

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ -
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

В.И. Балабанов, А.А. Манохина, А.В. Шитикова

МЕХАНИЗАЦИЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ

Учебное пособие

МОСКВА 2022

УДК 631.3
ББК 40.70
М 55

Рецензенты:

Голубев И.Г. – д. техн. н., профессор, заведующий отделом ФГБНУ «Российской научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерному обеспечению АПК– Росинформагротех»

Старовойтова О.А. – д. с.-х. н., главный научный сотрудник отдела технологий и инновационных проектов ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

Балабанов В.И., Манохина А.А., Шитикова А.В.

М 55 **МЕХАНИЗАЦИЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ** : Учебное пособие /
В.И. Балабанов, А.А. Манохина, А.В. Шитикова. – Саратов : Амирит,
2022. – 84 с.

ISBN 978-5-00207-145-6

В учебном пособии приведена характеристика производственных процессов уборки кормовых культур, их транспортировки, методика расчета технологических процессов, технических средств и энергетических затрат, в заключении представлены основные направления совершенствования технологий и машин для заготовки кормов.

В конце учебника приведены контрольные вопросы, дан библиографический список и краткий словарь-гlossарий по изучаемому направлению. В приложении представлены варианты заданий и параметры машин, рекомендуемые для расчета.

Содержание учебника соответствует положениям ФГОС ВО 3-го поколения, современным требованиям техники, экономики, рынка труда и позволит успешно осуществлять подготовку бакалавров по направлениям 35.03.04 «Агрономия» и 35.03.06 «Агроинженерия».

УДК 631.3
ББК 40.70

ISBN 978-5-00207-145-6

© Балабанов В.И., Манохина А.А., Шитикова А.В., 2022
© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	5
1. Виды кормов, их энергосодержание	7
2. Способы посева семян кормовых культур	8
3. Задачи и источники заготовки кормов	12
4. Технологии уборки и агротехнические требования	24
5. Технологии заготовки кормов	27
6. Конструкционные и технологические параметры кормоуборочных машин	31
6.1. Косилки, косилки-плющилки	31
6.2. Грабли, грабли-ворошилки	38
6.3. Подборщики-копнители, подборщики-полуприцепы	40
6.4. Пресс-подборщики	41
6.5. Кормоуборочные комбайны	47
6.6. Машины для погрузки и транспортирования корма	49
6.7. Установки для активного вентилирования сена	50
6.8. Складирование рассыпного и измельченного сена, соломы	51
6.9. Хранение сенажа и силоса	51
7. Пропускная способность. Производительность	51
7.1. Номинальная пропускная способность	51
7.2. Производительность кормоуборочных машин	52
8. Расчет энергетических затрат	56
8.1. Общие положения	56
8.2. Соотношения единиц энергии	56
8.3. Энергосодержание кормов	57
8.4. Затраты энергии на уборку и транспортирование урожая	57
8.5. Затраты энергии на рабочий процесс	58

8.6. Овеществленные энергетические затраты	61
8.7. Энергозатраты живого труда	61
8.8. Затраты энергии на производство и обслуживание машин и оборудования	62
8.9. Энергозатраты на использование помещений	62
8.10. Показатели сравнительной оценки энергозатрат	63
9. Основные направления совершенствования технологий и машин для заготовки кормов	64
Контрольные вопросы и задания	71
Краткий словарь-гlossарий	72
Библиографический список	76
Приложения	78

ПРЕДИСЛОВИЕ

Важнейшей отраслью народного хозяйства России является сельское хозяйство. Основные отрасли сельского хозяйства – растениеводство и животноводство. Растениеводство – основа сельского хозяйства. Оно производит более 40% всей сельскохозяйственной продукции страны. От его уровня развития зависит и уровень животноводства. Из сельскохозяйственного сырья изготавливается примерно 70 % всего набора производимых в стране продуктов. Сельское хозяйство связано со многими отраслями промышленности (пищевой, химической и др.), образуя агропромышленный комплекс, основной задачей которого является надежное обеспечение страны продовольствием и сельскохозяйственным сырьем. В отличие от промышленности сельскохозяйственное производство ведется на обширных пространствах, где различны рельеф, климат, почвы. В сельском хозяйстве многие производственные процессы носят сезонный характер, так как связаны с естественными условиями роста растений и развития животных. Наиболее напряженным периодом в сельскохозяйственном производстве является уборка урожая.

Понятие уборка урожая включает совокупность работ на завершающей стадии земледелия, которая содержит: сбор урожая, доставку к месту послеуборочной обработки, саму послеуборочную обработку, доставку урожая в места хранения или продажи. Современная уборка урожая характеризуется большой степенью механизации, основанной на применении системы машин, позволяющей исключить или сократить затраты ручного труда.

Механизированная уборка урожая является одной из самых затратных технологических операций. Значительная доля затрат приходится на транспортные перевозки сельскохозяйственной продукции из-за их большого общего объема. Поэтому сельское хозяйство является одной из наиболее транспортно-емких отраслей народного хозяйства. Затраты труда на транспортные работы от общей трудоемкости возделывания и уборки зерна составляют 30 %, картофеля – 40 % и кукурузы на силос – 70 %. В среднем по сельскохозяйственному

производству затраты на транспортные работы составляют 40...45 %, а затраты на топлива до 50 %. В настоящее время транспортными работами занято 20...25 % работников сельскохозяйственного производства.

Следует иметь в виду, что есть отрасли, в том числе и сельское хозяйство, где транспорт не только выполняет значительную часть производственного процесса, но и является его составной частью. Процесс производства сельскохозяйственной продукции сопровождается рядом транспортных работ, обусловленных технологией (перевозка семян, топлива, удобрений, ядохимикатов, кормов).

Вместе с совершенствованием технологии производства в растениеводстве усиливается взаимозависимость между полевыми работами и технологическим транспортом.

От слаженности работы уборочно-транспортного комплекса (УТК) во многом зависят сроки проведения уборки – заготовки, качество и сортность заготавливаемой продукции.

Содержание учебника соответствует положениям ФГОС ВО 3-го поколения, современным требованиям техники, экономики, рынка труда и позволит успешно осуществлять подготовку бакалавров по направлениям 35.03.04 «Агрономия» и 35.03.06 «Агроинженерия».

В учебном пособии приведена характеристика производственных процессов уборки кормовых культур, их транспортировки, методика расчета технологических процессов, технических средств и энергетических затрат, в заключительной части представлены основные направления совершенствования технологий и машин для заготовки кормов.

В конце учебника приведены контрольные вопросы, даны библиографический список и краткий словарь-гlossарий по изучаемому направлению. В приложении представлены варианты заданий и параметры машин, рекомендуемые для расчета.

1. ВИДЫ КОРМОВ, ИХ ЭНЕРГОСОДЕРЖАНИЕ

Основные растительные корма, используемые в животноводстве, – трава, сено, сенаж, силос, зеленые корма. Для их производства в России используется 3/4 площадей всех сельскохозяйственных угодий, из них около 60 % пашни.

Зеленый конвейер – это организация бесперебойного снабжения животных зеленым кормом в течение всего пастбищного периода в размерах, полностью удовлетворяющих потребность скота.

Зеленый корм считается биологически наиболее полноценным для животных. В пастбищный период молодняк животных всех видов нормально развивается, приобретает устойчивость к заболеваниям. Зеленый корм наиболее дешевый. Себестоимость животноводческой

продукции в летний период в 1,5-2 раза ниже, чем в зимний.

Культуры зеленого конвейера должны отвечать следующим основным требованиям: давать стабильный высокий урожай зеленой массы высоких кормовых достоинств и хорошо поедаемой животными, иметь разные сроки годности к стравливанию, оказывать благоприятное действие на здоровье и продуктивность животных, быть пригодными к механизированной уборке, давать дешевый корм.

Основными культурами зеленого конвейера во многих районах являются многолетние травы: из бобовых – клевер луговой, гибридный и ползучий (на пастбище), люцерна, эспарцет, донник; из злаковых – тимофеевка луговая, ежа сборная, кострец безостый, овсяница луговая, канареечник тростниковый, житняк и др. Ежа, кострец, могут давать ранний зеленый корм. Травы высевают в чистом виде и в смесях.

Из ранних яровых культур в зеленый конвейер включают вику яровую, горох, кормовой люпин, чечевицу, чину, рапс, райграс однолетний, горчицу, яровые хлеба в зависимости от местных условий.

Из пропашных культур в зеленый конвейер включают корнеплоды, капусту, бахчевые, топинамбур.

Различают три типа зеленого конвейера: 1. естественный при использовании только природных пастбищ и сенокосов; 2. искусственный при использовании сеяных многолетних и однолетних трав, кормовых культур; 3. комбинированный, при использовании естественных и культурных пастбищ, а также полевых кормовых культур.

Смешанный тип конвейера получил наибольшее распространение во всех зонах нашей страны. Основную часть зеленого корма в этом случае животные получают с культурных пастбищ и естественных угодий, в периоды плохого отрастания трав с посевов многолетних и однолетних трав и культур.

При построении зеленого конвейера важно правильно подобрать кормовые культуры, способные обеспечить бесперебойное поступление зеленого корма в течение пастбищного периода.

При организации зеленого конвейера важно определить способ использования травостоя. Известны три способа: пастбищный, стойловый и комбинированный. Пастбищный способ предусматривает стравливание травы на корню, он дешевле остальных. Стойловый способ предполагает скармливание свежескошенной массы в кормушках; он требует дополнительных средств на скашивание, транспортировку и раздачу массы, но зеленая масса лучше поедается. При комбинированном способе пастьба сочетается с подкормкой зеленой массой в кормушках. Внедрение зеленого конвейера способствует бесперебойному обеспечению скота полноценным кормом в течение всего летнего сезона.

2. СПОСОБЫ ПОСЕВА СЕМЯН КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

Качественный посев семян кормовых культур — важнейший фактор получения высоких урожаев. Необходимо обеспечить правильную подготовку семян, своевременность их посева, оптимальную глубину заделки и густоту посева, равномерность распределения по площади, а при посеве предусмотреть внесение стартовой дозы удобрения.

Возделывание кормовых культур проводят на хорошо удобренных, чистых от сорных растений полях. Основную и предпосевную обработку почвы проводят с учетом предшествующей культуры в соответствии с зональными рекомендациями.

Семена перед посевом сортируют, а при необходимости калибруют с использованием семяочистительных машин типа МС-4,5; К-531 и других.

Семена кукурузы для проведения сверхраннего сева, позволяющего возделывать эту культуру в более холодных регионах страны, подвергают предпосевной гидрофобизации, инкрустации, дражированию и макрокапсулированию.

Гидрофобизация заключается в покрытии семян гидрофобной (от др.-греч. ὕδωρ (гидро) — вода и φόβος (фобос) — боязнь, страх — физическое свойство не смачиваемости водой) полимерной пленкой с добавлением пестицидов; **инкрустация** (позднелат. *incrustatio*, от лат. *incrusto* — покрываю слоем, корой) — покрытие семян тонкой пленкой с защитно-стимулирующими веществами, **дражирование** (от фр. *drage'e* — мелкие конфеты) — покрытие защитной питательной оболочкой шаровидной формы.

Макрокапсулирование (от лат. *capsula* — ящичек, футлярчик) состоит в том, что вокруг семени создается сферическая капсула, состоящая из питательных веществ в виде биокомпоста, макро и микроудобрений, пестицидов, стимуляторов роста и водосорбента. Это позволяет защитить семена от холода, стимулировать рост и развитие растений, проводить сев за 15-20 дней до оптимальных сроков, что в конечном итоге обеспечивает более раннее созревание зерна и повышение урожайности на 22-26 %.

Для защиты всходов и вегетирующих растений от грибных и бактериальных заболеваний семенной материал за 30-40 дней до посева протравливают пестицидами в дозе 3-4 кг на 1 т семян.

Протравливание осуществляют протравливателями ПС-10А, ПСШ-5, Мобитокс-Супер и другими. Одновременно с протравливанием семени можно обрабатывать микроэлементами. При наличии в семенах трав более 15% твердых

семян их заблаговременно скарифицируют на специальных машинах-скарификаторах (СС-0,5; СКС-1; СТС-2 и других).

Посев семян трав осуществляют рядовым, узкорядным или разбросным способами.

В первом случае семена высевают с расстоянием между рядами (междурядьями) преимущественно 15 см сеялками типа СЗ-3,6 и СЗТ-3,6 в районах подверженных ветровой эрозии, семена высевают с междурядьями 22-23 см в рядах семена раскладываются хаотично, расстояние между ними не постоянно.

При узкорядном способе посева расстояние между рядами составляет 7...8 см, в результате чего при одинаковой норме высева расстояния между семенами в рядах получаются в 2 раза больше по сравнению с обычным рядовым посевом. Площадь питания для каждого растения по форме вместо вытянутого прямоугольника приближается к квадрату, что способствует лучшему росту и развитию растений. Для посева этим способом используют зерновые (типа СЗУ-3,6) и зернотравяные (типа СЗТ-3,6) комбинированные сеялки.

Разбросной посев состоит в распределении семян трав по поверхности поля и последующей заделки их в почву посевными зубовыми боронами. Этот способ посева осуществляют машинами для внесения минеральных удобрений (типа МВУ-0,5) а также зернотуковыми и зернотравяными сеялками, у которых демонтируют тукосемяпроводы, сошники и загортачи. При этом семена высевающим аппаратом подаются из бункера и падают на почву.

Семена силосных пропашных культур (кукурузы, подсолнечника и других) высеивают пунктирным способом с шириной междурядий 45, 60 и 70 см. Глубина заделки семян составляет от 4 до 10 см. Она зависит от типа почвы и наличия влаги в её верхнем слое.

При пунктирном способе посева семена в ряду размещаются на одинаковом расстоянии одно от другого. Это обеспечивает в сравнении с хаотичным распределением оптимальную площадь питания растений, повышение урожайности значительную экономию семян, и снижение трудовых затрат на уход за растениями в период вегетации.

Для пунктирного посева не капсулированных семян используют пневматические сеялки СУПН-8А, СПК-8, «СибДон», С-12А, СПЧ-6М, «Ритм-1» и другие. Хорошо зарекомендовали себя широкозахватные 12-рядные сеялки СКПП-12 и СУПН-12А, которые более производительны и экономичны.

Все указанные сеялки являются комбинированными, так как одновременно с высевом семян они осуществляют локальное внесение в почву минеральных удобрений.

Норма высева кукурузы на силос должна быть на 15-20 % больше зерновой, то есть к уборке должно быть около 70-75 (до 100-120) тысяч растений на гектаре. Для этого сеялки регулируют так, чтобы на один литр высевались 5-6 (до 8) зерен.

Посев капсулированных семян осуществляют специальными сеялками типа КСК-6х70, которые одновременно с высадкой капсул осуществляют их полив.

Агротехнические требования к посеву семян. Семена должны быть равномерно распределены на заданной глубине и по площади поля. Отклонение от фактической нормы высева семян от заданной допускается не более $\pm 3\%$, а для минеральных удобрений – не более $\pm 10\%$. Неравномерность высева отдельными высевающими аппаратами не должна превышать для силосных культур – 10 %, для трав – 20 %.

Высеивающие аппараты и другие рабочие органы сеялок не должны повреждать семена. Отклонение глубины заделки отдельных семян от средней должно быть не более $\pm 15\%$, что при глубине посева 3...4 см. составляет $\pm 0,5$ см, 4...5 см - $\mp 0,7$ см, 6...8 см - ± 1 см Ширина стыкового междурядья не должна отклоняться от ширины основного более чем на ± 5 см.

Семена должны укладываться во влажную почву, на уплотненное дно, количество семян, высеянных на заданную глубину не менее 95 %. Поверхность поля после посева должна быть выровнена, без пропусков и огрехов.

Поле под кормовые культуры должно засеиваться за 1-2 дня. К посевам кукурузы приступают, когда среднесуточная температура почвы на глубине

5-6 см достигнет 10 °С. Каждый день задержки с посевом снижает урожайность зеленой массы на 1 %. Одновременно уменьшается долевое участие початков в общем урожае кукурузы, содержание сухого вещества и силосуемость зеленой массы.

Техника для посева семян трав. Зернотравяная сеялка СЗТ-3,6А предназначена для посева семян зерновых и мелких сыпучих семян бобовых и злаковых трав с одновременным внесением минеральных гранулированных удобрений. Несыпучие семена трав предварительно шлифуют, для чего используют шасталки, шлифовальные машины и скарификаторы.

Техника для посева семян силосных культур. Сеялка навесная СУПН-8А предназначена для посева пунктирным способом комбинированных семян кукурузы, подсолнечника и других культур с локальным внесением минеральных гранулированных удобрений.

3. ЗАДАЧИ И ИСТОЧНИКИ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ

Одним важнейших задач сельскохозяйственного производства является создание прочной кормовой базы для животноводства. Основные источники для заготовки кормов – естественные сенокосы и сеяные травы. Из трав получают:

- сено (влажность до 20%),
- сенаж (влажность до 40%),
- силос (влажность до 70%),
- травяную муку, брикеты.

Трава (зеленка) – это свежескошенная или подвяленная трава, специально выращенная для кормления скота в летнее время. Молодая зеленая трава является наиболее ценной для питания, так как легко усваивается, богата растительным белком, аминокислотами, витаминами и минеральными веществами. Зеленый корм составляет основу летнего рациона КРС.

Сено – грубый основной корм для животных в зимний период. Увеличение производства сена и повышение его качества являются важными условиями успешного ведения животноводства.

Сено получают в результате скашивания сеянных или естественных трав косилками с сегментно-пальцевым (КС-Ф-2,1Б; КД-Ф-4,0; КПС-5Б и другие), беспальцевым (КБН-2,1; КТБ-2,1) или ротационным (КРН-2,1; КРД-2,4; КПРН-3А) режущими аппаратами и высушивания скошенной массы до влажности 16...18%. При этой влажности масса считается законсервированной, и дальнейшее её хранение не сопровождается естественной потерей питательных веществ. При большой влажности возможно развитие процесса самосогревания, результатом которого может стать самовозгорание заложенного на хранение корма.

Сено получают из многолетних и однолетних бобовых и злаковых трав, а также из травостоя с использованием воздушно-солнечной сушки или искусственном досушивании до влажности 16...18%. Следует учитывать, что различные части растений имеют разную кормовую ценность. Листья, соцветия, верхние части стеблей – более ценны. В листьях содержится белковых и минеральных веществ в 2 раза, а каротина – в 10-15 раз больше, чем в стеблях, переваримость питательных веществ в них выше на 40%. С целью повышения питательности корма используют смешанное сено, полученное из культурных сенокосов с высевом смеси трав бобовых, злаковых и других растений. Наиболее часто используют смесь клевера и тимофеевки, при этом получаемый корм имеет более высокую кормовую ценность, чем сено тимофеевки. Смешанное сено характеризуется большим количеством клетчатки, чем в клеверном сене, содержание сахара и крахмала, также увеличено. Так, в клеверо-тимофеечном сене содержание белка равно 42г., сырого жира – 20 г., клетчатки – 278 г., крахмала – 20 г., сахара – 29 г., кальция – 6,5 г, фосфора – 2,1 г., каротина – 20 мг.

