

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА

Направление подготовки: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль подготовки: Автомобили и автомобильное хозяйство

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочная

Димитровград, 2023 г.

Хохлов А.А. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА: учебно-методический комплекс для студентов высших аграрных учебных заведений, обучающихся по инженерным направлениям / А.А. Хохлов – Ульяновск, ТИ-филиал УлГАУ, 2023. – 196 с.

№

СОДЕРЖАНИЕ

- 1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
- 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО
- 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
- 4 Методические рекомендации по изучению дисциплины для ППС
Методические рекомендации по изучению дисциплины для студентов
Методические рекомендации по проведению текущего контроля знаний, зачета
- 5 Учебно-методические материалы
 - лекции
 - практические занятия

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины сельскохозяйственные машины - является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по устройству, принципам работы, по обоснованию и обеспечению рациональных режимов использования, техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники.

Задачи дисциплины:

- изучить устройство, принцип работы и основные технологические регулировки базовой сельскохозяйственной техники;
- изучить основы теории рабочих процессов и методы обоснования конструктивных и технологических параметров сельскохозяйственной техники;
- получить практические навыки по обоснованию и обеспечению конструктивно-режимных параметров использования сельскохозяйственной техники для различных условий ее эксплуатации;
- получить практические навыки по выполнению технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники;
- формирование компетенций предусмотренных учебным планом.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

«Сельскохозяйственная техника» является частью, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана Б1.В.07.

Успешное изучение дисциплины основывается на полученных знаниях таких дисциплин как: Математика, Физика, Начертательная геометрия, Инженерная графика, Информатика и цифровые технологии в профессиональной деятельности.

Дисциплина создает теоретическую и практическую основу для изучения последующих дисциплин: Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов, Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин, Сервис топливной аппаратуры, Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование результатов обучения, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Код компетенции	Результаты освоения ОП	Индикаторы компетенции	Перечень планируемых результатов изучения дисциплины
ПК-5	Способен организовать эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники в организации	ИД-1 _{ПК-5} Организует эксплуатацию сельскохозяйственной техники в организации	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> - технические характеристики, конструктивные особенности, назначение, режимы работы сельскохозяйственной техники. - нормативную и техническую документацию по эксплуатации сельскохозяйственной техники <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> - организовывать эксплуатацию сельскохозяйственной техники <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками эксплуатации сельскохозяйственной техники.
		ИД-2 _{ПК-5} Организует техническое обслуживание сельскохозяйственной техники в организации	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> - виды, периодичность, основные технологии технического обслуживания сельскохозяйственной техники; - нормативную и техническую документацию по техническому обслуживанию сельскохозяйственной техники <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> - организовывать и разрабатывать новые технологии технического обслуживания сельскохозяйственной техники <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками организации и разработки новых технологий технического обслуживания сельскохозяйственной техники

		<p>ИД-3ПК-5 Организует ремонт сельскохозяйственной техники в организации</p>	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> - виды, периодичность, основные технологии ремонта сельскохозяйственной техники; - нормативную и техническую документацию по ремонту сельскохозяйственной техники <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> - организовывать и разрабатывать новые технологии ремонта сельскохозяйственной техники <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками организации и разработки новых технологий ремонта сельскохозяйственной техники
--	--	--	---

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА» ДЛЯ ППС

Тематический план изучения дисциплины сгруппирован по разделам, и включает:

- лекционный курс;
- практические работы;
- самостоятельную работу студентов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов, из них лекционный курс:

- для заочной формы обучения – 4 часа.

Аудиторное время на выполнение практических работ для заочной формы обучения –4 часа.

На самостоятельное изучение дисциплины запланировано:

- для заочной формы обучения– 95,85 часов;

Самостоятельная работа включает следующие виды работ:

- подготовка к практическим занятиям;
- работа с конспектами лекций;
- изучение литературы по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение;
- подготовка к зачету

Задания для самостоятельной работы (методические указания по выполнению практических занятий, вопросы для защиты отчетов по лабораторным занятиям, вопросы для подготовки к текущим контролям знаний, вопросы для подготовки к зачету) следует выдавать в начале семестра, определив предельные сроки выполнения всех видов самостоятельной работы.

Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- соответствовать разделам дисциплины;
- изложение материала должно строиться на принципе от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;

– возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;

– связь теоретических положений и выводов с практикой.

Преподаватель, читающий лекционный курс, должен знать существующие в педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.

Преподаватель должен рекомендовать студентам изучать разделы дисциплины путем прослушивания и конспектирования лекций и материалов практических занятий, а также путем самостоятельной работы с рекомендуемой учебно-методической литературой.

В начале каждой лекции и практического занятия рекомендуется кратко напомнить основные положения материала предыдущего занятия, определить цели задачи, а в конце – обобщить изложенный материал и ответить на вопросы студентов. При проведении практических занятий целесообразно акцентировать внимание на приобретение студентами практического опыта по основным разделам дисциплины.

Оценивая защиту студентами отчетов по практическим работам, можно использовать следующие критерии (показатели) оценки ответов:

– полнота и конкретность ответа, его обоснованность и доказательность;

– последовательность и логика изложения;

– уровень культуры речи (при защите в форме собеседования);

– при выполнении практического задания: умение правильно определить возможные методы и способы решения задачи и выбрать из них наиболее оптимальный; правильность полученного результата и всего решения в целом.

Эти критерии можно использовать и при оценке ответов на зачете.

По результатам защиты отчетов рекомендуется дать общую оценку результатов, как каждого студента, так и всей группы в целом, обратив особое внимание на следующие аспекты:

- качество подготовки;
- степень усвоения знаний;
- положительные стороны и недостатки в работе студентов;
- задачи и пути устранения недостатков.

При изложении материала важно помнить, что почти половина информации на лекции передается через интонацию. Учитывать тот факт, что первый кризис внимания студентов наступает на 15...20-й минутах, второй - на 30-й минутах.

При проведении текущей и итоговой аттестации (рубежного контроля знаний) студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента, требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

Порядок проведения текущего контроля и итоговой аттестации должен проводиться в строгом соответствии с положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов. Требования к итоговой аттестации, установлены федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования по данному направлению подготовки.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА» ДЛЯ СТУДЕНТОВ

При изучении лекционного курса студентам целесообразно выполнять следующие рекомендации.

1. Изучение курса должно вестись систематически и сопровождаться составлением подробного конспекта. В конспект рекомендуется включать все виды учебной работы: лекции, самостоятельную проработку учебника, упражнения, решение задач, ответы на вопросы самопроверки.

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику рекомендуется по памяти записать в тетрадь определения, выводы формул, начертить схемы, графики и ответить на вопросы для самопроверки. Такой метод дает возможность проверить усвоение материала.

3. После усвоения теории по одной теме нужно разобрать решения задач, относящихся к этой теме, и самостоятельно решить несколько задач. Решение задач способствует лучшему пониманию и закреплению теоретических знаний.

4. При изучении теоретического материала главное внимание следует уделять пониманию физических процессов. Простое запоминание формул, характеристик, уравнений недостаточно для освоения дисциплины.

5. Следует иметь в виду, что все темы программы являются в равной мере важными. Как и в любой другой науке, нельзя приступать к изучению последующих глав, не усвоив предыдущих. Теоретический материал каждой темы имеет существенное практическое назначение.

6. Самостоятельная работа с учебниками и учебными пособиями позволяет расширить и наиболее полно усвоить знания, полученные на лекциях. При этом рекомендуется придерживаться определенной последовательности. Читая и конспектируя тот или иной раздел учебника, необходимо твердо усвоить основные определения, понятия и закономерности, которыми определяется связь и зависимость одних величин от других.

При выполнении практических работ необходимо выполнять следую-

щие рекомендации.

1. Предварительно проработать лекционный материал по теме практической работы.

2. Выполнять практическую работу в соответствии с заданием, установленным методическими указаниями или преподавателем.

3. Оформлять практическую работу в соответствии с порядком, установленным содержанием практической работы.

4. В конце отчета по практической работе записать выводы по вопросам задания и практической работы.

5. При подготовке к отчету по практическим работам, особое внимание обратить на влияние конструктивных и режимных параметров механизмов и машин на результаты их работы, в частности на качество выполнения технологического процесса.

6. Изучит содержание практических работ, и проработать вопросы для самостоятельного изучения.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ, ЗАЧЕТА И ИТОГОВОЙ АТЕСТАЦИИ

Текущий контроль знаний проводится по отдельным блокам (разделам) дисциплины после их изучения. Форма проведения текущего контроля знаний – тестирование. Вопросы для подготовки к тестированию выдаются студентам в начале изучения соответствующего блока дисциплин.

Зачет является итоговой аттестацией контроля знаний студентов, по всем разделам дисциплины изученных за курс. Зачет получают студенты, которые по изученному циклу разделов дисциплины выполнили и защитили отчеты по практическим работам и имеющие положительную оценку по тестированию текущего контроля знаний.

Материал, необходимый для подготовки к зачету приведен в рабочей программе и в фонде оценочных средств дисциплины.

К зачету допускается студент, имеющий положительные результаты по выполнению и защите отчетов по всем практическим работам, определенных программой дисциплины и всем текущим контролям знаний по дисциплине.

5. УЧЕБНЫЕ -МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

1. КОНСПЕКТЫ ЛЕКЦИЙ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА»

ВВЕДЕНИЕ

1 МАШИНЫ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ

1.1 Технологии и системы машин для уборки, заготовки и хранения растительных кормов для животноводства.

Основные растительные корма, используемые в животноводстве: трава; сено; сенаж; силос; не зерновая часть урожая (НЧУ) зерновых культур (полова и солома); витаминная мука уплотненная в гранулы и брикеты в виде кормовых смесей.

Трава – свежескошенные или провяленные растения, убираемые для подкормки животных.

Сено – грубый корм, полученный из бобовых, злаковых, бобово-злаковых трав и разнотравья при воздушно-солнечной сушке или искусственном досушивании до влажности 16... 18 %. Кормовая ценность сена зависит от ботанического состава, условий произрастания, продолжительности, способов уборки и хранения. Энергосодержание сена составляет 6... 10 МДж/кг, что соответствует энергосодержанию 0,4...0,6 условных кормовых единиц (1 кормовая единица — 1 кг овса, энергосодержание которого равно 16 МДж).

Сенаж – измельченные (длина резки 3...5 см) и провяленные до влажности около 55 % травы (клевер, люцерна, эспарцет) или вегетационная масса зернофуражных культур (ЗФК), уплотненная до 500 кг/м³, с последующим хранением без доступа воздуха. Продолжительность закладывания массы в хранилища составляет 3...4 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 провяливания, так как

в начале восковой спелости влажность близка к 50 %.

Силос заготавливают из свежескошенных или провяленных до влажности 65...75 % растений (трав, кукурузы, подсолнечника и др. культур). Растения измельчают до частиц размером 7...8 см (чем меньше влажность, тем мельче частицы растений). По питательной ценности силос уступает сенажу, его энергоёмкость в 1,3...1,6 раза ниже энергоёмкости сенажа.

Солому и полову частично используют на корм, частично — в виде подстилки животным. Энергосодержание соломы невелико (3...4 МДж/кг). Полова более ценный корм, энергоёмкость ее доходит до 6,5 МДж/кг.

Травяная мука и резка. Этот высококачественный корм используют в комбикормовой промышленности, а также для кормления птицы, свиней и молодняка крупного рогатого скота. Травяную муку и резку готовят обезвоживанием растений в высокотемпературных сушилках. При таком способе сокращаются в 5 раз потери питательных веществ и витаминов (особенно каротина), увеличивается в 1,3.. .1,5 раза выход кормовых единиц и протеина с 1 га убираемой площади.

На высушивание травы для приготовления муки и резки затрачивается много энергии, поэтому экономически выгодно травяную муку заготавливать из сырья, содержащего мало клетчатки, но значительное количество полноценных протеинов, витаминов, микроэлементов.

Для травяной муки и резки используют люцерну, клевер, бобово-злаковые растения, высокоурожайные луговые однолетние травы, зернофуражные культуры (ячмень, овес). Для жвачных животных травяную муку готовят из провяленных (до 60%) трав, для свиней и птицы из свежескошенных растений. Скашивают бобовые травы в фазе бутонизации, а злаковые в фазе колошения. Зернофуражные культуры убирают в стадии от молочной до восковой спелости.

Из высушенных растений наряду с мукой и резкой готовят гранулы и брикеты. Для них требуется меньше тары, транспортных средств и складских помещений. При хранении гранул и брикетов уменьшаются поте-

ри протеина и каротина. Но на прессование муки и резки в гранулы и брикеты затрачивается дополнительная энергия.

При уборке кормовых культур выполняют следующие процессы: скашивание растений; плющение и ворошение трав; сгребание в валки, оборачивание и сдваивание валков. В зависимости от дальнейших процессов заготавливают рассыпное или прессованное сено (солому) и измельченные корма (сенаж, силос). Для подкормки животных убирают свежескошенные или провяленные травы.

Скашивают и укладывают в прокосы или валки злаковые травы в фазе колошения, бобовые — в фазе бутонизации или в начале цветения (влажность 65...85 %), а вегетационную массу ЗФК для сенажа — в начале восковой спелости (влажность 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 комбайнов подают в прицепные емкости. Из валков солому и полову подбирают и прессуют в тюки или рулоны.

Плющение и ворошение убыстряют сушку травы, уменьшают потерю листьев, что повышает содержание питательных веществ в корме. Плющают траву одновременно со скашиванием или непосредственно после него.

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 – 40...45 %. В валках влажность травы продолжает снижаться. Для равномер-

ной сушки верхних и нижних слоев трав, 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 провяленную траву заготавливают тракторными подборщиками-уплотнителями. Провяленную траву подбирают из валков при влажности 30...45 % для скармливания животным или для хранения после досушивания ее активным вентилированием до влажности 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) получают с использованием пресс-подборщиков, которые убирают валки и формируют тюки массой 20...750 кг или рулоны массой до 500 кг (влажность 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 2 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 грузоподъемность транспортных средств и вместимость кормохранилищ, увеличивается производительность погрузчиков.

Измельченные корма (провяленные 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 наполняемость емкостей транспортных средств и хранилищ, корм проще разгружать и раздавать животным, но на измельчение требуются дополнительные энергозатраты.

Погрузку и транспортирование провяленной травы, сена, соломы проводят тракторными подборщиками-полуприцепами, которые подбирают кормовые культуры и подают их в кузова полуприцепов, при этом 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 7 км.

Вентилирование атмосферным или подогретым воздухом применяют при досушивании провяленной травы (влажность около 40 %), а также измельченной (влажность около 35 %) и спрессованной травы (влажность около 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.

Складирование рассыпного и измельченного сена, соломы производят при влажности 18...20 % в стога и скирды (ширина $B_c = 3,5...4,0$, высота $h_c = 5,5...6,0$ м). Тюки и рулоны складывают в штабеля ($B_{шт} = 5,0...5,5$, высота $A_{шт} = 7,0...8,0$ м). Вершины скирд и штабелей оформляют в виде конической поверхности с углом 45...60°. В не укрытых скирдах и штабелях потери корма возрастают до 20 %. Предпочтительнее хранить сено, защищая его от атмо-

сферных осадков и солнечной радиации.

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.

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

1. 2 Классификация, устройство и принцип работы машин для заготовки кормов и их рабочих органов.

Основные группы машин, применяемых для заготовки кормов приведены на рисунке 1.

Для скашивания растений с укладкой срезанной массы в прокос применяются косилки, которые отличаются типом режущего аппарата, определяющего принцип среза растений. По способу агрегатирования косилки подразделяются на прицепные, навесные и самоходные.

Наибольшее распространение на косилках получили режущие аппараты подпорного резанья.



Рисунок 1 – Машины для заготовки кормов.

Данные принцип резанья обеспечивают режущие аппараты с возвратно-поступательным движением ножа (рисунок 2).

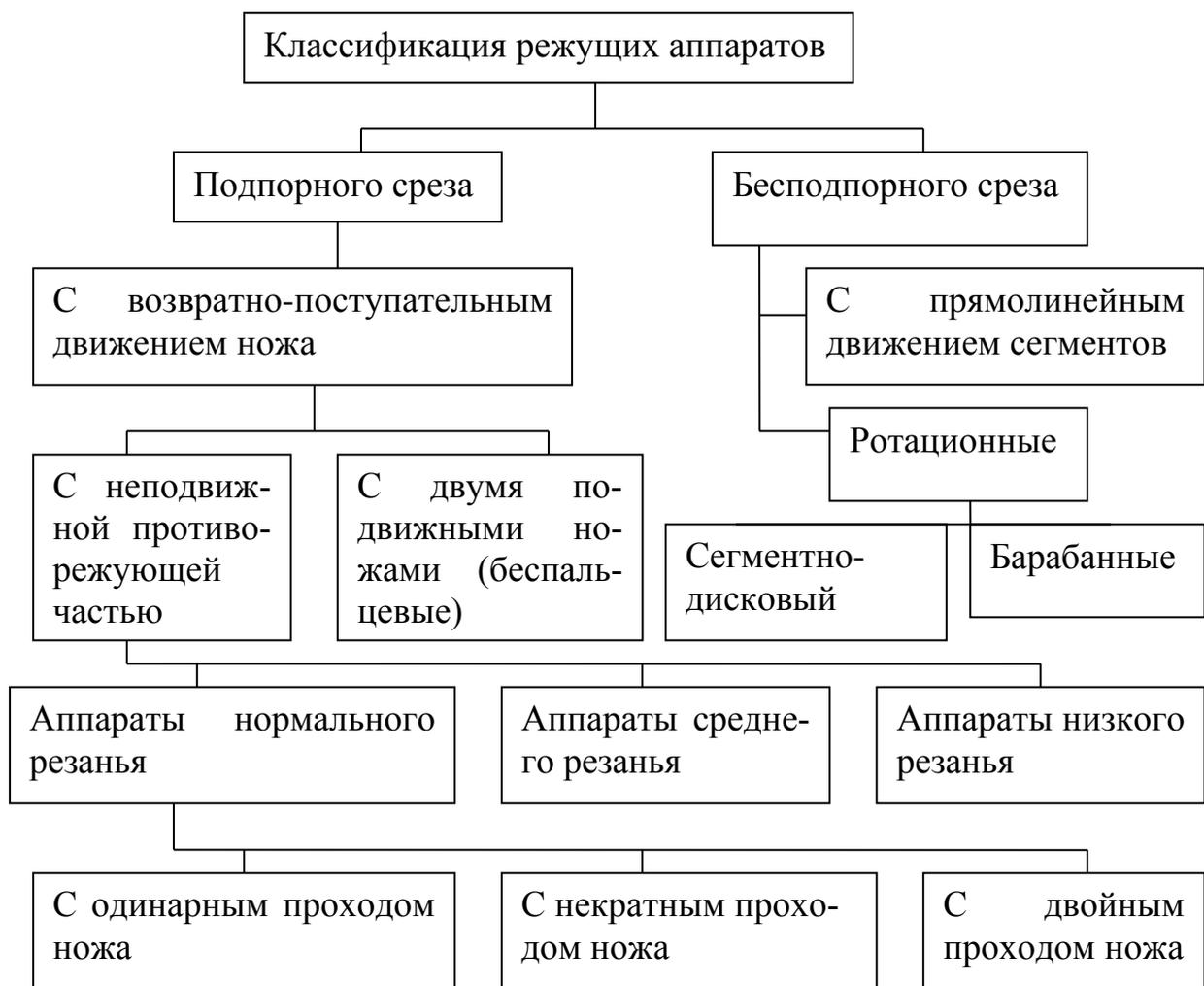


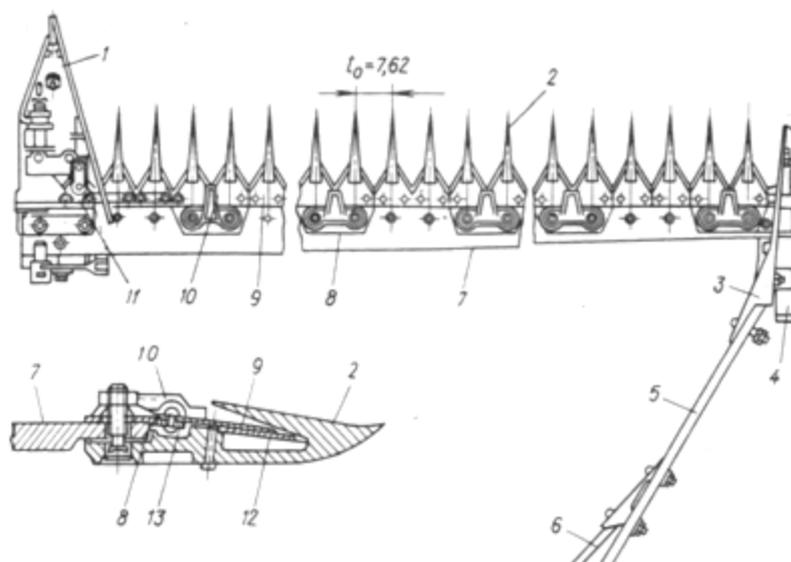
Рисунок 2 – Классификация режущих аппаратов.

Они подразделяются на аппараты неподвижной противорежущей частью (сегментно-пальцевые) и на аппараты с двумя подвижными ножами (беспальцевые).

Сегментно-пальцевый аппарат состоит из пальцевого бруса 7 (рисунок 3), пальцев 2 с вкладышами 12, ножевой полосы 13 с сегментами 9 и головкой ножа 11, прижимных лапок 10 и пластин трения 8. К концам пальцевого бруса прикрепляются оперные башмаки 1 и 3 со стальными ползками 4. К наружному башмаку шарнирно прикреплена отвальная доска 5 с палкой 6.

Пальцевый брус представляет собой стальную полосу, поперечное сечение которой уменьшается в сторону полевого конца. На брус просверлены отверстия для крепления пальцев и опорных башмаков.

Пальцы закреплены на бруске болтами. Этими же болтами прикреплены пластинки трения и прижимные лапки.



1 и 3 – внутренний и наружный башмаки; 2 – палец; 4 – опорный полоз; 5 – отвальная доска; 6 – палка; 7 – пальцевый брус; 8 – пластина трения; 9 – сегмент; 10 – прижимная лапка; 11 – головка ножа; 12 – вкладыш; 13 – ножевая полоса.

Рисунок 3 – Сегментно-пальцевый режущий аппарат косилки.

Пальцы в верхней части имеют перовидный отросток, а по бокам усики. К нижней площадке зева, образованного перовидным отростком и телом пальца, приклепана заклепкой стальная противорежущая пластинка (вкладыш). Жесткое крепление пальцев к бруску достигается за счет приливов и боковых усиков.

Пластинки трения предназначены для предохранения пальцевого бруса от износа и обеспечения необходимой точности прилегания сегментов к вкладышам. Прижимные лапки своими концами предотвращают отход сегментов от вкладышей, обеспечивая тем самым необходимый зазор 0,5...1 мм в режущей паре сегмент – вкладыш.

Ножевая полоса имеет прямоугольное сечение 5,5×20 мм. На ней проделаны отверстия для крепления сегментов и головки ножа.

Сегменты (стальные пластинки трапециевидной формы) имеют острые боковые грани. Сегменты приклепаны к ножевой полосе. Головка ножа приклепана к внутреннему концу ножевой полосы.

В зависимости от соотношения шага режущей части t (рисунок 4), шага противорежущей части t_0 и хода ножа S из одного крайнего положения в другое, сегментно-пальцевые режущие аппараты подразделяются на три основных типа.

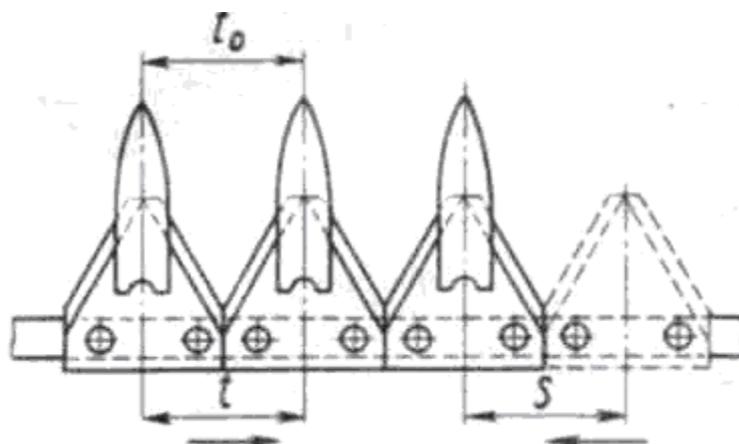


Рисунок 4 – Параметры сегментно-пальцевых режущих аппаратов.

Аппараты нормального резания:

- с одинарным пробегом ножа характеризуется соотношением $t=t_0=S=76,2$ мм (3") или 90 мм (аппарат с шагом 76,2 мм применяют в косилках, жатках для среза трав, зерновых и технических культур, с шагом 90 мм для уборки кукурузы, подсолнечника и других толстостебельных культур);

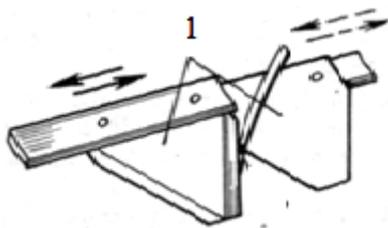
- с двойным пробегом ножа имеет соотношение $2t = 2t_0 = S = 152,4$ или 101,6 мм (режущий аппарат с шагом 152,4 мм используют в косилках и жатках, с шагом 101,6 мм в косилках для степных трав);

- с некрatным ходом ножа характеризуются соотношением $kt=kt_0=S$, где $1 < k < 2$. Значения $t = t_0 = 76,2$ мм, k равно 1,15 и 1,84 мм.

Режущий аппарат низкого резания имеет соотношение $t = 2t_0 = S = 76,2$ мм или 101,6 мм. Первый вариант аппарата применяют в косилках, второй в прицепных комбайнах.

