ч	800	800
Срок службы, лет	10	10
Часовая производительность, т/час	3,5	2,5

При расчетах показатели базового варианта обозначим индексом X_0 , а проектируемого X_1 .

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводим в такой последовательности [2]:

Металлоемкость конструкции определяется по формуле:

$$M_e = \frac{G_1}{W_{ч} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (3.33)$$

где M_{e1} , M_{e0} – металлоемкость проектируемой и существующих конструкций, кг/кг;

G_1, G_0 – масса проектируемой и существующей конструкции, кг;

$W_{ч1}, W_{ч0}$ – часовая производительность, т/час;

$T_{год}$ – годовая загрузка, час;

$T_{сл}$ – срок службы, лет.

$$M_{e1} = 1500 / (2,5 \cdot 800 \cdot 10) = 0,03 \text{ кг/т};$$

$$M_{e0} = 2000 / (3,5 \cdot 800 \cdot 10) = 0,08 \text{ кг/т}.$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_e = \frac{C_{\bar{o}}}{W_{ч} \cdot T_{год}}, \quad (3.34)$$

где $C_{\bar{o}1}, C_{\bar{o}0}$ – балансовая стоимость проектируемой и существующих конструкций, руб.;

$$F_{e1} = 165000 / (2,5 \cdot 800) = 82,5 \text{ руб/т};$$

$$F_{e0} = 300000 / (3,5 \cdot 800) = 125 \text{ руб/т}.$$

Энергоемкость определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_{ч}}, \quad (3.35)$$

где $\mathcal{E}_{e1}, \mathcal{E}_{e0}$ – энергоемкость проектируемой и существующей конструкции, кВтч/кг;

N_{e1}, N_{e0} – мощность электродвигателя, кВт;

$$\mathcal{E}_{e1} = 3 / 2,5 = 1,2 \text{ кВтч/т};$$

$$\mathcal{E}_{e0} = 7,5 / 3,5 = 2,5 \text{ кВтч/т}.$$

Трудоемкость процесса,

$$T_{ei} = \frac{n_{pi}}{W_{чи}}, \quad (3.36)$$

где n_p – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e1} = \frac{1}{2,5} = 0,04 \text{ челч/т};$$

					<i>ВКР.35.03.06.400.20.МД.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

$$T_{e0} = \frac{2}{3,5} = 0,67 \text{ чел ч/т.}$$

Себестоимость работы находят из выражения:

$$S = C_{zn} + C_{\mathcal{E}} + C_{pmo} + A, \quad (3.37)$$

где C_{zn1}, C_{zn0} – затраты на оплату труда обслуживающему персоналу, руб./кг.

$C_{\mathcal{E}1}, C_{\mathcal{E}0}$ – затраты на электроэнергию, руб./кг;

C_{pmo1}, C_{pmo0} – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./кг;

A_1, A_0 – амортизационные отчисления, руб./кг.

Затраты на оплату труда определяются из выражения:

$$C_{zn} = z \cdot T_e, \quad (3.38)$$

где z_1, z_0 – часовая ставка рабочих, начисляемая по среднему разряду, руб/ч.

Согласно данным производства: $z_1 = z_0 = 100 \text{ руб./ч.}$

$$C_{zn1} = 100 \cdot 0,04 = 40 \text{ руб/т;}$$

$$C_{zn0} = 100 \cdot 0,67 = 67 \text{ руб/т.}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_{\mathcal{E}} = \mathcal{E} \cdot C_{\mathcal{E}}; \quad (3.39)$$

где $C_{\mathcal{E}}$ – комплексная цена электроэнергии, ($C_{\mathcal{E}} = 3,75 \text{ руб/кВт.}$)

$$C_{\mathcal{E}1} = 1,2 \cdot 3,75 = 4,5 \text{ руб/т;}$$

$$C_{\mathcal{E}0} = 2,5 \cdot 3,75 = 9,375 \text{ руб/т.}$$

Затраты на ремонт и ТО определяют из выражения:

$$C_{pmo} = \frac{C_{\bar{o}} \cdot H_{pmo}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.40)$$

где H_{pmo1}, H_{pmo0} – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{pmo1} = 165000 \cdot 10 / (100 \cdot 2,5 \cdot 800) = 8,25 \text{ руб/т;}$$

$$C_{pmo0} = 300000 \cdot 10 / (100 \cdot 3,5 \cdot 800) = 18,75 \text{ руб/т.}$$

Затраты на амортизацию определяют из выражения:

					<i>ВКР.35.03.06.400.20.МД.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$A_i = \frac{C_{\delta_i} \cdot a_i}{100 \cdot W_{\text{ч0}} \cdot T_{\text{год}}}; \quad (3.41)$$

где a_1, a_0 – норма амортизации, %,

$$A_1 = 165000 \cdot 10 / (100 \cdot 2,5 \cdot 800) = 8,25 \text{ руб/т};$$

$$A_0 = 300000 \cdot 10 / (100 \cdot 3,5 \cdot 800) = 18,75 \text{ руб/т}.$$

Отсюда,

$$S_{\text{эксн1}} = 40 + 4,5 + 8,25 + 18,75 = 59,62 \text{ руб/т};$$

$$S_{\text{эксн0}} = 67 + 9,375 + 8,25 + 18,75 = 104,42 \text{ руб/т}.$$

Приведенные затраты определяют из выражения:

$$C_{\text{пр}} = S_1 + E_H \cdot F_e \quad (3.42)$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,
 $E_H = 0,14$.