В неблагоприятную погоду, проявленную до влажности 35...40 % траву, досушивают с помощью установок активного вентилирования типа УВС-16А.

Для обеспечения сохранности корма повышенной влажности массу обрабатывают химическими консервантами (муравьиной, пропионовой и другими кислотами).

Различают рассыпное, измельченное и прессованное сено.

Рассыпное сено получают из скошенной косилками травы естественной длины. При его заготовке потери питательных веществ составляют 40...50 % (при приготовлении сенажа – 8...15 %, силоса – 25...30 %) Наибольшие потери их приходится на период полевой сушки: чем быстрее протекает процесс сушки травяной массы, тем меньшие потери питательных веществ и лучше сено. Листья и соцветия скошенных трав, особенно бобовых, наиболее богатые каротином, высыхают в течение несколько часов, а стебли – за несколько дней. Для одновременного высыхания листьев и стеблей при скашивании трав проводят смятие и плющение стеблей (механическое разрушение их тканей). В результате в 2-2,5 раза ускоряется сушка травы, что обеспечивает лучшую сохранность питательных веществ.

В благоприятную погоду скошенная масса быстро провяливается, до влажности 30...35 %. При необходимости проводят её ворошение роторными граблями типа ГВР-6А. При влажности около 30 % растения сгребают вилками роторными граблями, а за 2...3 часа до подбора валки оборачивают теми же машинами, что использовались на формировании валков.

Валки высушенной травы подбирают подборщиками-полуприцепами типа ТП-Ф-45, которые обеспечивают также транспортировку и механическую выгрузку рассыпного сена в местах складирования. Укладку сена в скирды осуществляют с помощью погрузчиков-стогометателей типа ПФ-0,5.

Измельченное сено заготавливают, как правило, в неустойчивую погоду. Им намного удобнее пользоваться при транспортировке, хранении и раздаче животным, чем рассыпным. Этот вид корма получается из провяленных до влажности 35...40 % злаковых или бобовых трав. Скашивание растений и их провяливание осуществляется так же и теми же машинами, что и при заготовке рассыпчатого сена.

Энергосодержание сухого сена составляет 5...10 МДж/кг, что соответствует 0,4...0,5 условным кормовым единицам (1 кормовая единица равна 16 МДж, что соответствует энергосодержанию 1кг овса). Трава и сено дают до 40 % кормов для животноводства.

В кормовом рационе животных сено составляет значительную долю. Питательность сена высокая по сравнению с другими грубыми кормами.

В создании прочной кормовой базы важное значение приобретают рациональное использование сенокосов, сбор сена без потерь и наилучшего качества.

При уборке сена следует учитывать, что различные части одних и тех же растений имеют неодинаковую кормовую ценность. Например, листья растений, соцветия, верхние части стеблей обладают более ценными кормовыми достоинствами.

Одна из важнейших задач при уборке трав на сено – получение наибольшего сбора сена и сохранение его питательности, что в значительной мере зависит от правильного проведения отдельных процессов уборки.

Особенное внимание должно быть обращено на борьбу с потерями. Запоздание со сроками кошения, неправильное проведение уборки, значительные разрывы между скашиванием трав, сгребанием, копнением и скирдованием приводят к большим потерям. При неправильной сушке и несоблюдении других правил уборки качество сена снижается на 20-25%.

Поэтому важные условия получения сена высокого качества и устранения потерь при уборке – своевременное скашивание травы, соблюдение требуемой высоты скашивания, правильное сгребание, копнение и скирдование сена, механизация главнейших процессов уборки, а также надлежащее хранение сена.

Скашивание трав – один из основных, решающих процессов, от которого зависит как количество, так и качество сена (рис 1.).

Сроки скашивания. Наибольший урожай сена и сырого протеина получают при скашивании трав во время колошения или цветения.

Поздно скошенные травы грубые, жесткие и плохо поедаются животными. Кроме того, при запаздывании с уборкой на сенокосных участках появляются в большом количестве сорные травы, плохо поедаемые животными.



Рис. 1. Скашивание и ворошение травы

Как слишком раннее, так и очень позднее скашивание травостоя отрицательно отражается на продуктивности сенокосных угодий не только в данный год, но и в последующие, так как питательные вещества в растениях усиленно накапливаются в период колошения или бутонизации и заканчивается этот процесс в период цветения. В более поздние фазы роста и развития растений количество этих веществ уменьшается.

Вторые укосы. От своевременного проведения первого укоса зависит получение полноценного второго укоса на сено. При втором укосе (отава) получают от 25 до 50% сена по сравнению с урожаем первого укоса, а иногда и более. Качество сена со второго укоса обычно выше, чем с первого, что объясняется более нежной массой. Отава содержит белка в 1,5-2 раза больше, чем трава основного укоса.

Сгребание травы. При уборке трав большое значение имеет своевременное и правильное сгребание, иначе происходят большие потери, особенно наиболее питательных частей растений – соцветий и листьев.

Сгребать траву нужно в равные валки, этим облегчается последующее стягивание сена в копны или скирды. Сгребать лучше поперек прокосов, так как при таком способе меньше потерь, чем при движении граблей вдоль прокосов.

Скошенную траву нельзя оставлять на длительное время в прокосах; чтобы не было лишних потерь, лучше всего сгребать ее в день скашивания.

Сушка сена в кратчайшие сроки уменьшает потери питательных веществ. Весь процесс сушки травы сводится к тому, чтобы в результате удаления (испарения) воды из растений довести содержание влаги в сене не более чем до 17, а в травяной муке – до 8-13%. Удаляют воду из травы воздушной сушкой ее в полевых условиях (в прокосах, валках, в копнах и т. д.) или при досушивании в сенохранилищах путем принудительного вентилирования обычным неподогретым или подогретым воздухом. Если траву сушат в сушильных установках нагретым воздухом с высокой температурой, то такую сушку называют искусственной.

Для сушки травы необходимы определенные температуры, относительная влажность и движение воздуха. Для ускорения сушки в полевых условиях применяют ворошение, валкование, копнение, досушку с вентилированием и т. д. Ускорение сушки стеблей достигается их плющением, что особенно важно при уборке толстостебельных растений.

При очень быстрой искусственной сушке (несколько секунд или минут) с температурой в первый период 800-1000 °С и во второй – 80-100°С получается продукт (травяная мука), по своей питательной ценности (содержанию протеина) и переваримости почти не отличающийся от исходной зеленой травы.

Во время сушки в результате биохимических процессов улучшается качество сена, оно становится ароматичным.



Рис. 2. Укладка в валок и прессование

Оценка качества сена. Оценка качества сена необходима для того, чтобы в зависимости от кормового достоинства распределить сено на группы, а при содержании в сене вредных и ядовитых трав выбраковать его и тем самым предупредить отравление животных. Кроме того, в зависимости от оценки качества сена скирды и стога распределяют для скармливания тому или иному виду скота. Самое лучшее по качеству и питательности сено дают молодняку крупного рогатого скота, молочным коровам и быкам-производителям.

При оценке сена особое внимание следует обращать на запах, цвет, возраст травы (фаза развития, во время которой были скошены растения).

Сено, убранное своевременно и в хорошую погоду, должно быть ароматным. Сено, испортившееся от дождей, убранное в сырую погоду, имеет запах плесени; бурое или горелое, но хорошо приготовленное пахнет печеным хлебом.

Цвет сена, убранного в хорошую погоду, также различный: злаковых трав – зеленый, люцерны – ярко-зеленый, из клевера – буровато-зеленый, осоковых трав – изумрудно-зеленый.

Качество сена зависит также от содержания в нем пыли

А. Оценка ботанического состава

Б. Оценка общих качеств:

1. Возраст растений и время уборки
2. Цвет и запах:
3. Содержание грубых стеблей
4. Содержание ядовитых и подозрительных трав.

Суммарная оценка такова: очень хорошее сено – 80-100 баллов, хорошее – 60-80, среднее – 40-60, плохое – 20-40, очень плохое – ниже 20 баллов.

Сено подразделяется в зависимости от ботанического состава и места произрастания растений на сеяное бобовое, сеяное злаковое, сеяное бобово-злаковое, естественных сенокосов.

Оно должно быть без признаков горелости, а также без затхлого, плесневого, гнилостного и других посторонних запахов

Цвет сеяного бобового и бобово-злакового сена должен быть от зеленого и зеленовато-желтого до светло-бурого, сена сеяного злакового и природных сенокосов – от зеленого до желто-зеленого или зелено-бурого.

Сенаж – измельченные (длина резки 3...5 см) и провяленные до влажности около 50% травы (клевер, люцерна, эспарцет) или вегетативная масса зернофуражных культур (ЗФК), уплотненные до 500...550 кг/м³, с последующим хранением без доступа воздуха. Продолжительность закладки массы в хранилища трое-четверо суток.

Потери питательных веществ при заготовке и хранении сенажа до 2 раз ниже, чем сена. Энергосодержание сенажа доходит до 7 МДж на 1 кг воздушно-сухой массы корма. В нем сохраняется до 40 мг каротина на 1 кг сухого вещества.

Зернофуражные культуры на сенаж убирают без подвяливания, так как в начале восковой спелости влажность близка к 50%.

Сенаж готовят из провяленных многолетних и однолетних трав. Для получения его используют посе́вы бобовых и злаковых трав в чистом виде, их смеси, а также травы улучшенных естественных кормовых угодий. В отличие от обычного силоса, сохранность которого обуславливается накоплением органических кислот, образующихся вследствие брожения, консервирование сенажа достигается за счет физиологической сухости среды, при которой водоудерживающая сила тканей растений превышает сосущую силу большинства бактерий. Лишь плесневые грибы обладают значительно большей сосущей силой и могут развиваться на провяленной траве. Предотвратить развитие плесневых грибов в корме можно изоляцией его от доступа воздуха. В сенажной массе накапливаются углекислый газ и азот. Тот кислород, который попадает в сенажную массу при закладке ее в траншеи, быстро расходуется развивающимися микроорганизмами. Поэтому плесневые грибы, являющиеся аэробными организмами, не могут развиваться. Такие условия благоприятны для молочнокислых бактерий. Однако молочно-кислое брожение в сенаже протекает слабее, чем при силосовании, поэтому значительного накопления молочной кислоты не происходит.

Полученный корм по питательности почти не отличается от свежей травы и охотно поедается скотом.

Технология приготовления сенажа включает следующие операции:

1. скашивание, плющение, провяливание и сгребание травы, в валки;
2. подбор травы из валков, ее измельчение и погрузка в транспортные средства;
3. закладка провяленной травы в хранилище;
4. укрытие хранилищ.

Закладка провяленной травы в хранилища. В хранилищах должна быть надежная защита сенажа от доступа воздуха. Наиболее полно этому требованию удовлетворяют сооружения башенного типа.

Для предотвращения порчи верхнего слоя сенажа в башнях любого типа необходимо закладывать сверху защитный слой из свежей измельченной зеленой массы толщиной 30-40 см.

Как только хранилище заполнено, массу в нем необходимо немедленно укрыть для изоляции от воздуха.

Отличительные технологические операции при закладке сенажа в траншеи, следующие: трамбовка и последующее укрытие заполненной траншеи полиэтиленовой пленкой и слоем земли, опилок и торфа.

Закладка сенажа в траншеи должна продолжаться не более 3-4 дней. Ежедневно нужно укладывать слой сенажной массы 60-70 см. Поверх провяленной массы целесообразно заложить, слой свежескошенной травы (30-50 см).

Хорошо утрамбованную выровненную массу сенажа сверху укрывают

Качество сенажа. Он должен быть без плесени, без затхлого, плесневого и других посторонних запахов. По органолептическим и химическим показателям сенаж подразделяют на I, II и III классы и неклассный.

К неклассному относят сенаж бурого и темно-коричневого цвета, с сильным запахом меда или свежеспеченного ржаного хлеба, соответствующий по остальным показателям требованиям стандарта.

Силос – это сочный корм, заготавливаемый из свежескошенных или подвяленных до влажности 65...85% растений (трав, кукурузы, подсолнечника и других культур), полученный путем консервирования в анаэробных условиях за счет брожения, преимущественно молочнокислого или применения специальных консервантов. Однако, силосованные корма отличаются от зеленых кормов наличием определенного количества органических кислот и отсутствием легкодоступных сахаров, его получают чаще всего из злаковых растений (луговой травы, кукурузы, ржи, овсяницы), а также используют свекольную и картофельную ботву, подсолнух, свекловичный жом, топинамбур и многих других видов растений. Растения измельчают до размера частиц 7...8 см – чем меньше влажность, тем мельче измельчение растений. По питательной ценности силос уступает сенажу: его энергосодержание в 1,3...1,6 раза ниже. Силосные культуры занимают в Российской Федерации почти 13 млн. га площадей, из них кукуруза – почти 75%.

Консервирующим фактором при силосовании кормов служит молочная кислота, образующаяся в результате сбраживания сахаров. Кроме молочной кислоты, в силосе образуются уксусная, масляная и другие органические кислоты, накопление которых отрицательно сказывается на качестве силоса.

Чем больше сахара содержится в силосуемых растениях, тем легче они силосуются, тем больше кислотность силоса. Нормальная кислотность силоса – рН 4-4,2. Молочнокислые бактерии образуют молочную кислоту в основном из простых сахаров. Минимальное количество сахара, необходимое для доведения рН до 4,2, называется сахарным минимумом.

В зависимости от соотношения фактического содержания сахара и сахарного минимума растения подразделяют на легко-, трудносилосующиеся и несилосующиеся. У легкосилосующихся растений фактическое содержание сахаров выше сахарного минимума, у трудносилосующихся – ниже.

К легкосилосующимся относятся кукуруза, подсолнечник, вико-овсяная смесь, луговая отава; к трудносилосующимся – донник, вика, клевер; к несилосующимся – верблюжья колючка.

Чтобы предупредить нежелательные микробиологические процессы, силовую массу необходимо как можно скорее изолировать от доступа воздуха.

В результате различных процессов, происходящих при силосовании, силос отличается от исходной массы почти полным отсутствием сахаров, меньшим содержанием крахмала и белка, но большим количеством аминокислот, молочной кислоты. Содержание протеина в хорошо приготовленном силосе уменьшается не более чем на 10%.

Силос из трав занимает среди сочных кормов одно из первых мест и по питательности (содержанию протеина) мало отличается от зеленого корма, по содержанию переваримого белка; силос из трав значительно превосходит другие виды силоса.

Благодаря высоким кормовым качествам силос из трав может служить прекрасным кормом, особенно зимой, способствуя повышению продуктивности животных. Летом, когда недостаточно зеленых кормов, силос из трав также можно использовать как высокопитательный корм.

Силос приготавливают из свежескошенной или подвяленной до влажности 60-75% измельченной массы растений. При силосовании сырья, имеющего влажность более 75, добавляют к нему 10-20% измельченной соломы.

Силосовать массу можно с добавкой консервантов, карбамида и других азотсодержащих химических веществ и без них.

Ценным силосным сырьем служат люцерна, чина, пелюшка, суданская трава, могоар, сорго, а также бобово-злаковые смеси однолетних трав. Для силосования можно использовать траву с природных сенокосов. При своевременном скашивании на этих участках можно получить второй, а иногда и третий укос, особенно после подкормки минеральными удобрениями. При длительной ненастной погоде часть трав на сенокосных угодьях целесообразно убирать на силос, который при своевременной уборке будет ценным кормом зимой или летом при недостатке зеленого корма.

Технология, приготовления силоса. Для заготовки силоса высокого качества большое значение имеет не только правильное определение сроков скаши-

вания зеленой массы, но и проведение самой уборки. Прежде всего нужно скашивать столько зеленой травы, сколько можно убрать и заложить в тот же день на силос, в противном случае трава быстро теряет питательность (потери сахара, крахмала, каротина); кроме того, ухудшается силосуемость зеленой массы, а при длительном лежании она становится непригодной для силосования вследствие большой потери влаги. В неблагоприятную погоду скошенную зеленую массу необходимо сразу же засилосовать.

При приготовлении силоса массу необходимо измельчать. Это способствует лучшему ее уплотнению, вытеснению воздуха и тем самым уменьшению потерь в результате жизнедеятельности аэробных микроорганизмов. Чем больше влажность массы, тем меньшая степень измельчения необходима.

Важный фактор силосования – уплотнение массы. Уплотнять ее необходимо непрерывно, послойно в 20-30 см. Заполнять траншею нужно за 3-5 дней. Сразу же после заполнения силосную массу укрывают землей (20-50 см) или полиэтиленовой пленкой толщиной не менее 0,12 мм. Можно укрывать и слоем соломы, однако потери питательных веществ при этом увеличиваются.

При силосовании кормов, богатых белками, например, клевера, целесообразно вносить закваски молочнокислых бактерий. Широко распространен траншейный способ силосования. Траншеи могут быть заглубленные, полузаглубленные и наземные. Они должны иметь облицованные стенки и твердое основание. Ширина земляных траншей 9-15, высота 2,5-3,5 м. Силосуемую массу ежедневно нужно выравнивать по всей поверхности траншеи. Перед закладкой силоса всю зеленую массу взвешивают. Приходится силос в количестве заложенной массы за вычетом 15% на так называемый угар. Это довольно неточный способ. Масса силоса зависит от конкретных условий силосования. Ориентировочно его массу определяют по массе 1 м³ через месяц после закладки. Зная массу 1 м³ силоса и объем траншеи или бурта, вычисляют массу силоса во всем сооружении.

Силос, приготовленный из злаков, можно использовать через 12-18 дней, а из бобовых – через 50-90 дней.

Качество силоса. Требования к качеству силоса даны в ГОСТ 23638-79. Для оценки его качества отбирают объединенную пробу массой не менее 2 кг.

Силос должен характеризоваться хорошо выраженной структурой частей растений – листьев, соцветий, стеблей, быть немажущейся консистенции, без ослизненности, затхлого, плесневого, гнилостного и других посторонних запахов.

По химическим и органолептическим показателям его подразделяют на I, II, III классы и неклассный.

К неклассному относят силос бурого и темно-коричневого цвета, с сильным запахом меда или свежее испеченного ржаного хлеба.