Аппарат среднего резания характеризуется соотношением $t = kt_a = S = 76,2$ мм или 101,6 мм, где $1,2 < k < 1,4$. Первый вариант аппарата применяют в зарубежных косилках.

Режущие аппараты с двумя подвижными ножами (беспальцевые) имеют целый ряд преимуществ (рисунок 5).



1 - сегменты

Рисунок 5 – Режущий аппарат с двумя подвижными ножами (беспальцевый).

Во-первых, возможность работы при уборке спутанных и полёглых стеблей.

Во-вторых, более низкий срез стеблей, чем у аппаратов с одним подвижным ножом и неподвижной режущей частью.

В-третьих, возможность полного уравнивания сил инерции ножей, что позволяет значительно увеличить число ходов ножей, а следовательно, и подачу.

Также отсутствие сложной конструкции пальцев с вкладышами значительно упрощает конструкцию режущего аппарата.

Основным недостатком, ограничивающим широкое применение таких режущих аппаратов, является отсутствие защиты от попадания в него посторонних предметов, которой являются пальцы в аппаратах с одним ножом.

При современном уровне развития техники предъявляются новые требования к работе режущих аппаратов. Одним из основных требований является обеспечение работы агрегата на более высоких поступательных скоростях. В связи с этим начинают усовершенствоваться отдельные элементы режущих аппаратов. Однако основным недостатком режущего аппарата с возвратно-поступательным движением ножа - знакопеременные инерционные усилия, которые особенно начали отражаться на работе аппарата при более высоких поступательных скоростях, является тормозом дальнейшего повышения производительности косилок.

Поэтому в последние годы стали производиться работы по созданию режущих аппаратов, основанных на других принципах резания. В настоящее

время наибольший интерес представляют ротационные режущие аппараты для бесподпорного среза растений.

Основной причиной, стимулирующей распространение ротационных режущих аппаратов, является практическая возможность резкого увеличения поступательных рабочих скоростей кошения, которые зависят только от допустимой скорости перемещения трактора по полю.

Сегментно-дисковый ротационный режущий аппарат представляет собой набор дисков, вращающихся в горизонтальной плоскости. Диски снабжены выступающими сегментами, которые и производят срез растений за счёт большой окружной скорости. Основными параметрами, характеризующими работу такого режущего аппарата, являются.

Во-первых, скорость вращения дисков, необходимая для бесподпорного среза растений. Она может быть определена в каждом конкретном случае экспериментальным путём.

Во вторых, число сегментов на каждом диске, обеспечивающее при заданной скорости вращения дисков и поступательной скорости самого режущего аппарата, скашивание площади без пропусков растений.

В-третьих, рациональная форма и размеры несущих сегменты дисков, при которых повторному срезу подвергалось бы минимальное количество растений.

Ротационный барабанный режущий аппарат применяется на косилках-измельчителях, которые предназначены для срезания растений, их измельчения и подачи измельчённой массы в ёмкость. Все эти три операции осуществляются режущим аппаратом с горизонтальной осью вращения, который представляет собой вращающийся барабан с шарнирно закреплёнными на нём ножами.

Разновидностью режущего аппарата, у которого сегменты закреплены на вращающемся несущем элементе является режущий аппарат для бесподпорного среза растений, сегменты которого в процессе резания имеют прямолинейное поступательное движение (рисунок б).

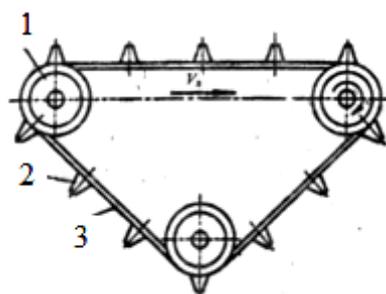


Рисунок 6 – Режущий аппарат с прямолинейным движением ножей (обозначение позиции по тексту).

Сегменты 2 закреплены на несущем элементе 3, который приводится в движение шкивом 1. Над созданием такого режущего аппарата в последнее время работают в различных странах. Это объясняется тем, что режущий аппарат с прямолинейным движением сегментов имеет ряд преимуществ в сравнении с аппаратами с вращающимися сегментами.

Во-первых, аппарат этого типа обеспечивает постоянную скорость резания на всей площади среза, в то время как у аппаратов с вращающимися сегментами меняется как по высоте сегмента, так и по площади среза. Изменение скорости за фазу резания достигает 30%.

Во-вторых, режущий аппарат с прямолинейным движением сегментов имеет постоянный угол наклона режущих кромок сегментов в течение всей фазы резания, что оказывает значительное влияние на качество среза.

В-третьих, режущая кромка такого аппарата нагружена одинаково в течение всей фазы резания, что создаёт благоприятные условия для работы режущего аппарата.

Сушку травы в поле можно значительно ускорить плющением растений одновременно со скашиванием. Скашивание сеяных трав с одновременным плющением стеблей скошенной массы и укладыванием её на стерню в валок или прокос осуществляется косилками-плющилками прицепными или самоходными.

Ротационная прицепная косилка-плющилка (рисунок 7) имеет ротационный сегментно-дисковый режущий аппарат и плющильные вальцы. Технологический процесс, выполняемый этой машиной, протекает следующим образом.

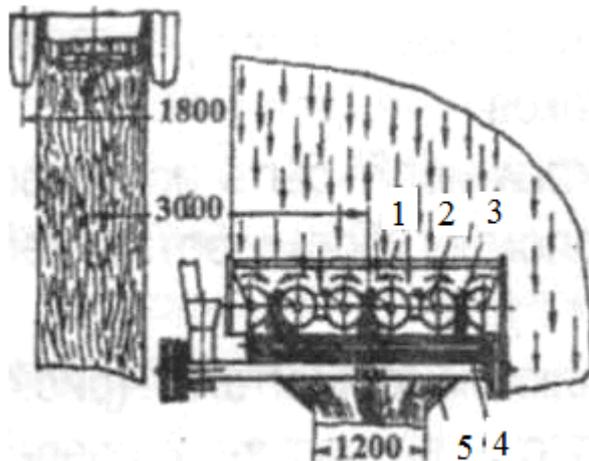


Рисунок 7 – Ротационная косилка-плюшилка (обозначение позиций в тексте)

При движении агрегата растительная масса наклоняется заламывающим бруском 1, что обеспечивает оптимальные условия срезания и подачи массы к вальцам. Растения срезаются сегментами режущего аппарата 3, шарнирно закреплёнными на роторах 2. Срезанная масса роторами подаётся в зону плющильных вальцов 4. Вальцы расплющивают растения, после чего они попадают в валкообразующее устройство 5, которое придаёт потоку массы определённое направление, а также вспушивает его и укладывает в валок.

Самоходная косилка-плющилка (рисунок 8) предназначена для скашивания растений с одновременным плющением стеблей и укладкой их на стерню в валок. Её можно использовать и без операции плющения, как обычную валковую жатку.

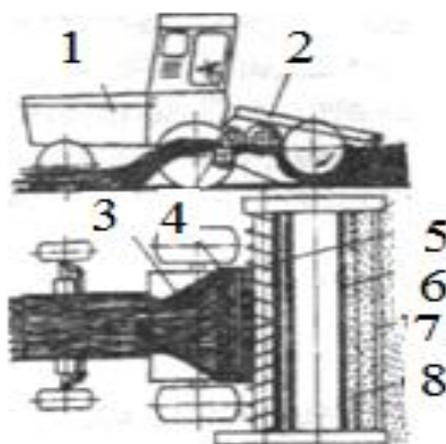


Рисунок 8 – Самоходная косилка-плющилка.

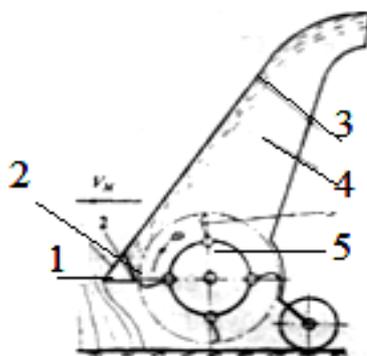
Машина состоит из самоходного шасси 1 с ходовой частью и двигате-

лем, жатки 2, плющильного аппарата 4. валкообразующего устройства 3, механизма привода рабочих органов. Технологический процесс протекает следующим образом. При движении машины растительная масса наклоняется заламывающим брусом 7. а мотовило 6 подводит растения к режущему аппарату. Режущий аппарат 8 срезает растения, мотовило подаёт их под шнек 5, который сужает срезанную массу до ширины плющильных вальцов. Плющильные вальцы 4 расплющивают стебли, после чего они попадают в валкообразующее устройство 3 и укладываются на стерню в валок.

Косилки-измельчители применяются для уборки и приготовления зелёного корма, силосной массы из различных культур как при скашивании растений, так и при подборе их из валков.

Кроме того, эти косилки могут быть использованы для измельчения соломы, уборки ботвы картофеля, сахарной свёклы и т.д.

При движении косилки-измельчителя (рисунок 9) передний щит 1 наклоняет стебли растений вперёд по ходу машины.



1 – передний щит; 2 – неподвижный нож; 3 – отражатель; 4 – труба; роторный барабанный режущий аппарат

Рисунок 9 – Схема косилки-измельчителя.

Ротор с закреплёнными на нём ножами 5 срезает наклонённые стебли растений, подаёт их вверх через зазор между неподвижным ножом 2 и ножами ротора. Стебли, проходя через зазор, подвергаются повторным ударам других ножей, дополнительно измельчаются и далее двигаются по трубе 4 вверх, где отражателем 3 направляются в прицепленную ёмкость. Косилка-

измельчитель может работать как при уборке тонкостебельных трав, так и на толстостебельных культурах, таких, как кукуруза, подсолнечник и т. д.

Кормоуборочные комбайны предназначены для скашивания кормовых трав, уборки кукурузы и других силосуемых культур с одновременным измельчением и подачей массы в транспортные средства для приготовления сенажа, брикетированных и гранулированных кормов, травяной муки, силоса, зелёного корма для непосредственного скармливания скоту, а также для получения измельчённого сена и соломы. Комбайны могут также быть использованы для подбора из валков с последующим измельчением повяленных сеяных и естественных трав. Прицепной кормоуборочный комбайн (рисунок 10) выполняет технологический процесс следующим образом.

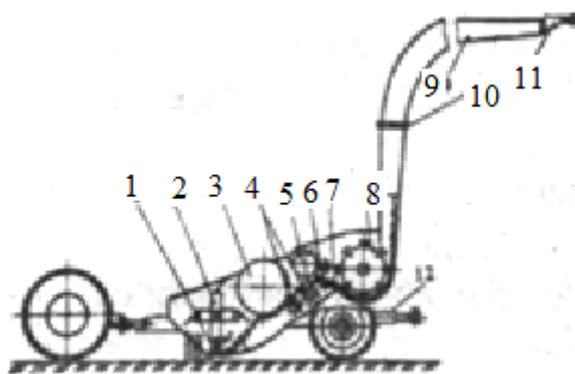


Рисунок 10 – Схема прицепного кормоуборочного комбайна (обозначение позиций в тексте).

При движении агрегата режущий аппарат 1 срезает растения, которые мотовило 2 подаёт к шнеку 3 (или рабочие органы подборщика подают травяную массу), который сужает валок и направляет его в горловину питающего аппарата, где он захватывается передним 4, подпрессовывающим 5 и гладким 6 вальцами. Сжатый слой массы поступает под измельчающий барабан 8, который измельчает её при помощи противорежущего бруса 7 и подаёт по трубопроводу 9 в движущееся сбоку или в прицепленное сзади к комбайну транспортное средство.

В зависимости от назначения и зоны применения комбайн может быть укомплектован сменными рабочими органами: жаткой для уборки трав, жат-

кой для уборки кукурузы, подборщиком, измельчающим аппаратом со швырялкой. Если комбайн оснащён сменным измельчающим аппаратом со швырялкой, то швырялка перемещает измельчённую массу по трубопроводу к прицепу. Дальность полёта частиц регулируется изменением положения направляющего козырька 11, а направление полёта регулируется с помощью механизма поворота 10. Все рабочие органы смонтированы на раме 12. Агрегатируется комбайн с энергонасыщенными тракторами общего назначения. Привод рабочих органов осуществляется от вала отбора мощности трактора.

Самоходный кормоуборочный комбайн (рисунок 11) может работать во всех почвенно-климатических зонах страны с умеренным климатом, исключая районы с горным рельефом и переувлажнёнными почвами.

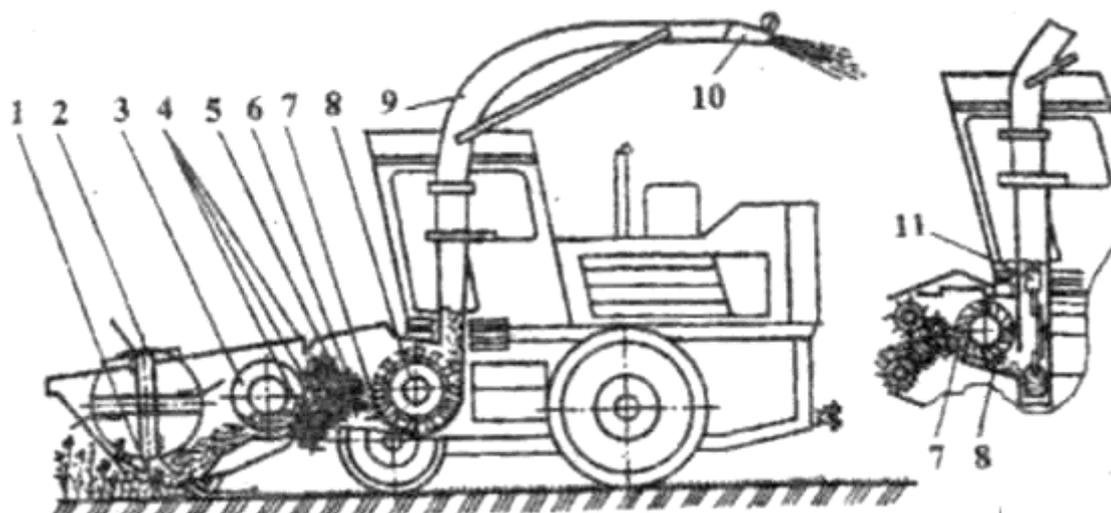


Рисунок 11 – Схема самоходного кормоуборочного комбайна (обозначение позиций в тексте).

Комбайн комплектуется жаткой и подборщиком для уборки трав, а также может быть укомплектован жаткой для уборки кукурузы и сменным измельчающим аппаратом со швырялкой, который применяется при уборке переувлажнённой растительной массы.

В зависимости от вида работ на измельчитель навешивается жатка или подборщик. Жатка для уборки трав предназначена для скашивания тонкостебельных культур высотой не более 1,5 м. Жатка для уборки кукурузы служит для скашивания кукурузы, подсолнечника и других толкостебельных культур.

тур высотой до 4 м с диаметром стеблей в зоне среза не более 50 мм. Подборщик предназначен для подбора предварительно скошенных и провяленных трав из валков.

Технологический процесс, выполняемый комбайном, протекает следующим образом. При движении машины растения срезаются режущим аппаратом 1 с помощью мотовила 2, или скошенная трава и подвяленная масса подбирается подборщиком и подаётся к шнеку 3. Шнек сужает поток растительной массы и направляет его в горловину питающего аппарата. Вальцы 4, 5, 6 питающего аппарата захватывают массу и подают её под измельчающий барабан 8, который с помощью противорежущего бруса 7 измельчает растительную массу и подаёт её по трубопроводу в движущееся рядом или прицепленное сзади к комбайну транспортное средство. Дальность полёта и распределение массы в транспортном средстве осуществляется с помощью козырька 10. В случае установки сменного измельчающего аппарата со швырялкой измельчённая масса в транспортное средство подаётся швырялкой 11.

Измельчающий аппарат кормоуборочных комбайнов (рисунок 12) состоит из двух отдельных блоков: приёмно-питающего и сменных измельчающих аппаратов. Нижние вальцы 9, 10, 11 приёмно-питающего аппарата вращаются в неподвижных опорах, а верхние вальцы 1 и 2 могут поворачиваться по радиусам R_1 и R_2 , валец 1 относительно оси вращения вальца 2, а валец 2 относительно неподвижной опоры.

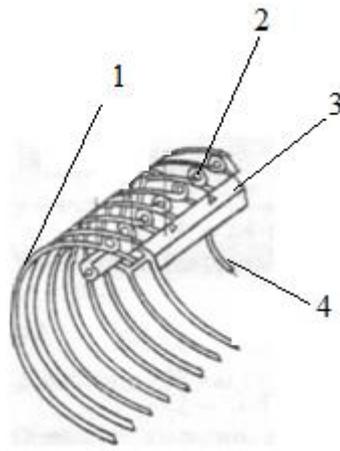
При работе приёмно-питающего аппарата нижние вальцы 9, 10, 11 захватывают растительную массу, поступающую от жатки или подборщика, а вальцы 1 и 2 под действием пружинного механизма подпрессовывают её и направляют под измельчающий барабан 3, который с помощью противорежущего бруса 7 измельчает массу. Измельчённая масса подаётся в трубопровод 5. Измельчающий барабан ограничен поддоном 6. Для предотвращения потерь подаваемой под измельчающий барабан массы предназначен чистик 8, а для предотвращения выброса измельчённой массы барабаном мимо трубопровода – отсекабель 4.

которые являются частью опоры ножей, сообщают ускорение измельчённой массе для перемещения её по трубопроводу и выгрузки в транспортные средства. Привод барабана измельчающего устройства осуществляется через обгонную муфту 14. Для предохранения от перегрузок служит предохранительный болт 13.

В технологическом цикле работ по заготовке рассыпного или прессованного сена после его скашивания выполняют операции ворошения, сгребания и оборачивания валков. Эти операции направлены на ускорение сушки скошенной травы, чтобы максимально снизить потери, связанные с ферментно-окислительными и микробиологическими процессами, с вымыванием растворимых питательных веществ при обильных осадках, а также обламыванием листьев и соцветий при работе.

Для сбора в валки провяленной травы применяются поперечные и боковые грабли. Наибольшее разнообразие конструкций имеют боковые грабли. Поперечные грабли выполняют только одну операцию – сгребание, боковые грабли могут выполнять и другие операции: ворошение, вспушивание, оборачивание валков и разбрасывание их в случае увлажнения. Поперечные грабли формируют валок перпендикулярно направлению движения машины. Боковые грабли формируют валок вдоль движения машины, так как сгребают провяленную траву в сторону от направления движения.

Поперечные грабли применяются для сгребания скошенных трав на участках с задернутой поверхностью. Основным преимуществом поперечных граблей является то, что они могут формировать валки с любым весом одного погонного метра (до 4 кг/м), независимо от урожая трав. Основным рабочим органом поперечных граблей является грабелевый аппарат (рисунок 14), который состоит из грабелевого бруса 3 с укрепленными на нём с помощью зубодержателей 2 грабелевыми зубьями 1. К наружному концу грабелевого бруса крепится малый зуб 4, предохраняющий сгребаемую массу от выпадения в процессе работы.



1 – грабельный зуб; 2 – зубодержатель; 3 – брус; 4 – малый зуб

Рисунок 14 – Аппарат поперечных грабель.

Барабанные грабли имеют принудительное вращение грабельного барабана. Они бывают с косоугольным и прямоугольным барабаном.

На рисунке 15 представлена схема левой секции барабанных грабель с прямоугольным барабаном. Грабли могут использоваться как сцепка из левой и правой секций.

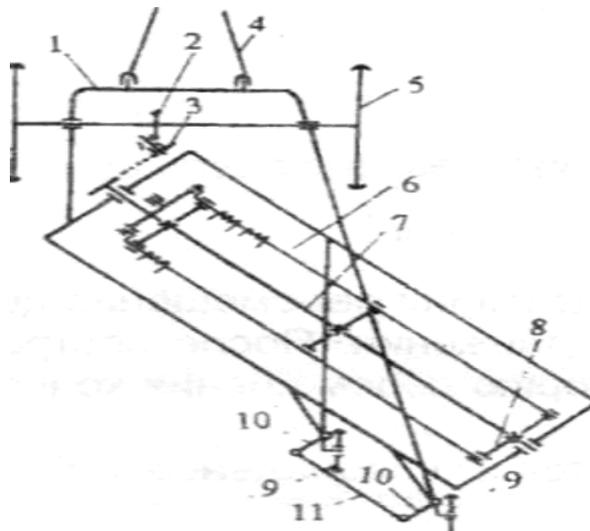


Рисунок 15 – Схема грабель с прямоугольным барабаном (обозначение позиций в тексте).

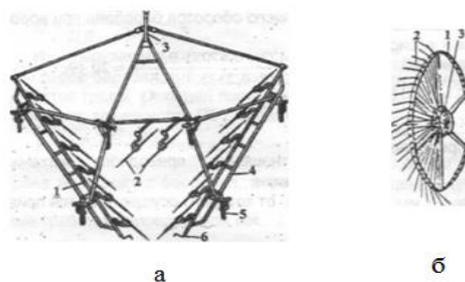
Рама 1 грабель в передней части опирается на два ходовых колеса 5, а в задней части – на два самоустанавливающихся колеса 9, для того, чтобы оба самоустанавливающиеся колеса при любых условиях поворачивались в одну и ту же сторону, вертикальные оси их связаны между собой кривошипами 10 и тягой 11. Колёса 5 имеют ступицы с храповым механизмом, с помощью ко-

того осуществляется включение привода барабана грабель.

Рабочим органом является барабан с валом 7, расположенным под углом 45° к направлению движения грабель. На валу барабана жёстко укреплены крестовины 8. На концах лучей крестовины в подшипниках установлены валы 6 с укрепленными на них пружинными зубьями. На передних концах грабельных валов имеются кривошипы параллелограммного механизма, который обеспечивает сохранение положения зубьев в пространстве параллельно самим себе. Конструкция параллелограммного механизма позволяет регулировать наклон зубьев по отношению к почве. Прицеп грабель к трактору или к сцепке осуществляется сницей 4. Вращение на барабан передаётся от ходовых колёс зубчатой 2 и цепной 3 передачами.

Колёсно-пальцевые грабли предназначены для сгребания травы в валки, ворошения провяленной травы в прокосах и оборачивания валков сена при уборке сеяных трав и при заготовке сена на естественных сенокосах.

Колёсно-пальцевые грабли состоят из левой 1, правой 4 и средней 2 секций, снабжённых рабочими колёсами, рамы 3 и шести опорных колёс 5 (рисунок 16, а).



а – колесно-пальцевые грабли; б – пальцевое колесо

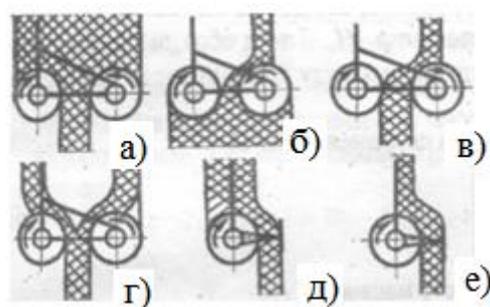
Рисунок 16 – Схема колесно-пальцевых грабель.

Устройство левой и правой секции одинаково: они имеют по шесть рабочих колёс, Центральная секция имеет два опорных колеса. Правая и левая секции могут работать отдельно при сгребании и оборачивании валков, а также и при ворошении.

Основной рабочий орган грабель - пальцевое колесо, состоит из каркаса 1 (рисунок 16, б), на котором закреплены пружинные пальцы 2, отогнутые

назад, чтобы лучше сходила с них трава. С помощью роликовой втулки 3 колесо крепится к оси. При движении агрегата пальцевые колёса, касаясь земли, вращаются и благодаря своему расположению под углом к направлению движения перемещают траву вбок. Перевод пальцевых колёс в транспортное положение осуществляется при помощи рукоятки 6 винтового механизма подъёма.

Ротационные грабли-ворошилка предназначены для сгребания провяленной или свежескошенной травы из прокосов в валки, ворошения травы в прокосах, оборачивания, разбрасывания или сдваивания валков (рисунок 17).



а) – сгребание; б) – разбрасывание валка; в) – оборачивание валка; г) – сдваивание валков; д) – сгребание одним ротором; е) – оборачивание валка одним ротором

Рисунок 17 – Операции выполняемые ротационными граблями-ворошилками

Грабли применяются на высокоурожайных сенокосах, имеющих ровный рельеф. Грабли имеют два ротора, снабжённых граблинами. Роторы приводятся в движение от вала отбора мощности трактора и вращаются навстречу друг другу. Граблины соединяются с трактором сницей. Перевод роторов из рабочего положения в транспортное осуществляется с помощью гидросистемы трактора. Оси вращения роторов наклонены к вертикали на угол $Q = 25...30^\circ$.

Технологический процесс осуществляется граблями при вращении роторов. При этом зубья граблин с помощью кулачкового механизма в нижнем положении становятся вертикально, сгребают впереди лежащую массу и от-

брасывают её между роторами, образуя непрерывный вспушенный валок. Затем, приняв горизонтальное положение, зубья проходят над сформированным валком.

Процесс ворошения травы в прокосах и разбрасывание валков производится граблями за счёт увеличения числа оборотов и момента перевода зубьев граблин в горизонтальное положение. При этом граблины подхватывают впереди лежащую массу из прокоса и разбрасывают её позади роторов по всей ширине захвата машины.

Формирование валка осуществляется специальными щитами, с помощью которых регулируют ширину валка от 1 до 1,2 м в зависимости от урожайности, изменения расстояния между крайними точками щитов. Расстояние от щита до почвы составляет 50...70 мм. Грабли могут работать как двумя, так и одним левым ротором с уменьшением ширины захвата вдвое.

Подборщик-копнитель предназначен для подбора сена из валков и формирования копны из всех видов трав. Укладка сена в копнитель механизирована, а выгрузка копны происходит автоматически, когда она достигнет определённой высоты.

