РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

Аюгин Н.П. – к.т.н., ст. преподаватель, Павлушин Н.В. – студент,
Курдюмов В.И. – д.т.н., профессор
Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия (г. Ульяновск)

1 Актуальность проблемы

Продукция животноводства играет огромную роль в обеспечении населения продуктами питания. Поэтому развитию животноводства уделяют особое внимание со стороны Правительства Российской Федерации. Ускоренное развитие животноводства было включено в приоритетный национальный проект «Развитие агропромышленного комплекса».

В соответствии с целевой программой «Развитие сельского хозяйства на 2008-2012 годы», утвержденной Правительством Ульяновской области, среднегодовой рост объёма продукции сельского хозяйства за пятилетний период должен составить около 4 %. Всего за пятилетний период рост объёма продукции сельского хозяйства должен составить 20 %, в том числе рост объёма продукции животноводства за этот же период 25 %, растениеводства – 15 %.

Согласно статистическим данным, удельный вес прибыльных хозяйств Ульяновской области увеличился с 72 % в 2007 году до 80 % по итогам 2008 года, наметились положительные тенденции и в животноводстве. По итогам 2008 года произведено 57 тысяч тонн мяса, что на 5 % выше уровня 2007 года.

Развитие отрасли животноводства невозможно без развития прочной кормовой базы. Укрепление кормовой базы возможно за счет увеличения доли корнеклубнеплодов в составе рациона животных. Выход питательных веществ с единицы площади у них больше, чем у других кормовых растений – травы и зерновых, а стоимость кормовой единицы корнеклубнеплодов в несколько раз ниже, чем концентрированных кормов.

Корнеклубнеплоды является прекрасным кормом для всех видов животных, особенно молочных коров и молодняка крупного рогатого скота. Они оказывают молокогонное действие на дойных коров и позволяют получать высокие удои в зимний период. При скармливании телятам в послемолочный период можно заменять до 43 % концентрированных кормов равным по питательности количеством сахарной свеклы без ущерба для здоровья.

При подготовке корнеклубнеплодов к скармливанию наиболее энергоемким процессом является их измельчение. Исследованию процесса измельчения корнеклубнеплодов посвящено значительное количество научных работ, но, несмотря на это выпускаемые промышленностью измельчители корнеклубнеплодов имеют достаточно высокую энергоемкость измельчения, а качество измельченного продукта не полностью отвечает зоотехническим требованиям. В связи с этим задача снижения энергоемкости измельчения корнеклубнеплодов при сохранении качества измельченного продукта, отвечающего зоотехническим требованиям, требует дальнейшего изучения.

2 Описание проекта

2.1 Область применения

Предлагаемая разработка предназначена для измельчения корнеклубнеплодов в сельскохозяйственных предприятиях при подготовке корнеклубнеплодов к скармливанию.

Проект направлен на ресурсобережение за счет снижения электропотребления при измельчении. Разработка решает проблему высокой себестоимости измельчения корнеклубнеплодов при подготовке их к скармливанию благодаря снижению удельной энергоемкости измельчения.

Измельчитель позволяет получать корм, соответствующий зоотехническим требованиям, предъявляемым к измельченным кормам, как для крупного рогатого скота, так и для свиней и птицы, поскольку толщина резки регулируется в диапазоне от 15 до 3 мм.

2.2 Научная новизна предлагаемых в проекте решений

Учитывая актуальность данной проблемы, нами были проведены исследования по выявлению факторов, влияющих на энергоемкость, измельчения и разработан опытный образец измельчителя корнеклубнеплодов в конструкции которого реализованы принципы энерго- и ресурсосбережения. Новизна технического решения данного измельчителя подтверждена патентом на полезную модель 73153 (прил. А), и патентом на изобретение № 236982 (прил. Б).

2.3 Современное состояние исследований и разработок по данному направлению

Исследованиям процесса резания, физико-механических и технологических свойств корнеклубнеплодов было посвящено большое количество научных работ В.П. Горячкина, В.А. Желиговского, Н.Е. Резника, Г.И. Новикова, Н.В. Сабликова, Х.Х. Куйго, И.И. Мейлахса и многих их учеников и последователей. Однако, несмотря на тщательную проработку общих вопросов, в теории остаются недостаточно изученные проблемы, требующие дальнейшего исследования.

Исследования, посвященные проблеме снижения энергоемкости измельчения корнеклубнеплодов, получили развитие в трудах ученых: А.В. Титенко, В.Н. Манько, В.И. Курдюмова, Г.П. Юхина, В.Ф. Некрашевича, В.П. Остальцева, В.С. Горюшинского и многих других, в трудах которых решались как общие, так и частные вопросы теории и расчета рабочих органов измельчителей, повышения их производительности, качества получаемого продукта, технологической эффективности и т.д.

В зависимости от направления перемещения ножа или корнеклубнеплода по отношению к режущей кромке ножа резание подразделяют на нормальное (рубка), наклонное и скользящее.