Гранулы и брикеты – кормовые смеси, включающие различные по составу компоненты рациона животных, что повышает усвояемость до 15% всех составляющих рациона. В смесях можно скармливать в 1,5...2 раза больше малоценных грубых кормов.

Солома и полова. Влажность должна быть 18-20%. Скармливание этого вида корма проводят после дополнительной обработки и в комплексе с сочными кормами, такими как зеленая масса, силос, в виде смеси с сеном, в виде сечки с концентратами. К сожалению, содержание остальных питательных веществ значительно меньше, в сравнении с другими видами грубых кормов. Солома яровых культур по питательности приближается к низким сортам сена. В ней содержится от 2,2 до 3,7% сырого протеина, около 40% – клетчатки, до 1,5 – жира и около 5% золы. Органическое вещество соломы переваривается на 40-48%. Энергосодержание соломы около 3...4 МДж/кг. Полова более ценный по питательности корм до 6,5 МДж/кг.

4. ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ И АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

При уборке кормовых культур выполняют следующие процессы: скашивание растений; плющение и ворошение трав; сгребание в валки, оборачивание и сдаивание валков (рис.). В зависимости от дальнейших процессов заготавли-

вают рассыпное или прессованное сено (солому) и измельченные корма (сенаж, силос). Для подкормки животных убирают свежескошенные или подвяленные травы.

Чтобы получить корм высокого качества и избежать потерь, траву следует:

- скашивать в лучшие агротехнические сроки;
- правильно выбирать технологию и комплекс машин;
- настраивать машины на оптимальные режимы;
- проводить уборку в сжатые сроки;
- скашивать траву в начале цветения или при полном цветении, на сенаж - в фазе бутонизации;
- уборку силосных культур лучше начинать при влажности сечки 70...75%;
- для приготовления травяной муки многолетние травы нужно скашивать до цветения, однолетние – в период цветения и начала образования плодов.

Скашивают и укладывают в прокосы или валки злаковые травы в фазе колошения, бобовые – в фазе бутонизации или в начале цветения (влажность $W = 65...85\%$), а вегетативную массу зернофуражных культур (ЗФК) для сенажа – в начале восковой спелости ($W = 45...55\%$).

Высота среза растений – 4...6 см для трав естественных сенокосов, 6...10 см – для сеяных трав и ЗФК. В степных районах траву скашивают и укладывают в валки. Допустимые потери при скашивании – до 2%.

На силос убирают кукурузу в период восковой спелости зерна при влажности массы 65...85%, а подсолнечник – от начала и до середины цветения при высоте среза 8...12 см.

Солому и полову при обмолоте зерновых культур комбайнами собирают в копны, укладывают в валки, измельчают, загружая солому и полову в тележки, прицепляемые к комбайну, или разбрасывают солому по полю, а полову от комбайна подают в прицепные емкости. Из валков солому и полову подбирают и прессуют в тюки или рулоны.

Ворошить траву в прокосах и оборачивать валки следует после дождя и на участках с высокой урожайностью при влажности 50...60%. Сгребать сено в валки следует при влажности 18% и ниже, а для активного вентилирования - при 25...30%. Ворошат траву первый раз через 2...3 ч после скашивания. Последующие ворошения проводят через 3...4 ч.

Сгребают бобовые травы в валки при влажности 55...60%, а злаковые – при 40...45%. В валках влажность травы продолжает снижаться. Для равномерной сушки верхних и нижних слоев травы валки оборачивают.

Совмещение валков увеличивает массу травы на 1 м длины валка, за счет чего уменьшается число проходов агрегатов по полю, повышается производительность машин в последующих операциях и процессах.

Рассыпное сено или подвяленную траву заготавливают тракторными подборщиками-уплотнителями. Подвяленную траву подбирают из валков при влажности $W = 30...45\%$ для скармливания животным или при досушивании ее активным вентилированием до 18...20%.

При заготовке рассыпного сена неоднократные его погрузка и разгрузка повышают энергозатраты и потери листьев и соцветий – наиболее ценной части растений.

Прессованное сено (солому) убирают из валков пресс-подборщиками, формируя тюки массой от 20 до 750 кг или рулоны массой до 500 кг (влажность $W = 18...20\%$). При повышенной влажности тюки досушивают активным вентилированием. Допустимые потери массы при подборе и прессовании не должны превышать 4%. Кормовая ценность спрессованного в тюки и рулоны корма на 28...30% выше, чем рассыпного. Наряду с этим примерно до двух раз повышается производительность труда по сравнению с копнением. Однако при уборке корма прессованием затраты энергии в 1,1...1,2 раза больше, чем при заготовке рассыпного сена. Повышаются издержки на обвязочные материалы (расход шпагата – 0,6...1,5 кг на тонну убранных сена).

Расширяется применение прессов, формирующих сено в крупногабаритные тюки массой 500...750 кг. При этом эффективнее используются грузоподъ-

емность транспортных средств и вместимость кормохранилищ, увеличивается производительность погрузчиков.

Измельченные корма (подвяленные травы или ЗФК для сенажа и подкормки животных, кукуруза, подсолнечник и другие культуры для силоса) убирают самоходными или прицепными комбайнами, оборудованными подборщиками или жатками. Длина резки растений – 3...5 см при сенажировании и 7...8 см при силосовании.

Измельчение кормов повышает заполняемость емкостей транспортных средств и хранилищ, корм проще разгружать и раздавать животным, но на измельчение требуются дополнительные затраты энергии.

При выполнении технологических операций необходимо тщательно регулировать машины на оптимальный режим работы. Высоту среза устанавливают такой, чтобы естественные и сеяные многолетние травы скашивать чуть выше корневой шейки. В противном случае травы плохо отрастают. Слишком высокий срез ведет к недобору урожая.

Рабочие органы сеноуборочных машин не должны перетирать сено, обивать листья и соцветия, загрязнять сено почвой. Допускается не более 5%, при подборе с прессованием - не более 2%, сборе и погрузке тюков - не более 2%. Общие потери травы при кошении с измельчением должны быть не более 8%.

5. ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ

Технологии заготовки сена в рассыпном виде включает:

- кошение или кошение с плющением,
- естественную сушку в поле,
- ворошение прокосов,
- сгребание и оборачивание валков,
- подбор валков с образованием копен или стогов,
- транспортировку стогов и копен,
- скирдование, активное вентилирование.

Технология заготовки сена в прессованном виде включает:

- кошение или кошение с плющением,
- ворошение,
- сгребание и обрачивание валков,
- сбор и транспортировка тюков,
- укладку тюков в стога.

Прессованное сено удобно транспортировать и хранить.

Технология заготовки измельченного сена охватывает:

- кошение с плющением,
- ворошение, сгребание и обрачивание валков,
- подбор валков с одновременным измельчением растений до длины 5 см,
- транспортировку измельченной массы, выгрузку ее в сенохранилища,
- досушивание подогретым или атмосферным воздухом.

Технология заготовки сенажа сходна с технологией заготовки измельченного сена. При этом подбирают траву при влажности 50...55% и измельчают на отрезки 20...30 мм. От полевых измельчителей массу вывозят к сенажным башням или траншеям, закладывают в них, утрамбовывают и после заполнения герметизируют.

Технология заготовки травяной муки включает:

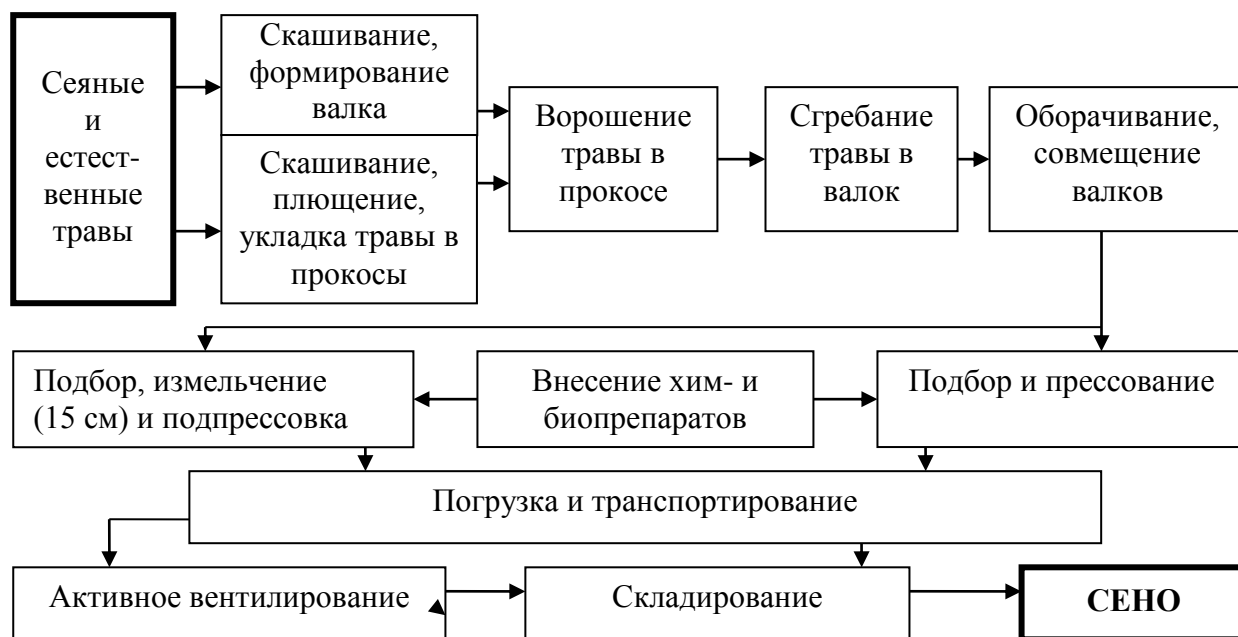
- кошение с плющением,
- ворошение, сгребание валков и измельчение растений,
- транспортировку, искусственную сушку на барабанных сушилках,
- дробление высушенной массы в витаминную муку или переработку в гранулы.

При этой технологии получают высоковитаминный корм, но расходуется много топлива.

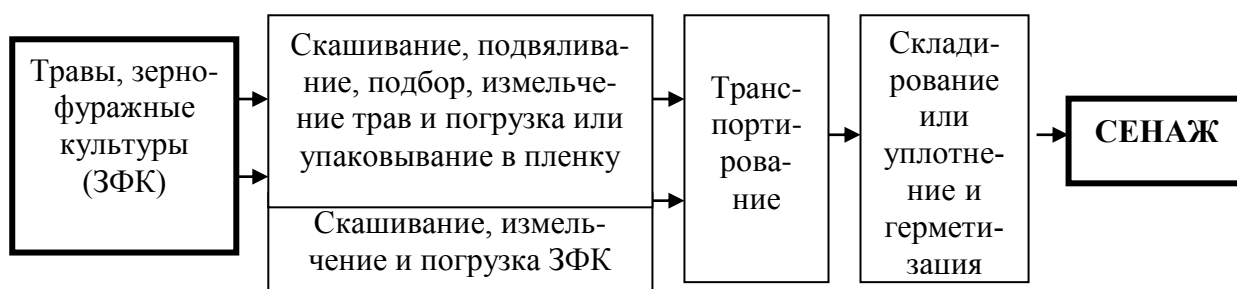
Технология заготовки силоса охватывает:

- скашивание с измельчением растений,
- транспортировку, выгрузку в силосные траншеи,
- утрамбовку массы и укрытие траншей соломой и слоем грунта (рис. 3.).

1. Заготовка сена



2. Заготовка сенажа и силоса



3. Заготовка соломы и половы (НЧУ)

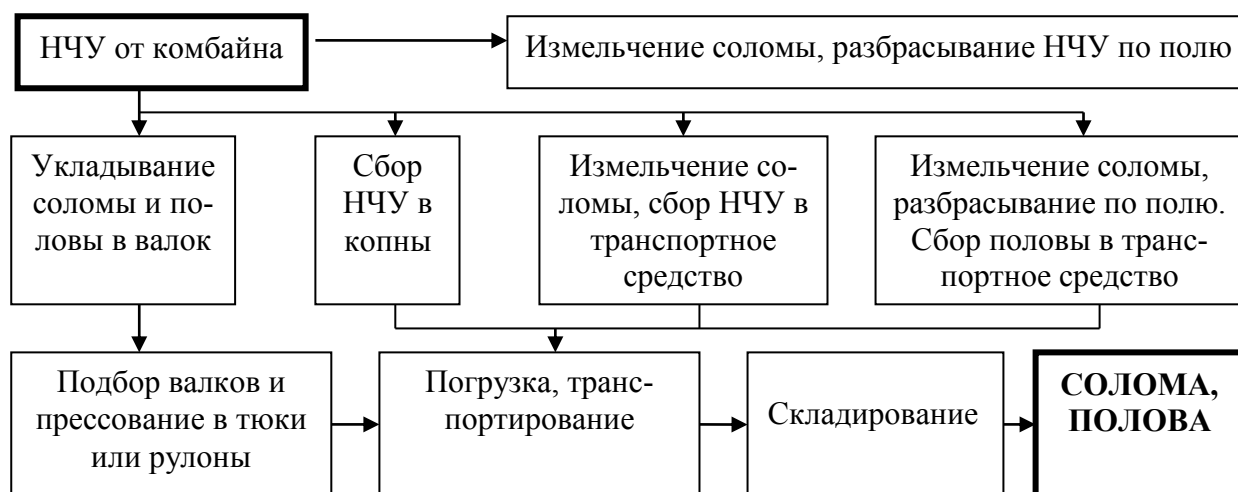


Рис.3. Схемы уборки кормовых культур

Погрузку и транспортирование подвяленной травы, сена, соломы проводят тракторными подборщиками-полуприцепами, которые подбирают кормовые культуры и подают их в кузова полуприцепов. Возможно измельчение стеблей до 15 см.

Рулоны, тюки, копны загружают в кузова автомобилей и тракторных прицепов, которые транспортируют их на места досушивания или хранения.

Измельченная растительная масса для сенажа и силоса подается измельчающе-швырковыми аппаратами в кузова автомобилей или тракторных полуприцепов и прицепов. Последние предпочтительнее автомобилей при плече подвоза не более 6...7 км.

Вентилирование атмосферным или подогретым воздухом применяют при досушивании подвяленной травы (влажность $W = 40\%$), а также измельченной ($W = 35\%$) и спрессованной травы ($W = 40\%$). Конечная влажность сена – 18...20%. При вентиляции сокращается продолжительность сушки растений в поле, что уменьшает потери протеина и каротина.

Питательная ценность корма повышается при складировании и хранении с использованием биологических добавок (ферментных препаратов) и химических консервантов (неорганических и органических кислот). Норма внесения добавок и консервантов составляет 0,25...0,30% от массы корма.

Потери корма снижаются при упаковывании его в виде рулонов и тюков в пленочные емкости вместимостью 400...500 кг при влажности 50...55%. При таком хранении не нужны траншеи, снижаются затраты на изготовление емкостей и выемку корма, сохраняется питательная ценность убранных растений, сокращается продолжительность уборки.

Хранение сенажа и силоса выполняют в траншеях, реже – в башнях. Применяют заглубленные, полузаглубленные и наземные траншеи. Последние используют при высоком уровне залегания грунтовых вод, но они на 15...20% дороже заглубленных и полузаглубленных траншей. Стены траншей облицовывают плитами, которые с боков укрепляют земляными валами.

6. КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КОРМОУБОРОЧНЫХ МАШИН

Для заготовки кормов используют косилки, косилки-плющилки, грабли, волокуши, подборщики-копнители и стогообразователи, пресс-подборщики, косилки-измельчители, кормоуборочные и силосоуборочные комбайны и другие машины.

6.1. Косилки, косилки-плющилки

Косилки предназначены для скашивания естественных и сеяных трав с соблюдением агротехнических сроков и правил. Они срезают травы, укладывают их в прокосы, валки или порции.

Косилки для скашивания травы подразделяются:

По назначению на:

- обычные, срезающие траву и укладываемые ее в прокосы,
- косилки-плющилки, срезающие траву и сплющивающие стебли,
- косилки-измельчители, измельчающие срезанную массу.

По способу агрегатирования на:

- навесные,
- полунавесные,
- прицепные.

По числу режущих аппаратов на:

- однобрусные,
- двухбрусные,
- трехбрусные,
- пятибрусные.

По конструкции режущих аппаратов на:

- сегментно-пальцевые,
- безпальцевые двухножевые,
- ротационные.

По расположению режущего аппарата на:

- фронтальные,
- средненавесные,
- задненавесные.

Дисковые косилки Easy Cut

Маятниково закрепленные V-образные стальные битеры и бесступенчато регулируемый рифленый щиток означает равномерное плющение кормовой массы, меньший износ, а также возможность эффективной работы при самых различных условиях уборки. Рифленый щиток обеспечивает эффективное снятие воскового слоя с убираемой культуры и, следовательно, интенсивное подвяливание убираемой массы. Плющилка CV в комбинации с поперечным транспортером оснащена закрытыми V-образными стальными битерами и установленной под ротором стальной ванной (рис .4).

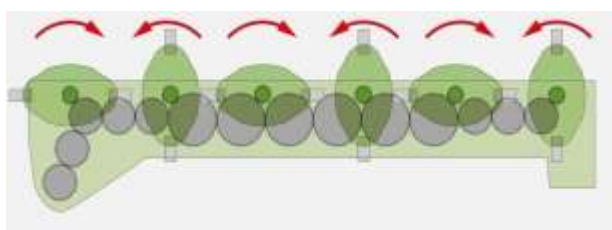


Рис. 4. Внешний вид дисковой косилки Easy Cut и косилочного бруса SmartCut

В косилочном бруске Smart Cut установлена дополнительная цилиндрическая шестерня (N1), что привело к изменению направления вращения внутренних косилочных дисков (в зоне В), следующая дополнительная шестерня (N2) обеспечивает вращение наружного косилочного диска вовнутрь. Благодаря данной конструкции расстояние между косилочными дисками, вращающимися друг от друга уменьшилось, т.е. перекрытие дисков в этой зоне стало больше (рис. 4).

1. Цилиндрическая шестерня $z = 47$
2. Цилиндрическая шестерня $z = 45$

3. Цилиндрическая шестерня $z = 66$

Основные сборочные единицы и механизмы косилки: режущий аппарат, механизм привода ножа, механизм подъема режущего аппарата, рама и устройство для соединения с трактором. Ширина захвата стандартного пальцевого бруса 2,1 м.

Фронтальные косилки: Easy Cut 28 M; 32M. (рис. 5).



Рис. 5. Фронтальные косилки: Easy Cut 28 M; 32M

M – mountain. Благодаря легкой конструкции и наличию маятниковой рамы предназначена для работы на склонах с тракторами от 55 л.с.