Основными узлами подборщика-копнителя (рисунок 18) являются рама со сницей 1, на которой смонтированы все узлы машины, ходовые колёса 2, подборщик 3, транспортёр 4, бункер копнителя 5.

Подборщик подбирает сено из валков и подаёт его на транспортёр, откуда сено поступает в бункер копнителя. Бункер имеет разъем в плоскости, проходящей через его ось. Передняя половина бункера закреплена на раме жёстко, а задняя подвешена на шарнирах.

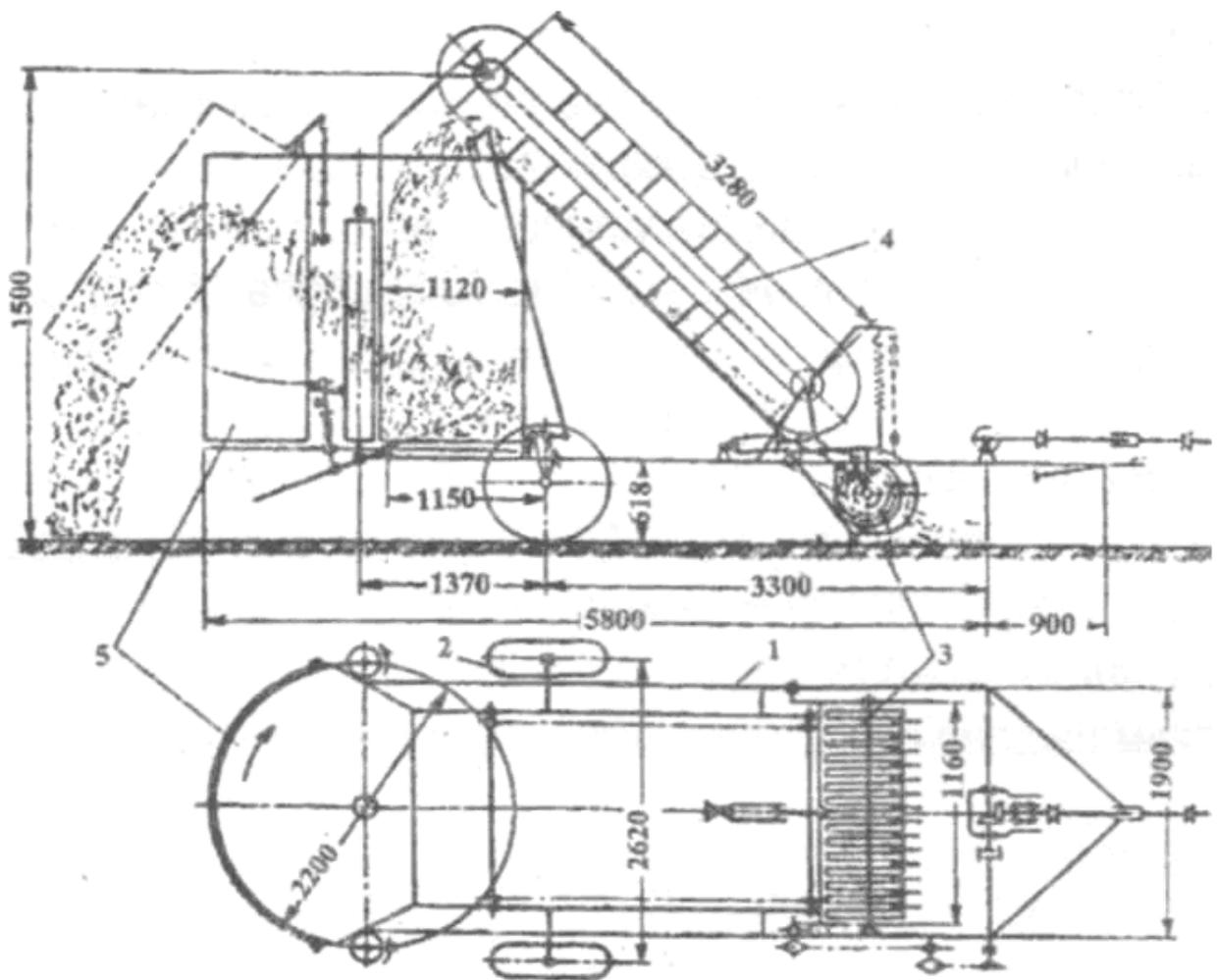


Рисунок 18 – Схема подборщика копнителя.

Дно копнителя представляет собой вращающийся диск и смонтировано на подрамнике, подвешенном к раме с помощью оси. Дно центрируется на жёстком вертикальном штыре. Обод диска опирается на три катка, укреплённых на подрамнике. Подрамник с вращающимся дисковым дном удерживается в горизонтальном положении фиксатором и противовесом. Ось подрамника несколько смещена вперёд относительно вертикального штыря - оси вращающегося дна. При размыкании фиксатора копнителя и готовая копна выгружается под действием собственного веса. После выгрузки противовес возвращает дно копнителя в исходное положение. С обеих сторон бункера имеются защёлки, удерживающие его откидную заднюю половину в рабочем положении. Они соединены тягами с подрамником и во время выгрузки копны (при наклоне подрамника с вращающимся дном) размыкаются.

Сено, поступающее в бункер копнителя с наклонного транспортёра, равномерно распределяется на вращающемся дне, и установленные по бокам бункера вальцы обжимают копну, предотвращая трение её о внутреннюю поверхность стенок во время вращения дна. Чтобы облегчить выгрузку копны, дисковое дно в наклонном положении продолжает вращаться. Завершение формирования копны и заглаживание её вершины осуществляет задняя открывающаяся стенка бункера, которая во время выгрузки, когда вращающаяся копна занимает наклонное положение, давит на неё сверху. Интенсивность этого давления регулируется натяжением амортизационных пружин.

При таком способе формирования стебли растений хорошо переплетаются, копна получается завершённой, не теряющей своей формы при выгрузке, устойчивой против ветра и непромокаемой во время дождя. В средней части копны плотность меньше, чем снаружи, что способствует досушиванию сена, а благодаря правильной форме копны уменьшаются потери при перевозке её копновозами и скирдовании стогометателями.

Сверху в бункере смонтирован рычаг автоматического включения механизма разгрузки. Он состоит из кронштейна, выключателя и тяги, соединённой с фиксатором. При заполнении бункера формирующаяся копна сена своей вершиной поворачивает выключатель и он через тягу размыкает фиксатор. Дно бункера под тяжестью копны наклоняется, запорные защёлки размыкаются, задняя стенка бункера наклоняется назад, готовая копна сползает на землю. После этого процесс копнообразования возобновляется.

Подборщик-стогообразователь предназначен для подбора сена из валков и формирования стогов весом до 4 т. Привод рабочих органов осуществляется от вала отбора мощности и гидросистемы трактора. Отличительной особенностью подборщика-стогообразователя является использование в нём в качестве основного транспортирующего и распределяющего рабочего органа пневматического транспортёра.

Подборщик-стогообразователь состоит из двух основных частей: подборщика с пневматическим транспортёром и бункера. Каждая из этих частей

смонтирована на собственной раме. В рабочем положении части соединяются одна с другой при помощи прицепного крюка и распорной трубы.

Машина имеет следующие основные узлы (рисунок 19).

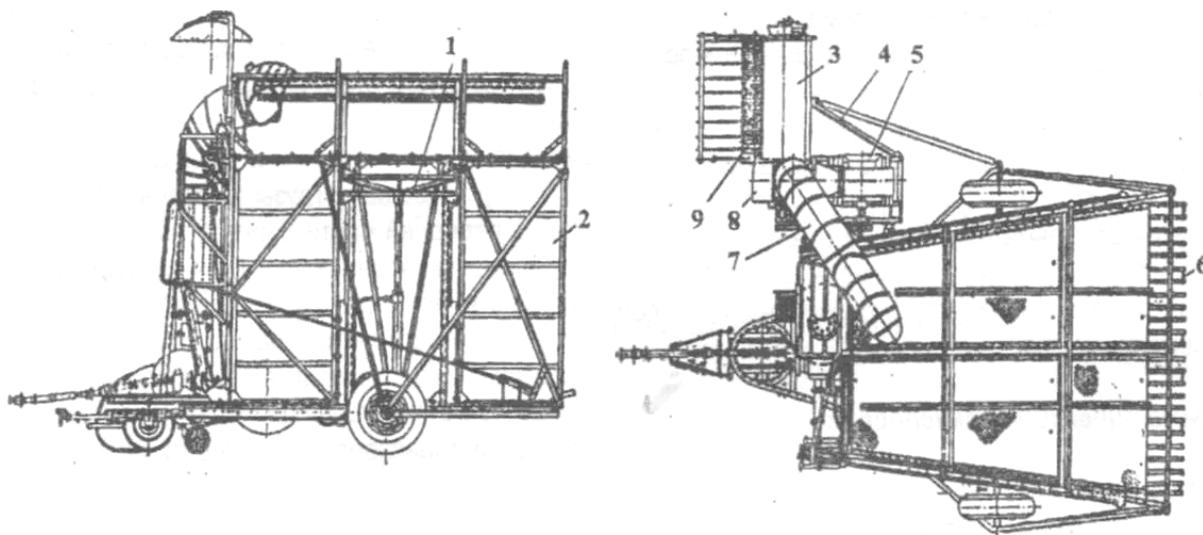


Рисунок 19 – Схема подборщика копнителя.

Подборщик 9 барабанного типа с прячущимися пружинными пальцами.

Шнек 3 однозаходный вращается в двух опорах. Диаметр шнека 600 мм, шаг витков 600 мм, число оборотов 300 в минуту.

Питатель 8 представляет собой двухлопастную крыльчатку, которой заканчивается шнек. Крыльчатка расположена в специальном кожухе - тройнике.

Вентилятор 5 среднего давления приводится в действие с помощью клиноремённой передачи и регулируемых шкивов.

Уплотнитель 1 состоит из двух подвижных кареток, связанных двумя гибкими уплотняющими арками и тремя продольными брусками.

Воздухопровод 7 состоит из отдельных секций труб диаметром 550 мм, соединённых между собой быстросъёмными хомутами. Нижняя часть воздухопровода, жёстко укреплённого на бункере, через гибкую секцию соединяется с питателем. Второй конец воздухопровода заканчивается поворотным регулируемым насадкой с управляемым козырьком.

Рама 4 опирается на две пары сдвоенных самоустанавливающихся колес.

Бункер 2 состоит из рамы, выполненной в виде жёсткого треугольника, опирающегося на трёхопорный ход. В передней части рамы расположен поворотный круг с прицепом, опирающийся на сдвоенные колёса. Стенки бункера выполнены в виде панелей, зашитых кровельным железом. Сверху стенки связаны трубчатыми арками, по нижнему поясу которых натягивается сетка, служащая для предохранения выдувания сена при завершении стога. Задняя стенка бункера выполнена в виде откидывающихся створок, подвешенных к задней арке. В нижней части створок имеются шарнирные пальцы, при помощи которых створки, соединяясь с днищем, запираются. При опускании днища в момент выгрузки стога пальцы освобождаются и створки свободно поднимаются.

Днище бункера состоит из двух половин, шарнирно присоединённых к опорной раме. К днищу подвешены грузы, обеспечивающие его подъём после выгрузки стога. В передней части бункера имеется механизм выгрузки стога. На раме расположены карданная передача и раздаточная коробка, при помощи которых осуществляется привод всех рабочих органов машины.

Рабочий процесс осуществляется следующим образом. Сено подборщиком подбирается из валка и подаётся под шнек, при помощи которого оно подаётся в питатель. Крыльчаткой питателя сено забрасывается в пневматический транспортёр и далее транспортируется в бункер. Находящийся на штурвальном мостике рабочий, управляя регулируемой поворотной насадкой, обеспечивает равномерное распределение и укладку сена по всей площади бункера. По мере наполнения бункера рабочий периодически включает гидроуплотнитель (2...3 раза) и уплотняет сено. После завершения формирования стога рабочий включает механизм выгрузки. При этом днище наклоняется так, что задний конец его касается земли и с помощью выгрузного механизма стог выталкивается из бункера. После выгрузки стога задние створки, падая, автоматически запираются, выталкивающая стенка возвращается назад и останавливается в первоначальном положении. Днище поднимается и фиксируется.

В настоящее время одной из наиболее прогрессивных технологий является технология заготовки сена с применением в комплексе машин для его уборки пресс-подборщиков.

Пресс-подборщики существующих конструкций можно классифицировать по форме образуемого тюка, траектории движения поршня, месту подачи прессуемого материала в прессовальную камеру.

По форме тюков сена различают пресс-подборщики двух основных типов: поршневые, формирующие прямоугольные тюки, и рулонные, формирующие тюки цилиндрической формы. Поршневые пресс-подборщики различаются по траектории движения поршня: с прямолинейным (возвратно-поступательным) движением поршня и с движением поршня по дуге окружности (возвратно-качательным). Пресс-подборщики с прямолинейным движением поршня выполняются с боковой подачей прессуемого материала в прессовальную камеру и с верхней подачей.

В поршневых пресс-подборщиках с качающимся поршнем и в рулонных пресс-подборщиках подача прессуемого материала производится спереди (фронтально).

В большинстве конструкций поршневых пресс-подборщиков прессовальные камеры располагаются вдоль оси движения машины и лишь в отдельных конструкциях камеры расположены перпендикулярно к оси движения машины. По характеру агрегатирования пресс-подборщики могут быть прицепными, полунавесными, навесными и самоходными. Для приведения в движение рабочих органов пресс-подборщиков используется вал отбора мощности трактора или собственный двигатель.

Основными частями любого пресс-подборщика являются питающие органы и прессующая часть.

Преимуществами технологии брикетирования сена в сравнении с другими технологиями являются.

Во-первых, возможность полной механизации всего процесса заготовки сена.

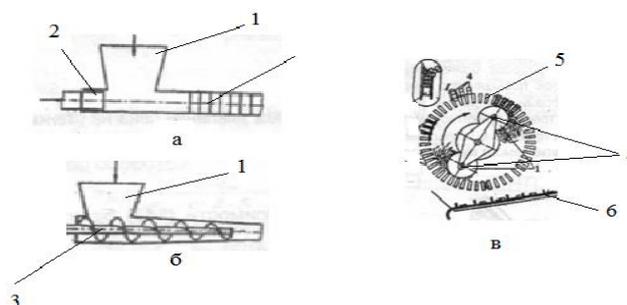
Во-вторых, большая плотность брикетов обеспечивает их прочность без применения дополнительных связочных материалов.

В-третьих, обеспечивается лучшее транспортирование сена, повышается коэффициент использования транспортных средств, снижается стоимость перевозок, более экономично используются при хранении складские помещения и тара.

В-четвёртых, значительно уменьшаются механические потери при хранении и потреблении.

В-пятых, вследствие меньшего окисления при хранении сена в брикетах обеспечивается лучшая сохранность содержания в сене питательных веществ.

По принципу работы, существующие брикетные прессы делятся на периодического действия (рисунок 6.20, а) и непрерывного действия (рисунок 6.20, б, в).



а – штемпельного действия (периодические); б, в – шнекового, кольцевого (непрерывного) действия;

1 – питающее устройство; 2 – прессующий поршень; 3 – конусный шнек; 4 – прессующие ролики; 5 – матрица; 6 - транспортер

Рисунок 20 – Схемы брикетных прессов.

К прессам периодического действия относятся штемпельные прессы (см. рисунок 20, а), в которых процесс формирования брикетов состоит из отдельных операций, следующих одна за другой в строго определённом порядке. Штемпельные прессы, в свою очередь, делятся на две подгруппы: прессы, в которых брикетирование осуществляется в открытом канале, и

пресса, формирование брикетов в которых происходит в закрытой камере. При работе штемпельного пресса с открытым каналом последовательно повторяются следующие операции: загрузка исходного материала в прессовальный канал, обжатие материала в пространстве между предыдущим брикетом и торцом штемпеля, в результате чего формируется новый брикет, и проталкивание брикетов, находящихся в канале пресса, на расстояние, равное толщине вновь сформированного брикета. Таким образом, противодействие, необходимое для брикетирования, в прессах с открытым каналом обеспечивается находящимися в канале брикетами.

При работе брикетного пресса с закрытым каналом чередуются следующие операции: загрузка брикетируемого материала в канал, сжатие его между подвижным штемпелем и неподвижным упором и выталкивание брикета из камеры при холостом ходе штемпеля. Следовательно, противодействие в данном случае оказывает неподвижный упор.

Недостатком брикетных прессов с открытым каналом является повышенная энергоёмкость, так как значительная часть энергии затрачивается на преодоление силы трения брикетов о стенки канала при перемещении брикетов. В брикетных прессах с закрытым каналом исключается этот основной недостаток. Однако конструкция брикетных прессов с закрытым каналом сложнее, чем прессов с открытым каналом.

К брикетным прессам непрерывного действия относятся прессы с шнековым (рисунок 20, б) и кольцевым (рисунок 20, в) рабочим органом.

В шнековых прессах брикетирование осуществляется при помощи конического шнека, выжимающего материал через меньший диаметр в формирующую матрицу.

Наряду с достоинствами (непрерывность процесса брикетирования) шнековые прессы имеют существенный недостаток: повышенную энергоёмкость даже по сравнению со штемпельными прессами с открытым каналом. Это объясняется необходимостью преодолевать трение брикетируемого материала о стенки матрицы, как и у штемпельных прессов с открытым кана-

лом, и дополнительно преодолевать трение брикетизируемого материала о поверхность шнека.

На рисунке (20, в) показана схема брикетного пресс-подборщика с кольцевым рабочим органом. Данный пресс-подборщик брикетизирует сено из валка, сформированного косилкой-измельчителем. Подбор измельченной массы из валка производится подборщиком. При этом сено подвергается вторичному измельчению. Измельченная масса поступает в камеру, где она смачивается для уменьшения трения и получения более связанного брикета, и при помощи шнека направляется к брикетизирующему устройству. При смачивании в сено добавляется меласса или другие компоненты, увеличивающие содержание в брикетах витаминов.

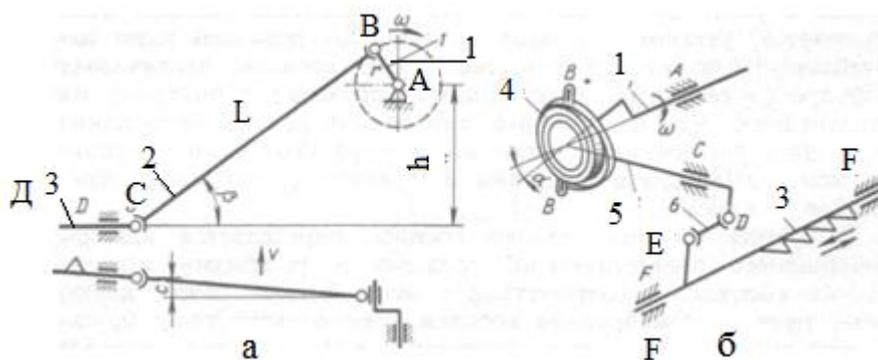
Брикетизирующее устройство основано на принципе выдавливания материала через отверстия, расположенные по периметру рабочей части вращающегося кольца. Специальная лопасть на конце шнека распределяет измельченное сено по окружности кольца с радиально расположенными разрезными прессовальными камерами. Два прессующих ролика проталкивают сено через прессовальные камеры, в которых образуются брикеты. При помощи элеватора брикеты поднимаются в кузов прицепа.

1.3. Механизмы привода и взаимодействие режущей пары с растением. Уравнение движения ножа и обоснование конструктивно-режимных параметров режущих аппаратов. Условие работоспособности мотовила и обоснование его конструктивно-режимных параметров.

До недавнего времени для привода ножа режущих аппаратов широко применялись плоские и пространственные механизмы. В косилках и кормоуборочных комбайнах наиболее распространены были кривошипно-ползунный механизм и механизм качающейся шайбы (МКШ).

Кривошипно-ползунный механизм ABCD (рисунок 21) выполняют дезаксиальным, т. е. ось A кривошипа 1 смещают выше линии движения ножа 3 на некоторое расстояние h , называемое смещением (дезаксиалом). Смещение зависит от кон-

струкции машины и условий ее эксплуатации.



а – кривошипно-шатунный механизм; б – механизм качающейся шайбы;
1 – кривошип; 2 – шатун; 3 – нож; 4 – качающаяся шайба; 5 – вилка; 6 – соединительное звено.

Рисунок 21 – Схемы привода ножа режущего аппарата.

В кормоуборочных комбайнах смещение $h=(2...3)r$, где r – радиус кривошипа, принимаемый таким, чтобы нижняя точка траектории шарнира В была выше линии движения ножа. В ином случае кривошип будет заходить в стерню и наматывать растения.

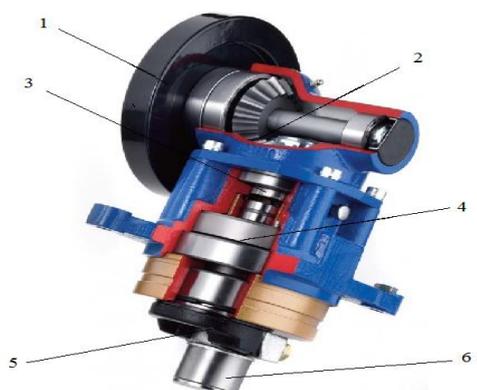
В прицепных и навесных косилках пальцевой брус в рабочем состоянии опирается башмаками на поверхность поля. Для копирования рельефа поля его шарнирно соединяют тяговой штангой с рамой косилки. Из-за упругих деформаций тяговой штанги и зазоров в шарнирах пальцевой брус (на рисунке 22, а) шарнир D отходит назад (перпендикулярно к плоскости чертежа). Движения ножа и пальца кривошипа происходят в разных плоскостях, что вызывает дополнительные усилия в звеньях механизма

Чтобы устранить появление дополнительных сил, полевой конец пальцевого бруса перед началом работы выдвигают вперед по ходу машины на расстояние s , то есть пальцевый брус располагают под углом к плоскости вращения кривошипа. Тогда при движении машины полевой конец пальцевого бруса отойдет назад, плоскости движения ножа и пальца кривошипа совпадут. Изменение положения пальцевого бруса в горизонтальной плоскости допускают шаровые шарниры В и С (пространственный механизм).

Кривошипный вал косилок размещают на раме машины. Смещением $h=(7...8)$ г добиваются нужного дорожного просвета между кривошипом и поверхностью почвы. Смещение h влияет на длину L шатуна. Чем больше величина h , тем больше угол β шатуна отклонен от горизонтали. С увеличением угла возрастают вертикальные составляющие сил, действующих на нож и пальцевой брус, что сказывается на силе трения в режущем аппарате. Для уменьшения указанных сил в механизмах привода косилки шатун должен быть длиной $L=(15...25)$ г.

Механизм качающейся шайбы (МКШ) выполнен следующим образом. На подшипниках кривошипа 1 насажена шайба 4. Ось ее расположена под углом α к оси звена 1. Через подшипники шайба пальцами связана с вилкой звена 5. Поводок вилки звеном 6 через шаровые шарниры D, E передает движение ножу 3. В этом механизме оси звена 1, шайбы 4 и вилки 5 пересекаются в одной точке, а звенья перемещаются в разных плоскостях. Такой механизм относится к пространственным сферическим. При равномерном движении ведущего звена шайба колеблется относительно оси вилки 5 и поворачивает ее вал на некоторый угол, вызывая перемещение звена 6, которое передает возвратно-поступательное движение ножу. Качающаяся шайба – компактный механизм. Основные части его могут быть вынесены из зоны среза. Такой механизм применяют для привода режущих аппаратов кормо- и зерноуборочных комбайнов, валковых жаток.

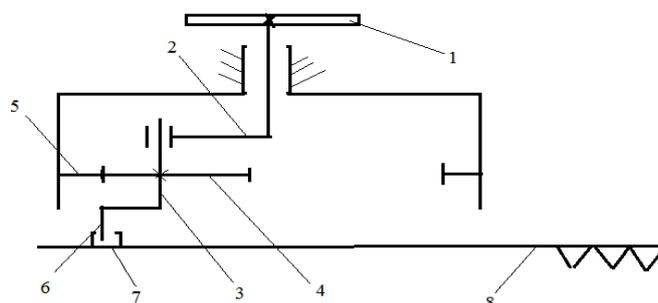
В настоящее время широкое распространение для привода ножей режущих аппаратов жаток кормоуборочных и зерноуборочных комбайнов находит планетарный механизм (рисунок 22). Механизм привода режущего аппарата – планетарный редуктор по типу Шумахер выгодно отличается от массово применяемых МКШ и других приводов как по надежности так и по скорости резания, что положительно сказывается на эксплуатационных свойствах сельскохозяйственной техники. Планетарный механизм привода режущего аппарата выполнен в виде преобразованного планетарного редуктора с прямолинейным возвратно-поступательным движением пальца кривошипа, к которому крепится головка ножа.



1 – ведущий шкив; 2 – косозубый шестеренный привод; 3 – водило; 4 – сателлит; 5 – кривошип; 6 – палец кривошипа

Рисунок 22 – Планетарный механизм (Шумахера) привода ножа режущего аппарата.

Принцип планетарного механизма заключается в следующем. При вращении ведущим шкивом 1 (рисунок 23) водила 2, оно увлекает за собой верхнюю часть кривошипа 3, который соединен с сателлитом 4, входящим в зацепление с наружным зубчатым колесом 5.