Машины для измельчения корнеклубнеплодов чаще всего работают по принципу резанию рубкой, что существенно увеличивает затраты энергии. Однако еще академик В.П. Горячкин установил, что в процессе резания лезвием решающее значение имеет скользящее (боковое) движение ножа, так как оно заметно понижает предел нормального давления на материал, необходимого для возбуждения процесса резания, и обеспечивает более чистый срез. Скользящее резание наименее энергоемко, но трудно осуществимо вследствие больших значений угла трения корнеклубнеплодов о грани металлического клина. Поэтому чаще всего в измельчителях корнеклубнеплодов применяют наклонное резание, которое обеспечивает сравнительно низкую энергоемкость и хорошее качество измельчения.

Наибольшее распространение получили машины, использующие способ измельчения резанием, поскольку резание, по сравнению с разрушением материала ударом или смятием, является наименее энергоемким. К тому же при ударе разрушающих элементов по корнеклубнеплодам из них выделяется клеточный сок, что противоречит зоотехническим требованиям.

Однако до настоящего времени задача снижения энергоемкости измельчения корнеклубнеплодов при сохранении качества измельченного продукта, отвечающего зоотехническим требованиям, решена не полностью.

2.4 Преимущества

В настоящее время промышленность страны выпускает измельчители корнеклубнеплодов, которые работают по давно известным и устаревшим принципам и схемам, что негативно сказывается на энергозатратах измельчения и качестве получаемого корма, а также на спросе средств механизации аналогичного назначения.

Учитывая вышесказанное, многие платежеспособные сельскохозяйственные предприятия нашей страны при выборе средств механизации для своих ферм отдают предпочтение импортной технике.

По энергетическим и качественным показателям измельчения данная разработка позволяет превзойти измельчители, выпускающиеся промышленностью нашей страны, а также зарубежные аналоги. Так как разработанный измельчитель корнеклубнеплодов имеет относительно простую конструкцию и низкую металлоемкость, его стоимость ниже заграничных и отечественных аналогов. Кроме того, меньшая стоимость, небольшие энергозатраты на измельчение и высокое качество получаемого продукта позволяют минимизировать эксплуатационные расходы и срок окупаемости машины.

В таблице 1 представлены основные параметры измельчителей корнеклубнеплодов.

Как видно из таблицы, основным преимуществом предлагаемого измельчителя по сравнению с серийно выпускаемыми измельчителями корнеклубнеплодов является снижение удельной энергоемкости измельчения до 0,6 кВт·ч/т, что в дальнейшем позволит существенно экономить потребление электроэнергии. К тому же цена предлагаемого измельчителя значительно ниже цены измельчителей со сходными параметрами.

Таблица 1 – Измельчители корнеклубнеплодов

Наименование	Пропускная способность, т/ч	Установленная мощность, кВт	Удельная энергоемкость измельчения, кВт·ч/т	Масса, кг	Сстоимость, руб.	Завод изготовитель, (страна)
ПК-5 «Случ»	10	22	2,2	1060	173250	ОАО «Новоград-Волынсксельмаш» (Украина)
ПК-2	5	11	2,5	530	122500	ОАО «Новоград-Волынсксельмаш» (Украина)
ИК-Ф-1	3	3	1,0	110	21400	ОАО «Новоград-Волынсксельмаш» (Украина)
КР-01	0,6	1,1	1,8	22	6500	ООО «Уралспецмаш» (Россия)
УИК-4	3	5,5	1,8	110	121000	ООО «Сельма» (Россия)
Предлагаемый измельчиитель	2,5	1,5	0,6	125	9107	

2.5 Перспективы проекта (ожидаемый результат, описание)

Использование предлагаемого измельчителя (рисунок 1) в кормоцехе сельскохозяйственного предприятия позволит снизить затраты электроэнергии на 40 %, а себестоимость измельчения - на 15,7 %.

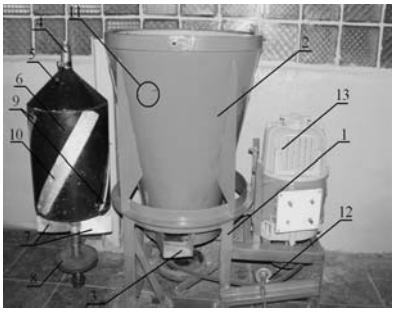

Рисунок 1 – Общий вид измельчителя корнеклубнеплодов: 1 – рама; 2 – бункер; 3 – выгрузное окно; 4 – вал; 5 – крышка измельчающего барабана; 6 – измельчающий барабан; 7 – выгрузные лопасти; 8 – шкив; 9 – прорези; 10 – нож; 11 – отверстия для регулировки угла установки противореза; 12 – натяжной ролик; 13 – электродвигатель

Измельчитель корнеклубнеплодов содержит размещенный на раме 1 бункер 2, имеющий форму сужающегося вниз усеченного конуса с закрытым нижним основанием. На внутренней боковой поверхности бункера установлен регулируемый противорез (рисунок 2). В нижней части бункера имеется выгрузное окно 3. Внутри бункера установлен вал 4, на котором крепится крышка измельчающего барабана 5, измельчающий барабан 6, выгрузные лопасти 7, и шкив 8. Измельчающий барабан выполнен в виде вертикально расположенного полого цилиндра с открытыми верхним и нижним основаниями. На боковой поверхности измельчающего барабана имеются прорези 9, выполненные под углом 35 ° к вертикали, поверх прорезей установлены сменные ножи 10. Измельчающий барабан приводится в движение через клиноременную передачу от электродвигателя 13, который установлен на раме 1.