Маятниковая рама и подвеска по центру тяжести обеспечивают поперечное копирование рельефа поля. Скоростная косилка КС-2,1 – однобрусная, задненавесная, предназначена для скашивания естественных и сеяных трав. Режущий аппарат сегментно-пальцевого типа. Косилка навешивается по трехточечной системе на тракторы тягового класса 0,6...0,9.

Двухбрусная полунанавесная косилка КДП-4 работает в агрегате с колесным трактором тягового класса 0,9 или 1,4. Ширина захвата 4 м. Режущие аппараты поднимают выносными гидроцилиндрами.

Давление внутренних башмаков на почву в пределах 250...350 Н, а наружных в пределах 80...150 Н, регулируют компенсационными пружинами.

Трехбрусная косилка КТП-6 шириной захвата 6 м предназначена для скашивания естественных и сеяных трав на больших участках с ровным рельефом.

Ротационная косилка КРН-2,1 предназначена для скашивания высокоурожайных, полеглых трав с укладкой в прокос. Используют ее также для улучшения лугов и пастбищ, заросших мелкими кустарником и сорной растительностью.

Режущий аппарат косилки состоит из бруса, в верхней части которого установлены роторы с шарнирно закрепленными на каждом двумя пластинчатыми ножами. Корпус бруса, закрытый снизу крышкой, опирается на два башмака. Частота вращения ротора около 2000 мин^{-1} .

Поломку режущегося аппарата при встрече с препятствием предупреждает тяговый предохранитель. В случае критического сопротивления пружины предохранителя сжимается, его тяга удлиняется, и косилка поворачивается на $30 \dots 45$ градусов.

Косилка КРН-2,1 может работать на скорости до 15 км/ч в агрегате с трактором тягового класса 1,4. Обслуживает машину тракторист.

Косилки-плющилки. Значительная часть массы трав, особенно бобовых приходится на листья – наиболее ценную часть растений. Косилки-плющилки наряду со срезанием плющат растения для ускорения их подсыхания.

В валке листья высыхают значительно скорее, чем стебли. Поэтому, чтобы получить сено нормальной влажности приходится оставлять траву в прокосах на несколько дней до высыхания стеблей. За это время под воздействием солнечных лучей, росы, осадков разлагается каротин, в процессе ворошения и сгребания теряются пересохшие листья. Чтобы максимально сократить срок полевой сушки травы, применяют плющение – раздавливание трубчатых стеблей. Проплющенная трава высыхает значительно быстрее, поэтому содержание каротина и протеина в сене существенно увеличивается. Агрегатируют косилки с тракторами или самоходными шасси. По способу агрегатирования косилки бывают прицепные, полунавесные, навесные.

Наибольшее применение находят косилки с сегментно-пальцевым аппаратом нормального резания с одинарным пробегом ножа, для которого $t = t_0 = S = 76,2 \text{ мм}$, где t – шаг режущей части (расстояние между осевыми линиями

сегментов); t_0 – шаг противорежущей части (расстояние между линиями пальцев); S – ход ножа (перемещение ножа из одного крайнего положения в другое). Частота вращения ведущего звена (кривошипа) механизма привода ножа 760...1100 мин⁻¹. Сегменты прикрепляют к пластине (спинке ножа), движущейся возвратно-поступательно с частотой 380...550 мин⁻¹. Пальцы закрепляют неподвижно на стальной полосе, по бокам которой установлены копирующие опоры и многозвенный механизм подъема. В большинстве тракторных косилок длина пальцевого бруса составляет 2,1 м. В зависимости от мощности тракторов с ними агрегируют одно-трехбрусные косилки. Косилки с брусом длиной 1,4 м используют с тракторами тягового класса 0,2.

Высокоурожайные, полеглые естественные и сеяные (особенно бобовые) травы, мелкий кустарник предпочтительно скашивать косилками с ротационными режущими аппаратами. Режущий аппарат таких косилок – диск (диаметр 0,20...0,26 м, частота вращения до 2000 мин⁻¹) с вертикальной осью вращения, с пластинчатыми ножами. Ротационные косилки-плющилки оборудуют вальцами диаметром 200...250 мм.

Срезанную массу косилки-плющилки укладывают в валок или в расстил. Агрегируют их с трактором тягового класса 0,9 при ширине захвата $B=2,1...2,4$ м или класса 1,4 при $B = 3$ м.

Плющилка KRONE с V-образными стальными битерами является высокопроизводительной плющилкой, поскольку ее диаметр 64 см обеспечивает непрерывный поток кормовой массы, высокую пропускную способность и наилучшее качество плющения (рис. 6-7).

Вальцевая плющилка. При уборке бобовых культур плющение должно производиться в особенно щадящем режиме. Безукоризненную работу в этом случае обеспечивает высокопроизводительная вальцевая плющилка (Conditioner Roller interlocking) с протекторными плющильными вальцами, покрытыми полимерным материалом. В основном, она применяется при работе на люцерне, показывая при этом отличный результат. Она бережно обрабатывает

листья, раздавливает стебли, обеспечивая, тем самым, быстрое и равномерное подсыхание скошенного материала (рис 8).



Рис. 6. Плющилка KRONE с V-образными стальными битами

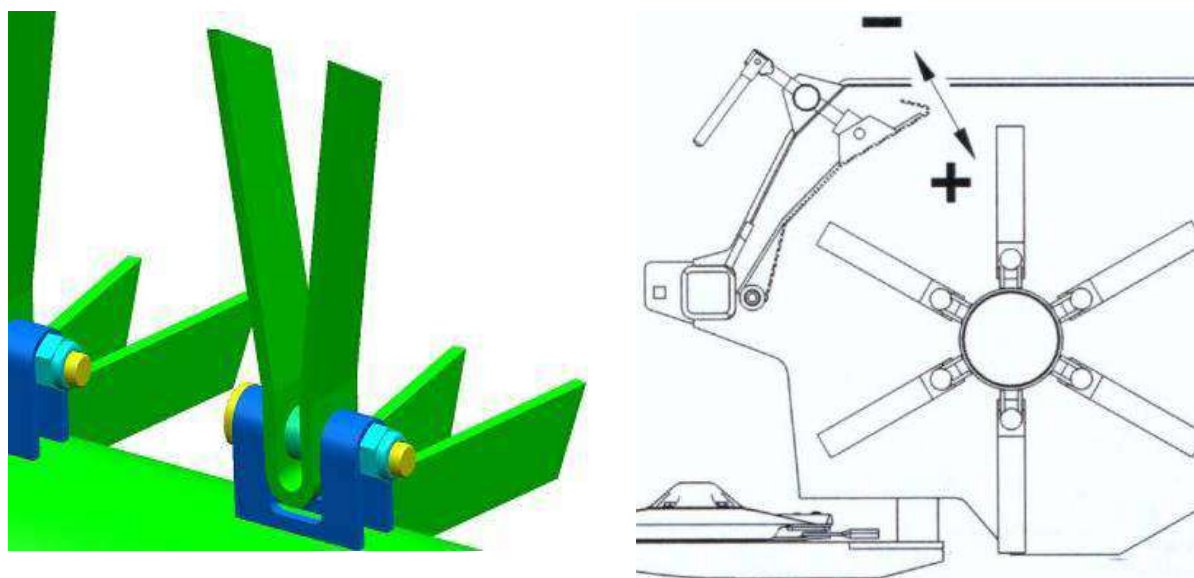


Рис. 7. Ножи битерной плющилки



Рис. 8. Вальцевая плющилка.

Большие вальцы диаметром 250 мм плющилки CRi обеспечивают бесперебойный и непрерывный поток кормовой массы и отличаются также незначительной потребляемой мощностью при таком большом диаметре вальцев. Протекторные плющильные вальцы работают с «зубчатым зацеплением». Путем расплющивания, трения и надламывания обеспечивается высокая интенсивность работы плющилки.

Самоходная косилка-плющилка КПС-5Г предназначена для скашивания сеянных трав с одновременным плющением их стеблей и укладыванием на стерне в валок. Она состоит из самохода и жатки. Самоход оснащен дизелем Д-240 мощностью 58,9 кВт. Передние колеса ведущие, задние - управляемые. На самоходе смонтированы приводной механизм, кабина оператора, плющильный аппарат, валкообразующее устройство.

Косилка-плющилка ротационная КПРН-3,0А предназначена для скашивания бобовых трав, плющения стеблей и сбрасывания проплющенной массы на поле в виде валка.

Косилка снабжена ротационно-дисковым режущим аппаратом, плющильным аппаратом, аналогичным по устройству аппарату косилки КПС-5Г, и валкообразующим устройством. Косилка скашивает траву с полосы шириной 3 м, плющит траву вальцами и укладывает ее в валок шириной 1,2 м. Косилку агрегируют с трактором МТЗ-80. Рабочая скорость 9...15 км/ч, производительность до 4,5 га/ч.

Косилочные комбинации.

Укладка в один валок особенно рекомендуется в том случае, когда не выполняются такие технологические операции, как укладка в валок, ворошение, вспушивание. При работе косилочной комбинации челночным ходом с использованием одного поперечного транспортера, масса убирается по ширине захвата 17,40 м и укладывают ее на общую ширину 11,50 м. Четырехроторный валкователь укладывает массу в один валок. Для широкой укладки скошенной массы, оба поперечных транспортера гидравлически поднимаются прямо из кабины трактора (рис. 9).



Рис. 9. Косилочные комбинации EasyCut 9140CV Collect

6.2. Грабли, грабли-ворошилки

Грабли. Сено сгребают из прокосов в валки поперечными, колесно-пальцевыми и роторными граблями. Валки, образованные поперечными граблями, располагаются поперек направления движения агрегата, колесно-пальцевые и роторные грабли сгребают сено в продольные валки.

Находят применение поперечные, колесно-пальцевые и роторные грабли. Поперечные грабли формируют валки, условная ось которых расположена поперек (перпендикулярно) направлению движения агрегата. Их предпочтительно применять на малоурожайных полях естественных сенокосов.

Поперечные грабли ГП-14 снабжены пружинными стальными зубьями. Нижний конец зуба сплюснен и заострен, верхний изогнут в кольцо, при встрече с препятствием зуб сгибается. Зубья прикреплены к грабельному брусу, шарнирно присоединенному к раме. Ширина сгребаемого валка 1,2 м. Основной элемент поперечных граблей – зубья, образующие короб, в котором формируется валок из травы. Зубья устанавливают на грабельном брусе с расстоянием $b_3 = 70...75$ мм. Применяют полунавесные грабли с шириной захвата 6, 10, 16, 20 м. Их агрегируют с тракторами тягового класса 0,6, 0,9 и 1,4. Удельная масса тракторных граблей 80...88 кг/м. Рабочая скорость до 3 м/с.

Во избежание потерь сена расстояние от концов зубьев до поверхности почвы должно быть не больше 1 см, регулируют его изменением длины шатуна.

Колесно-пальцевые грабли ГВК-6 используют для ворошения травы в прокосах, сгребания сена в валки, оборачивания валков. Рабочие органы граблей – пальцевые колеса состоят из колец и ободов, соединенных спицами. Ко-

лесно-пальцевыми граблями сгребают подвяленную траву в валки, расположенные вдоль направления движения агрегата, а также оборачивают валки и ворошат траву в прокосах. Рабочие органы граблей – колеса диаметром 1,2 м с пружинными пальцами, соединенные в секции. Грабли имеют две секции и в зависимости от положения пальцевых колес относительно направления движения агрегата могут сгребать растения в валок или ворошить их в прокосе. Их удельная масса в 1,2...1,5 раза больше поперечных граблей, и они агрегатируются с тракторами класса тяги 0,9 и 1,4.

Роторные грабли ГВР-6 предназначены для сгребания провяленной или свежескошенной травы из прокоса в валки, ворошения ее в прокосах, оборачивания и разбрасывания валков и сдваивают валки. Их применяют на высокоурожайных сенокосах естественных и сеяных трав. Наряду с роторными граблями для ворошения и вспушивания свежескошенных и подвяленных трав применяют роторные модульные ворошилки, ширина захвата которых достигает 8 м.

Рабочие органы граблей – роторы с 6 и 8 граблинами и пружинными пальцами. Частота вращения ротора при сгребании составляет $67...68 \text{ мин}^{-1}$, при ворошении $90...92 \text{ мин}^{-1}$. Удельная масса граблей 150...160 кг/м.

Ширина захвата граблей 6 м, рабочая скорость до 12 км/ч, производительность при сгребании 7 га/ч, при ворошении 5 га/ч.

Технологическая операция ворошения посредством ворошителя KW позволяет:

- снизить зависимость от погодных условий ускорив процесс заготовки сена и сенажа
- повысить качество корма благодаря равномерному подвяливанию и сокращению времени нахождения на поле. Для достижения содержания сухой массы в пределах 30-35% должно испариться приблизительно 10.000 кг воды с гектара.

Ротор. Роторы работают с большим перекрытием обеспечивая тем самым оптимальное разбрасывания материала. Консоли ротора изготовлены из труб-

чатого профиля диаметром 38 мм и с толщиной стенки 4 мм. Заглушка на конце консоли ротора предотвращает потерю зубьев. Двойные зубья изготовлены из пружинной стали Super C диаметром 9,5 мм. Пятикратные витки зубьев охватывают трубчатый профиль. Двойные зубья для роторов с правым вращением (Z_{re}) окрашены в зеленый цвет, для роторов с левым вращения (Z_{li}) в бежевый (рис 10).

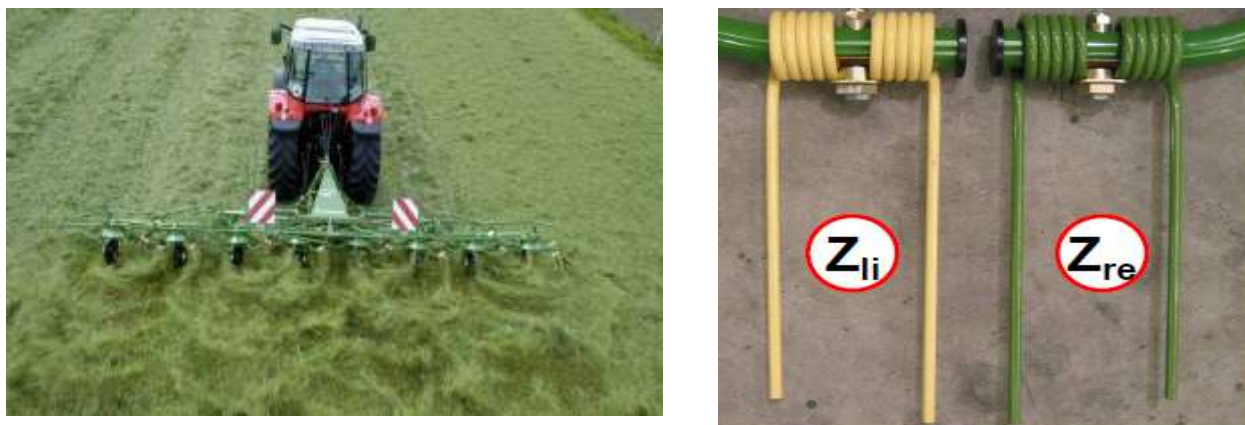


Рис. 10. Ворошители KW

6.3. Подборщики-копнители, подборщики-полуприцепы

Для подбора провяленной травы, сена и соломы из валков или прокосов применяют подборщики-копнители и подборщики-полуприцепы, которые подбирают растительную массу, формируют копну, транспортируют ее и выгружают в местах складирования. Основные рабочие органы: подборщик, транспортеры, уплотняющие (измельчающие) массу механизмы, выгрузные устройства.

Вместимость камеры подборщика-копнителя позволяет образовать копну массой от 100 до 500 кг.

Подборщики-полуприцепы наряду с указанными операциями могут измельчать (длина резки 150 мм) растения. Вместимость кузова (грузоподъемность) подборщиков-полуприцепов от 5 до 25 т.

Укладка валка:

Однороторные валкователи. На всех однороторных валкователях укладка валка осуществляется на левую сторону.



Рис. 11. Однороторные валкователи

Валкователи с укладкой валка на сторону: На валкователях Swadro 1010 укладка валка осуществляется на правую сторону. При работе челночным ходом укладывается двойной валок с ширины скашивания почти 20 м. Такой валок обеспечивает производительную работу мощных силосоуборочных комбайнов.

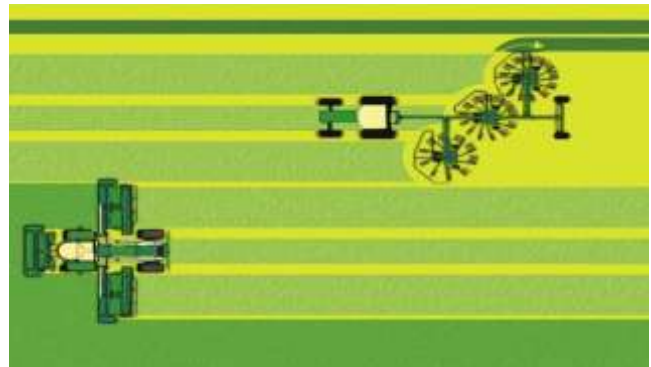


Рис. 12. Валкователи с укладкой валка на сторону

Ширина захвата Swadro 1010 в 9,70 м совпадает с рабочей шириной самоходной косилки ViG M II. Трактор движется точно по колее самоходной косилки.

6.4. Пресс-подборщики

Они подбирают и прессуют растительную массу влажностью 18...35 % в малогабаритные (масса до 36 кг, плотность до 200 кг/м³) или в крупногабарит-

ные (масса до 500 кг, плотность около 150 кг/м³) тюки прямоугольной формы, обвязывают тюки синтетическим шпагатом (расход 0,6 кг/т) и подают их в транспортные средства или выгружают на поле.

Пресс-подборщик ПС-1,6 подбирает валки сена и формирует его в тюки. Для вязки тюков применяют проволоку диаметром 2 мм или специальный шпагат. Масса тюков составляет 20...40 кг. Агрегатируется с трактором класса 1,4.



Рис. 13. Виды прессовальных камер

Рулонные пресс-подборщики формируют рулоны цилиндрической формы с одновременной обвязкой. Применяют рулонные подборщики с ременным прессующим устройством и переменным объемом камеры прессования, а также с цепочно-роликовым формирователем рулона при постоянном объеме камеры.

Рулонный пресс-подборщик ПРП-1,6 предназначен для подбора валков сена или соломы и прессования их в тюки цилиндрической формы (рулоны) с автоматической обвязкой шпагатом.

Машину агрегируют с трактором тягового класса 1,4. Рабочая скорость до 9 км/ч. Плотность прессования 100...200 кг/м³. Диаметр рулона до 1,5 м, длина 1,4 м, масса до 500 кг. Пресс подбирает сено из валка шириной 1,0...1,4 м.