1 – ведущий шкив; 2 – водило; 3 – кривошип; 4 – сателлит 5 – наружное зубчатое колесо; 6 – палец кривошипа; 7 – головка ножа; 8 – нож

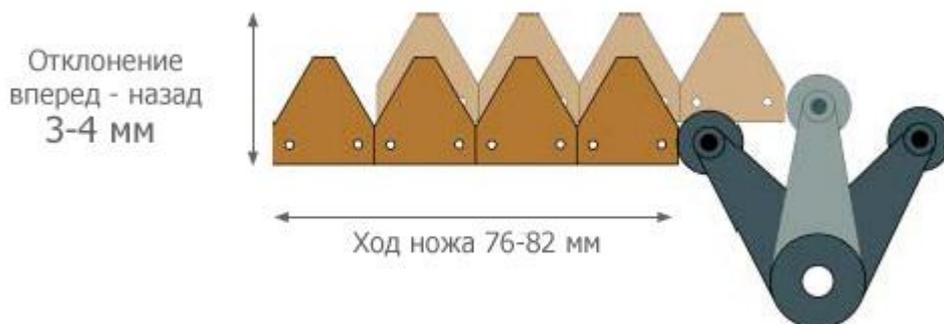
Рисунок 23 – Схема планетарного механизма привода ножа

В результате данного зацепления обкатывая наружное зубчатое колесо, сателлит проворачивает нижнюю часть кривошипа в сторону обратную повороту верхней его части. В результате палец кривошипа совершает плоско-параллельное возвратно-поступательное движение.

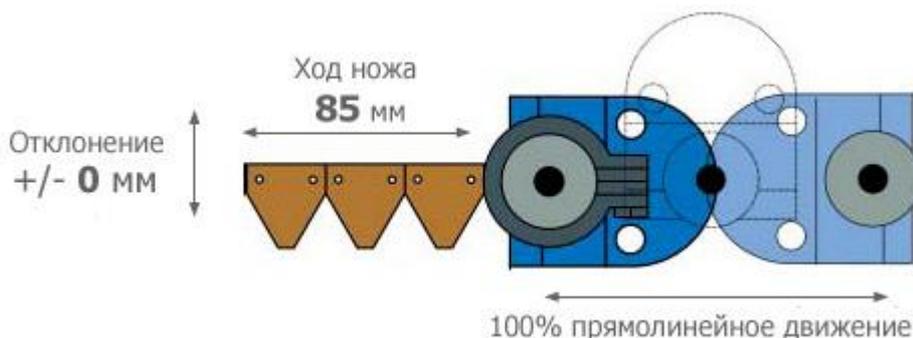
Сравнение шатунных приводов ножей с планетарным механизмом приведено на рисунке 24.



а) вертикальный шатунный привод ножа



б) горизонтальный шатунный привод ножа



в) планетарный механизм привода ножа

Рисунок 24 – Параметры движения ножа с различными типами привода.

Применение планетарного механизма позволяет увеличить скорость ножа и как результат улучшаются условия и качество среза растений.

Для режущих аппаратов подпорного среза основными параметрам являются углы (α, α_1) наклона режущих кромок сегмента и вкладыша (рисунок 25). Значение данных углов влияет на сопротивление резанью, которое уменьшается с увеличением α, α_1 . Однако при увеличении суммы данных углов может наступить явление выскальзывания растений из раствора режущей пары.

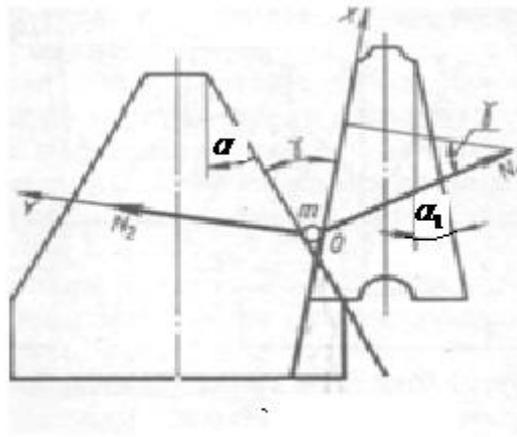


Рисунок 25 – Условия защемления стебля режущей парой

Определим условие защемления стеблей режущей парой. На стебель m (см. рисунок 25) действуют силы N_1 и N_2 , нормальные к лезвиям сегмента и противорежущей пластины, а также силы трения F_1 и F_2 , максимальные значения которых составит:

$$F_1 = N_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \quad (1)$$

$$F_2 = N_2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2$$

где $\operatorname{tg} \varphi_1, \operatorname{tg} \varphi_2$ – коэффициенты трения стебля о поверхности лезвий сегмента и противорежущей пластины.

Стебель не выталкивается при условии,

$$F_2 \geq N_1 \sin \gamma - F_1 \cos \gamma \quad (2)$$

Заменив силы F_1 и F_2 из предыдущих зависимостей и решив эти выражения, получим,

$$\gamma \leq \varphi_1 + \varphi_2 \quad (3)$$

Так как

$$\gamma = \alpha + \alpha_1 \quad (4)$$

Условие защемления растений в режущей паре примет вид:

$$\alpha + \alpha_1 \leq \varphi_1 + \varphi_2 \quad (5)$$

При толщине лезвия 100 мкм сумма углов $\varphi_1 + \varphi_2 = 25...35^\circ$ при влажности $w = 14...22\%$ и $\varphi_1 + \varphi_2 = 40...60^\circ$ при $w = 55...70\%$, а при уборке хлебных злаков $\varphi_1 + \varphi_2 = 20...35^\circ$ с уменьшением толщины лезвия до 30 мкм значения углов

$\varphi_1 + \varphi_2$ возрастают на 15...40%. Насечка лезвий сегментов увеличивает углы на 30...50%.

Суммарное значение углов α и α_1 следующее: для косилок 36°20'; зерновых комбайнов 30°30'; кормоуборочных комбайнов 45°50'. В таблице 1 приведены значения углов защемления для различных условий работы

Таблица 1 Значение углов защемления степных трав при влажности 40%, град

Трава	Сегмент гладкий, вкладыш острый		Сегмент и вкладыш гладкие			
	Острые	Сегмент тупой, вкладыш острый	Острые	Сегмент острый, вкладыш тупой	Сегмент тупой, вкладыш острый	Тупые
Люцерна	72	67	50	50	35	25
Ковыль	75	65	45	45	30	22
Типец	75	65	45	45	25	22
Мышей	72	65	50	47	35	25
Шелковица	70	65	50	50	35	25
Чай	75	65	50	45...35		25
Польнь	72	65	50	50...35		25

Кинематические показатели хода ножа — перемещение x , скорость v ускорение j определим в зависимости от угла поворота кривошипа.

Для простоты пренебрежем влиянием конечной длины шатун: и дезаксиала и определим x , v , j для центрального кривошипно-шатунного механизма.

Перемещение ножа. Кривошип радиусом r (рисунок 26) вращаясь с постоянной угловой скоростью ω по ходу часовой стрелки, за время t повернется на угол ωt и перейдет из положения A в положение A_1 . При этом нож переместится на расстояние,

$$x = CB - CB_1. \quad (6)$$

С учетом того, что $CB = r + l$ и $CB_1 = l \cos a + r \cos \omega t$ перемещение ножа будет равно:

$$x = r(l - \cos \omega t) + l(1 - \cos a) \quad (7)$$

Так как $A_1D = r \sin \omega t = l \sin a$

Следовательно,

$$\sin a = \frac{r \sin \omega t}{l} \quad (8)$$

То есть

$$\cos a = \sqrt{1 - (r/l)^2 \sin^2 \omega t}$$

Для существующих механизмов отношение $\frac{r}{l} = 0,1 \dots 0,04$. Поэтому без большой погрешности можно принять $\cos a = 1$

Следовательно, зависимость перемещения ножа примет вид:

$$x = r(l - \cos \omega t) \quad (9)$$

Продифференцировав уравнение (6.9) по времени, получим уравнение, определяющее скорость ножа в зависимости от времени t или угла поворота кривошипа ωt .

Вторая производная этого уравнения выражает значение ускорения ножа.

Если отсчет углов поворота кривошипа проводить не от горизонтального его положения, а от вертикального (от оси Y), то уравнения перемещения, скорости и ускорения ножа принимают вид,

$$r = \sin \omega t \quad (10)$$

$$v = r \omega \cos \omega t \quad (11)$$

$$j = -r \omega^2 \sin \omega t \quad (12)$$

Из приведенных зависимостей следует, что скорость ножа пропорциональна ω и r , а ускорение пропорционально радиусу и квадрату угловой скорости. Максимального значения оно достигает при крайних (мертвых) положениях ножа.

Чтобы обеспечить необходимые рабочие скорости резания и доброкачественную работу режущего аппарата, необходимо среднюю скорость движения ножа v_{cp} согласовать со скоростью поступательного движения машины v_m . Наилуч-

ший технологический эффект работы, например, тракторных косилок определяется соотношением,

$$v_{cp} = (1,25...1,3)v_m \quad (13)$$

Значение рабочих скоростей резания зависит также от того, отцентрирован нож или нет. Нож считается отцентрированным, если осевые линии пальцев и сегментов в крайних положениях совпадают или смещены на одинаковые отрезки в противоположные стороны. Если это смещение для двух крайних положений ножа неодинаково, то скорость конца резания при прямом ходе и начала резания при обратном будет меньше, чем у аппарата с центрированным ножом. При смещении ножа аппарата нормального резания от центрированного положения на 5... 10 мм скорость конца резания будет ниже на 30...40 % по сравнению с центрированным ножом, а в аппаратах нормального резания с некратным пробегом ножа – на 57...70 %. В аппаратах низкого резания смещение ножа на 3 мм приводит к скорости начала резания у среднего пальца, равной нулю. Поэтому для обеспечения высококачественной работы режущего аппарата центрирование ножа обязательно.

Определим площадь подачи ножа – площадь поля, на которой происходит срез стеблей одним ножевым сегментом за один ход ножа.

Построим для аппарата нормального резания график пробега активных лезвий ножа (рисунок 26), позволяющий видеть, что лезвие $C_1 D_1$ пробегает площадку $D_1 C_1 C_2 D_2$. На заштрихованной площадке стебли уже были срезаны лезвием АВ при ходе нож влево. Часть площади лезвие проходит после встречи с противорежущей пластиной.

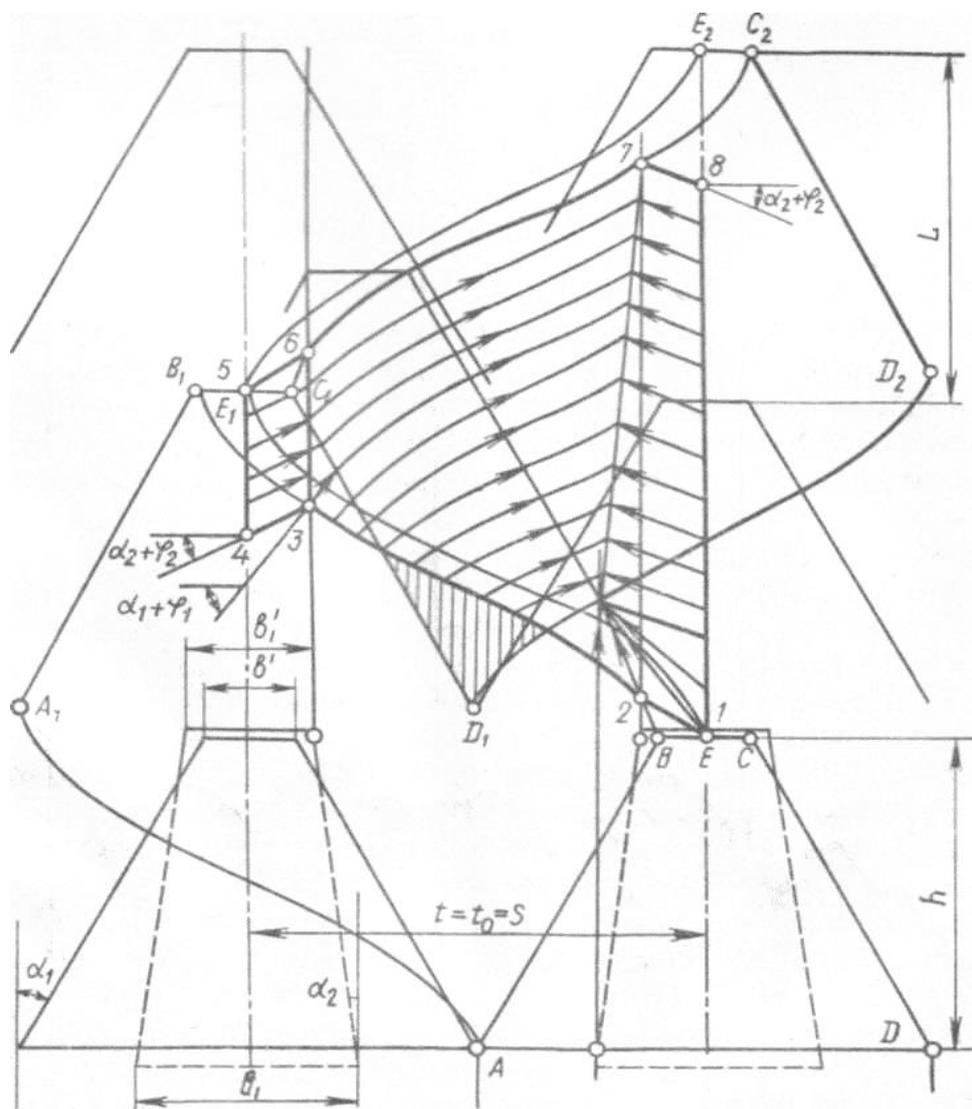


Рисунок 26 – Схема движения сегмента ножа.

Площадь подачи S по форме может быть в виде фигуры 1—2—3—4—5—6—7—8, ограниченной ломаной кривой, где участки 1—2, 4—3, 5—6 и 8—7 по направлению зависят от угла α_2 и угла трения стеблей о кромку противорезающей пластины φ_2 , а участки 2—3 и 6—7 представляют собой часть косинусоид, описываемых точками B и C_1 .

После участка 4—3 происходит дальнейшее отклонение стеблей сегментом под углом, равным сумме углов α_1 и φ_1 .

Рассматриваемая фигура равновелика фигуре $E E_1 E_2$, которая ограничена косинусоидой, описываемой средней точкой E переднего основания сегмента. Учитывая относительное и переносное движение ножа, характеризуемое уравнениями,

$$x = r(1 - \cos \omega t) = r(1 - \cos \varphi) \quad (14)$$

и

$$y = \frac{L\omega t}{\pi} = \frac{L\varphi}{\pi} \quad (15)$$

определим площадь подачи,

$$S = \int_0^{2\pi} x dy = \int_0^{2\pi} r(1 - \cos \varphi) \frac{L}{\pi} d\varphi = \frac{Lr}{\pi} (\varphi - \sin \varphi) \Big|_0^{2\pi} = 2Lr \quad (16)$$

или

$$S = Ls \quad (17)$$

Формула (6.17) справедлива и для режущих аппаратов других типов. Ее можно записать: для аппарата нормального резания

$$S = Ls = Lt_0 = Lt \quad (18)$$

для аппарата нормального резания с двойным пробегом ножа

$$S = Ls = 2 Lt_0 = 2 Lt \quad (19)$$

для аппарата низкого резания

$$S = Ls = 2Lt_0 = Lt. \quad (20)$$

Расчетная нагрузка на лезвие – наибольшая часть площади подачи, на которой сегмент срезает растения за один ход ножа у одного из пальцев.

Площадь нагрузки S_H на лезвие определяется типом аппарата и связана с площадью подачи S зависимостью

$$S_H = kS. \quad (21)$$

Если для упрощения считать, что у аппарата нормального резания все стебли с площади, ограниченной косинусоидой $E E_1 E_2$, срезаются за один ход ножа у одного пальца, то $S_H = S$ и $k=1$.

Работа сегментно-дискового аппарата характеризуется тем, что его ножевые сегменты, закрепленные на диске, участвуют в двух движениях: во вращательном вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω и переносном вместе с машиной со скоростью v_m (рисунок 27).

Для построения траектории движения точек А и В лезвия определим перемещение L машины за время t одного оборота диска:

$$L = v_m \cdot t = \frac{v_m \pi \cdot d}{u} = \frac{\pi \cdot d}{\lambda} \quad (22)$$

где λ – кинематический режим работы дискового аппарата ($\lambda = \frac{u}{v_m}$).

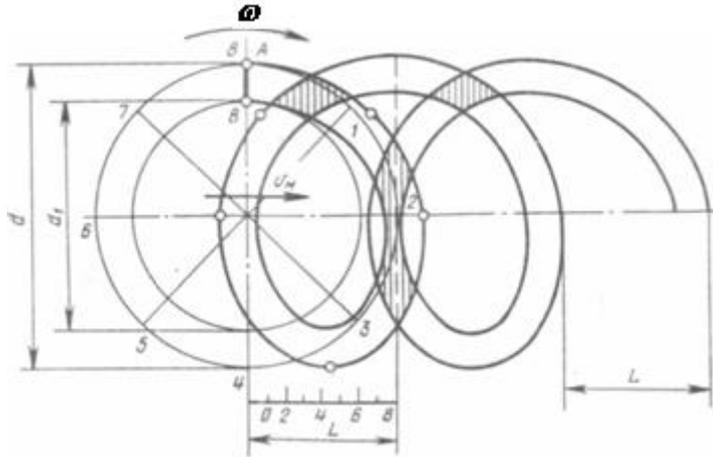


Рисунок 27 – Схема работы ротационного режущего аппарата

Так как окружную скорость и принимают достаточно высокой (40...50 м/с), то подача L получается небольшой (10...12 мм).

Разбив окружность и отрезок L на одинаковое число частей, найдем промежуточные положения точек A и B , которые будут принадлежать траекториям их движения в виде удлиненных циклоид (при $\lambda = \text{const}$).

Из рисунка можно заключить, что даже одно лезвие AB срезает стебли с довольно значительной площади, заключенной между циклоидами, описанными крайними точками лезвия. Причем на заштрихованных ее участках происходит повторный срез.

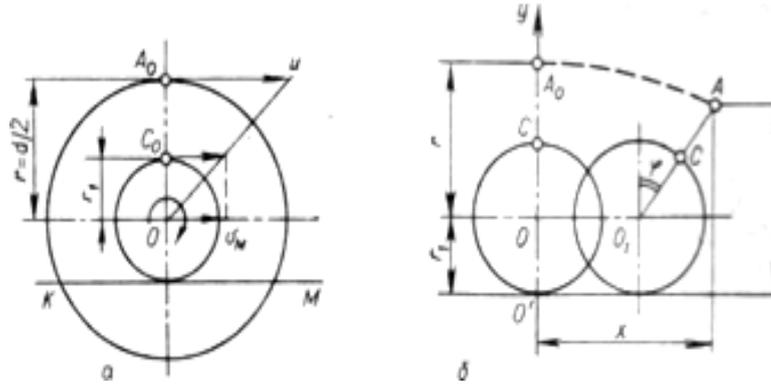
Так как на диске устанавливают несколько сегментов, движущихся по таким же траекториям, как и рассмотренное лезвие AB , то площадки холостого хода исчезнут и значительно увеличатся площадки повторного среза.

Исходя из условия равенства окружной скорости и скорости прямолинейного движения диска, найдем радиус r_1 производящей окружности, определяющей характер отмеченной выше траектории движения.

Для этого в масштабе построим график (рисунок 28), на котором обозначим для точки A_0 окружную скорость v . Соединив ее конец с центром O , получим прямую, отображающую график изменения окружных скоростей

точек радиуса A_0O . Если по горизонтали отложить значение скорости v_m , то легко определяется отрезок $OC_0 = r_1$.

Движение диска происходит, таким образом, как если бы окружность радиуса r_1 перекатывалась без скольжения по прямой КМ со скоростью v_m . При этом точки лезвия сегмента движутся по удлинненным циклоидам.



а – определение радиуса r_1 ; б – определение координат точки траектории

Рисунок 28 – Параметры сегмента.

Воспользовавшись рисунком 6.28, б, запишем параметрические уравнения удлинненной циклоиды в функции угла φ :

$$\begin{aligned} x &= r_1\varphi + r \sin \varphi \\ y &= r_1 + r \cos \varphi \end{aligned} \quad (23)$$

Согласно первому уравнению, при одном обороте диска ($\varphi = 2\pi$) машина переместится вперед на $2\pi r_1$. Следовательно, подачу для ротационного режущего аппарата можно определять по формуле,

$$L = 2\pi r_1 \quad (24)$$

Площадь подачи:

$$S = L \cdot d \quad (25)$$

Нагрузка на лезвие:

$$S_n = \frac{S}{z} \quad (26)$$

где z – число ножевых сегментов на диске.

Для сплошного среза растений (отсутствие площадок по которым не проходили лезвия) необходимо иметь следующее соотношение между рабо-

чей высотой сегментов h , их числом и подачей:

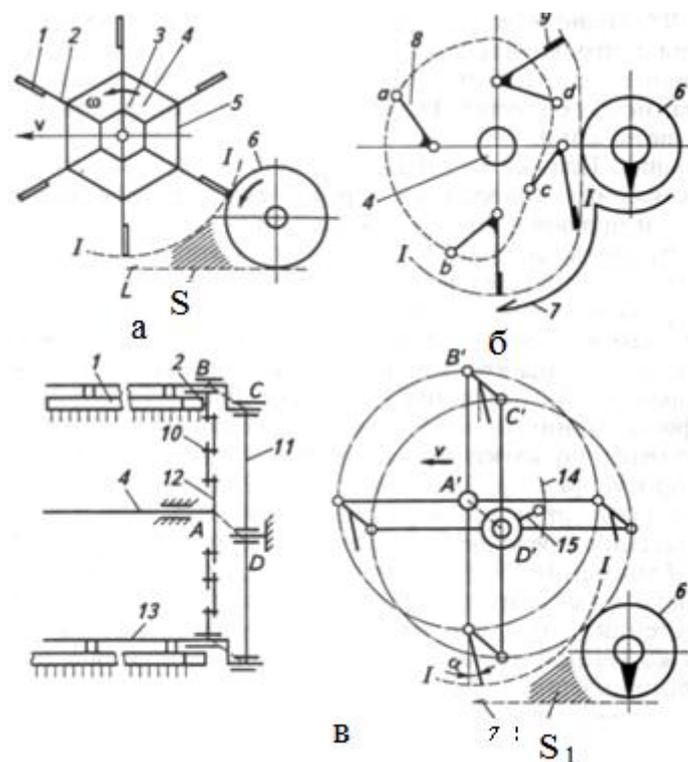
$$h \geq \frac{L}{z} \quad (27)$$

На жатках кормоуборочных и зерноуборочных комбайнов применяются мотовило предназначенное для подвода стеблей режущему аппарату и для того чтобы после среза направить их транспортер освободив при этом режущий аппарат для среза новых растений.

По устройству и принципу действия мотовила бывают: жесткопланчатые, с четырехзвенным параллелограмным механизмом (эксцентрик-овые) и копирующие.

Жесткопланчатое мотовило состоит из вала 4 (рисунок 29, а), на котором закреплены крестовины 3, жестко соединенные лучами 2 с планками 1. Для придания жесткости лучи соединены стяжками 5. При вращении вала планки совершают вращательное движение относительно жатки. Такое мотовило применяют на валковых жатках при уборке прямостоячего хлеба. На короткостебельном, полеглом стеблестое оно неудовлетворительно поднимает и подводит растения к режущему аппарату. Кроме того, между траекторией 1—1 движения точек концов планок, поддоном корпуса жатки и шнеком 6 образуется «мертвая» зона S, в которой скапливаются растения, что приводит к неравномерной загрузке рабочих органов жатвенной части и молотилки или измельчителя комбайнов.

Копирующее мотовило снабжено пальцами 9 (рисунок 29, б) с поводками 8. Поводки перекатываются по беговой дорожке abcd, благодаря чему точки планок, закрепленных на лучах, перемещаются по траекториям, расположенным близко к режущему аппарату 7 и шнеку 6; тем самым устраняется «мертвая» зона и растения равномерно подаются к последующим рабочим органам. Копирующими мотовилами оборудуют жатки для уборки ячменя, гречихи, проса, трав и других короткостебельных культур. Их применяют не только на зерноуборочных, но и на кормоуборочных комбайнах.



а – жесткопланчатое; б – копирующее; в – параллелограммное (эксцентрикное); 1 – планка; 2 – луч; 3 – крестовина; 4 – вал (труба); 5 – стяжка; 6 – шнек; 7— режущий аппарат; 8 – поводок; 9 – пальцы; 10 – диск; 11 – кольцевая обойма; 12 – фланец; 13 – труба граблин; 14 – копир; 15 – рычаг с роликом; $abcd$ – беговая дорожка; S, S_1 — зоны скапливания растений («мертвые» зоны); 1—1 – траектории движения концов планок; $ABCD$ – четырехзвенный механизм ($A', B' C'$ и D' – шарниры); a – угол отклонения кольца мотвила от вертикальной линии; ω – угловая скорость

Рисунок 29 – Типы мотовил.

Параллелограммное мотовило изображено на рисунке 29, в, причем для простоты изучения приведена только левая часть четырех-звенного механизма $ABCD$. Звено AB вращается относительно шарнира A в шарниры B лучей вставлены трубы 13 (звено BC), на которых закреплены планки 1 с пружинными пальцами. Звено BC шарнирами C соединено с крестовинами эксцентрикного диска (звено CD). Звенья AB и DC параллельны друг другу, а AD параллельно BC . При вращении ведущего звена AB , когда шарнир D не изменяет своего положения, параллельность указанных звеньев сохраняется, то есть планки с пальцами не изменяют наклона относительно заданного поло-

жения. Наклон планок можно менять, устанавливая ось шарнира D в различные положения, что обеспечивает отклонение пальцев (планок) от вертикали вперед по направлению вращения на угол $+15^\circ$ и $+30^\circ$ и назад на угол -15° .

В комбайнах семейства «Дон» угол наклона граблин изменяется синхронно с перемещением вала 4 поворотом рычага 15 с роликом, перекатывающегося по копиру 14, соединенному с поддержкой мотовила. «Мертвая» зона S_1 в параллелограммном мотовиле меньше, чем в жесткопланчатом, то есть $S_1 < S$.