Рисунок 2 – Измельчитель корнеклубнеплодов (вид сверху)

Измельчение корнеклубнеплодов осуществляется следующим образом: корнеклубнеплоды, попадая в бункер, защемляются между противорезом и режущими выступами ножей измельчаются. Измельченный продукт проходит через окна и попадает внутрь измельчающего барабана, а затем

под действием силы тяжести и потока воздуха проваливается в нижнюю часть бункера и выбрасывается выгрузными лопастями через выгрузное окно наружу.

Выполненная верхняя часть бункера и верхняя часть измельчающего барабана в виде усеченного конуса, расширяющегося вниз, предотвращает выбрасывание части корнеклубнеплодов через горловину и способствует скатыванию загружаемых корнеклубнеплодов в зону измельчения. Средняя часть бункера в форме усеченного, сужающегося вниз конуса с противорезом, обеспечивает надежное защемление корнеклубнеплодов. Применение выгрузных лопастей в нижней части бункера устраняет забивание внутренней полости барабана за счет создания потока воздуха, тем самым, снижая энергоемкость процесса резания, повышая производительность, и обеспечивает бесперебойную выгрузку продуктов измельчения.

2.6 Технико-экономическая эффективность

Экономическую оценку предлагаемого измельчителя корнеклубнеплодов проводим на основе сравнения спроектированного измельчителя с базовым вариантом. В качестве базового варианта для сравнения принят измельчитель ИК-Ф-1.

В таблице 2 представлены основные характеристики сравниваемых измельчителей корнеклубнеплодов

Таблица 2 – Технические характеристики сравниваемых измельчителей корнеклубнеплодов

Параметры	ИК-Ф-1	Предлагаемый измельчитель корнеклубнеплодов	Разница параметров
Пропускная способность, т/ч	3	2,5	- 0,5
Масса, кг	110	125	+ 15
Установленная мощность, кВт	3	1,5	- 1,5
Удельная энергоемкость измельчения, кВт·ч/т	1,0	0,6	- 0,4
Обслуживающий персонал, чел.	1	1	-

Из таблицы 2 следует, что пропускная способность предлагаемого измельчителя ниже на 16,7 %, а металлоемкость выше на 15 кг, чем базового. Снижение удельной энергоемкости измельчения проектируемой машины до 0,6 кВт·ч/т, позволит сэкономить до 0,4 кВт электроэнергии на измельчение одной тонны корнеклубнеплодов.

Проведем сравнение по основным технико-экономическим показателям, таким, как балансовая стоимость измельчителя, пропускная способность, себестоимость единицы получаемой продукции, годовой экономический эффект, срок окупаемости капитальных вложений.

Экономический эффект от применения предлагаемого измельчителя заключается в снижении затрат на электроэнергию, техническое обслуживание, ремонт, а также в снижении амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов за счет меньшей его стоимости.

Показатели экономической эффективности внедрения предлагаемого измельчителя корнеклубнеплодов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели экономической эффективности

Показатели	ИК-Ф-1	Предлагаемый измельчитель корнеклубнеплодов	Разница показателей
Балансовая стоимость, руб.	25000	9106,91	- 15893,09
Прямые затраты денежных средств на выполнение годового объёма работ, руб.	28238,83	23778,52	- 4460,31
Затраты на заработную плату обслуживающего персонала, руб.	14815,2	17778,25	2963,05
Затраты на электроэнергию, руб.	4748,63	2849,18	- 1899,45
Затраты на техническое обслуживание и ремонт измельчителя	4500	1639,24	- 2860,76
Амортизационные отчисления, руб.	4175	1520,85	- 2654,16
Себестоимость единицы годового объёма измельченного материала, руб./т	22,3	18,79	- 3,51
Годовой экономический эффект, руб.	-	4451,31	-
Срок окупаемости, лет	-	2,05	-

Таким образом, показатели, приведенные в таблице 3, свидетельствуют о том, что стоимость проектируемого измельчителя корнеклубнеплодов существенно ниже, чем базового ИК-Ф-1. Снижение стоимости измельчителя ведет за собой соответствующее снижение затрат на техническое обслуживание, ремонт и амортизационные отчисления на 63,6 % . Затраты на электроэнергию снижаются на 40 %, себестоимость измельчения – на 15,7 %. Годовой экономический эффект составляет 4451,31 рублей, а срок окупаемости не превышает 2,05 года.