Для обработки провяленной травы консервантами на пресс-подборщик можно устанавливать устройства для внесения консервантов (доза внесения до 11 кг/т).



Рис. 14. Принцип работы комбинации с обмотчиком

Комбинация пресс-подборщика с обмотчиком (вариант с полувариационной камерой CF) Во время того, как спереди продолжается прессование следующего рулона, на обмотчике происходит процесс обмотки. Стол обмотки вращает рулон, а два рычага обмотки обматывают его пленкой. После достижения предварительно установленного количества слоев пленки, поднимаются зажимные рычаги и захватывают пленку. Привод рычагов обмотки и рабочего стола отключается. При остановке машины для обвязки следующего рулона сеткой, обмоточный стол наклоняется назад и укладывает рулон на резиновый фартук. В случае необходимости механизатор может принудительно активировать определенные рабочие процессы при помощи пульта управления и, при необходимости, производить укладку рулонов в нужном месте.

Устройство обмотчика.

Обвязка рулона. Обвязка сеткой. После окончательного формирования рулона в автоматическом или в ручном режиме активируется вязка сеткой.

Позиция парковки. Во время процесса прессования кулиса подачи сетки (S) находится в позиции парковки. Сетка лежит на щитке (Н) свисая с него до 200 мм. Три подающих вальца вращаются все время.

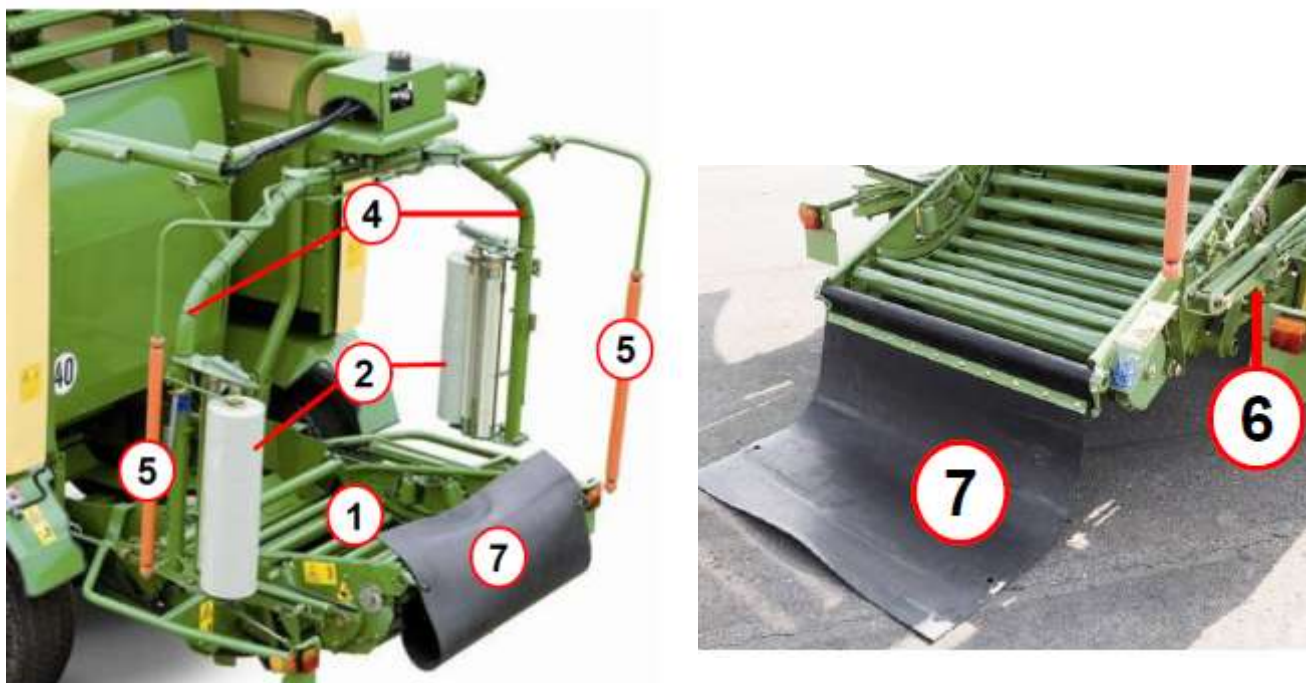


Рис. 15. Устройство обмотчика

1 – стол обмотки; 2 – рулон пленки; 3 – ролики растяжения пленки; 4 – рычаги обмотки; 5 – дуга безопасности; 6 – зажимные рычаги / обрезание пленки; 7 – фартук укладки рулона

Позиция подачи. После активирования вязки электромотор (М) отпускает кулису (S) вниз. Сетка захватывается подающими вальцами и подается в камеру прессования.

Плотность прессования. Плотность прессования является удельной плотностью спрессованного материала и зависит от свойства материала (прессуемый материал) и давления (Р) оказываемого на этот материал.

$$P = F / A ,$$

где: Р – давление, F – усилие, А – площадь.

Усилие прессования. Усилие прессования (F) зависит от сопротивления (W), которое должен преодолеть поршень прессования проталкивая тюк в прессовальном канале назад по ходу движения машины. Сопротивление (W) изме-

няется в зависимости от многих факторов, например, состояние прессуемого материала (чем больше влажность, тем больше сопротивление трения), состояние прессовального канала (окрашенный, наличие коррозии, гладкий без краски), длины (L) и формы (V) прессовального канала и от усилия сжимающего клапана прессовального канала. Механизатор может оказывать влияние только на усилие, сжимающее клапана прессовального канала изменяя его установки через пульт управления.

Режущий аппарат Max Flow На Big Pack X-Cut установлен режущий аппарат с ротором и с зафиксированными ножами. Резка обеспечивает облегчение дальнейшей обработке кормовой массы и увеличению уплотнения. Так же ротор режущего аппарата осуществляет транспортировку массы между подборщиком и граблинами (рис. 16).



Рис. 16. Режущий аппарат Max Flow На Big Pack X-Cut

Стабильный ротор диаметром 550 мм и шириной 1200 мм и рабочим числом оборотов 130 мин^{-1} обеспечивает высокую производительность пресс-подборщика с невысокими энергозатратами. V-образное расположение зубьев ротора, направленных наружу, способствует равномерному распределению потока кормовой массы по всей ширине канала особенно при работе на маленьком валке. Ротор оснащен тремя зубьями по окружности с наваренными пластинами из стали Hardox.

Подача материала. Вариационная система заполнения (система VFS) фирмы KRONE позволяет прессование тюков высокой плотности и стабильной формы даже при подборе маленького валка и низкой скорости движения (рис. 17).




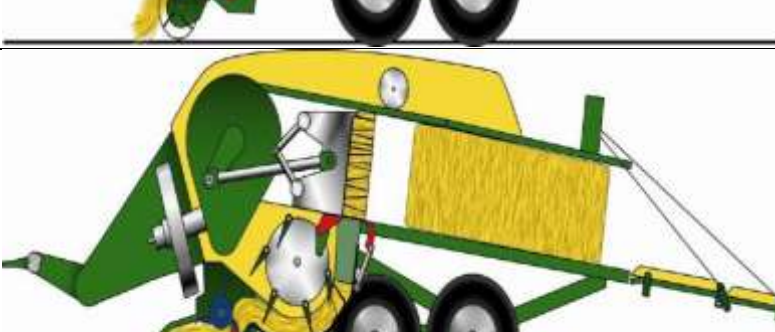
	<p>Система VFS работает с 5 приемными, одной подающей граблиной и запорным клапаном. Приемные граблины управляются одной беговой дорожкой. Подающая граблина управляется поворотной беговой дорожкой. Убираемая масса подается 5 приемными и одной подающей граблиной в транспортный канал. Запорный клапан удерживает весь материал до полного заполнения транспортного канала.</p>
	<p>До тех пор, пока беговая дорожка подающей граблины не отклонилась, подача материала происходит в транспортный канал и там же происходит уплотнение подающего материала.</p>
	<p>При полном заполнении транспортного канала, запорный клапан открывается, поворачивая при этом беговую дорожку подающей граблины. В этом случае доступ в прессовальный канал открыт, и подающая граблина движется по другой траектории, подавая весь материал, собранный в транспортном канале, в прессовальный канал.</p>
	<p>Поршень прессует собранный материал в прессовальном канале, продвигая тем самым ранее спрессованный тюк назад. Запорный клапан и откидная направляющая дорожка подающей граблины возвращаются в исходное положение, и весь процесс заполнения транспортного канала начинается заново.</p>

Рис. 17. Вариационная система заполнения (система VFS)

6.5. Кормоуборочные комбайны

Комбайны скашивают (или подбирают из валков), измельчают кукурузу и другие высокостебельные культуры, травы и погружают их в транспорт.

Основные рабочие органы комбайнов: жатка для скашивания трав и высокостебельных культур или подборщик; питающе-дозировующее устройство, измельчающий аппарат; подбарабанья; ускоритель выброса массы. Применяют барабанные и дисковые измельчающие аппараты. Длину резки изменяют от 4 до 150 мм.

При внесении консервантов (органических кислот) комбайн оборудуют специальным устройством, в состав которого входят резервуар, дозатор, эжектор, механизм отклонения, шланги и другие вспомогательные элементы конструкции. Доза внесения консервантов до 4,5 кг/т. Современные комбайны оборудуют металлодетектором для устранения попадания металлических элементов.

Кормоуборочный комбайн Дон 680М.

Производительность комбайна на уборке кукурузы на силос при урожайности 200 ц/га на длине резки 20 мм – 108 т/час.



Рис. 18. Кормоуборочный комбайн Дон 680М.

Кормоуборочный комбайн RSM 1401. Производительность комбайна на уборке кукурузы на силос при урожайности 500 ц/га на длине резки 17 мм – 140 т/час.



Рис. 19. Кормоуборочный комбайн RSM 1401.

Воздушный компрессор в базе. Система внесения консервантов. Автоматизированная центральная система смазки. Видеоконтроль выгрузки.

Возможность регулировки положения силосопровода по высоте – снижение потерь при уборке в ветреную погоду.

Увеличенный угол поворота (+13%) повышают обзор процесса выгрузки.

Защитный экран 2/3 длины – снижает потери при уборке, уменьшает загрязненность отсека воздухозаборника.

Сменные накладки по всей длине повышают ресурс силосопровода.

Лючки для обслуживания – снижают трудоемкость при очистке силосопровода и при замене сменных пластин.

Удлинитель – дополнительная секция позволит работать с адаптером шириной 7.5 м.

Самоходный кормоуборочный комбайн КСК-100 предназначен для измельчения свежескошенных или подобранных из валков подвяленных трав, скашивания с измельчения кукурузы и других высокостебельных культур. Измельченную массу используют для приготовления сенажа, травяной муки, брикетированных и гранулированных кормов, силоса, применяют как зеленый корм.

КСК-100 включает в себя самоходный измельчитель, подборщик, жатку для уборки трав, жатку для уборки кукурузы, сменный измельчающий аппарат, транспортные тележки для перевозки жаток.

Прицепной кормоуборочный комбайн КПКУ-75 предназначен для скашивания трав или подбора из валков подвяленных трав с одновременным измельчением их стебля.

КПКУ-75 агрегируется с трактором Т-150К. Ширина захвата жатки для уборки трав и высокостебельных культур 3,4 м, подборщика 2,2 м. Длина резки стеблей регулирует в пределах 5...100 мм. Рабочая скорость до 12 км/ч. Комбайн обслуживает тракторист.

Прицепной кормоуборочный комбайн КПИ-2,4 предназначен для скашивания зеленых и подбора из валков подвяленных сеяных и естественных трав, скашивания силосуемых культур с одновременным измельчением и погрузкой массы в транспортные средства. Агрегируется машина с тракторами МТЗ-80 и МТЗ-82. Основные рабочие органы комбайна: жатка для уборки кукурузы (ширина захвата 1,8 м), жатка для уборки травы (ширина захвата 2,4 м), и подборщик подвяленных трав из валков (ширина захвата 2 м).

Производительность комбайна на кошени трав до 20 т/ч, на подборе валков до 14 т/ч, на скашивании кукурузы на силос до 30 т/ч.

Косилка-измельчитель КИР-1,5 скашивает и измельчает стебли кукурузы, подсолнечника, картофельную ботву, сеяные и естественные травы, предназначенные для силосования или используемые в качестве зеленого корма.

6.6. Машины для погрузки и транспортирования корма

Погрузку копен, рулонов, тюков сена и соломы в транспортные средства, а также складирование кормов в установки вентилирования или скирды выполняют фронтальными погрузчиками, которые навешивают на трактор. Тюки и рулоны к местам складирования обычно транспортируют бортовыми автомобилями или тракторными тележками.

Транспортировку копен к месту скирдования на поле осуществляют копновозами типа ПКУ-0,8А. Для подбора и транспортирования рассыпного сена и соломы применяют стогообразователи СТП-60 и стоговозы СП-60, а также тележки-подборщики типа ТПФ-45. На скирдовании возможно применение универсальных скирдовальных агрегатов типа УСА-10.

Стогообразователь СТП-60 состоит из камеры вместимостью 60 м³, подборщика, вентилятора, крыши-пресса, сталкивающей рамки, пневмо и гидросистемы. Формирует стог массой 5,4 т.

Стоговоз СП-60 снабжен платформой, на которой смонтирован транспортер с планками.

Для уборки сена с образованием копен применяют подборщик-копнитель ПК-1,6А, волокушу ВНШ-3, погрузчик-стогометатель ПФ-05.

Подборщик-копнитель ПК-1,6А подбирает валок сена, формирует цилиндрическую копну и укладывает ее на поле. Объем камеры до 400 кг.

Погрузчик-стогометатель ПФ-0,5 представляет собой гидрофицированный подъемный кран со сменными рабочими органами.

Для транспортирования измельченного сена, соломы, сенажа и силоса используют тракторные тележки различной грузоподъемности, а также автомобили-самосвалы с наращенными сетчатыми бортами.

6.7. Установки для активного вентилирования сена

Досушивание неизмельченного, измельченного и прессованного в тюки сена с влажностью $W_1 = 30...45\%$ до $W = 18\%$ производят на стационарных или передвижных установках активного вентилирования атмосферным или подогретым воздухом.

Основные узлы установок: воздухонагреватели, воздухораспределительные каналы, вентиляторы, системы управления и вспомогательное оборудование.

Воздухораспределительные извлекаемые каналы – секционные фермы, предназначенные для образования полости, через которую вентилируется подсушиваемая масса.

6.8. Складирование рассыпного и измельченного сена, соломы

Складирование рассыпного и измельченного сена, соломы производят в стога и скирды (ширина $b_c = 3,5 \dots 4,0$ м, высота $h_c = 5,5 \dots 6,0$ м). Тюки и рулоны складывают в штабеля (ширина $b_{ш} = 5,0 \dots 5,5$ м, высота $h_{ш} = 7,0 \dots 8,0$ м). Вершины скирд и штабелей оформляют в виде конической поверхности (угол $45 \dots 60^\circ$). В неукрытых скирдах и штабелях потери корма возрастают до 20%. Предпочтительнее хранить сено, защищая его от атмосферных осадков и солнечной радиации.

6.9. Хранение сенажа и силоса

Траншеи для сенажа и силоса выполняют вместимостью 400, 500, 800, 1200, 1600 и 2400 т, но их заполнение за 3...4 дня затруднительно, так как требуется большое число транспортных средств, что особенно усугубляется при значительном (10...20 км) удалении полей с силосуемыми культурами от мест закладки сенажа или силоса. Ширина траншеи равна 9...10 м, высота стен 2,0...2,5 м, а длину траншеи выбирают по требуемой вместимости, исходя из продолжительности ее заполнения за 3...4 суток.

7. ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

7.1. Номинальная пропускная способность

Массу (m , кг) продукта, убранного с заданными технологическими свойствами и требуемым качеством за единицу основного времени (t , с) принято называть номинальной пропускной способностью ($q_{он}$) машины, т.е.

$$q_{он} = \frac{m}{t}. \quad (1)$$

При отклонении свойств убираемого продукта от заданных показателей и при снижении качественных показателей уборки урожая пользуются понятием действительной пропускной способности (q_o), которую находят из выражения

$$q_o = \sigma q_{он}, \quad (2)$$

где σ – коэффициент использования номинальной пропускной способности.

7.2. Производительность кормоуборочных машин

Массу (m , т) убранный продукт за единицу времени (1 ч) называют производительностью машин. Различают номинальную $Q_{он}$ и действительную (сменную) Q_c производительности. Их выражают следующими зависимостями:

$$Q_{он} = 3,6\sigma q_{он}, \quad (3)$$

$$Q_c = 3,6\sigma q_{он}\tau_{см}, \quad (3')$$

где 3,6 – коэффициент перевода килограмм в секунду (кг/с) в тонны в час (т/ч), $\tau_{см}$ – коэффициент использования основного времени смены, т.е. отношение продолжительности основного времени к общей продолжительности работы.

Коэффициент $\tau_{см}$ принимают тем меньше, чем сложнее машины. При расчете следует исходить из следующих величин $\tau_{см}$: 0,65...0,70 – комбайны кормоуборочные, пресс-подборщики; 0,85...0,90 – косилки, грабли-ворошилки; 0,70...0,75 – комбайны зерноуборочные; 0,75...0,80 – измельчители, прицепы-стогометатели.

Ниже приведены зависимости для расчета пропускной способности и производительности кормоуборочных машин.

Для косилок с сегментно-пальцевым аппаратом нормального резания с одинарным пробегом ножа пропускную способность выражают формулой

$$q = \sigma q_{он} = \sigma BvA, \quad (4)$$

где σ – коэффициент использования номинальной пропускной способности ($\sigma = 0,85...0,90$); B – ширина захвата косилки, м; v – рабочая скорость движения агрегата, м/с; A – урожайность убираемой культуры, кг/м².

Скорость v определяем, используя условие среза растений одним лезвием с площади нагрузки

$$\delta l_p \geq \gamma f_n, \quad (5)$$

где δ – число растений, срезаемых в пределах 1 см рабочей длины l_p лезвия сегмента; γ – число растений на 1 см² площади поля; f_n – площадь нагрузки, т.е. площадь поля, растения с которой срезаются сегментом у одного пальца.

При расчете принимают: для естественных трав $\delta = 8$ стеблей на 1 см рабочей длины l_p сегмента (ст/см), для сеяных – 5...6 ст/см, длину $l_p = 0,06$ м, число $\gamma = 0,6$ ст/см².

Площадь нагрузки для аппарата с параметрами $t = t_0 = S = 7,62$ см определяем из выражения

$$f_n = \frac{vS}{2n}, \quad (6)$$

где n – частота двойных ходов ножа ($n = 10...17$ с⁻¹).