Планка мотовила совершает сложное движение: переносное вместе с машиной со скоростью v и относительное с угловой скоростью ω . Координаты планки мотовила могут быть выражены уравнениями:

$$\begin{aligned} x &= R \cdot \cos \varphi + v \cdot t \\ y &= R \sin \varphi \end{aligned} \quad (28)$$

где R – радиус мотовила (расстояние от оси вращения мотовила до точки, для которой определяются координаты);

φ – угол поворота мотовила за время t .

Учитывая, что время определяется отношением,

$$t = \frac{\varphi}{\omega} \quad (29)$$

При этом угловая скорость,

$$\omega = \frac{v_{ок}}{R} \quad (30)$$

где $v_{ок}$ – окружная скорость точки мотовила для которой определяются координаты.

Выражение (6.29) примет вид,

$$t = \frac{\varphi \cdot R}{v_{ок}} \quad (31)$$

Подставив в место t в верхней формуле (28), выражение (31) получим,

$$x = R \cos \varphi + \frac{v \varphi R}{v_{ок}} = R \left(\cos \varphi + \varphi \frac{v}{v_{ок}} \right) \quad (32)$$

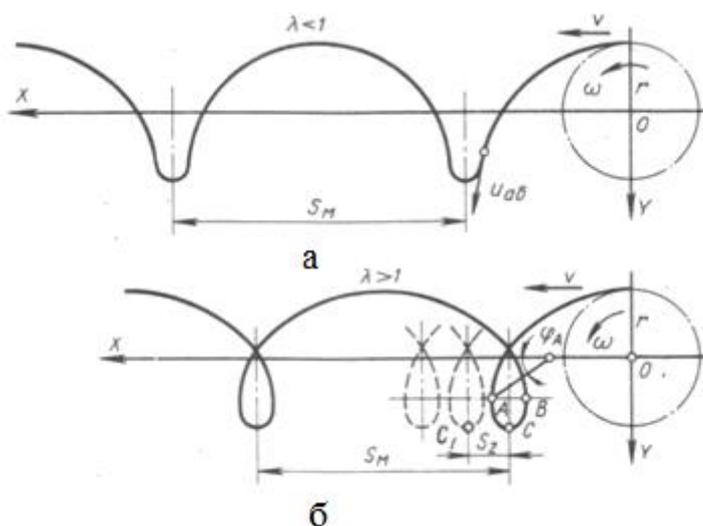
Используя показатель кинематического режима работы мотовила,

$$\lambda = \frac{v_{ок}}{v} \quad (33)$$

Получим следующую систему выражений, для определения координат точек мотовила,

$$\begin{aligned} x &= R\left(\cos \varphi + \frac{\varphi}{\lambda}\right) \\ y &= R \sin \varphi \end{aligned} \quad (34)$$

Траектория, определяемая уравнением (6.34) представляет собой циклоиду. Форма циклоиды зависит от значения λ : при $\lambda < 1$ она будет укороченной (рисунок 6.30, а), при $\lambda > 1$ – удлинённой (рисунок 30, б).



а – укороченная циклоида; б – удлинённая циклоида

Рисунок 30 – Траектории движения планок мотовила при разном кинематическом режиме его работы.

В укороченной циклоиде проекция скорости $u_{a\bar{b}}$ абсолютного движения точек конца планки на ось X по всей траектории направлена в сторону движения машины. В этом случае стебли отклоняются мотовилом от режущего аппарата, то есть мотовило неработоспособно.

При удлинённой циклоиде, на участке петли ABC , проекция скорости $u_{a\bar{b}}$ направлена в сторону, противоположную движению машины. На этом участке планки мотовила подводят стебли к режущему аппарату. Таким образом, чтобы мотовило было работоспособным, точки конца планки должны двигаться по удлинённой циклоиде, то есть $\lambda > 1$.

Начало подвода стеблей мотовилом (по условию минимального выбивания семян из колоса) определяется точкой A_1 (рисунок 31), в которой гори-

горизонтальная составляющая абсолютной скорости планки равняется нулю.

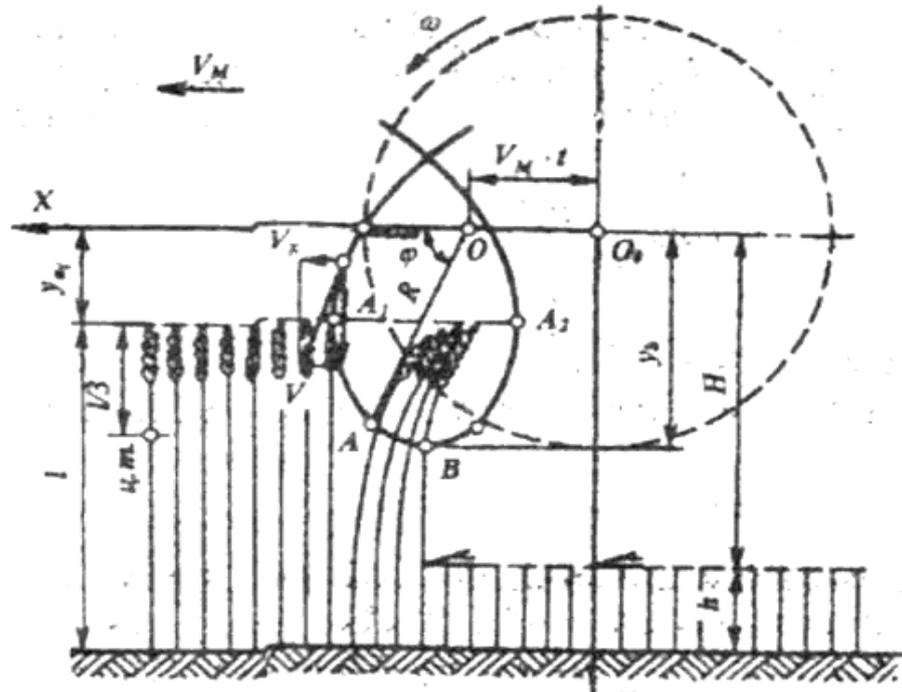


Рисунок 31 – Траектория абсолютного движения планки мотовила.

Угол поворота планки мотовила, который соответствует началу подвода стеблей, определяется из условия,

$$v_x = \frac{dx}{dt} = -R\omega \sin \varphi_1 + \frac{\omega R}{\lambda} = \omega R \left(\frac{1}{\lambda} + \sin \varphi_1 \right) = 0 \quad (35)$$

Следовательно,

$$\sin \varphi_1 = \frac{1}{\lambda} \quad \text{или} \quad \varphi_1 = \arcsin \frac{1}{\lambda} \quad (36)$$

Таким образом, чтобы планка мотовила имела возможность, наклонять стебли к режущему аппарату, λ должна быть больше единицы, а, следовательно, $v_{ок} > v$.

Подвод стеблей заканчивается, когда планка из нижнего положения поднимается выше точки A_2 . Полезная работа планки мотовила совершается только на участке петли A_1A_2 . Ширину петли можно увеличить путём увеличения радиуса мотовила или величины λ . Однако увеличение радиуса мотовила R обуславливается конструктивными возможностями. Увеличение же λ возможно за счёт повышения окружной скорости планки мотовила.

Высота установки мотовила (см. рисунок 32) определяет условие,

$$H + h = l + y_A \quad (37)$$

где H – высота установки мотовила над режущим аппаратом;

h – высота среза растений;

l – высота растений;

y_A – вертикальная координата планки мотовила в момент начала подвода им стеблей.

Учитывая, что.

$$y_A = R \sin \varphi_1 = \frac{R}{\lambda} \quad (38)$$

Тогда, высота установки определится по формуле:

$$H = l + \frac{R}{\lambda} - h \quad (39)$$

Задаваясь максимальной l_{\max} и минимальной l_{\min} высотой стеблей и соответствующей высотой среза h_{\max} и h_{\min} , определяем необходимую величину S перемещения вала мотовила по вертикали,

$$H_{\max} = l_{\max} + \frac{R}{\lambda} - h_{\min} \quad \text{и} \quad H_{\min} = l_{\min} + \frac{R}{\lambda} - h_{\max} \quad (40)$$

То есть

$$S = H_{\max} - H_{\min} - l_{\max} - l_{\min} + (h_{\max} - h_{\min}) \quad (41)$$

Для одинаковой высоты среза для разных растений, вертикальное перемещение составит:

$$S = l_{\max} - l_{\min} \quad (42)$$

Для избежания наматывания срезаемых стеблей на мотовило и опрокидывания их через планку необходимо, чтобы центр тяжести стебля находился не выше планки мотовила во время воздействия последней на стебель.

Можно считать, что у стеблей растений центр тяжести расположен на расстоянии $\frac{l}{3}$ от вершины (см. рисунок 31). Тогда наибольшая глубина погружения планки

в растительную массу не должна превышать $\frac{l}{3}$ то есть,

$$y_B - y_A \leq \frac{l}{3} \quad (43)$$

Учитывая, что,

$$y_B = R, \text{ а } y_A = \frac{R}{\lambda} \quad (44)$$

Выражение (44) примет вид,

$$R(1 - \frac{l}{\lambda}) \leq \frac{l}{3} \quad (45)$$

Соответственно радиус мотвила определится по формуле:

$$R = \frac{l \cdot \lambda}{3(\lambda - 1)} \quad (46)$$

2. МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР.

2.1 Способы комбайновой уборки колосовых, бобовых, крупяных, масленичных культур. Технологические свойства обрабатываемого материала.

В настоящее время основной технологией уборки зерновых культур является комбайновая, то есть основным техническим средством уборки является комбайн.

В основу технологического процесса работы зерноуборочных машин положены биологические особенности созревания зерновых культур. На процесс уборки влияют степень спелости зерна и стеблей, параметры растительной массы (длина и густота стеблестоя, содержание соломы), влажность зерна и соломы, засорённость поля и состояние стеблестоя.

В связи с этим применяются два способа комбайновой технологии уборки зерновых культур: прямое комбайнирование и раздельная, или двухфазная уборка.

Способ и начало уборки определяются с биологической и хозяйственной точки зрения. С биологической точки зрения уборку необходимо начинать в момент достижения максимальной биологической урожайности и проводить её в агротехнические сроки с минимальными потерями. С хозяйственной точки зрения начало, продолжительность и способ уборки зависят от наличия зерноуборочных машин в хозяйстве. Начало и способ уборки, её

продолжительность выбирают также с учётом фаз развития и созревания зерна: молочная или зелёная, восковая или жёлтая, полная или твёрдая.

Прямое комбайнирование включает в себя срезание стеблей, обмолот, сепарацию продуктов обмолота, сбор очищенного зерна в бункер, а соломы и половы - в копнитель или измельчитель

Раздельная, или двухфазная уборка предусматривает сначала срезание стеблей и укладку их в валок, а затем подбор валков и обмолот массы зерноуборочным комбайном.

Для срезания стеблей и укладки их в валок предназначаются жатки, а подбор валков осуществляется комбайнами, оборудованными специальными подборщиками.

Двухфазный способ позволяет начать уборку на несколько дней раньше, когда зерно находится ещё в состоянии восковой спелости; уменьшает необходимое количество уборочной техники, а также потери зерна от осыпания; менее чувствителен к погодным условиям; увеличивает производительность комбайна на подборе массы из валков в 1,5 раза по сравнению с прямым комбайнированием, так как влажность хлебной массы уменьшается до 15%, что облегчает обмолот и сепарацию зерна рабочими органами комбайна.

Однако комбайновая технология уборки, несмотря на её широкое распространение и повсеместное использование, имеет ряд существенных недостатков.

Во-первых, высокая энергоёмкость технологических процессов уборки.

Во-вторых, влияние на снижение производительности зерноуборочной техники (комбайнов) высокостебельных засорённых и увлажнённых хлебов.

В-третьих, недостаточная экономическая эффективность применения сложной по конструкции и дорогостоящей зерноуборочной техники с небольшим амортизационным сроком службы.

В-четвёртых, зависимость зерноуборочной техники от наличия и бесперебойной работы транспортных средств.

В-пятых, высокая продолжительность сроков уборки и влияние на них природно-климатических условий.

Для устранения вышеуказанных недостатков с начала 70-х годов велись активные работы по применению некомбайновых стационарных и полустационарных технологий уборки зерновых культур.

Первый представитель стационарных индустриальных технологий логий – трехфазная. Ее разработка была начата в 1959 году. В 1962...1963 годах она наряду с новыми комбайновыми технологиями проходила испытания на Северо-Кавказской МИС. Уборочный процесс здесь разделен на следующие основные фазы: скашивание в валки, подбор валков с измельчением стеблей и вывозкой получаемой таким образом хлебной массы на стационарный пункт, обработка урожая с выделением зерна и соломы и очисткой зерна.

Разновидностью трехфазной является кубанская технология.

Для скашивания (или подбора из валка) с одновременным измельчением здесь применялись переоборудованные комбайны (а впоследствии — специальная полевая машина Таганрогского ГСКБ), у которых вместо молотильного барабана установлен измельчающий аппарат. Выходящая из него измельченная хлебная масса вентилятором загружается в переоборудованную сменную тележку 2ПТС-4-887Б. На пункт стационарной обработки урожай доставляется тракторами МТЗ-80, где выгружается под навес — хранилище хлебной массы.

С помощью бульдозерной лопаты или стогометателя ПФ-0,5 хлебная масса специальным трактором МТЗ-80 загружается в приемную яму стационарного комплекса, который представляет собой две параллельно работающие сушнльно-сепарирующие линии. В начале каждой из них установлен питатель-дозатор, в качестве которого использован питатель зеленой массы ПЗМ-1,5 к агрегату АВМ-15. В конце — высокопроизводительные (для того периода) комбайны СК-6-II «Колос» или СК-Ю «Ротор».

В зонах повышенной и избыточной влажности уборка зерновых культур обычно происходит в сложных условиях. Они характеризуются высокой влажностью зерна и стеблей, полеглостью, пониклостью и засоренностью хлебостоев,

длинносоломистостью, частым выпадением осадков, малыми размерами полей, трудными условиями передвижения машин как в поле, так и по межполевым дорогам. Применение комбайновой уборки здесь наиболее сложно.

Стационарные технологии для таких условий разрабатывались учеными и специалистами Латвии получила название «Гигрокомплекс». Данные технологии осуществлялись по двум основным схемам, в которых полевой процесс выполняется одинаково. Урожай скашивают с одновременным измельчением стеблевой массы и загрузкой ее в идущий рядом автомобиль или тракторную тележку. Заполненные тележки доставляют на стационарный пункт дальнейшей обработки хлебной массы. Стационарные же пункты имеют существенное различие. Первый из них представлял собой открытую асфальтированную площадку, на которой последовательно установлены дозатор питатель переоборудованный для получения производительности равной установленным за ним комбайном и пневмотранспортеры для отвода половы и соломы от молотилки. При работе с хлебной массой повышенной влажности устанавливаются последовательно 2 комбайна. В первом комбайне на «мягких» режимах обмолачивается и выделяется наиболее полновесное зерно, а во втором — домлачивается остальная часть. Зерно собирается в бункеры комбайна и автотранспортом перевозится к сушилкам. Последовательный пропуск хлебной массы через два комбайна позволяет сократить потери зерна с соломой в средних условиях с 9 до 4%, а в тяжелых условиях – с 17 до 5%. Но следует иметь в виду, что : потери зерна на стационаре за соломотрясом и очисткой нельзя относить к категории безвозвратных, так как оно в дальнейшем используется на корм вместе с соломой и половой.

В зависимости от назначения зерно, получаемое от обоих комбайнов, может смешиваться или собираться отдельно, например, при обмолоте урожая с семенных участков или при необходимости получения высококачественного продовольственного зерна.

Хозяйственная проверка этой технологии показала, что на обработке измельченной сырой массы применять комбайны малоэффективно, так как даже при двух последовательно установленных комбайнах пропускная способность стацио-

нара было низкой. Кроме того, в связи с тем, что при измельчении стеблей полевой машиной вымолачивается 60...90% зерна, его перед обмолотом следовало бы отсепарировать, но комбайны к этому не приспособлены.

Вторая схема стационарного пункта предусматривает сушку всего урожая до обработки. Доставляемая с поля измельченная хлебная масса загружается в крытые хранилища с напольной вентиляцией. Сушка производится активным вентилированием атмосферным или подогретым воздухом при толщине слоя 1,5...2 м.

Для регионов со сложными климатическими условиями шведская фирма «Кокумс Конструкшин» разработала метод уборки зерновых культур, который по схеме технологического процесса аналогичен «Гигрокомплексу». Весь биологический урожай в поле убирается с одновременным измельчением стеблей до 30...50 мм. Хлебную массу в виде смеси зерна, соломы, половы и различных засорителей доставляют на стационарный пункт, где ее сушат, выделяют и очищают зерно, готовят полнорационные кормовые гранулы в смеси с добавками других компонентов. Для этой технологии создан ряд специализированных машин и оборудования, некоторые из них являются оригинальными.

Для сокращения объема перевозок урожая на стационарный пункт и полного сбора при этом зерна и наиболее ценного кормового продукта – половы, разработана технология «Невейка». Для уборки урожая с поля здесь применяется специальная машина, обеспечивающая скашивание (или подбор валка), обмолот и выделение из общей массы невеяного вороха, который состоит из зерна, половы, частиц соломы и других мелких примесей. Он загружается в ряд идущий транспорт с наращенными бортами кузова, после заполнения которого трактором доставляется на стационарный пункт.

На стационарном пункте, в состав которого входят автомобилеподъемник, завальная яма с донным транспортером, невеяный ворох загружается в приемник-дозатор, который равномерно подает его в поточную очистительную линию. Предварительная очистка вороха выполняется пневмоинерционным сепаратором, созданным УНИИМЭСХ специально для раз-

деления и очистки невяного вороха. Далее зерно проходит зерноочистительную линию ЗАВ-40 или ЗАВ-50, а выделенная сепаратором полова пневмотранспортером отводится от очистительной линии и загружается в крытые половоохранилища.

Для снижения простоев, взаимного ожидания полевых и транспортных машин, а также очистительной линии в стационарном пункте имеется навес, выполняющий роль накопителя хлебной массы.

По сравнению с комбайновой технологией со сбором полова в специальные бункеры здесь зерно и полова убираются в едином транспортном потоке, что на 25...30% сокращает простои в ожидании транспорта.

К недостаткам технологии относится оставление на полях соломы, которая сдерживает темпы подготовки почвы под урожай следующего года. Не снижается и зависимость уборочного процесса от погодных условий: при повышенной влажности трудно выделить собираемый ворох, а накапливать его в качестве межоперационных заделов не возможно из-за быстрого самосогревания.

Примером полустационарных являются стоговая и рулонная технологии.

Особенность стоговой технологии состоит в том, что скошенный или подобранный из валков урожай собирается в кузов жатки-стогообразователя, вывозится на край поля и выгружается в виде ряда завершенных стогов. Затем они обмолачиваются мобильной молотилкой с выделением зерна, совместным или раздельным сбором соломы и полова.

В процессе сбора хлебная масса в кузове подвергается периодическому уплотнению, что способствует росту производительности полевой машины и повышает сопротивляемость стогов действиям ветровой нагрузки и осадков.

В зависимости от размеров поля и сложившейся урожайности полевой процесс может выполняться по двум схемам: с вывозом всего урожая на край поля или с выгрузкой части стогов внутри убираемого поля. Последняя схема применяется при уборке высокоурожайных, больших по размерам полей,

чтобы на достаточно высоком уровне сохранить производительность полевых машин.

Стога обмолачиваются на месте или вывозятся к более удаленным местам обмолота стоговозами типа СП-60. При работе по этой схеме целесообразно группы стогов на поле располагать таким образом, чтобы они не мешали послеуборочной обработке почвы. В связи с хорошей завершенностью стогов их, не опасаясь промокания во время дождей, можно вывозить с поля и обмолачивать уже после завершения уборки урожая с поля, причем не за 10 суток, как это требуется при комбайновой уборке, а за 30...50 суток. В связи с этим сокращается потребность в молотилках. По аналогичной схеме осуществляется рулонная технология, отличительной особенностью является применение рулонных пресс-подборщиков для сбора и прессования хлебной массы в поле.

Не смотря на имеющиеся опыт без комбайновых технологий уборки, их ряд существенных недостатков, в частности значительные транспортные расходы, связанные с перевозкой на стационарные и полустационарные пункты обмолота всего биологического урожая или обогащенного вороха. Не обходимость создания условий для хранения и использования незерновой части урожая, особенно это актуально в настоящее время из отсутствия потребности в данном продукте современного животноводства и ряд других недостатков, определяет преимущественное применение комбайновой технологии.

Комбайновую уборку зерновых, зернобобовых, крупяных и других культур следует проводить в наилучшие агротехнические сроки при обеспечении полного сбора урожая и наименьших затратах труда и средств.

Прямую комбайновую уборку начинают, когда примерно 95 % стеблей достигли полной спелости, а влажность зерна составила 14... 17 %. Раздельную уборку проводят на участках с густотой не менее 250 растений на 1 м² и высоте растений более 0,6 м.

Высота стерни при скашивании хлебной массы в валки должна находиться в пределах 0,12...0,25 м. Ширина образуемого валка должна быть 1,4...

1,6 м, толщина – 0,15...0,25 м.

Потери при скашивании прямостоячих хлебов не должны превышать 0,5 %, полеглых – 1,5, а при подборе валков – 1 %.

Чистота бункерного зерна должна быть не менее 96 %. Общие потери зерна за молотилкой комбайна допускаются до 1,5 % при уборке зерновых и до 2 % при уборке риса. Дробление семенного зерна не должно превышать 1 %, продовольственного – 2, зернобобовых и крупяных культур – 3, риса – 5%.

Режимы и показатели работы зерноуборочных машин зависят от свойств убираемых культур, которые названы технологическими. К ним относят спелость и урожайность, массу зерновки, длину стеблей, полеглость растений, соотношение массы зерна и соломы, а также влажность растений и другие параметры.

Спелость зерна колосовых культур разделяют на восковую и полную. В период восковой спелости относительная влажность зерна составляет около 25 %. Такое зерно нетрудно разрезать ногтем. Оно содержит наибольшую массу питательных веществ. Продолжительность этой фазы при сухой погоде составляет 6 дней, а при влажной – до 10 дней.

В фазе восковой спелости растения скашивают и формируют из них валки, укладывая на стерню для подсушивания.

В фазе полной спелости зерно становится твердым (влажность 14...20 %), оно ногтем не режется, большинство листьев отмирает. В этот период возможно осыпание зерна ударом по колосу со скоростью 2,0...2,5 м/с. При затяжной уборке возможны большие потери зерна. Установлено, что с наступлением фазы полной спелости в первые 10...12 дней потери зерна возрастают незначительно, а затем интенсивно увеличиваются. Спелость зерна определяют химическим и электронным способами.

При химическом способе оценки спелости срезают над верхним узлом стебля 10...12 соломин с колосьями длиной 20...25 см. Стебли помещают в 1%-й раствор эозина (динатриевая соль). Краситель, поднимаясь по стеблю в колос, окрасит его. Интенсивнее окрасятся колосья, зерна которых находятся

в молочной спелости, колосья в восковой и полной спелости не окрашиваются.

Для оценки спелости зерна электронным способом верхушечную часть стебля и колос включают в электрическую сеть. Зерна различной спелости (влажности) различаются удельным сопротивлением. По разности потенциалов прибором оценивают спелость.

Урожайность зерна – одна из основных характеристик убираемой культуры. В зависимости от природно-климатических условий урожайность зерновых культур изменяется в широком диапазоне. Для пшеницы, например в России, урожайность зерна варьирует в пределах 1,0...9,0 т/га.

От длины стеблей зависит полнота сбора зерна, загрузка рабочих органов, производительность уборочных машин и энергозатраты на уборку. Длина стеблей колосовых культур составляет 400...1500 см, а колоса – 4... 10 см. Оптимальная длина срезаемых растений, подаваемых в комбайны, – 70...90 см. Наряду с длиной растений на показатели работы уборочных машин существенно влияет и число их на 1 м² площади поля $y = 250...800$ ст/м².

Полеглость растений — отклонение стеблей от прямостоячего положения, ее оценивают коэффициентом полеглости λ_n , выражая его соотношением

$$\lambda_n = \frac{100(l_p - h)}{l_p} \quad (1)$$

где l_p – длина растений;

h – среднее расстояние по вертикали от поверхности поля до вершины колоса.

Для оценки коэффициента λ_n , длину l_p растений и расстояние h измеряют до 100 раз в характерных местах поля, вдоль гона.

Масса зерновки влияет на вымолот зерна из колоса, на дробление и выделение зерна из вороха.

При оценке работы зерноуборочных машин определяют абсолютную массу 1000 зерен. Для хлебных злаков она составляет 20...50 г, проса — 7...9,

гороха — 100...200, кукурузы — 150...300 г. Абсолютная масса линейно связана с урожайностью зерна. В расчетах принимают массу 1000 зерен колосовых культур, равной 40 г.

Вместимость бункеров, транспортирующих средств и других устройств оценивают, пользуясь понятием природы зерна, представляющей собой насыпную массу зерна в 1 л объема. Природа пшеницы изменяется в пределах 750...900 г/л (кг/м³), овса — 400...600 и кукурузы — 700...800 г/л (кг/м³).

Коэффициент соломистости β — отношение массы m_c незерновой части (соломы и половы) к сумме массы зерна m_z и массы m_c незерновой части,

$$\beta = \frac{m_c}{m_c + m_z} \quad (2)$$

Коэффициент β изменяется в широких пределах: он больше для длинностебельных малоурожайных культур и меньше для короткостебельных с высокой урожайностью зерна. Средние значения β для пшеницы составляют 0,5...0,6; для ржи — 0,65...0,75; для ячменя и овса — 0,48...0,52.