$$C_{\text{пр1}} = 59,62 + (0,15 \cdot 82,5) = 72 \text{ руб/т};$$

$$C_{\text{пр0}} = 104,42 + (0,15 \cdot 125) = 123,2 \text{ руб/т}.$$

Годовая экономия в рублях определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч1}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.43)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (104,42 - 59,62) \cdot 2,5 \cdot 800 = 89600 \text{ руб}.$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{пр0}} - C_{\text{пр1}}) \cdot W_{\text{ч1}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.44)$$

$$E_{\text{год}} = (123,3 - 72) \cdot 2,5 \cdot 800 = 102340 \text{ руб}.$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\delta 1}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (3.45)$$

$$T_{\text{ок}} = 165000 / 102340 = 1,8 \text{ года}.$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле, [2]:

					<i>ВКР.35.03.06.400.20.МД.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{C_{б1}}, \quad (3.46)$$

$$E_{эф} = 89600/165000 = 0,5.$$

Таблица 3.3 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

Наименование показателей	Варианты	
	Исходный	Проект
Производительность т/ч	3,5	2,5
Фондоемкость, руб/т	125	82,5
Энергоемкость, кВт/т	2,5	1,2
Металлоемкость, кг/т	0,08	0,03
Трудоемкость, челч/т	0,67	0,4
Уровень эксплуатационных затрат, руб/т	104,42	59,62
Приведенные затраты, руб/т	123,2	72
Годовая экономия, руб.	–	89600
Годовой экономический эффект, руб.		102340
Срок окупаемости капитальных вложений, лет.	–	1,8
Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений	–	0,5

Вывод. Проектируемая конструкция молотковой безрешетной дробилки по расчетам является экономически эффективна, так как срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составляет $1,8 < 10$ лет.

ВЫВОДЫ

В данной выпускной квалификационной работе предлагается усовершенствованный (для условий определенных заданием) проект кормоцеха ВНЭСХа. Проект - прототип отвечает основным требованиям установленным заданием. Дополнительно в его состав введена молотковая дробилка. Внесено изменения грубых кормов. За счет изменения объема бункеров (допустимого по расчетам) и изменения в технологической линии измельчения кормов стало возможно сократить площадь помещения кормоцеха.

Все вышеперечисленные изменения позволили получить следующие расчетные результаты (в сравнении с тем, что в этих же условиях работает кормоцех по проекту – прототипу):

- годовая экономия затрат составляет 89600 руб;
- годовой экономический эффект 102304;
- срок окупаемости капитальных вложений, 1,8 лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брагинец Н.В. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства – 3-е изд., перераб. и доп./ Н.В.Брагинец Д.А.Полешкин//– М.:Агропромиздат, 1991.
2. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм /Мельников С.В// Л.: Колос Ленинградское отделение 2008.
3. Чернавский С.А. Проектирование механических передач – 5-е изд., и доп./Чернавский С.А., Снесарев Г.А., Кузнецов Б.С.//М.: Машиностроение,1984 г.
4. Авров А.Е. Использование соломы в сельском хозяйстве / А.Е.Авров, З.М.Морозов // Л.: Колос, Ленинградское отделение,2006 г.
5. Алейникова Л.Д. Корма для малой фермы /Л.Д.Алейникова // М.: Агропромиздат,2009 г.
6. Бондарев В.А. Способы подготовки грубых кормов к скармливанию /В.А.Бондарев// М.: Россельхозиздат,2008 г.
7. Боярский Л.Г. Производство и использование кормов /Л.Г.Боярский// М.: Росагропромиздат, 2008 г.
8. Кормоцехи на фермах крупного рогатого скота. Альбом – справочник. П.р. Автономова И.Я. М.: Россельхозиздат,2008.
9. Егорченков М.И., Шамов Н.Г. Кормоцехи животноводческих ферм./ М.И.Егорченков, Н.Г. Шамов // М.: Колос,2003.
10. Верешагин Ю.Д., Сердичный А.Н. Машины и оборудования для приготовления и раздачи кормов /Ю.Д.Верешагин, А.Н.Сердичный //М.: Колос,2006.
11. Машины и оборудования для приготовления кормов 4.1.Справочник. И.В,Кулаковский, Ф.С.Кирпичников, Е.И. Резник – И.:Росагропромиздат,1987.
12. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов./С.В.Мельнмков // Л.:Колос,1985.

13. Мянз А.Э. Кормоприготовительные машины и агрегаты /А.Э.Мянз//
М.:Росагропромиздат, 1970.

14. Патент №2415714 РФ, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 15.09.2005 Бюл. №30.

15. Патент №1507442 РФ, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 24.08.2008 Бюл. №31.

16. Патент №2487526 РФ, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 15.03.2010 Бюл. №3.

17. Патент №3215 РФ, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 15.08.2007 Бюл. №39.

СПЕЦИФИКАЦИИ