Исходя из выражений (5) и (6), имеем

$$v \leq \frac{2nl_p\delta}{\gamma S}. \quad (7)$$

В косилках с ротационно-дисковым аппаратом допустимую скорость движения агрегата находим из условия, при котором режущий аппарат не забивается и нож не проходит повторно большую площадь срезанного поля:

$$v \leq Z_n l_p n, \quad (8)$$

где Z_n – число ножей на диске; l_p – рабочая длина ножа, м; n – частота вращения диска, с⁻¹.

При расчете скорости движения роторных косилок принять: $Z_n = 1$, $l_p = 0,13$ м, $n = 2000$ мин⁻¹.

Номинальная производительность косилок (в тоннах за 1 ч основного времени работы):

$$Q_{он} = 3,6\sigma V \cup A, \quad (9)$$

сменная производительность:

$$Q_c = 3,6\sigma V \cup A \tau_{см}. \quad (10)$$

Поперечными граблями качественно (потери 2%) сгребают подвяленную траву массой около 7 т/га при влажности $W = 55\%$, формируя валок массой 4,5 кг (при влажности $W = 20\%$) на 1 м длины валка шириной 1,4 м при скорости $v = 2,5$ м/с.

Для колесно-пальцевых граблей указанные требования соответствуют скорости $v = 1,6$ м/с, а для роторных $v = 3,3$ м/с.

При более высоких скоростях увеличивается ширина валков, возрастает неравномерность массы в валке, повышаются потери травы и возможность загрязнения корма.

В табл. 1 указана номинальная пропускная способность граблей, отнесенная к одному метру ширины их захвата при работе на сгребании.

Таблица 1

Номинальная пропускная способность граблей

Тип граблей	Влажность растительной массы, %	
	20	55
	Номинальная пропускная способность на 1 м ширины захвата $q_{он}$, кг/с·м	
Поперечные	1,0	1,8
Колесно-пальцевые	0,6	1,1
Роторные	1,3	2,3

При ворошении травы роторными граблями величина пропускной способности в сравнении со сгребанием уменьшается на 25...30%, а колесно-пальцевыми – на 30...40%. При расчете пропускной способности граблей $\sigma=0,87...0,92$.

Пресс-подборщики формируют тюки или рулоны, подавая массу в загрузочное окно прессовальной камеры. Для тюковых пресс-подборщиков номинальная пропускная способность $q_{он}$ пропорциональна числу ходов n поршня, плотности массы ρ в тюке, ширине b , высоте h загрузочного окна и длине l прессовальной камеры, т.е.

$$q_{он} = n\rho bhl. \quad (11)$$

Номинальная пропускная способность пресс-подборщиков для малогабаритных тюков (до 40 кг) при потерях массы корма 2 % (при влажности $W = 20$ %)

составляет 8 кг/с при плотности $\rho \leq 200 \text{ кг/м}^3$, а для крупногабаритных тюков (до 500 кг) $q_{\text{он}} = 10 \text{ кг/с}$ при $\rho \leq 150 \text{ кг/м}^3$.

Для рулонных пресс-подборщиков при массе рулона до 500 кг и плотности до 200 кг/м^3 номинальная пропускная способность $q_{\text{он}} = 7,5 \text{ кг/с}$. При расчете пропускной способности пресс-подборщиков $\sigma = 0,65 \dots 0,70$.

Номинальная пропускная способность кормоуборочных комбайнов с барабанным измельчителем (длина резки 5...150 мм при потерях корма 2 %) зависит от живого сечения горловины питающих валцов и скорости U_M массы, подаваемой валцами, т.е.

$$q_{\text{он}} = hbU_M\rho_M\varepsilon_{\text{ж}}, \quad (12)$$

где h – высота горловины, м; b – ширина горловины, м; ρ_M – плотность массы, спрессованной питающими валцами, кг/м^3 ; $\varepsilon_{\text{ж}}$ – коэффициенты использования живого сечения горловины питающих валцов ($\varepsilon_{\text{ж}} = 0,80 \dots 0,85$). При расчете пропускной способности кормоуборочных комбайнов $\sigma = 0,80 \dots 0,85$.

Погрузчики и транспортировщики корма собирают на поле копны, рулоны, тюки травы, сена и соломы и подают их в транспортные средства, в скирды и установки активного вентилирования, в полиэтиленовые емкости и др. Применяют фронтальные погрузчики, навешиваемые на тракторы. Для приема измельченной массы кормовых культур и транспортирования ее от кормоуборочных комбайнов применяют полуприцепы, а также прицепы-емкости. Наряду с основными их оборудуют и надставными бортами.

Скорость движения трактора с прицепами и полуприцепами, заполненными грузом, при расчете принять 18 км/ч, а без груза – 25 км/ч.

Наряду с тракторами при плече подвоза более 7 км корма транспортируют автомобилями-самосвалами. Объем кузовов автомобилей (с надставленными бортами) составляет $9,0 \dots 14 \text{ м}^3$, при этом отношение эксплуатационной массы автомобиля к массе перевозимого груза равно $1,0 \dots 1,1$.

На установках для активного вентилирования сена досушивают не измельченную, измельченную и спрессованную в тюки растительную массу с влажности $W_1 = 30 \dots 45\%$ до $W = 18\%$.

Номинальная пропускная способность зависит от числа вентиляторов. Для установок УВС-16А-1 с одним вентилятором (индекс 1) ее величина составляет 150...170 кг/с, с двумя вентиляторами (индекс 2) – $q_{\text{он}} = 300$ кг/с, а с тремя (индекс 3) – $q_{\text{он}} = 500$ кг/с.

8. РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ

8.1. Общие положения

Сравнительную оценку эффективности внедрения в сельскохозяйственное производство прогрессивных процессов и машин проводят по приведенным затратам, рентабельности, прибыли и другим показателям. Исчисляют их, как правило, в денежном выражении.

В настоящее время в мировой практике затраты энергии на производство продукции и ее энергоемкость оценивают в показателях работы: в джоулях (1 Дж = 1 Н·м) или в мегаджоулях (1 МДж = 10^6 Дж).

8.2. Соотношения единиц энергии

В литературных источниках энергию выражают в различных физических единицах (киловатт-час, лошадиная сила-час, калория и др.). Единицей работы в СИ является 1 джоуль (1 Дж).

Для облегчения дальнейших расчетов ниже приводятся соотношения следующих единиц энергии:

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 10^3 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 10^3 \text{ Вт} \times 3600 \text{ с} = (10^3 \text{ Нм/с}) \times 3600 \text{ с} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 3,6 \text{ МДж};$$

$$1 \text{ л.с.} = 0,736 \text{ кВт}; 1 \text{ л.с.} \cdot \text{ч} = 0,736 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \times 3,6 \text{ МДж} = 2,65 \text{ МДж};$$

$$1 \text{ кал} = 4,19 \text{ Дж}; 1 \text{ ккал} = 4,19 \text{ кДж} = 4,19 \cdot 10^{-3} \text{ МДж};$$

$$1 \text{ кг у. т.}^* = 7000 \text{ ккал}; 1 \text{ кг у.т.} = 7000 \text{ ккал} \times 419 \cdot 10^{-3} \text{ МДж/ккал} = 29,33 \text{ МДж};$$

$$1 \text{ кг д.т.}^{**} \approx 1,45 \text{ кг у. т.} \times 29,33 \text{ МДж/кг у. т.} \approx 42,5 \text{ МДж};$$

$$1 \text{ кг а. б.}^{***} \approx 1,50 \text{ кг у. т.} \times 29,33 \text{ МДж/кг у. т.} \approx 43,9 \text{ МДж};$$

$$1 \text{ м}^3 \text{ газа} \approx 7500 \dots 8900 \text{ ккал} \approx (7500 \dots 8900) \text{ ккал} \times 4,19 \text{ МДж/ккал} = 31,4 \dots 37,9 \text{ МДж}.$$

*у.т. – условное топливо (уголь антрацит) с низшей теплотой сгорания, равной 7000 ккал/кг;

**д.т. – дизельное топливо;
 ***а.б. – автомобильный бензин.

8.3. Энергосодержание кормов

Зерно, корма и другие продукты накапливают в себе определенное количество энергии, которая зависит как от массы продукта, так и от его качества.

8.4. Затраты энергии на уборку и транспортирование урожая

Механизированные процессы оценивают по общим (совокупным) энергозатратам E , отнесенным к единице обработанной площади (МДж/га) или к единице массы полученной продукции (МДж/т).

Таблица 2

Содержание энергии и коэффициент перевода продукции в сухое вещество

Культура	Коэффициент перевода продукции в сухое вещество R_i	Содержание общей энергии в 1 кг сухого вещества I , МДж	Содержание общей энергии в 1 кг урожая $R_i I$, МДж
Пшеница озимая, зерно	0,86	19,13	16,45
Пшеница яровая мягкая, зерно	0,86	19,31	16,61
Пшеница яровая твёрдая, зерно	0,86	19,49	16,76
Рожь, зерно	0,86	19,49	16,76
Ячмень, зерно	0,86	19,13	16,45
Овёс, зерно	0,86	18,80	16,17
Просо, зерно	0,86	19,38	16,67
Рис, зерно	0,86	18,59	15,99
Горох, зерно	0,86	20,57	17,69
Кукуруза, зерно	0,86	17,60	15,14
Кукуруза, зелёная масса	0,25	16,39	4,10
Лён-долгунец, волокно	0,89	20,24	18,01
Лён-долгунец, семена	0,89	23,50	20,68
Подсолнечник, семена	0,92	19,38	17,83
Подсолнечник, зелёная масса	0,25	16,80	4,20
Соя, зерно	0,88	20,57	18,10
Картофель	0,20	18,29	3,66
Овощные	0,10	14,36	1,44
Многолетние травы, сено	0,20	18,91	3,78
Люцерна, сено	0,25	21,83	5,46
Однолетние травы, сено	0,20	16,39	3,28
Лугопастбищные травы, сено	0,20	16,19	3,24

Совокупные затраты выражают суммой составляющих:

$$E = E_p + E_o + E_{ж} + E_m + E_{пр}, \quad (1)$$

где E_p – энергозатраты на рабочий процесс машин; E_o – овеществленные затраты энергии на использование консервантов, удобрений, химикатов, воды и пр.; $E_{ж}$ – энергозатраты живого труда трактористов, водителей автотранспорта, комбайнеров и дополнительных рабочих; E_m – энергия, затрачиваемая на производство и обслуживание машин и оборудования; $E_{пр}$ – затраты энергии на использование жилых, производственных и подсобных помещений, траншей.

По энергозатратами сравнивают агрегаты, машины или их модификации. При выполнении проектных работ по величине E оценивают эффективность проектируемых процессов (машин и агрегатов), сравнивая их с аналогами.

8.5. Затраты энергии на рабочий процесс

Энергию E_p находят по сумме затрат энергии на перекачивание мобильных агрегатов, самоходных комбайнов, автомобилей и других машин E_k , энергии на холостой ход E_{xx} и энергии на технологический процесс $E_{тп}$:

$$E_p = E_k + E_{xx} + E_{тп}. \quad (2)$$

Энергозатраты на перекачивание машин E_k равны произведению силы (P_k или P'_k), необходимой для перекачивания машин, и пути (l_1 или l_2):

$$E_k = P_k l_1 \text{ или } E'_k = P'_k l_2, \quad (3)$$

где l_1 – путь, проходимый машиной при обработке 1га площади поля; l_2 – путь передвижения машин при уборке 1 т урожая или внесении удобрений, химикатов, семян и др.

Так как $l_1 = 10000/B$, а $l_2 = 10000/BA$ (здесь B – ширина захвата машины, м), то:

$$E_k = \frac{10000P_k}{B} \text{ или } E'_k = \frac{10000P'_k}{BA}. \quad (4)$$

Если сопротивление перекачиванию агрегата $P_k = f_{п} g m_a$, то с учетом эффективного КПД двигателя $\eta_э$, КПД передачи энергии от мотора к движителям $\eta_т$ и коэффициента $\eta_б$, учитывающего буксование, получим следующие выражения:

$$E_k = \frac{f_{п} g (m_a + m_o)(1 + \gamma)}{\eta_э \eta_т (1 - \eta_б) B} \quad (34)$$

или

$$E'_k = \frac{f_{\text{п}} g(m_a + m_o)(1 + \gamma)}{\eta_o \eta_r (1 - \eta_o) BA}, \quad (5)$$

где $f_{\text{п}}$ – коэффициент сопротивления перекачиванию машин и агрегатов; m_a – масса агрегата, равная сумме масс трактора и машины; m_o – масса семян, удобрений, химикатов, зерна и др., транспортируемых в машине; γ – коэффициент, учитывающий долю холостых проходов агрегатов ($\gamma = 0,04 \dots 0,25$).

Массу m_o определим по формуле

$$m_o \approx 0,5 \varepsilon_o \rho_o V_o, \quad (6)$$

где ε_o – коэффициент, учитывающий заполнение бункеров ($\varepsilon_o \approx 0,90 \dots 0,95$); ρ_o – плотность объектов, кг/м³; V_o – вместимость бункеров зерна, овощей, кормов, зерновых и туковых ящиков, м³.

Величина коэффициента сопротивления перекачиванию $f_{\text{п}}$ зависит от состояния поля, типа почвы, ее влажности и других факторов. В табл. 3 даны усредненные значения коэффициента $f_{\text{п}}$. Величина коэффициента $f_{\text{п}}$ тем больше, чем влажнее почва. На уплотненных и асфальтовых покрытиях $f_{\text{п}} \approx 0,03 \dots 0,06$.

Таблица 3

Коэффициент сопротивления перекачиванию машин на пневматических шинах

Состояние поля	Коэффициент $f_{\text{п}}$
Свежевспаханное	0,25...0,35
Паровое	0,15...0,20
Культивированное	0,17...0,22
Стерневое	0,10...0,18

Эффективный КПД дизельных двигателей – $\eta_o = 0,32 \dots 0,36$, а карбюраторных – $\eta_o = 0,25 \dots 0,28$; КПД механической передачи энергии от мотора на движители – $\eta_r = 0,65 \dots 0,85$, гидромеханической – $\eta_r = 0,67 \dots 0,71$. Коэффициент, учитывающий буксование тракторов, – $\eta_o = 0,07 \dots 0,15$, самоходных комбайнов – $\eta_o = 0,04 \dots 0,06$. Большие значения коэффициента η_o соответствуют работе машин на увлажненных суглинистых почвах и на вспаханном поле.

Энергозатраты E_k при транспортировании груза массой m_r автомобилями выразим зависимостью

$$E_k = \frac{f_n g(m_a + m_o) 2L(1 + \gamma)}{\eta_3 \eta_T (1 - \eta_6) m_r}, \quad (7)$$

где L – плечо подвоза.

Энергозатраты на холостой ход рабочих органов машин E_{xx} учитывают для агрегатов с приводом рабочих органов от вала отбора мощности (ВОМ) тракторов, а также для самоходных комбайнов, сушилок, зерноочистительных и других машин.

Выразим E_{xx} линейной зависимостью от ширины захвата B машины и от номинальной пропускной способности $q_{он}$:

$$E_{xx} = \frac{3,6N_{xx} q_{он}}{\eta_3 Q} \quad \text{или} \quad E_{xx} = \frac{3,6N_{xx} B}{\eta_3 W} \quad (8)$$

где N_{xx} – удельная мощность, требуемая на холостой ход рабочих органов, кВт·(кг/с)⁻¹ или кВт/м; W – производительность агрегата, га/ч, для Q – т/ч.

Затраты на технологический процесс $E_{тп}$ выразим в зависимости от удельной мощности $N_{тп}$, необходимой на взаимодействие рабочих органов машин с объектом обработки (переработки):

$$E_{тп} = \frac{3,6N_{тп} q_{он}}{\eta_3 Q} \quad \text{или} \quad E_{тп} = \frac{3,6N_{тп} B}{\eta_3 W}, \quad (9)$$

где Q – производительность агрегата, т/ч; $N_{тп}$ – мощность, необходимая на технологический процесс, кВт·(кг/с)⁻¹ или кВт/м.

Значения удельной мощности холостого хода и технологического процесса рабочих машин можно найти в приложении 1 и справочной литературе.

Удельная мощность N_{xx} холостого хода рабочих органов зерноуборочных комбайнов, отнесенная к единице номинальной пропускной способности, составляет 2,7...2,8 кВт (кг/с)⁻¹. Мощность $N_{тп}$, необходимая на технологический процесс зерноуборочного комбайна, составляет: для барабанно-дековых комбайнов 5,8...7,3 кВт (кг/с)⁻¹, для аксиально-роторных комбайнов 6,6...7,6 кВт (кг/с)⁻¹. Для комбайнов с двухбарабанным молотильно-сепарирующим устройством (МСУ) величина $N_{тп}$ на 15...17% выше, чем у однобарабанных комбайнов.

8.6. Овеществленные энергетические затраты

К овеществленным затратам E_o относят зерно, корма, консерванты, удобрения, ядохимикаты и другие добавки. Энергию E_o , овеществленную в них, включают в энергозатраты на процессы обработки, уборки и хранения сельскохозяйственных культур.

Величину этой энергии выразим формулой

$$E_o = \alpha_o m_o, \quad (10)$$

где α_o – энергетический эквивалент внесенных веществ, МДж/т; m_o – норма внесения веществ, т/га.

Энергетические эквиваленты веществ α_o , применяемых для консервирования кормов, составляют примерно 14 МДж/кг при $m_o = 0,25 \dots 0,35\%$ от массы корма.

8.7. Энергозатраты живого труда

Рабочие, выполняющие механизированные процессы, затрачивают энергию. Величину этой энергии $E_{ж}$ следует определять по выражению

$$E_{ж} = \frac{(\alpha_{ж1} \cdot n_o + \alpha_{ж2} n_b)}{Q \tau_{см}}, \quad (11)$$

где $\alpha_{ж1}$ и $\alpha_{ж2}$ – энергетические эквиваленты затрат живого труда, соответственно основными (трактористы, комбайнеры, водители автомобилей) и вспомогательными (грузчики, сеяльщики, прицепщики) исполнителями, МДж/(чел.-ч); Q – производительность агрегата в гектарах или тоннах на единицу основного времени; n_o и n_b – количество основных и вспомогательных исполнителей, чел.; $\tau_{см}$ – коэффициент использования рабочего времени смены.

По нормам ФАО (Продовольственная сельскохозяйственная организация ООН) $\alpha_{ж1} = 1,26$ МДж/(чел.-ч) и $\alpha_{ж2} = 1,09$ МДж/(чел.-ч).