При проектировании зерноуборочных комбайнов и оценки их производительности принимают расчетный коэффициент соломистости $\beta_o = 0,6$, что соответствует 1 части зерна и 1,5 части соломы.

Влажность растений в процессе созревания уменьшается, снижая прочность связи зерна с цветоложем. Одновременно возрастает жесткость отгиба чешуи, удерживающих зерно, а также стержня колоса и стебля, из-за чего возрастает сила удара бичей барабана по колосу, что повышает вымолот зерна.

В период полной спелости вымолот и сепарация (выделение) зерна в значительной мере зависят от наличия свободной влаги (поверхностного смачивания и капиллярной). Эта влага проникает в тонкие чешуи, стержни колоса и стебли, изменяет их консистенцию, уменьшая величину их жесткости, и тем самым снижает вымолот и сепарацию. Жесткость изменяется, пока влажность w_c не достигнет равновесной w_p . Дальнейшее увеличение влажности ($w_c > w_p$) практически не сказывается на жесткости, но при этом умень-

шается число Z_c стеблей, поступающих в молотилку при ее постоянной загрузке q . С уменьшением числа Z_c стеблей от увеличения w_c возрастают показатели качества вымолота и сепарации, т. е. функция влияния влажности на качество вымолота имеет минимум, соответствующий $w_c = 23...26$ %. С увеличением влажности w_3 зерна уменьшается его дробление, но возрастает плетение.

2.2 Применяемые машины и их классификация. Устройство, рабочий процесс, регулировки базовых моделей.

Машины для уборки зерновых культур делятся на жатки – для скашивания и подачи хлебной массы на обмолот в комбайн или укладки хлебной массы в валки, зерноуборочные комбайны для обмолота хлебной массы, подборщики предназначены для подборки валков при раздельном комбайнировании и сменные адаптеры для переоборудования комбайнов на уборку технических и маслических других культур.

Жатки подразделяются для прямого комбайнирования и раздельной уборки валковые.

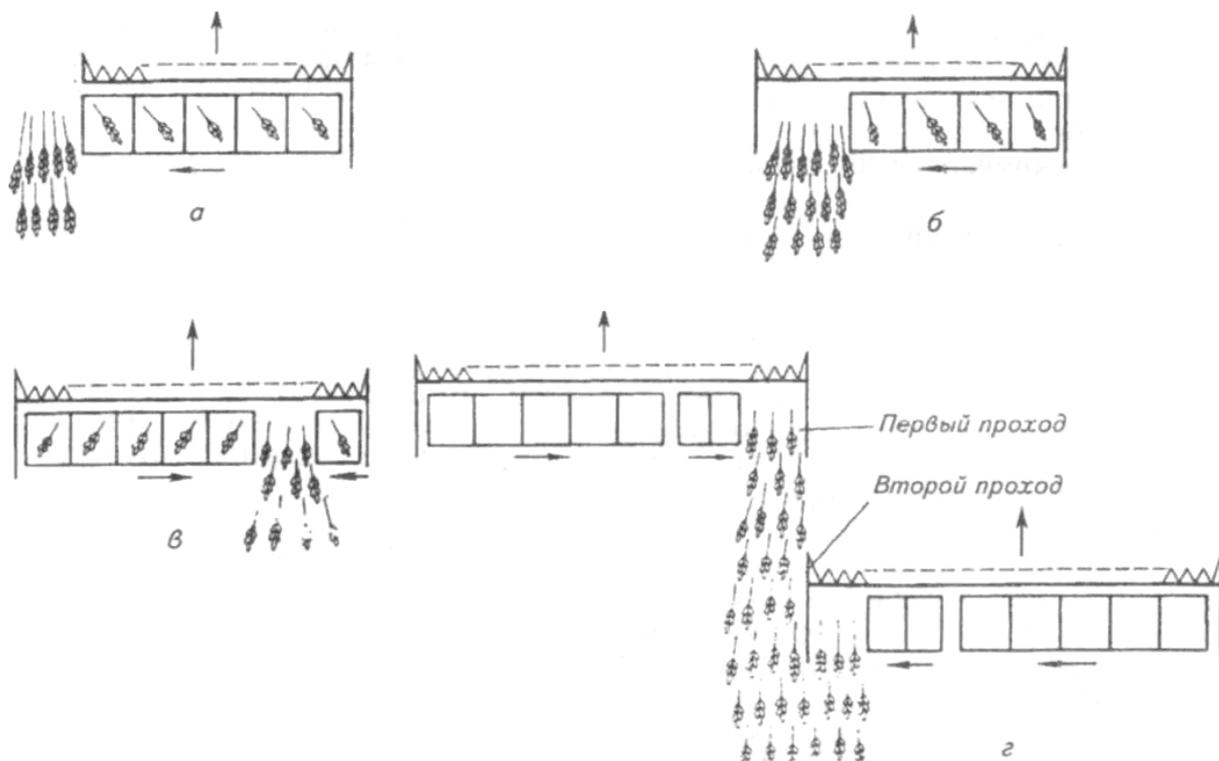
Валковые жатки различают по способам агрегатирования и образования валка, по расположению относительно энергосредства, по назначению и ширине захвата.

По способу агрегатирования жатки делят на прицепные, навесные (их навешивают фронтально на зерноуборочные комбайны) и самоходные (создаваемые на базе специальных энергетических средств).

По способу образования валка жатки бывают однопоточные, двухпоточные, трехпоточные и жатки способные образовывать сдвоенный валок (рисунок 1). Жатки (рисунок 1, г) формирующие как одинарные так и сдвоенные валки, оборудованы транспортером на подвижной рамке, позволяющим его смещать в влево (выгрузное окно с правой стороны) или в право (выгрузное окно с правой стороны). При смещении транспортеров их реверсный редуктор изменяет направление движения его полотен (ремней).

По расположению относительно энергосредства жатки подразделяются на

фронтальные, и боковые.



а – однопоточная; б – двухпоточная; в – трехпоточная; г – формирующая сдвоенный валок.

Рисунок 1 – Типы валковых жаток по способу формирования валка.

По назначению различают жатки для уборки колосовых, бобовых, риса и других культур.

В жатках для уборки бобовых культур в основном устанавливают активные ножевые делители и подпружиненные стеблеподъемники. При встрече с препятствиями они могут подниматься и затем возвращаться в исходное положение. Режущие аппараты выполняют «плавающими», соединяя их с рамой посредством прижимных рессор. Рельеф поля копируют полозки или колеса. Высоту среза устанавливают 5...7 см, изменяя положение полозков (колес). Между режущим аппаратом и рамой устанавливают решетки, сквозь которые просыпаются почвенные примеси из скошенной массы. Зерноуборочные комбайны классифицируются по назначению, способу агрегатирования. Направлению движения хлебной массы в процессе воздействия на неё рабочих органов комбайна, по типу ходовой части и молотильно-сепарирующего устройства (рисунок 2).

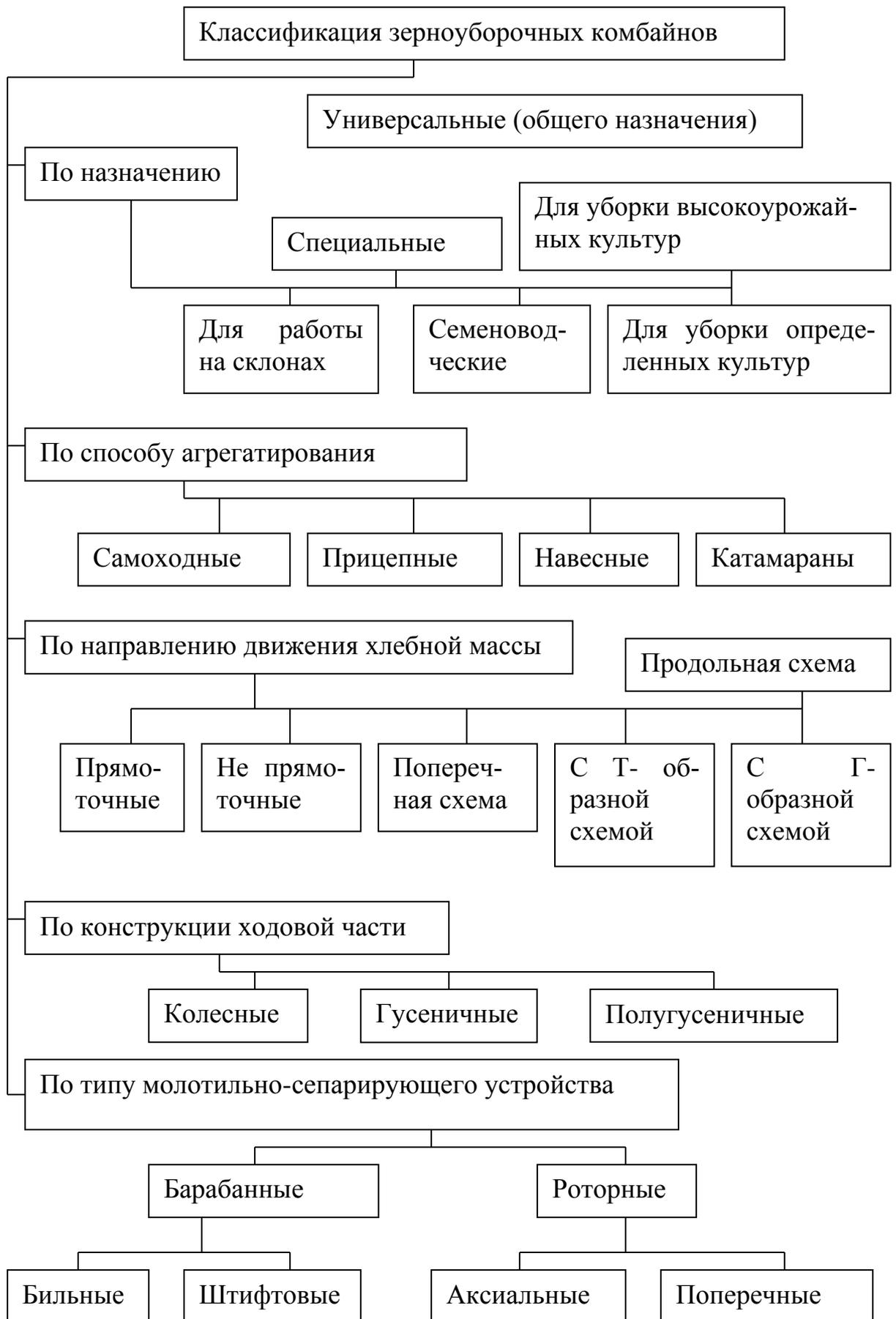


Рисунок 2 – Классификация зерноуборочных комбайнов

Повышение пропускной способности комбайнов является основной тенденцией их развития. Пропускная способность зависит от технологической схемы комбайна, основных параметров молотильно-сепарирующего устройства, соломотряса, очистки и энергонасыщенности, а также от вида, сорта и состояния обмолачиваемой культуры, равномерности подачи хлебной массы в молотилку.

Повышение пропускной способности комбайнов происходило в основном за счёт увеличения габаритных размеров их рабочих органов. Однако это приводит к увеличению габаритных размеров и массы, материалоемкости и энергоёмкости комбайнов.

Поэтому в мировом и отечественном комбайностроении наступил период проектирования и изготовления комбайнов, рабочие органы которых принципиально отличаются от имеющихся. Примером таких комбайнов являются с аксиально-роторным молотильно-сепарирующим устройством, пропускная способность которого превышает 10 кг/с. Комбайны с аксиально-роторными молотильно-сепарирующими устройствами производятся. Получили применение на прицепных комбайнах молотильные роторные аппараты с поперечным расположением.

Комбайны с роторными молотильно-сепарирующими устройствами имеют увеличенную производительность на 50...90% в сравнении с комбайнами, имеющими молотилку классической схемы.

Они имеют почти одинаковую производительность при прямом и раздельном комбайнировании, но продолжительность пребывания массы в молотильном аппарате на порядок выше. Однако энергоёмкость процесса обмолота и сепарации у них в 2...3 раза выше, чем у комбайнов с классической схемой молотильно-сепарирующего устройства. Это происходит за счёт увеличенного перебивания соломы, что обуславливает увеличение содержания незерновой части в зерновом ворохе и усложняет работу очистки. Производительность и качественные показатели у них значительно снижаются при уборке высоких, влажных и засорённых хлебов.

Анализ конструкций высокопроизводительных моделей комбайнов показывает, что совершенствование их идёт в следующих направлениях:

- повышение пропускной способности молотильно-сепарирующих устройств, выполняемых по классической или роторным схемам;
- увеличение ширины захватов жаток и платформ-подборщиков;
- В-третьих, увеличение энергонасыщенности рабочих органов.
- увеличение вместимости бункеров и производительности выгрузных устройств;
- применение объёмной гидропередачи;
- повышение проходимости, маневренности и снижение давления на почву;
- автоматизация процессов управления и контроля рабочих органов и комбайна в целом;
- улучшение условий труда;
- универсализация, т.е. использование на уборке различных культур.

2.3 Основы теории рабочих процессов, обоснование конструктивных и режимных параметров машин и механизмов. Пропускная способность, производительность, качество работы.

2.3.1 Обоснование конструктивно-режимных параметров бильного молотильного аппарата.

Основным параметром комбайна молотильно-сепарирующей его пропускная способность (для некоторых комбайнов она указана в его маркировке СК-5, РСМ-10). Пропускная способность (кг/с) максимальное количество хлебной массы обрабатываемое комбайном за одну секунду при соблюдении агротехнических требований (потери зерна за молотильно-сепарирующим устройством не превышают 1,5 %). Оценка пропускной способности осуществляется для регламентированных условий, в частности при прямом комбайнировании безостой пшеницы, имеющей длину стеблей 0,7...0,9 м, влажность убираемой культуры 15...18%, отношение массы зерна к массе соломы $\frac{1}{1,5}$, засоренность на уровне среза растений не более 5%, урожайность убира-

емой культуры 4 т/га.

Для теоретического обоснования пропускной способности воспользуемся методикой предложенной академиком Э.И. Липковичем. В данном случае рассматривается условие работоспособности молотильного аппарата по условию его не забивания хлебной массой. Хлебная масса поступающая в зазор молотильного аппарата захватывается его бичами в результате подвергается действию сил трения непосредственно между бичами и обмолачиваемой массы и силы трения между перемещаемой хлебной массой и неподвижными планками подбарабанья (рисунок 3).

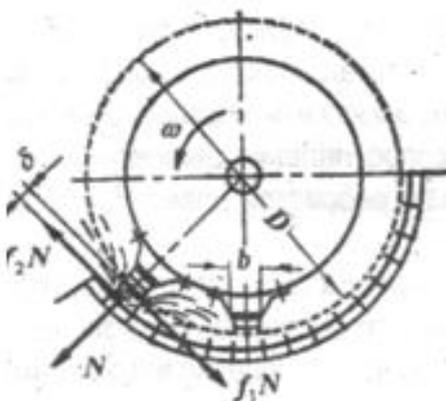


Рисунок 3 – Силы действующие на порцию хлебной массы в молотильном аппарате

Забивания молотильного аппарата не произойдёт, если бич сообщит приходящейся на его долю порции хлебной массы импульс, равный или больше количества движения, которое имела эта порция в своём движении до входа в молотильный аппарат, то есть должно быть соблюдено условие:

$$P \cdot \Delta t \geq m' v \quad (3)$$

где P – сила перемещающая хлебную массу в результате воздействия на неё одного бича;

Δt – время действия на хлебную массу одним бичом;

m' – масса хлебной массы, на которую действует один бич;

v – скорость перемещения хлебной массы до входа в молотильный аппарат.

Сила, перемещающая хлебную массу определяется разностью сил трения

хлебной массы о бичи барабана и поперечной планки подбарабанья:

$$P = N(f_1 - f_2) \quad (4)$$

где N – сила сжатия хлебной массы в зазоре молотильного аппарата;

f_1 – коэффициент трения хлебной массы о бичи барабана;

f_2 – коэффициент трения хлебной массы о планки подбарабанья.

Время действия бича на одну порцию хлебной массы составляет:

$$\Delta t = \frac{b}{v_{ок}} \quad (5)$$

где b – ширина бича;

$v_{ок}$ – окружная скорость барабана.

где v – скорость хлебной массы на входе в молотильный аппарат.

Учитывая что действующая сила определяется по формуле (см. рисунок 3).

На основании полученных формул (3) и (4) зависимость примет вид:

$$N(f_1 - f_2) \frac{b}{v_{ок}} \geq m' \cdot v \quad (6)$$

Порция хлебной массы, приходящаяся на один бич, определяется по выражению:

$$m' = \frac{q}{g} t \quad (7)$$

где q – пропускная способность (подача хлебной массы) молотильного аппарата;

t – время прохождения двух соседних бичей одной точки;

В данном случае,

$$t = \frac{\pi \cdot D}{v_{ок} \cdot M} \quad (8)$$

где D – диаметр барабана;

M – количество бичей на барабане.

Следовательно, формула 7.5 примет вид:

$$N(f_1 - f_2) \frac{b}{v_{ок}} \geq \frac{q \cdot \pi \cdot D \cdot v}{g \cdot v_{ок} \cdot M} \quad (9)$$

Пропускную способность (подачу хлебной массы) можно определить из

условия,

$$q = \Delta \cdot \eta \cdot l \cdot \gamma \cdot v \quad (10)$$

где Δ – толщина потока хлебной массы на входе в молотильный аппарат;

η – коэффициент использования длины барабана;

l – длина барабана;

γ – плотность хлебной массы.

Из формулы (7.10) выразим зависимость для определения скорости хлебной массы на входе в молотильный аппарат:

$$v = \frac{q}{\Delta \cdot \eta \cdot l \cdot \gamma} \quad (11)$$

Подставив данное выражение в место v в формулу (9) получим

$$N(f_1 - f_2) \frac{b}{v_{ок}} \geq \frac{q^2 \cdot \pi \cdot D}{\Delta \cdot \eta \cdot l \cdot \gamma \cdot g \cdot v_{ок} \cdot M} \quad (12)$$

На основании зависимости (7.11), получим формулу для определения предельно пропускной способности молотильного аппарата по условию его не забивания хлебной массой:

$$q \leq \sqrt{\frac{N(f_1 - f_2) b \cdot \Delta \cdot \eta \cdot l \cdot \gamma \cdot g \cdot M}{\pi \cdot D}} \quad (13)$$

Данное выражение позволяет обосновать пропускную способность по конструктивным параметрам молотильного аппарата, а также решать обратные задачи по обоснованию параметров молотильного аппарата по заданной пропускной способности.

2.3. 2 Обоснование параметров сепараторов грубого вороха (соломотрясов).

Назначение сепараторов грубого вороха, выделить вымолоченное (свободное) зерно, мелкие примеси, недомолоченные колосья из соломистого (грубого) вороха, вывести солому из молотилки, а зерно и примеси подать на очистку.

По принципу воздействия на грубый ворох различают сепараторы встряхивающие (соломотрясы), растаскивающие (конвейерно-роторные соломочесы) и

ударные (роторные). В современных комбайнах находят применение клавишные соломотрясы и роторные сепараторы.

Основной деталью клавишных соломотрясов являются клавиши, которые подбрасывают, впускают и растаскивают ворох, выделяют зерно и выводят соломистую массу из молотилки. Применяют соломотрясы с числом клавиш от 3 до 6. Комбайны с шириной молотилки $B < 1,2$ м, как правило, имеют четыре клавиши, а с шириной $B > 1,3$ м — пять или шесть клавиш.

Каждая клавиша представляет собой короб с решетчатой (жалюзийной) рабочей поверхностью, выполненной с 2...8 перепадами (каскадами). Жалюзийную поверхность наклоняют под углом $8...35^\circ$ к горизонтальной поверхности, большие значения соответствуют начальным каскадам, меньшие — конечным.

Решетчатую поверхность штампуют, оставляя отогнутыми лепестки. На переднем каскаде лепестки в некоторых машинах отгибают навстречу потоку вороха, выходящего из молотильно-сепарирующей системы, за счет чего повышается сепарация зерна в первой зоне соломотряса и снижается его дробление. В последующих зонах отгиб лепестков совпадает с направлением движения массы, они ограничивают возможный сдвиг вороха к началу соломотряса. Площадь «живого сечения» жалюзийной поверхности составляет $0,5...0,6$ м².

Работу сломотделителей оценивают кинематическим показателем, представляющим собой отношение центростремительного ускорения точек клавиш к ускорению свободного падения, то есть,

$$k = \frac{r\omega^2}{g} \quad (14)$$

где r – радиус колен привода клавиш;

ω – угловая скорость вала соломотряса.

Данное выражение позволит определить частоту вращения ведущего вала соломотряса:

$$n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{k \cdot g}{r}} \quad (15)$$

В зависимости от показателя k линейно изменяется скорость движения воро-

ха по соломотрясу от 0,3 до 0,45 м/с. Так, увеличение скорости, с одной стороны, уменьшает толщину слоя соломы, а с другой — сокращает время пребывания ее на соломотрясе. Сход свободного зерна с соломой в зависимости от показателя кинематического режима изменяется по экспериментальной кривой, приведенной на рисунке 4.

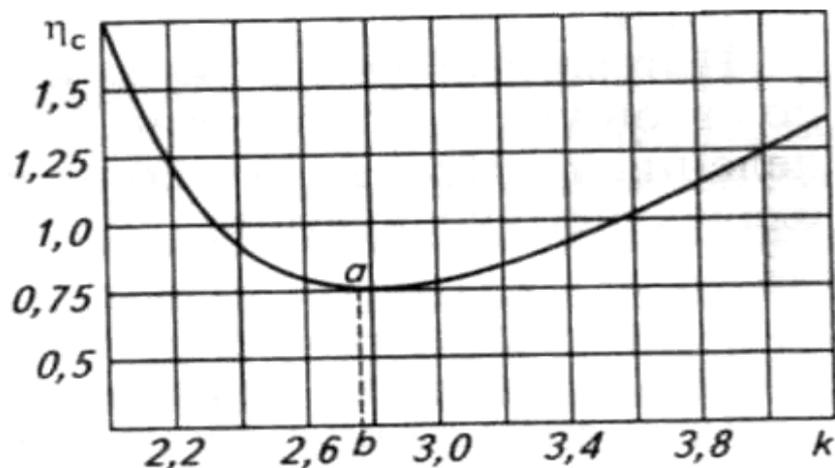


Рисунок 4 – Зависимость (потерь) схода (η_c) зерна в соломе от кинематического режима работы соломотряса.

Минимальные значения схода зерна соответствуют показателю кинематического режима $k = 2,7...2,8$.

Из выражения (12) следует, что частота вращения ведущего вала соломотряса комбайна «Дон-1500» (радиус коленчатого вала $r = 0,06$ м) составляет $199...204 \text{ мин}^{-1}$. В комбайне «Дон-1500Б» радиус $r = 0,08$ м. Тогда частота должна быть $174... 177 \text{ мин}^{-1}$, а не 158 мин^{-1} , как принято по конструктивным решениям.

Интенсивность сепарации зерна из грубого вороха соломотрясом оценивается коэффициентом:

$$\mu = \frac{m_s}{m_n dl_c} \quad (16)$$

где m_B — масса зерна, просеявшегося (выделенного) из грубого вороха на элементарной длине dl_c сепаратора; m_n — масса зерна, поступившего с ворохом на поверхность соломоотделителя.

Установлено, что значение коэффициента μ практически не изменяется вдоль длины l_c сепаратора грубого ворох т. е. $\mu l_c = \text{const}$.

Исследованиями установлено, что при уборке пшеницы (влажность $w = 14...16\%$, приведенная подача $q=8,0...7,7\text{кг/с}$, ширины молотилки $B = 1,5\text{ м}$, площадь солоотряса $S_c = 6,15\text{ м}^2$) коэффициент интенсивности сепарации зерна клавишным солоотрясом $\mu = 0,5...0,6\text{ м}^{-1}$.

Для аксиально-роторных сепараторов значение коэффициента μ в сепарирующей зоне составляет:

$2,2...2,4\text{ м}^{-1}$ — при приведенной подаче $q = 8,0...7,6\text{ кг/с}$, диаметре кожуха $d_k = 0,68\text{ м}$, ширине молотилки $B=1,2\text{ м}$, длине сепарирующей зоны $l_c=1,08\text{ м}$, площади развертки кожуха $S_k = 2,3\text{ м}^2$;

$1,9...2,0\text{ м}^{-1}$ — при приведенной подаче $q = 10,6...7,8\text{ кг/с}$, диаметре кожуха $d_k = 0,87\text{ м}$, ширине молотилки $B= 1,5\text{ м}$, длине сепарирующей зоны $l_c=1,08\text{ м}$, площади развертки кожуха $S_k = 4,7\text{ м}^2$.

С увеличением подачи соломы значение коэффициента μ уменьшается. Повышение влажности соломы с 16 до 20% уменьшает коэффициент μ на $8...10\%$.

Аксиально-роторные сепараторы в $3,2...4,8$ раза интенсивнее выделяют свободное зерно на единицу длины сепаратора. Коэффициент интенсивности сепарации зерна в сепарирующей зоне кожуха с диаметром $d_k = 0,67\text{ м}$ в $1,11...1,12$ раза больше, чем с $d_k = 0,87\text{ м}$, т. е. с увеличением кривизны уменьшается скорость движения потока стеблевой массы, что снижает интенсивность сепарации.

Сход η_c свободного зерна с соломой уменьшается (рисунок 5) с увеличением длины соломоотделения l_c . При $\mu_i dl_c = const$ сход η_c можно выразить исходя из следующего уравнения:

$$\mu_i dl_c = \frac{-d\eta_c}{\eta_c} \quad (17)$$

Знак «минус» указывает, что функция $\eta_c(l_c)$ убывающая.