Более легкую работу, чем указанная для n_b , оценивают энергетическим эквивалентом $\alpha_{ж} = 0,6 \dots 0,9$ МДж/(чел.-ч), а более тяжелую в сравнении с n_o – $\alpha_{ж} = 1,86 \dots 2,50$ МДж/(чел.-ч).

8.8. Затраты энергии на производство и обслуживание машин и оборудования

Комбайны, тракторы, рабочие машины и другие средства как совокупность многих видов затрат включают в себя энергию (энергоёмкость), затраченную на их производство, ремонт и техническое обслуживание. Часть этой энергии переносится в совокупные энергозатраты, величину которых выражают зависимостью:

$$E_{.м} = \frac{\alpha_{т} m_{т}}{T_{т} Q \tau_{см}} (a_{ат} + a_{рт}) + \frac{\alpha_{м} m_{м}}{T_{м} Q \tau_{см}} (a_{ам} + a_{рм}), \quad (12)$$

где $\alpha_{т}$, $\alpha_{м}$ – энергетический эквивалент, определяющий затраты энергии на производство 1 кг массы трактора и рабочей машины, МДж/кг; $m_{т}$, $m_{м}$ – конструктивная масса трактора и рабочей машины, кг; $a_{ат}$, $a_{ам}$ – доли отчислений на амортизацию трактора и рабочей машины; $a_{рт}$, $a_{рм}$ – доли отчислений на текущий ремонт и обслуживание трактора и рабочей машины; $T_{т}$, $T_{м}$ – норматив годовой загрузки трактора и рабочей машины, ч.

Для тракторов, самоходных шасси, автомобилей и самоходных комбайнов энергетический эквивалент принимают равным $\alpha_{м} = 120$ МДж/кг, а для прицепных и навесных машин $\alpha_{м} = 104$ МДж/кг.

Энергозатраты автомобилей E_a при перевозке грузов массой $m_{г}$ на расстояние L найдем по формуле

$$E_a = \frac{\alpha_a m_a}{m_{г} \tau_{см}} (a_a + a_p) 2L. \quad (13)$$

Нормы отчислений автомобилей грузоподъемностью свыше 2 т составляют: $a_a = 3 \cdot 10^{-6}$ км⁻¹, $a_p = 2 \cdot 10^{-6}$ км⁻¹.

8.9. Энергозатраты на использование помещений

Энергоёмкость складов, хранилищ, траншей и других помещений $E_{п}$, отнесенная к 1 т обрабатываемого материала, находится по формуле

$$E_{п} = \frac{\alpha_{п} S_{п} a_a}{T Q_{п}} t, \quad (14)$$

где $\alpha_{\text{п}}$ – энергетический эквивалент, МДж/м²; $S_{\text{п}}$ – площадь помещения, м²; $a_{\text{а}}$ – годовая доля амортизационных отчислений (при расчете принять $a_{\text{а}} = 0,052$); t – продолжительность использования помещений в течение года, ч; T – количество часов в году (8760 ч); $Q_{\text{п}}$ – вместимость помещения, т.

Энергетический эквивалент для производственных зданий $\alpha_{\text{п}} = 5025$ МДж/м²; траншеи для хранения сенажа – $\alpha_{\text{п}} = 258$ МДж/м², силоса – 177 МДж/м².

При расчете энергоемкости помещения, в котором установлено оборудование для послеуборочной обработки зерна, рекомендуется условно принять, что его площадь ($S_{\text{п}}$) равна 3000 м², продолжительность использования помещения (t) равна 400 ч, а вместимость помещения ($Q_{\text{п}}$) соответствует массе убранных урожая.

При расчете вместимости траншей, хранилищ и складских помещений необходимо учитывать коэффициент их заполнения.

8.10. Показатели сравнительной оценки энергозатрат

Затраты энергии на выполнение производственных процессов и работу устройств, машин и агрегатов оценивают коэффициентами энергетических затрат $\eta_{\text{эз}}$.

Коэффициенты энергетических затрат находим по соотношению

$$\eta_{\text{эз}} = E/E_{\text{б}}, \quad (15)$$

где E и $E_{\text{б}}$ – энергия на предлагаемый и базовый процессы, агрегаты, машины соответственно.

Энергии E и $E_{\text{б}}$ выражают в мегаджоулях на единицу полученной продукции. Сравнение проводят по полным энергозатратам и по их составляющим, обосновывая при этом возможное направление снижения коэффициента $\eta_{\text{эз}}$.

Уровень интенсификации в процентах рассчитываем по выражению

$$\delta = (1 - \eta_{\text{эз}})100. \quad (16)$$

По значению показателя δ можно судить об эффективности внедрения предлагаемой технологии по сравнению с базовой.

9. Основные направления совершенствования технологий и машин для заготовки кормов

К инновационным разработкам, удостоенным золотых и серебряных медалей международных выставок в России («Агросалон», Москва) и за рубежом («Agritechnica», Ганновер, ФРГ) в последнее время относятся:

1. Автоматическая система Big Baler Automation.

При работе на пресс-подборщике от механизатора требуется высокая концентрация. Он должен постоянно следить за валком впереди, чтобы, с одной стороны, собрать весь урожай и равномерно заполнить прессовальную камеру, а, с другой стороны, не допустить сбоев или даже засоров. Для достижения однородной плотности и веса тюков настройки пресс-подборщика также необходимо постоянно адаптировать к изменяющимся условиям.

Автоматическая система Big Baler Automation от компании CNH Industrial является первой системой, в которой оператор может напрямую установить желаемый вес тюка на тюковом пресс-подборщике. Затем система автоматически, просчитывая шаги вперёд, берёт на себя управление машиной, а также регулирование скорости трактора и настроек пресс-подборщика. Это решающие усовершенствование в направлении развития до полностью автоматизированной работы тюкового пресс-подборщика. Датчик LiDAR (обнаружение света и дальность) используется для оптического измерения валка перед трактором, а датчик IMU определяет ускорение и ориентацию трактора.

Для ещё большей точности обрабатывается информация от GPS-датчика трактора. Трактор полностью автоматически перемещается по валку, а скорость автоматически регулируется в соответствии с условиями валка. На основании записанных данных вес тюка постоянно рассчитывается заранее, чтобы таким образом регулировать настройку давления прессования, а также через скорость движения и толщину слоя для отдельных проходов поршня. В результате даже при изменении условий уборки урожая и урожайности мощности пресс-

подборщика постоянно высоко загружены и всегда достигается один и тот же предварительно установленный вес тюка.

Автоматическая система Big Baler Automation от CNH Industrial снижает нагрузку на механизатора в долгие часы уборки урожая и помогает выполнять прессование с высокой производительностью даже в пыльные дни и в темноте. Равномерный вес тюка облегчает планирование последующей логистики. Хотя многие отдельные аспекты системы были уже известны или даже получили награды, Big Baler Automation выделяется как целостное решение с большими практическими преимуществами.

2. Интеллектуальная автоматическая система Krone ExactUnload.

Транспортные работы в долгие часы уборки утомительны и требуют постоянного внимания независимо от того, какие выполняются операции: погрузка в поле, транспортировка по дороге или разгрузка на ферме. Механизатору особенно сложно, если требуется обеспечение как можно большей площади при выгрузке кормовой культуры в силосохранилище. Это важно для быстрого распределения и оптимального уплотнения массы с целью достижения наилучшего результата силосования.

В устройстве Krone ExactUnload разгрузка нового конвейерного прицепа GX с движущейся назад фронтальной стенкой отрегулирована таким образом, что транспортируемая масса равномерно распределяется по всей заданной заранее длине. При этом не имеет значения, с какой скоростью движется агрегат в заданном скоростном интервале (до 3,5 км/ч). Даже неопытным механизаторам удаётся достичь при этом хорошего распределения и уплотнения массы, что сокращает работы по перераспределению и утрамбовке. Это способствует равномерному уплотнению и высокому качеству силоса. Кроме того, экономятся горючее и время, силосуемая масса меньше ворошится из-за пробуксовки распределяющих машин и высвобождаются мощности для необходимого уплотнения.

Система разгрузки Krone ExactUnload является серьёзным усовершенствованием, которое не только обеспечивает оператору техники оптимальный

комфорт и облегчение труда, но и помогает благодаря снижению нагрузки на механизатора в долгие уборочные дни избежать ошибок управления и, тем самым, аварий.

3. Система регулировки настроек шнековых жаток CEMOS AUTO HEADER.

Шнековые жатки на зерноуборочных комбайнах с варьируемой длиной стола часто используются неправильно. С одной стороны, положение мотовила не адаптировано к плотности стеблестоя, а с другой стороны, поток массы неравномерен, поскольку длина стола жатки не отрегулирована по длине растений. Зачастую работники даже забывают установить соответствующую длину режущего стола после транспортировки жатки. Результатом являются чрезмерные потери на подаче и снижение производительности обмолота из-за неравномерного потока растительной массы. Кроме того, контроллеры настроек не могут целенаправленно оптимизировать настройки машины, если ошибка настройки есть уже на стадии среза.

Для решения этих проблем компания CLAAS разработала первое устройство регулировки настроек CEMOS AUTO HEADER для шнековых жаток. Лазерный сканер непрерывно регистрирует высоту растений. После того, как оператор указал целевую глубину погружения мотовила в стеблестой и заданное горизонтальное положение, они автоматически регулируются в случае изменения высоты растений. Система распознаёт технологические колеи, а также конец поля и направляет любые пучки колосьев, которые могут упасть с жатки, на подающий шнек. Длина режущего стола устанавливается в зависимости от вибрации датчика толщины слоя для регулятора пропускной способности в канале подачи. Чем равномернее поток растительной массы, тем ниже вибрации датчика.

Система регулировки настроек снижает нагрузку на комбайнера и создает условия для максимизации производительности благодаря автоматическим настройкам. Таким образом, она является ещё одной ступенью на пути автоматизации уборки обмолачиваемых культур.

4. Система распределения измельчённых пожнивных остатков за комбайном OptiSpread Automation System.

Равномерное поперечное распределение измельчённых пожнивных остатков зерноуборочными комбайнами является основным требованием для точного земледелия, особенно при минимальной обработке почвы. Однако регулировка мощности известных разбрасывателей на комбайнах с большой шириной захвата производится вручную. Или же распределение измельчённого материала измеряется косвенно. При ручной настройке пыль часто мешает прямой видимости из зеркала заднего вида или камеры на картину распределения пожнивных остатков. Кроме того, водителю требуется переключать распределительную технику при каждом повороте. В противном случае возможно удвоение количества соломы или оставление части площади без соломенного покрытия. Также вероятно появление проблем с потоком растительной массы при следующем прохождении комбайна.

С целью устранения этих неудобств компания NEW HOLLAND разработала первую систему распределения измельчённых пожнивных остатков с технологией прямого измерения – OptiSpread Automation. Двухмерные радарные датчики, прикреплённые к обеим сторонам комбайна, измеряют скорость и дальность выброса измельчённого материала. Датчики регистрируют всю дальность выброса и, следовательно, картину распределения. Если картина распределения больше не соответствует номинальной схеме распределения по всей рабочей ширине, скорость нагнетателя с гидравлическим приводом увеличивается или уменьшается соответственно с обеих сторон до тех пор, пока картина распределения снова не будет соответствовать номинальной. Технология определяет неравномерное распределение измельченного материала даже при попутном или встречном ветре, а также позволяет создать карту распределения.

OptiSpread – это слагаемое успеха точного земледелия, которое в качестве этапа автоматизации облегчает работу комбайнёра.

5. Система CEMOS AUTOMATIC

Золотую медаль на конкурсе инновационной техники «Агросалон 2020» компании CLAAS принесла система CEMOS AUTOMATIC, использующая искусственный интеллект для настройки зерноуборочного комбайна при работе на всех зерновых культурах с целью достижения высоких результатов и оптимальной производительности при любых условиях уборки.

CEMOS AUTOMATIC самостоятельно находит нужные настройки для каждого поля. Система помогает механизатору оптимизировать под меняющиеся условия уборки такие настройки машины, как частота вращения молотильного барабана, ротора и вентилятора, зазор деки, степень открытия верхнего и нижнего решёт и т.д.

С целью достижения таких агрономических целей, как качество зерна, качество обмолота, чистота, качество соломы и производительность, самообучающаяся система CEMOS AUTOMATIC проверяет датчики, настройки и оптимизирует комбайн во время работы до технических пределов производительности.

Таким образом инновация позволяет: значительно облегчить работу механизаторов, увеличить производительность, достичь высочайшей чистоты зерна, повысить эффективность использования топлива, снизить затраты и трудоёмкость работы, избежать сбоев из-за неправильных настроек.

6. Система «Ночное видение» от компании Ростсельмаш

Комбайновый завод «Ростсельмаш» награждён золотой медалью конкурса «Агросалон 2020» за разработку системы ночного видения инфракрасного спектра, позволяющей безопасно увеличивать рабочую скорость и значительно повышать производительность. Параметры новинки значительно превосходят существующие аналоги.

Использование системы «Ночное видение» позволяет оператору вести работу в ночное время и определять препятствия на расстоянии до 1500 м, при этом скорость движения может быть увеличена на 50%, а производительность – до 30%.

Система состоит из специальной видеокамеры, контроллера обработки видео и монитора, отображающего изображение. Уникальный алгоритм обрабатывает видео и устраняет эффект засветки. В качестве инфракрасного осветителя выступают стандартные осветительные приборы опрыскивателя, трактора или комбайна.

В отличие от тепловизионной технологии оператор может видеть все объекты в поле и на дороге. Основная камера системы может быть установлена внутри кабины, что гарантирует чистоту её объектива. Камера отлично видит сквозь лобовое стекло, в отличие от болометра.

7. Ленточный валкообразователь MERGE MAXX 950.

Отличительной особенностью этой машины, отмеченной серебряной медалью на «Агросалоне 2020», является способность деликатно укладывать различные типы трав, сохраняя их высокую питательную ценность. Два независимо работающих подборщика обеспечивают рабочую ширину 7,50 м при формировании бокового валка и 9,50 м при центральной укладке.

Ленточный валкообразователь MERGE MAXX 950 – идеальная машина для хозяйств, которые убирают большие площади и нуждаются в эффективных и хорошо организованных уборочных цепочках. Благодаря изменяемой ширине захвата до 9,50 м этот валкообразователь может собирать до 20 или даже 30 м кормовой массы. Кроме того, формирование равномерных однородных валков позволяет достичь увеличения скорости кормоуборочного комбайна до 3 км/ч.

Корма не сгребаются по поверхности, а подбираются непосредственно с места среза. Преимущества такого подхода – уменьшение потерь из-за обсыпания листьев и значительное сокращение засорённости почвой и камнями. После перемещения массы по конвейеру сформированный валок может быть снова подобран для получения большего финального валка. Это эффективный способ оптимизации работы крупной кормоуборочной техники. Чем короче валок, тем эффективнее эксплуатация больших кормоуборочных комбайнов.

8. Мобильный заготовщик пеллет (гранул) Premos 5000

Мобильный заготовщик пеллет (гранул) Premos 5000 принес компании Krone «серебро» на конкурсе «Агросалон 2020».

Premos 5000 способен производить пеллеты из стебельчатых культур непосредственно из валка в поле. Затем пеллеты можно перегружать по транспортёру на транспортное средство и выполнять поставку конечному потребителю.

Машина работает очень эффективно: для производства пеллет в поле требуется в два раза меньше энергии по сравнению с существующими сегодня стационарными технологиями гранулирования. К тому же, благодаря принципу заготовщика (пеллеты сразу с поля) серьёзно снижаются расходы на логистику, так как становится ненужной затратная технологическая цепочка (прессование тюков, перегрузка, транспортировка, выгрузка, складирование, гранулирование).

Кроме того, Premos 5000 может использоваться вне сезона уборки урожая, если опционально заказать разрыхлитель тюков: так машина сможет работать круглый год в стационарном режиме.

Ёмкость бункера машины составляет 5000 кг (до 9 куб. м). Производительность – 5000 кг/час.

Пеллеты, созданные с помощью Premos 5000, способны храниться более трёх лет в ангарах при умеренном уровне влажности воздуха, причём без существенных потерь качества. Они применяются, например, в качестве корма или подстилки в животноводческих хозяйствах, а также могут использоваться как топливо для отопительных систем.

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются и для чего применяются методы предпосевной обработки семян: сортировка, калибровка, гидрофобизация, инкрустация, дражирование и макрокапсулирование?
2. Какие агротехнические требования предъявляют к машинам для заготовки различного вида сена?
3. Назовите комплекс машин для заготовки рассыпчатого сена?
4. В чем заключаются основные конструкторские отличия режущих аппаратов?
5. Назовите назначение пресс-подборщиков и их типы в зависимости от конструкции камеры прессования и форме образуемой кипы (тюка)?
6. Как различают кормоуборочные комбайны в зависимости от типа применяемых адаптеров для сбора растительной массы и выполняемого технологического процесса?
7. Укажите особенности приготовления сенажа и силоса?
8. Назовите основные технологии заготовки витаминных кормов?
9. Какие установки применяются для гранулирования и брикетирования кормов?
10. Назовите основные направления совершенствования машин для заготовки кормов?

Краткий словарь–гlossарий

Агрolandшафт - природно-территориальный комплекс, естественная растительность которого на подавляющей его части заменена агроценозами.

Гон – длинная часть поля, вдоль которой совершается один проход сельскохозяйственного, машинно–тракторного агрегата.

Жатка – навесное оборудование (часть косилки или комбайна), предназначенная для скашивания сельскохозяйственных культур, подачи их в молотильный (зерноуборочного комбайна) или измельчающий (кормоуборочного комбайна) аппарат или укладывающая на поле в валки.

Комбайн (*combine* – соединение) – машинный агрегат (сложная машина), предназначенный для выполнения нескольких разных технологических операций, входящих в единый технологический процесс, например процесс уборки сельскохозяйственных культур (зерноуборочный, кормоуборочный, картофелеуборочный, ягодоуборочный свеклоуборочный, льноуборочный и другие комбайны).

Комбинированные машины и агрегаты – системы, позволяющие за один проход выполнять несколько операций: предпосевную обработку почвы, посев, внесение удобрений и пестицидов, прикатывание, применение которых дает возможность экономить топливо, сокращать трудовые затраты и снижать себестоимость сельскохозяйственной продукции.

Комплексная механизация – сельскохозяйственные работы производственного процесса, выполняемые машинами.

Контроль качества выполняемой работы – регламентированные технологической картой операции и средства контроля, осуществляемые и применяемые трактористом-машинистом в процессе работы и приемщиком работы (хозяйном, агрономом) в процессе выполнения технологической операции и по ее окончании.

Кормоуборочный комбайн – машина для скашивания сеяных и естественных трав, высокостебельных культур, а также для подбора из валков провяленной травы с одновременным измельчением и погрузкой массы в тракторный прицеп или в кузов рядом идущего транспорта.

Косилка – машина для скашивания сеяных и естественных трав и укладки их на стерню в расстил или в валок.

Навесные машины – сельскохозяйственные машины (и орудия), навешиваемые на трактор или другое энергетическое средство с помощью навесной системы или жесткого крепления рамы орудия к раме трактора.

Норма выработки – количество продукции или конкретной работы установленного качества, выраженное в установленных единицах (гектарах, тоннах, тонно-километрах и др.), которое должно и при рациональной организации труда может быть выработано исполнителем на данном агрегате и в данных условиях работы за единицу времени (час, смену, рабочий день).

Поворотные полосы – участки поля, оставляемые в каждом конце загона для поворотов и заездов агрегата и заделываемые после обработки основные части загона.

Подкормки – рассев удобрений на растения по всей поверхности участка возделывания, например зерновых озимых культур (внекорневая подкормка), или заделывание удобрений в почву вдоль рядков пропашных культур одновременно с уходом за растениями (корневая подкормка).

Расход топлива – часовой (кг/ч – на рабочем режиме, на холостом ходу, на остановках, на номинальном режиме); сменный (кг/ч); удельный [г/(Втч) – по режимам работы на единицу мощности двигателя, а также кг/(Втч) – по режимам работы на единицу мощности на крюке]; погектарный (кг/га).

Рядковая жатка – уборочная машина для скашивания зерновых культур, семенников трав и сахарной свёклы, формирования скошенной массы в валок и его укладки на поле при раздельной уборке.

Сельскохозяйственная техника – машины, оборудование, приборы, средства автоматизации, участвующие в процессе производства сельскохозяйственной продукции и сырья для промышленности.

Сельскохозяйственные работы (технологические процессы) в растениеводстве – лущение стерни, вспашка, культивация предпосевная, культивация паров с боронованием, боронование весеннее и до всходов, прикатывание почвы предпосевное; посев узкорядный (зерновых), широкорядный (овощных культур, сахарной свеклы, технических культур), посадка (картофеля); прореживание всходов, культивация междурядная (первая, вторая), опрыскивание и опыливание посевов, погрузка, транспортировка и внесение органических удобрений.

Силосоуборочный комбайн – машина, выполняющая в едином технологическом процессе скашивание, измельчение и погрузку в транспортные средства силосных сельскохозяйственных культур.

Сканирование биомассы растений - последовательный анализ заданного участка поля с помощью оптических датчиков

Составление и подготовка агрегатов – подготовка трактора, сцепки и машин; проверка их технического и эргономического состояния, проведения технического обслуживания

ния; регулировка и установка рабочих органов машин в сочетании с колеей трактора; составление агрегата и при необходимости оборудование его дополнительными устройствами (маркерами, следоуказателями, визирными приспособлениями и др.); опробование агрегата на холостом ходу и в работе.

Сцепка – устройство в виде рамы (либо несколько шарнирно соединенных рам на колёсах или без них) предназначенное для составления широкозахватного машинно-тракторного агрегата из нескольких сельскохозяйственных машин.

Техническая эксплуатация МТП – совокупность организационных, технических, технологических и других мероприятий по поддержанию машин в работоспособном, исправном состоянии и предупреждению снижения технической, технологической и метрологической надежности в течение срока эксплуатации.

Технологическая операция: один из основных элементов технологического процесса (наряду с операциями обслуживания, подготовительными, управления и т.д.), характеризующийся неизменностью процесса труда рабочих–исполнителей, а также применяемого оборудования; организационное или технологическое действие, способствующее выполнению всего алгоритма функционирования и нормальному протеканию каждого режима функционирования; в понятие операции входят трансформация энергии, материи, информации, а также весь комплекс отдельных механических, электрических, физико-химических, информационно-управляющих, биологических и других явлений, которые естественно протекают или антропогенно искусственно вызываются в природе и обществе; функция (объект) управления, зависящая от производственной или научной деятельности человека, работы автомата.

Технологические карты – возделывания сельскохозяйственных культур, выполнения конкретных работ – рекомендательно-нормативные документы, необходимые для рациональной организации производства (расчета необходимого парка машин, приборов, инструмента, составления графика работ, определения экономических показателей).

Технология возделывания и уборки сельскохозяйственной культуры – последовательность выполнения основных и вспомогательных технологических процессов (операций) по контролю и подготовке семян, поля, агрегатов, посеву, уходу за посевами, уборке, транспортированию и послеуборочной обработке продукции с операционным контролем технологических операций, порядок которых регламентирован в технологических картах: типовых для зоны, конкретных – для данного хозяйства.

Трава (зеленка) – это свежескошенная или подвяленная трава, специально выращенная для кормления скота в летнее время.

Трактор – самоходная машина на колёсном или гусеничном ходу для приведения в действия прицепленных к ней или навешиваемых на нее технологических (рабочих) машин

и орудий, а также для привода стационарных машин.

Транспортно-производственные процессы - процессы, составляющими операциями которых являются: транспортные, погрузочно-разгрузочные, технологические, выполняемые полевыми сельскохозяйственными машинами и агрегатами либо транспортными средствами, оборудованными устройствами для осуществления технологических операций.

Уборка урожая – наиболее ответственный и напряженный период по срокам и объемам работ в растениеводстве; включает ряд технологических операций, основанных на применении системы машин, позволяющей исключить или существенно сократить затраты ручного труда.

Урожай – продукция, полученная в результате выращивания сельскохозяйственных культур.

Урожайность – урожай сельскохозяйственных культур с единицы площади посева. В одних и тех же условиях урожайность одного сорта бывает больше или меньше, чем другого.

Фитосанитарное состояние растений - состояние экосистем, их компонентов, продукции или партии продукции растительного происхождения на определенной территории в конкретно указанное время по составу и уровню развития вредных организмов.

Фенологические фазы развития растений - онтогенетическое развитие растений, фиксируемое по морфологическим признакам

Электронная карта урожайности (ГОСТ Р 56084-2014) - электронная тематическая карта, содержащая количественные характеристики показателей урожайности и состояния посевов культуры в пределах обследованного пространственного объекта.

Электронная карта биомассы растений (ГОСТ Р 56084-2014) - электронная тематическая карта, содержащая значения нормализованного индекса вегетации сельскохозяйственной культуры в пределах обследованного пространственного объекта.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормализованный относительный индекс растительности (стандартизированный индекс вегетации биомассы) – искусственный безразмерный показатель количества фотосинтетически активной биомассы (плотности растительности), используемый для решения задач количественной оценки растительного покрова:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED}),$$

где **NIR** – отражение в ближней инфракрасной области спектра; **RED** – отражение в красной области спектра.

Библиографический список

1. Альманах инноваций. Сборник передовых решений в сфере сельхозмашиностроения. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». № 1, 2018. -76 с.
2. Балабанов В.И. Актуальная техника. Обзор инновационных разработок / Агротехника и технологии. 2018-2022 г..
3. Балабанов В.И. Полевая стратегия. Внедрение инноваций в координатном земледелии. Агротехника и технологии. – 2016. – №5. – С. 50-53.
4. Балабанов В.И. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие. [Учебное пособие]. / В.И. Балабанов, С.В Железова, Е.В. Березовский, А.И. Беленков, В.В. Егоров. М.: Из-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. - 143 с.
5. Буклагин Д.С., Мишуров Н.П., Балабанов В.И., Зейлигер А.М., Петухов Д.А. Цифровые технологии оценки, планирования и прогнозирования использования земель сельскохозяйственного назначения: аналит. обзор – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 92 с.
6. Гольтяпин В.Я., Мишуров Н.П., Федоренко В.Ф., Балабанов В.И. и др. Инновационные технологии и сельскохозяйственная техника за рубежом: аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 186 с.
7. Кроне-Русь. <https://krone-rus.ru>. Дата обращения: 09.12.2022 г.
8. Механизация растениеводства. Учебник / В. М. Халанский, В. И. Балабанов, В.Э. Буксман и др. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2014. - 524 с.
9. Ростсельмаш. <https://rostselmash.com>. Дата обращения: 09.12.2022 г.
10. Технологии, техника и оборудование для координатного (точного) земледелия: учеб. / В.И. Балабанов, В.Ф. Федоренко и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 240 с.
11. Шульга Е.Ф., Куприянов А.О., Хлюстов В.К., Балабанов В.И., Зейлигер А.М. Управление сельхозпредприятием с использованием космических

средств навигации (ГЛОНАСС) и дистанционного зондирования Земли: Монография/Е.Ф. Шульга, А.О. Куприянов, В.К. Хлюстов, В.И. Балабанов, А.М. Зейлигер. М.: Изда -во РГАУ -МСХА, 2016. – 286 с.

12. Цифровые технологии для обследования состояния земель сельскохозяйственного назначения беспилотными летательными аппаратами / Гольтяпин В.Я., Мишуров Н.П., Федоренко В.Ф., Голубев И.Г., Балабанов В.И., Петухов Д.А. // науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 81 с.

Параметры машин, рекомендуемые для расчета

1. Тракторы

Параметр	Колесные					Гусеничные		
	Тяговый класс							
	0,6	0,9	1,4	3	5	2	3	4
Масса m_m , т	1,9	2,4	3,4	7,5	12,5	4,0	5,9	8,1
Годовая загрузка T , ч	2100	2500	1095	525	850	1065	910	950

2. Косилки

Параметр	Марка				
	КС-Ф-2,1Б	КД-Ф-4,0	КП-Ф-6,0	КПРН-3А	КРН-2,1А
Номинальная пропускная способность q_{OH} , кг/с	3,5	4,9	7,5	6,3	4,6
Мощность (кВт/м): холостого хода N_{XX} технологического процесса $N_{ТП}$	1,6	1,5	1,4	2,5	2,1
	1,4	1,3	1,3	2,8	2,3
Масса m_m , кг	225	640	1160	1450	510
Годовая загрузка T , ч	195	150	105	150	115

3. Грабли

Параметр	Марка			
	ГП-Ф-6	ВЦН-Ф-3	ГВК-6А	ГВР-6Б
Номинальная пропускная способность q_{OH} , кг/с	11	2,6/3,9	4,4/6,6	13,8/9,9
Мощность, кВт/м: холостого хода N_{XX} технологического процесса $N_{ТП}$	–	–	–	0,8/0,9*
	0,61	0,58	0,56	0,7/1,0
Масса m_m , кг	480	420	830	950
Годовая загрузка T , ч	115	105	100	115
* числитель – сгребание; знаменатель – ворошение				

4. Подборщики-полуприцепы

Параметр	Марка		
	ТП-Ф-12	ТП-Ф-25	ТП-Ф-45
Номинальная пропускная способность $q_{он}$, кг/с	3,3	4,2	4,2
Мощность, кВт/м: холостого хода $N_{хх}$ технологического процесса $N_{тп}$	10	10	12
	12	14	16
Масса m_m , кг	2950	3600	4045
Годовая загрузка T , ч	420	420	380

5. Пресс-подборщики

Параметр	Марка			
	ПЛП-Ф-1,6М	ПКТ-Ф-2,0	ПР-Ф-7,5	ПРП-1,6
Номинальная пропускная способность $q_{он}$, кг/с	8	10	7,5	7,5
Мощность (кВт/м): холостого хода $N_{хх}$ технологического процесса $N_{тп}$	8	12	11	8
	14	32	22	16
Масса m_m , кг	2100	6300	2350	1930
Годовая загрузка T , ч	220	225	120	120

6. Кормоуборочные комбайны

Параметры	Марка			
	КСК-100А	КПК-3000	«Марал-125»	КПИ-Ф-2,4А
Номинальная пропускная способность $q_{он}$, кг/с	8/20*	10/25*	8/30*	4,5/9*
Мощность, кВт/м: холостого хода $N_{хх}$ технологического процесса $N_{тп}$	23	26	24	8
	8,8/5,6	8,6/5,8	8,8/5,2	6,5/4,1
Масса m_m , кг	7800**	7760**	7760**	72230**
	8500***	8350***	8350***	2450***
	8700****	8400****	8400****	2700****
Годовая загрузка T , ч	280	280	280	280

* числитель – для трав на сенаж, знаменатель – для силосуемых культур;

** подбор трав; *** скашивание трав; **** скашивание силосуемых культур.

7. Установки вентилирования при досушивании трав

Параметр	Марка			
	УВС-16А-1	УВС-16А-2	УВС-16А-3	ОВС-16
Номинальная пропускная способность $q_{ом}$, кг/с	165	330	495	912
Мощность, кВт/м	15	30	45	45
Масса m_m , кг	1600	2200	2920	2820
Годовая загрузка T , ч	1200	1200	1200	980

8. Погрузчики кормов к тракторам тягового класса 1,4

Параметр	ПКУ-0,8	П-Ф-0,5Б
Номинальная пропускная способность тюков ($m_t=500$ кг)	2,8	2,0
рулонов ($m_p=500$ кг)	4,2	3,6
Потребная мощность N_p , кВт	8,0	10

9. Зависимость технической скорости транспортных средств от условий движения

Условия движения	Скорость, км/ч	
	Автомобиля	Трактора
Полевые дороги	12 ... 18	8 ... 11
Проселочные дороги	17 ... 25	10 ... 18
Грейдерные дороги	35 ... 50	15 ... 18
Дороги с усовершенствованным покрытием	50 ... 80	17 ... 30

10. Параметры валковых жаток

Показатели	Марка			
	ЖВР-10А	ЖВН-6Б	ЖЗБ-5М	ЖРБ-4,2А
Производительность, га/ч	7	4,8	5,2	2,2
Ширина захвата, м	10	6	5	4,2
Рабочая скорость, км/ч	до 8	до 12	до 10	до 7,8
Масса, кг	2020	960	1285	1140
Агрегатирование	Комбайны СК-5М, «Енисей-1200»			

11. Автомобили

Параметр	Марка					
	ГАЗ-53	ЗИЛ-130	КамАЗ-5320	ЗИЛ-ММЗ-554м	ГАЗ-САЗ-3507	КамАЗ-55102
Масса автомобиля, кг	3200	4575	7080	5125	3840	8480
Масса перевозимого груза, кг	4500	6000	8000	5500	4000	7000
Вместимость кузова, м ³	4,7	6,3	6,1	6(12,5)*	5(10)*	7,9(15,8)*

* в скобках с надставными бортами

12. Объемный вес грузов

Наименование груза	Объемный вес, т/м ³	Наименование груза	Объемный вес, т/м ³
Абрикосы	0,55...0,62	Помидоры	0,45...0,50
Арбузы	0,60...0,63	Пшеница	0,70...0,83
Апельсины	0,40...0,45	Репа	0,52...0,57
Бобы	0,70...0,80	Рис	0,85...0,90
Горох	0,75...0,80	Рожь	0,63...0,78
Свёкла	0,55...0,57	Гречиха	0,65...0,70
Зелень огородная	0,20...0,25	Картофель	0,65...0,75
Капуста	0,40...0,45	Кукуруза	0,70...0,75
Ячмень	0,65...0,75	Лук	0,50...0,57
Овёс	0,40...0,50	Огурцы	0,50...0,59
Морковь	0,52...0,58	Яблоки	0,25...0,40
Молоко	0,63...0,65	Дыни	0,34...0,45
Лён прессованный	0,20...0,25	Табак	0,20...0,33
Лён непрессованный	0,12...0,15	Сено непрессованное	0,12...0,15
Навоз сухой	0,20...0,40	Сено прессованное	0,25...0,33
Навоз сырой	0,65...0,85	Удобрения минеральные	0,70...0,90

13. Нормы отчислений на амортизацию, текущий ремонт и техническое обслуживание

Марка машин	Отчисления, %	
	на амортизацию	на ремонт и обслуживание
<i>Тракторы</i>		
Т-4А	12,5	16,7
ДТ-75	12,5	17,9
Т-150	12,5	17,9
К-701	10	16,3
Т-150К	10	18,5

МТЗ-80	10	14,9
МТЗ-82	10	14,9
<i>Кормоуборочные комбайны, измельчители, косилки:</i>		
самоходные	12,5	12,0
прицепные	14,3	7,0
<i>Пресс-подборщики, погрузчики тюков и рулонов, волокуши, грабли</i>	16,7	7,0

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Вариант	Сено ($W_2 = 18\%$)				Сенаж			Силос	
	Исходная культура	Вид сена	A , т/га	S , га	Исходная культура	A , т/га	S , га	A , т/га	S , га
1	ЗТ	РЕ	4,0	350	ЗФК	4,0	200	6,5	300
2	БТ	РЕ	4,5	400	ЗФК	5,0	300	6,0	240
3	ЗТ	РЕ	4,0	450	ЗТ	4,0	280	4,0	220
4	БТ	РЕ	5,0	450	ЗФК	5,0	150	5,5	250
5	ЗТ	ПКЕ	3,5	500	БТ	5,5	200	5,0	150
6	ЗТ	ПМЕ	3,0	500	БТ	5,0	100	6,0	350
7	ЗТ	ПМЕ	3,0	450	ЗФК	5,5	150	6,5	300
8	БТ	ПКЕ	5,0	250	ЗФК	6,0	120	6,5	250
9	БТ	ПРЕ	4,5	300	БТ	4,5	110	7,0	200
10	БТ	ПРЕ	4,0	350	ЗФК	5,0	130	7,0	250
11	БТ	ПРЕ	5,0	300	БТ	6,0	140	7,0	350
12	ЗТ	РЕ	3,0	400	ЗФК	4,5	150	5,5	350
13	ЗТ	ПРЕ	2,5	450	ЗТ	5,5	220	5,5	250
14	ЗТ	ПРЕ	2,5	500	ЗТ	5,0	240	6,0	300
15	БТ	РЕ	3,5	250	ЗФК	4,5	250	6,0	250
16	БТ	ПРЕ	3,0	300	БТ	3,0	100	6,5	250
17	ЗТ	ПМЕ	3,5	450	ЗФК	4,0	120	6,5	250
18	ЗТ	ПКЕ	3,5	350	ЗТ	4,0	100	6,5	250
19	БТ	РЕ	5,5	150	БТ	5,0	100	6,5	250
20	БТ	РЕ	5,0	100	БТ	3,0	200	6,5	250

Учебное пособие

**Балабанов Виктор Иванович
Манохина Александра Анатольевна
Шитикова Александра Васильевна**

МЕХАНИЗАЦИЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ

ISBN 978-5-00207-145-6



Подписано в печать 14.12.2022.

Формат 60×84 1/16. Гарнитура Times New Roman. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 4,88. Тираж 500 экз. Заказ № 4695-22.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «АМИРИТ», 410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88.

Тел.: 8-800-700-86-33 | (845-2) 24-86-33

E-mail: zakaz@amirit.ru

Сайт: amirit.ru