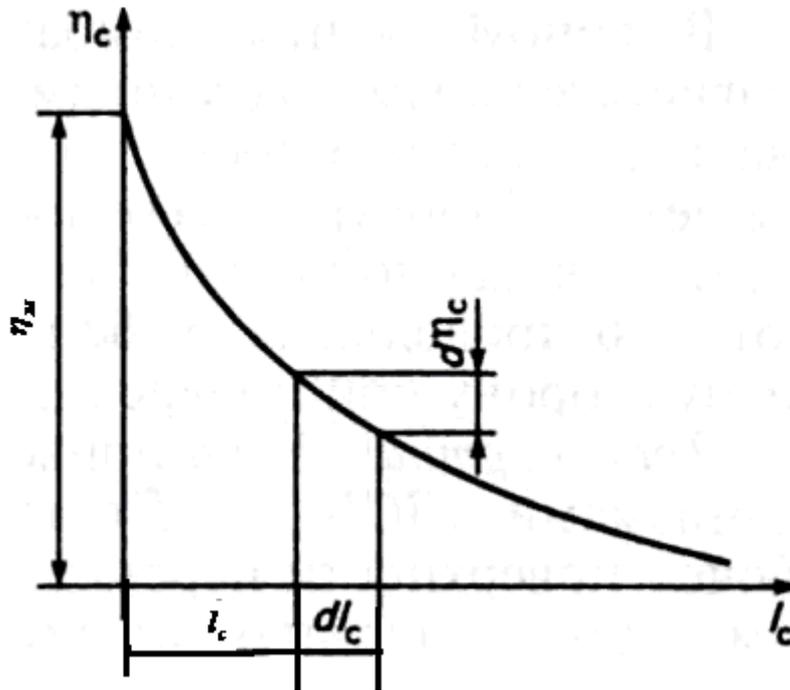


Рисунок 5 – Изменение схода η_c свободного зерна в зависимости от длины l_c соломотделителя.

Решив уравнение (14) получим

$$\eta_c = \eta_m e^{-\mu l_c} \quad (18)$$

где η_m – доля свободного зерна, поступившего из молотильного аппарата в соломоотделитель; e – основание натурального логарифма ($e = 2,71$).

Величина η_m зависит от ширины МСС, его конструкции, свойств убираемой культуры, регулировочных параметров, приведенной подачи и других факторов. При уборке пшеницы влажностью $w = 14...16\%$ для бильной МСС $\eta_m = 0,07...0,09$ при ширине олотилки $B = 1,2$ м и приведенной подаче $q = 5,0...5,5$ кг/с, а при $B = 1,5...1,6$ м имеем $q = 7,5...8,0$ кг/с. Доля схода зерна из МСС на сепаратор аксиально-роторной молотилки составит $\eta_m = (4...6)10^2 \text{ г}|_m = (4...6)10^2$ при ширине молотилки $B = 1,2$ м, $q = 7...8$ кг/с и $\eta_m = (3...4)10^2$ при $B = 1,5$ м, $q = 10...12$ кг/с.

2.3.3 Обоснование параметров очистки мелкого вороха.

Зерновой ворох у комбайна поступает в воздушно-решетную очистку.

Ворох не одинаков по своему составу. Он содержит 55...80 % зерна и 45..20 мякины, недомолоченных колосьев, неорганических и других примесей. Очистка должна обеспечить чистоту зерна злаковых культур не ниже 97 %, крупяных, бобовых, масленичных семян трав – 95 %, потери зерна в полове не должны превышать 0,3%. В зерноуборочных комбайнах применяют решетные очистки с нагнетательным воздушным потоком. Зерновой ворох поступает на транспортную доску 1 (рисунок 6), которая перемещает его решетам. Рабочую поверхность доски изготавливают ступенчато из оцинкованной стали. Вдоль рабочей поверхности устанавливают 3...6 продольных гребенок, предотвращающих сдвиг вороха в одну сторону при поперечных крепях комбайна.

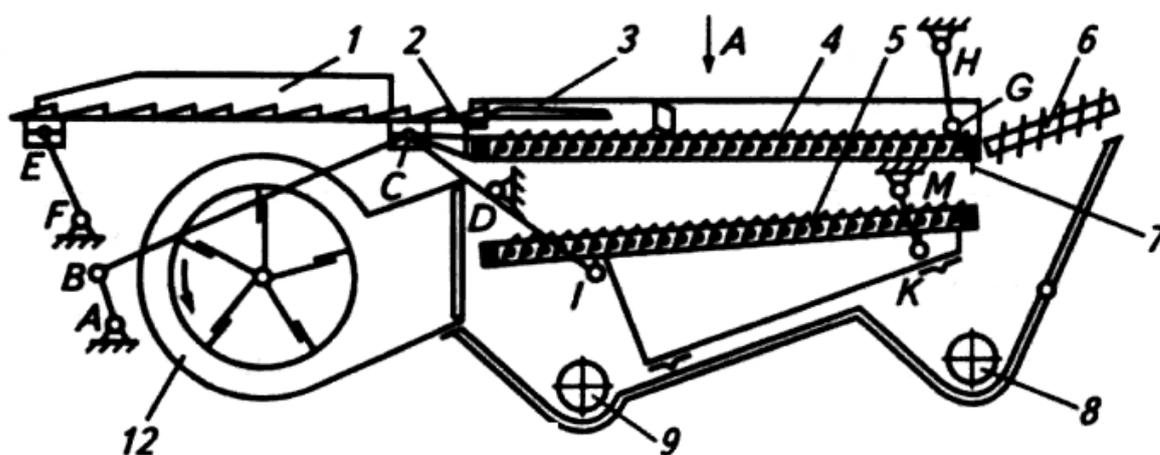


Рисунок 6 – Схема воздушно-решетной очистки.

Транспортная доска приводится в колебательное движение механизмами ABCD-DCEF с частотой $n = 260...340 \text{ мин}^{-1}$. Точки рабочей поверхности перемещаются по криволинейным траекториям (горизонтальная амплитуда $A_T = 52...57 \text{ мм}$, вертикальная $A_B = 23...30 \text{ мм}$). Наряду с транспортированием колеблющийся ворох разделяется: вниз смещается основная масса зерна, вверх — сбойна половы и часть более легкого зерна. В конце транспортной доски устанавливают пальцевую решетку 3. Сквозь неё просыпаются сначала зерно и полова, а затем сбойна (удлиненная солома, колоски). Прорыв воздушного потока между вентилятором 12 транспортной доской 1 преграждает фартук 2. На влажных засоренных хлебах рабочая поверхность доски залипает, поэтому в некоторых комбайнах ее заменяют

шнеками.

Однако шнековые устройства не разделяют зерновой ворох по плотности и крупности его компонентов, что приводит к повышенным потерям зерна.

Решета очистки разделяют ворох по размерам и парусности. В большинстве зерноуборочных комбайнов применяют жалюзийные решета, наклоненные к горизонтальной плоскости под углом $4...5^\circ$. Угол жалюзи решет регулируется в пределах $0...45^\circ$. Длина верхнего решета 4 варьирует в пределах 950... 1500 мм, нижнее решето 5 выполняют на 5... 12 % короче верхнего. Ширина решет на ..10 % уже ширины молотилки. Площадь S_p решет должна соответствовать номинальной пропускной способности $q_{он}$. В среднем отношение $S_p/q_{он} = 0,4...0,5 \text{ м}^2/(\text{кг/с})$.

При работе на склонах зерновой ворох сгруживается в одну сторону, что приводит к потерям зерна. Для устранения сгруживания в комбайнах фирмы «Класс» применяют автоматические системы, изменяющие колебания верхнего решета, его горизонтальное положение так, что ворох равномерно распределяется по ширине решет.

Верхнее решето соединяют с колосовым удлинителем 6, который улавливает недомолоченные колоски и направляет их в колосовой шнек 8 и далее колосовыми элеватором 13 и шнеком 14 на домолот. Применяют колосовые удлинители как с постоянным, так и изменяемым углом ($8...30^\circ$) наклона. Длина l_y удлинителя варьируется в пределах 18...35 мм. В комбайне «Дон-1500Б» $l_y = 32 \text{ мм}$, на передней части жалюзи сегментнообразные, а на остальной — прямоугольные.

Верхнее решето приводится в колебательное движение механизмами ABCD и DCGHFE (амплитуда переднего конца $A_T = 52... 57 \text{ мм}$, $A_B = 23...26 \text{ мм}$, заднего конца — $A_T = 55...59 \text{ мм}$ и $A_B = 24... 32 \text{ мм}$). Решето нижнего стана перемещается механизмами ABCD и DIKM (амплитуда $A_T = 30...40 \text{ мм}$, $A_B = 7...20 \text{ мм}$).

Показатель кинематического режима работы очистки определяют по ведущему звену АВ исходя из соотношения:

$$k_0 = \frac{r_{AB} \omega^2}{g} \quad (19)$$

Оптимальное значение показателя k_0 , соответствующее минимальным поте-

рям зерна в полове, составляет $k_o = 3,2...4,3$.

3 МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ОВОЩЕЙ И ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР.

Уборка урожая большинства овощных культур механизирована лишь частично. Не одновременно созревающие культуры (огурцы, томаты, ранняя капуста, кабачки, тыква) убирают выборочно вручную с механизацией транспортировки по полю, загрузки в транспортные средства и доставки к месту переработки или хранения.

Машины для уборки капусты

Платформа ПОУ-2 представляет собой одноосный тракторный прицеп со специальным кузовом, снабженным съемными боковыми и передними бортами. При работе агрегат движется по междурядьям со скоростью 0,2...1,2 км/час. Сборщики идут за платформой, срезают кочаны капусты и укладывают их в кузов. На краю поля урожай перегружают в транспортные средства: кузов поднимают гидроцилиндром механизма подъема на высоту 2,3 м, а затем опрокидывают. Для сбора овощей в тару платформу переоборудуют в площадку с общей шириной захвата 11 м. Центральной частью площадки служит пол кузова, на котором устанавливают ферму с лебедкой и тросовыми растяжками. Две боковые площадки составлены из боковых бортов кузова и половинок переднего борта. Для удобства работы задний борт закрепляют наклонно. Сборщики собирают урожай в ящики, установленные на площадке. На боковых площадках размещают по 40 ящиков. Рабочая скорость платформы 0,2...1,2 км/час. Ширина междурядий 60, 70, 80, 90 см. Грузоподъемность 1,5...2 т. Число рядков, с которых собирают овощи: с кузовом - 8, с площадкой - 14. Ширина захвата

до 10 м. Производительность на уборке капусты 0,35 га/час, на уборке томатов и огурцов 0,2 га/час. Агрегат обслуживает тракторист, 8...14 сборщиков и два грузчика. Платформу агрегируют с тракторами Т-40 и Т-25. Комбайн МСК-1 предназначен для сплошной уборки средних поздних сортов белокочанной капусты с доведением ее до товарного вида, а также для уборки капусты с зеленым листом с одновременной погрузкой в рядом идущий транспорт. Комбайн состоит из срезающего аппарата, падающего транспортера, шнекового листоотделителя, сортировального стола, отгрузочного транспортера, амортизирующего лотка. Комбайн убирает один ряд капусты, возделываемой с междурядьем 70 см. Рабочая скорость комбайна 2,8 км/час, его производительность 0,18 га/час. Машину агрегируют с трактором МТЗ-80.

Линия для послеуборочной обработки капусты ЛДК-30 предназначена для приема вороха кочанной капусты от уборочных машин из саморазгруживающих транспортных средств, отделение свободного листа, дообрезки кочерыги, доработки кочанов, выгрузки готовой продукции, нестандартна и отходов в тару или транспортные средства. Производительность линии до 30 т/час. Линию обслуживают 23...33 рабочих.

Машины для уборки лука

Луковый копатель ЛКГ-1,4 предназначен для уборки лука репки двухфазным способом. Машиной лук выкапывают и укладывают в валки для сушки (первая фаза). После сушки валок подбирают, отделяют примеси и лук грузят в кузов рядом движущегося транспорта (вторая фаза). Копатель снабжен лемехом, двухрешетным грохотом, комкодавитель, грохотом, поперечным и выгрузным транспортерами. Копатель убирает три рядка при междурядье 45 см и четыре при ленточном посеве по схеме 50+20см, глубина подкапывания до 20 см, рабочая скорость 2,8...5,6 км/час,

производительность 0,7 га/час. Машина агрегатируется с трактором МТЗ-80.

Лукоотминочный пункт ЛПС-6 предназначен для отделения пера и очистки лука-репки и лука-севка от примесей.

Пункт включает в себя приемный бункер с подвижным дном, загрузочный элеватор, отминочный барабан с колеблющимся нижним полубарабаном, вентилятор, колеблющуюся решетку, поперечный транспортер, выгрузочный элеватор. Механизмы и рабочие органы пункта приводят в действие электродвигателем мощностью 7 кВт или валом отбора мощности трактора тягового класса 0,6. Частота вращения вала отминочного барабана 45 мин⁻¹. Пункт обслуживают машинист и четверо рабочих. Производительность пункта на луке-севке до 5 т/час, на луке репке 10 т/час.

Сортировка лука СЛС-7А предназначена для разделения лука-севка и лука-репки по размерам на фракции и очистки их от примесей. Сортировку, смонтированную на колесном ходу, можно использовать самостоятельно или в составе поточной линии. Сортировка состоит из загрузочного элеватора, вентилятора, верхнего и нижнего решетных станов. В каждом стане установлено по два решета с круглыми отверстиями. Решетные станы колеблются и встряхивают поступающий на них луковый ворох. Производительность сортировки на луке-севке до 5 т/час, на луке-репке до 7 т/час. Ее обслуживают машинист и 11 рабочих.

Машины для уборки моркови

Корнеуборочная машина Е-825 предназначена для уборки двух рядков моркови, столовой свеклы и других корнеплодов, посеянных по однострочной схеме с шириной междурядья 35...50 см и шириной строчки не более 10 см. Машина состоит из ботвоподъемников, теребильного аппарата, подкапывающего лемеха, ботво-

отделяющего аппарата, элеватора, горки, транспортера ботвы и погрузочного транспортера. Глубину подкапывания до 25 см устанавливают винтовым механизмом регулятора. Машину агрегируют с трактором МТЗ-80. Рабочая скорость машины 4,8 км/час, ее производительность 0,2 га/час. Машина МТТ-1 убирает один ряд столовых корнеплодов. Устроена и работает МТТ-1 аналогично машине Е-825. Стационарный пункт ПСК-6 предназначен для доочистки, сортирования и доведения до стандарта моркови, убранной машинами. Поточная линия пункта составлена из приемного бункера, загрузочного и просеивающего транспортеров, ременной сортировки, переборочных столов и системы ленточных транспортеров. Линию обслуживают машинист и 16...18 рабочих-сортировщиков. Производительность линии 4...6 т/час.

Машины для сбора огурцов и томатов

Агрегат АУС-0,1 предназначен для выборочного сбора огурцов и других не одновременно созревающих культур, возделываемых на ровной и профилированной поверхности по схеме 50+90, 60+120 см. На двусосном прицепе агрегата смонтированы платформа, поперечные транспортеры с сиденьями и подъемный транспортер. Работает агрегат на пониженной передаче. При медленном

движении сборщика снимают плоды в корзины и опорожняют их в ящики-накопители. После заполнения ящики опрокидывают и плоды выгружают на поперечный транспортер, направляющий их на подъемный транспортер, который загружает плоды в ящик, установленный на рольганг. Обслуживают машину 18 рабочих, в том числе 14 сборщиков, два-три грузчика. Рабочая ширина захвата агрегата 10 м, его рабочая скорость 0,25...0,55 км/час, производительность 0,45...0,54 га/час.

Самоходный томатоборочный комбайн СКТ-2 предназначен для разовой сплошной уборки специальных, одновременно созре-

вающих сортов томатов, преимущественно для консервирования и для последнего сбора зачистки не одновременно созревающих сортов. Комбайн состоит из жатвенно-приемной, плодоотделяющей и сортировочной частей, смонтированных на самоходной шасси; двигатель, ходовая система, электрооборудование и гидросистема заимствованы от комбайна СК-5 «Нива». Ширина захвата комбайна 1,4...1,6 м, рабочая скорость 0,65...3,9 км/час, производительность 0,17...0,3 га/час. Машину обслуживают комбайнер и до 20 переборщиков. Сортировальный пункт томатов СПТ-15 предназначен для послеуборочных доработки вороха томатов, поступающего от комбайна СКТ-2. Пункт состоит из приемного бункера-гидросортировщика, трех сортировальных столов и системы транспортеров. Сортировальные столы обслуживают 12...18 рабочих.

4. МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ КОРНЕПЛОДОВ

4.1 Машины для уборки картофеля

4.1.1 Свойства картофеля как объекта уборки. Основные агротехнические требования удаления ботвы и уборки картофеля

Для установления параметров подкапывающих рабочих органов необходимо знать параметры клубневого гнезда: глубину залегания нижнего клубня, расстояние между внешними точками крайних клубней (ширина гнезда), а также глубину залегания верхнего клубня. Для условий России, по данным ВИСХОМа, ширина гнезда для различных сортов картофеля колеблется в пределах 14...24 см, а максимальная от 23 до 32 см. Максимальная глубина залегания нижнего клубня изменяется в пределах 26...21 см.

Клубни разных сортов картофеля имеют разную форму, характерную для каждого сорта. В процессе сепарации лучше отделяются от почвы крупные клубни, характеризующиеся тремя размерами: длиной a , шириной b и толщиной c . Если отношение длины к ширине равно или больше 1,5, клубни считаются продолговатыми, а если меньше - округлыми.

Академик В.П. Горячкин, изучая закономерности сортирования картофеля, установил соотношение между весом и размерами клубня:

$$G_k = V \cdot \gamma_k \quad (1)$$

где V – объём клубня;

γ_k – удельный вес клубня.

Объем клубня может определен произведением:

$$V = \varepsilon_p \cdot a \cdot b \cdot c \quad (2)$$

ε_p – коэффициент пропорциональности по форме картофеля.

При проектировании уборочных машин учитывается чаще всего не весовая, а размерная характеристика клубней:

$$\begin{aligned} G_k &= \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot c; \\ G_k &= \xi \cdot a^3; \\ G_k &= \mu \cdot b^3; \\ G_k &= \Omega \cdot c^3. \end{aligned} \quad (3)$$

где $\varepsilon, \xi, \mu, \Omega$ – эмпирические коэффициенты (таблица 1)

Таблица 1 – Эмпирические коэффициенты для определения массы клубней по размерам

Коэффициент	Сорт							
	Эпикур	Советский	Эпрон	Коблер	Лорх	Ранняя роза	Мажестик	Берлинхинген
ε	0,55	0,55	0,57	0,55	0,54	0,54	0,56	0,57
ξ	0,38	0,32	0,36	0,31	0,24	0,26	0,24	0,22
μ	0,58	0,42	0,49	0,57	0,58	0,59	0,69	0,72
Ω	0,82	0,94	0,97	0,92	0,97	1,06	1,04	1,1

Сепарирующие рабочие органы картофелеуборочных машин, как правило, имеют продолговатые просветы и отделяют клубни от почвы по толщине. Поэтому, устанавливая ту или иную величину просвета, необходимо учитывать, клубни какого веса пройдут через этот просвет. По агротехниче-

ским требованиям клубни весом менее 20 г не учитываются как потери. Задавая минимальным весом клубня G_k , можно вычислить толщину клубня и установить величину просвета,

Объёмный (насыпной) вес клубней картофеля зависит от крупности клубней и в среднем составляет $0,648 \text{ т/м}^3$.

Удельный вес клубней колеблется в пределах $1,040... 1,090 \text{ г/см}^3$.

Физико-механические свойства ботвы зависят от степени зрелости растения. Зелёная ботва недозревшего картофеля имеет меньшую прочность, длину и толщину в сравнении с ботвой созревшего картофеля.

В одном кусте картофеля может быть $1... 10$, а в редких случаях и более стеблей. Средняя длина стеблей составляет $60...90 \text{ см}$, максимальная до 2 м . Диаметр ботвы у основания составляет $4...20 \text{ мм}$. Объёмный вес ботвы в уплотнённом состоянии $0,133 \text{ т/м}^3$.

В таблице 2 приведены данные по усилию тербления и разрыва стеблей.

Таблица 2 – Усилие тербления и разрыва стеблей ботвы картофеля

Диаметр стебля у основания, мм	Среднее усилие тербления, Н.	Среднее усилие разрыва в Н на расстоянии от основания ботвы, см		
		5	150	250
5...6	26	260	100	150
6,5...8	100	280	310	220
8,5...10	153	420	350	250
10,5..12	15.6	480	480	400

Усилие, необходимое для отрыва клубня от столона, колеблется в пределах $0,36... 1,25 \text{ кг}$. Поэтому с учётом данных, приведенных в таблице 13, можно сделать вывод, что тербление клубней из почвы за ботву невозможно, так как усилие тербления значительно выше усилия, необходимого для отрыва клубня от столона. Поэтому без предварительного подкапывания грядки вытеребливается не более половины клубней.

Усилие тербления при предварительном подкапывании клубневых

гнезд значительно уменьшается и составляет 36..37,5% от усилия теребления без подкапывания.

Отношение веса ботвы к весу клубней колеблется в пределах 0,2...1,0. В среднем оно бывает 0,35...0,5.

Академик В.П. Горячкин различает три вида трения: трение скольжения, трение качения и трение опрокидывания. Трение опрокидывания отличается от трения качения тем, что перемещение клубня под действием движущей силы происходит вдоль большой оси (длины) клубня. Этот вид трения является неустойчивым. Каждый вид трения характеризуется соответствующими коэффициентами, значения которых приведены в таблице 3.

Коэффициент трения качения клубня о клубни составляет 0,5...0,6, а трения скольжения 0,8.

Живая ткань клубня может разрушаться при статических нагрузках (сжатии) или при динамических нагрузках на него (ударах).

Таблица 3 – Коэффициенты трения клубней по различным поверхностям

Материал поверхности	Коэффициент трения		
	качения	опрокидывания	скольжения
Резина	0,35..0,37	0,43..0,53	0,7...0,75
Стальной лист	0,32...0,36	0,37..0,45	0,58...0,6
Прорезиненная лента	0,37...0,40	0,5..0,54	0,6...0,78/
Полиэтилен	–	–	0,4...0,42
Почва	–	–	0,98...1,03

Прочность клубней зависит от направления приложения нагрузки и сорта картофеля и его размеров (таблица 4).

Полное разрушение клубня (появление трещин) при встрече с металлической поверхностью происходит при скоростях соударения 10 м/с и выше. При меньших скоростях происходят частичные повреждения клубня, которые подразделяются на видимые (наружные) и невидимые (ушибы), проявляющиеся через несколько дней

в виде внутренних потемнений мякоти. Допустимой сжимающей нагрузкой на клубень можно считать 25 кг.

Таблица 4 – Усилие прочности клубней для различных схем нагружения

Размер (длина, ширина или тол- щина) клубня мм	Сорт					
	Лорох		Эпрон		Берлихинген	
	Средний вес клубня, г	Усилие, Н	Средний вес клубня, г	Усилие, Н	Средний вес клубня, г	Усилие, Н
Сила приложена по длине клубня						
50...59	68,8	720	73,5	644	71,1	615
60...69	98,8	817	109,6	716	87,2	631
1	2	3	4	5	6	7
70...79	127,1	909	–	–	122	707
Сила приложена по ширине клубня						
40...49	73	780	551,1	586	70,3	60,1
50...59	88,5	827	78	656	74,4	650
60...69	135,6	987	127,5	800	109,3	723
Сила приложена по толщине клубня						
30...39	–	–	63,4	620	65	680
40...49	95	853	85	735	87	640
50...59	136	895	136	827	107	640

Агротехнические требования удаления ботвы:

1. Высота среза ботвы при скашивании должна быть:
 - при последующей уборке комбайнами отечественного производства с прутковыми ботвоотделителями 18...20 см;
 - при последующем применении копателей и комбайнов с ботвоудаляющими катками не более 10 см. Отклонение от установленной высоты среза ботвы не должно превышать ± 3 см.

1. Повреждения клубневых гнезд (извлечение клубней на поверхность, наезды колес) не более 2%.

2. Скашиваемая механическими средствами ботва должна укладываться в междурядья посадок.

3. При скашивании ботвы картофеля рабочие органы должны копировать профиль гребня (гряды), обеспечивая срез полегших стеблей.

4. Полнота скашивания ботвы не менее 95%.

Агротехнические требования комбайновой уборки картофеля:

1. Потери клубней не более 3%.

2. Количество клубней с механическими повреждениями не более 10%.

3. Наличие земли и примесей в массе клубней не более 20%.

4. Высота падения клубней при разгрузке картофеля не более 1 м.

5. Глубина хода лемехов комбайна устанавливается таким образом, чтобы число резаных клубней не превышало 0,5 % по количеству.

6. На песчаных и супесчаных почвах глубина хода лемехов комбайна должна обеспечивать наличие почвенного слоя при проходе клубней по первому прутковому элеватору.

7. Рабочая скорость агрегата до 7 км/ч.

4.2 Технологические приемы уборки картофеля и классификация картофелеуборочных машин.

Так как процесс уборки клубней из почвы методом теребления практически неосуществим, то работа картофелеуборочных машин основывается на принципе выкапывания гнезд клубней вместе с почвой. Характер размещения урожая клубней в земле обуславливает необходимость забирать вместе с клубнями значительное количество почвы. При этом возникает задача сепарации клубней от почвы, камней и других примесей.

Технологический процесс уборки картофеля независимо от применяемых средств механизации включает следующие основные операции: подкапывание (вы-

капывание) клубней, отделение клубней от почвы, отрыв клубней от ботвы, удаление ботвы и растительных примесей, отделение камней и других примесей, погрузка клубней в тару или транспортные средства. Дополнительными операциями могут быть предварительное удаление ботвы и сортирование клубней на фракции.

Предварительное удаление ботвы производится для предотвращения забивания рабочих органов как простейших машин, так и комбайнов при уборке картофеля с сильно развитой ботвой. Удаление ботвы химическим или механическим способом облегчает не только работу машины, но и рабочих, занятых на подборе клубней.

Практическое применение находят три основных способа уборки.

1. Выкапывание клубней картофелекопателями с укладкой их на поверхность с последующим ручным подбором.
2. Уборка картофелекопателями с прицепными переборочными столами, на которых вручную производится выборка клубней.
3. Уборка комбайнами. При этом способе различают три варианта: прямое комбайнирование, раздельная (двухфазная) комбайновая уборка (подбор комбайнами валков, заранее уложенных на поверхность поля картофелекопателями) и уборка комбинированным способом.

При комбинированном способе уборки в междурядье двух рядков, убираемых комбайном, картофелекопателем-валкоукладчиком укладываются клубни с двух или четырёх смежных рядков.

Таким образом, комбайн подкапывает два рядка и одновременно подбирает уложенный в междурядье валок клубней с двух или четырёх рядков.

Раздельным способом пользуются в условиях повышенной влажности.

Для осуществления этих способов уборки применяются простейшие орудия - копачи, картофелекопатели швыряльного и просеивающего типа, картофелекопатели с прицепными переборочными столами, картофелекопатели-валкоукладчики и картофелеуборочные комбайны (рисунок 1).

Выбор средств механизации определяется конкретными условиями хозяйства: типом почвы и её влажностью в период уборки, размещением и рельефом по-

лей, наличием на них камней, общей площадью, занятой под картофелем, урожайностью картофеля и т.д. Комбайны целесообразно применять на полях с лёгкими и средними почвами, длинными гонами и высокой урожайностью клубней, картофелекопатели швыряльного типа - на мелких участках в пере увлажнённых районах.

Кроме того, существуют многочисленные разновидности и варианты перечисленных технологических процессов, в соответствии с которыми изменяются и схемы применяемых машин.

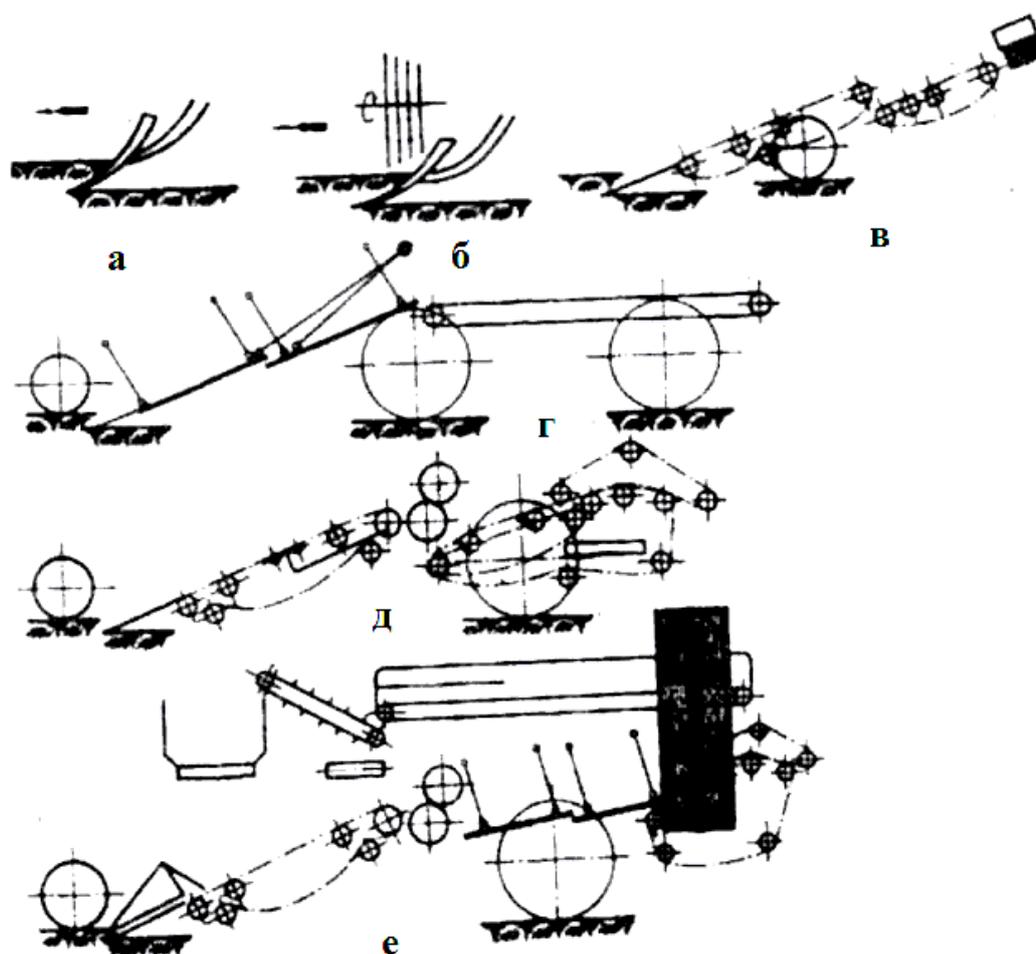


Рисунок 1 – Схемы основных типов картофелеуборочных машин

Рассмотрим основные типы картофелеуборочных машин и орудий.

Копачи (рисунок 1, а) подкапывают грядки картофеля, нарушают связь кустов с почвой и частично выпаживают клубни на поверхность поля. Как правило, копач представляет собой конное орудие. Подкапывающим рабочим органом является двух отвальный корпус. При работе корпус проходит посередине рядка, раскрывая его на две стороны.

Копатели швыряльного типа (рисунок 1, б) выкапывают кусты и разбрасывают клубни и почву из грядки в сторону, перпендикулярно ходу машины на расстояние до 3,5 м. Картофелекопатели швыряльного типа, как правило, однорядные, навешиваемые на трактор. При движении машины лемех подрезает почвенный пласт. В момент схода пласта с лемеха он разрушается и разбрасывается по поверхности поля гребёнками вращающегося ротора. После похода копателя получается полоса шириной 1,5...3,0 м, на поверхности которой располагается основная масса клубней, из которой картофель выбирается вручную.

Недостатком таких копателей являются большие потери клубней, количество засыпанных почвой достигает 25%, невозможность работать в запас, а также повышенное повреждение клубней, особенно при работе на сухой почве.

К преимуществам копателей швыряльного типа относится возможность работы на почвах повышенной влажности и на почвах, засорённых мелкими камнями.

Картофелекопатели просеивающего типа (рисунок 1, в) подкапывают грядки и передают подкопанный пласт на сепарирующие рабочие органы. Сепарирующие органы применяются двух основных типов: прутковые элеваторы и качающиеся грохоты. Иногда применяются кулачковые и барабанные грохоты.

Подкопанный пласт вместе с кустами картофеля поступает на элеватор (грохот), где почва просеивается, а клубни, ботва и непросеявшиеся комки почвы сбрасываются сзади машины на поверхность поля. Затем клубни подбираются вручную.

Картофелекопатели с прицепными переборочными столами (рисунок 1, г) позволяют получить кондиционный картофель за счёт выборки клубней рабочими и затаривания их в мешки и корзины при помощи соответствующих приспособлений. Преимуществом этих картофелекопателей является облегчение труда рабочих и меньшее повреждение клубней.

Такие картофелекопатели целесообразно применять при уборке раннего и семенного картофеля. Этот способ возможно применять лишь в лёгких условиях.

Картофелекопатели-валкоукладчики (рисунок 1, д) имеют дополнительные устройства для удаления ботвы из машины и поперечные транспортёры, позволяющие производить укладку клубней в узкий валок с двух, четырёх или шести

рядков, что даёт возможность повысить производительность труда рабочих на подборе клубней, а также обеспечить двухфазную комбайновую уборку.

Картофелеуборочные комбайны (рисунок 1, е) осуществляют подкапывание рядков, отделение клубней от почвы и ботвы и сбор клубней в тару. Комбайны являются наиболее эффективными машинами для уборки картофеля. Картофелеуборочные комбайны обычно одно- и двухрядные.

4.3 Основы теории рабочих органов.

Подкапывающие рабочие органы.

Подкапывающие рабочие органы предназначены для подкапывания рядков картофеля и передачи на сепарирующие органы. Вместе с клубнями на рабочие органы поступает с одного погонного метра около 200 кг почвы (у двухрядных машин).

В качестве подкапывающего рабочего органа применяются лемехи двух видов — неподвижные относительно машины (так называемые пассивные) и имеющие относительно машины колебательное движение — вибрационные, или активные лемехи.

Пассивный лемех представляет собой плоский клин, поставленный под углом α_0 к горизонту (рисунок 2).

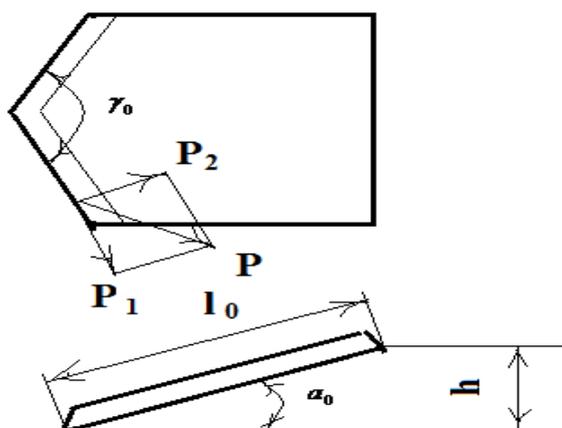


Рисунок 2 – Схема пассивного лемеха.

Этот угол должен быть возможно малым для устранения сгуживания пласта и уменьшения тягового сопротивления.

Но в то же время его величина связана с конструктивно задаваемой высотой заднего обреза лемеха h и с длиной лемеха l_0 :

$$l_0 = \frac{h}{\sin a_0} \quad (4)$$

Опытным путем установлено, что чем больше угол a_0 тем лучше самоочистка лезвий лемеха от ботвы и рабочей поверхности от налипшей земли. В существующих конструкциях лемехов величина угла a_0 колеблется в пределах 15...20°.

Ввиду того, что передвижение пласта по лемеху сильно затрудняется растительностью, обволакивающей лезвия, с целью самоочистки угол раствора лезвий лемеха γ_0 подбирают так, чтобы нависающие на лезвие сорняки и ботва могли сползать в сторону.

Усилие P от действия растительности на лезвие лемеха при его движении разлагаем на касательное P_1 и нормальное P_2 .

$$\begin{aligned} P_1 &= P \cdot \cos \frac{\gamma_0}{2}; \\ P_2 &= P \sin \frac{\gamma_0}{2} \end{aligned} \quad (5)$$

Возникающая от действия силы P_2 сила трения F направлена в сторону, противоположную силе P_1 . Движение ботвы и сорняков по лезвию возможно лишь, когда $P_1 > F$ или

$$P \cos \frac{\gamma_0}{2} > P \cdot f \sin \frac{\gamma_0}{2} \quad (6)$$

То есть

$$f < \operatorname{ctg} \frac{\gamma_0}{2} \quad (7)$$

Так как коэффициент трения

$$f = \operatorname{tg} \varphi \quad (8)$$

где φ – угол трения.

Получим,

$$\operatorname{tg} \varphi < \operatorname{ctg} \frac{\gamma_0}{2} \quad (9)$$

или

$$\varphi < 90^\circ - \frac{\gamma_0}{2}$$

Угол трения ботвы по стали $\varphi \approx 57^\circ$, Следовательно,

$$\frac{\gamma_0}{2} < 33^\circ \quad (10)$$

Однако вместо $\gamma_0 < 66^\circ$ в существующих конструкциях картофелеуборочных машин принимается $\gamma_0 < 80^\circ$ и более в ущерб самоочищению. С уменьшением γ_0 возрастает длина лемеха l_0 , что отрицательно влияет на сползание пласта по его поверхности.

Колеблющиеся лемеха имеют перед неподвижными следующие преимущества: на них не происходит сгуживания почвы, исключается развал подкопанного пласта и потери клубней, а также значительно снижается величина тягового сопротивления. Последняя в значительной степени зависит от выбора значений параметров колебаний лемеха. При этом рассуждение идет следующим образом.

Неподвижный лемех при движении вперед преодолевает усилие сопротивления резанию почвы P_p и усилие сопротивления движению лемеха от веса пласта $P_{пл}$, находящегося на лемехе (трение, подъем, деформация). Полная величина тягового сопротивления неподвижного лемеха составит:

$$P = P_{пл} + P_p \quad (11)$$

У колеблющегося лемеха движение вперед и резание почвы осуществляется в то время, когда пласт, находящийся на лемехе, будучи подброшенным вверх, находится в воздухе и не оказывает на лемех никакого давления. В этом случае $P_{пл} = 0$ и величина тягового сопротивления $P = P_p$. Когда же пласт находится на лемехе, движения вперед не происходит.

Однако, если колебания лемеха взяты произвольно и не обеспечат вышеуказанного цикла работы, то вместо значительного снижения тягового сопротивления они увеличат его. Это произойдет, если лемех будет двигаться вперед, когда пласт уже находится на нем. При этом тяговое сопротивление

лемеха будет складываться

$$P = P_p + P_{пл} + P_{удар} \quad (12)$$

где $P_{удар}$ — сопротивление от ударов пласта о лемех.

Таким образом, колебания лемеха должны соответствовать определенным условиям. Для определения этих условий рассмотрим механизм колеблющегося лемеха, изображенный на рисунке 3.

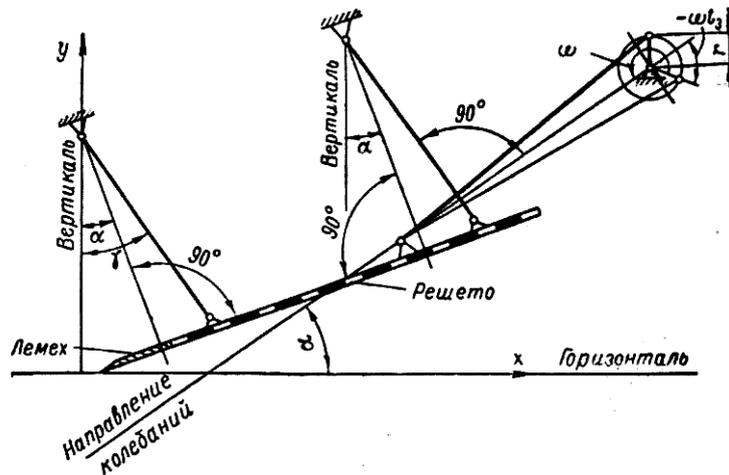


Рисунок 3 – механизм колебания лемеха

Здесь приняты следующие обозначения: α — угол установки лемеха к горизонту; γ — угол направленности колебаний; r — радиус кривошипа (амплитуда колебаний); ω — угловая скорость вала кривошипа.

Траектория движения лемеха относительно земли показана на рисунке 4.

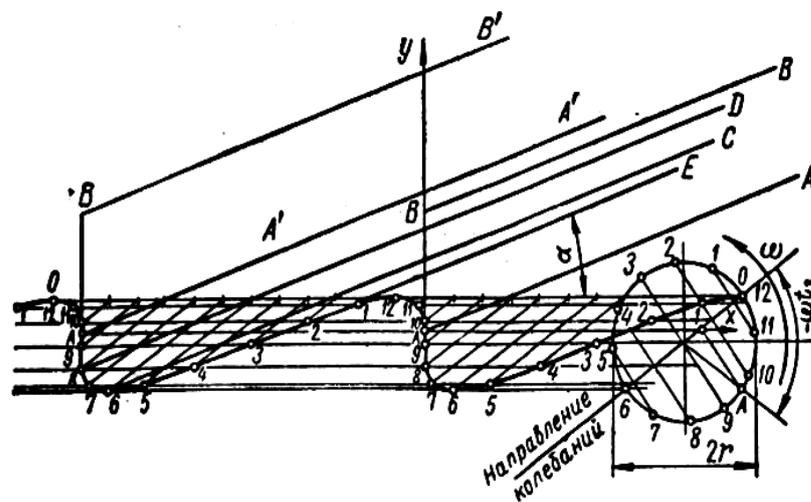


Рисунок 4 – Траектория движения активного лемеха

На траектории нанесены точки, соответствующие различным положениям кривошипа.

Линия А — А показывает положение лемеха в момент отрыва пласта от него, когда угол поворота кривошипа равен ωt_3 . Этот угол рассчитывается по известной формуле:

$$\cos \omega t = \frac{g \cos \alpha}{\omega^2 r \sin \varepsilon} \quad (13)$$

Линия В — В изображает максимальное верхнее положение подброшенного пласта. Линии 8D и 6C — возможные положения лемеха в момент, когда на него снова упадет пласт. От точки 8 (линия 8D) до точки А (линия А'А') пласту снова будет сообщаться скорость, которая вновь вызовет на линии А'А' отрыв пласта от лемеха и свободный полет его до линии В'В', и т. д.

С некоторыми допущениями уравнение движения пласта в свободном полете после отрыва его от лемеха можно записать в следующем виде:

$$\begin{aligned} x &= v_0 t \cos (\alpha + \varepsilon) - v_{\text{маш}} t; \\ y &= v_0 t \sin (\alpha + \varepsilon) - \frac{g t^2}{2}, \end{aligned} \quad (14)$$

где t — время свободного полета пласта, начиная от момента отрыва его от лемеха; $v_{\text{маш}}$ — скорость движения машины; v_0 — скорость колебательного движения лемеха, соответствующая моменту отрыва пласта от лемеха, т. е. когда кривошип занимает угол ωt_3

$$v_0 = \omega r \sin \omega t_3 = \frac{\sqrt{(\omega^2 r \sin \varepsilon)^2 - (g \cos \alpha)^2}}{\omega \sin \varepsilon}. \quad (15)$$

Уравнение колеблющегося лемеха, движущегося равномерно поступательно с машиной

$$y = x \operatorname{tg} \alpha + \frac{r [\cos \alpha (\omega t - \omega t_3) - \cos \omega t_3] \sin \varepsilon}{\cos \alpha} + v_{\text{маш}} t \operatorname{tg} \alpha. \quad (16)$$

Подставив в это уравнение значения x , y и v_0 и решив его относительно величины ωt , получим,

$$\omega t = \omega^2 r \frac{[\cos (\omega t - \omega t_3) - \cos \omega t_3] \sin \varepsilon}{\sqrt{(\omega^2 r \sin \varepsilon)^2 - (g \cos \alpha)^2} - \frac{g \omega t}{2} \cos \alpha}. \quad (17)$$

Величина ωt называется фазой свободного полета и характеризует угол поворота кривошипа, соответствующий времени свободного полета пласта с момента отрыва от лемеха до встречи с ним. Целесообразно, чтобы эта встреча происходила на участке траектории между точками 6 и 8.

Значение ωt_3 находится в пределах $0 < \omega t_3 < \frac{\pi}{2}$ и для данного случая:

$$\omega t_3 = (0,3...0,48)\pi \quad (18)$$

Из рисунка 8.4 можно установить допустимый диапазон колебаний величины ωt :

$$1,3\pi < \omega t < 1,7\pi. \quad (19)$$

Сделав подстановки и преобразования, получим формулу, по которой можно рассчитывать параметры колебаний лемеха:

$$1,7 \frac{\cos \alpha}{\sin \varepsilon} < \frac{\omega^2 r}{g} < 2,6 \frac{\cos \alpha}{\sin \varepsilon} \dots \quad (20)$$

Угол наклона α колеблющегося лемеха принимается около 20° ; по исследованиям ВИСХОМ оптимальное значение угла $\varepsilon = 10...15^\circ$

Приняв $\alpha = 20^\circ$, $\varepsilon = 12,5^\circ$, получим значения показателя кинематического режима $\frac{\omega^2 r}{g}$:

$$7,4 < \frac{\omega^2 r}{g} < 11,3. \quad (21)$$

Рабочие органы для сепарации почвы.

Для сепарации почвы применяются главным образом два вида рабочих органов: прутковые элеваторы и грохоты. Они также транспортируют массу к другим рабочим органам.

Прутковые элеваторы состоят из прутков, соединенных крючками, цепями или прорезиненными ремнями. Для лучшего просеивания почвы рабочая ветвь элеватора встряхивается эллиптическими звездочками. В момент встряхивания звенья полотна элеватора движутся по окружности (рисунок), вследствие чего на массу почвы действует центробежная сила P .

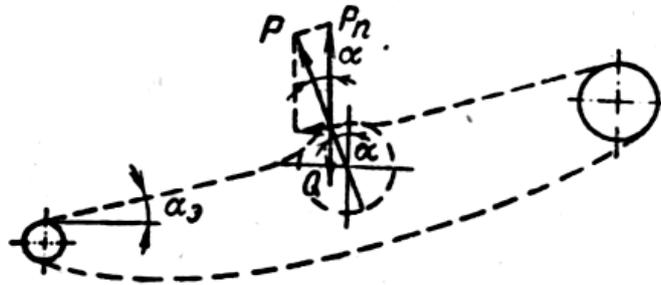


Рисунок 5 – Схема действия встряхивателя на пласт почвы.

Если вертикальная составляющая P_n этой силы будет больше веса Q пласта, то пласт будет подбрасываться над полотном элеватора, так как

$$P_n = \frac{P}{\cos \alpha} = \frac{Q}{g} \cdot \frac{\omega^2 r}{\cos \alpha}. \quad (22)$$

Следовательно, для встряхивания почвы с отрывом от элеватора необходимо, чтобы

$$\frac{Q}{g} \cdot \frac{\omega^2 r}{\cos \alpha} > Q, \quad (23)$$

то есть

$$\frac{\omega^2 r}{g} = \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2 \frac{r}{g} > \cos \alpha, \quad (24)$$

откуда

$$\frac{\omega^2 r}{g} = \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2 \frac{r}{g} > \cos \alpha, \quad (25)$$

Это выражение определяет условие подбрасывания пласта. Как видно, отрыв пласта от полотна элеватора зависит от величины значений угла наклона рабочей ветви элеватора α и радиуса встряхивателя r .

В элеваторах картофелекопателя КТН-2 угол $\alpha = 22^\circ$, а $r = 68$ мм. При этих значениях

$$n > 30 \sqrt{\frac{\cos 22^\circ}{6,8}} > 111 \text{ мин}^{-1} \quad (26)$$

Встряхивание пласта на элеваторе возможно, начиная от 111 мин^{-1} или от линейной скорости элеватора $v > 0,79$ м/сек.

Пласт имеет движение относительно рабочей ветви элеватора только в зоне воздействия встряхивателей. Поэтому сепарирующая способность эле-

ватора зависит от количества и конструкции встряхивателей.

Работа пруткового элеватора зависит также от толщины слоя почвы, находящейся на элеваторе. При постоянной скорости движения машины толщина слоя почвы находится в зависимости от скорости движения полотна элеватора. Чем больше эта скорость, тем выше сепарирующая способность элеватора, но тем меньше время нахождения почвы на элеваторе. Оптимальная скорость движения полотна элеватора зависит (при прочих равных условиях) от состояния почвы и на тяжелых почвах равна приблизительно 2 м/сек. Кроме того, для устранения сгуживания подкапываемого пласта скорость элеватора должна быть не менее чем в 1,3...1,6 раза больше поступательной скорости машины. Наиболее целесообразно иметь переменную скорость полотна элеватора, изменяемую в зависимости от состояния почвы.

Прутковые элеваторы получили широкое распространение в картофелеуборочных машинах вследствие простоты их конструкции и возможности осуществлять подъем пласта под углом около 20° . Однако они имеют серьезные недостатки и в последнее время их стремятся использовать в качестве дополнительных сепарирующих органов.

Грохот представляет собой колеблющееся решето, на котором сепарируемая масса приводится в относительное движение. Мелкие фракции просыпаются через отверстия решета, а крупные идут сходом с верхней части решета.

Грохоты картофелеуборочных машин работают по такой же схеме, как и колеблющиеся лемеха (см. рисунок 3). Основными параметрами, определяющими работу грохота, являются угол подъема решета α , угол направленности колебаний ε , радиус кривошипа r и число оборотов n вала кривошипа в минуту.

Для лучшей сепарации движение материала на грохоте должно происходить с отрывом частиц от поверхности грохота. Очевидно, что если время свободного полета частицы будет больше времени одного колебания грохота, то возникнут холостые колебания. Такой режим работы грохота нежелателен.

Время одного колебания грохота (T) должно быть больше времени свободного полета частицы (t), т. е. должно соблюдаться условие

$$T \geq t. \quad (27)$$

Время одного оборота вала кривошипа определяется следующей зависимостью:

$$T = \frac{60}{n} = \frac{2\pi}{\omega}, \quad (28)$$

где ω – угловая скорость вала кривошипа.

Определим время свободного полета частицы. Скорость частицы в момент отрыва от поверхности грохота равна скорости грохота в этот момент (скольжением частицы по грохоту и силами упругости частицы и грохота пренебрегаем):

$$v_0 = \omega r \sin \omega t_3, \quad (29)$$

где ωt_3 – фаза отрыва, т. е. угол, определяющий положение кривошипа в момент отрыва частицы от грохота.

Было установлено, что условием отрыва частицы от колеблющейся поверхности является следующая зависимость:

$$\frac{\omega^2 r}{g} \geq \frac{\cos \alpha}{\sin(\alpha + \varepsilon)}. \quad (30)$$

Так как при данной схеме работы отрыв происходит в момент, когда вал кривошипа повернется угол ωt_3 то можно написать

$$\frac{\omega^2 r}{g} \cos \omega t_3 = \frac{\cos \alpha}{\sin(\alpha + \varepsilon)} \quad (31)$$

или

$$\cos \omega t_3 = \frac{g \cos \alpha}{\omega r \sin(\alpha + \varepsilon)} \quad (32)$$

Тогда выражение для скорости v_0 будет равно,

$$v_0 = \omega r \sin \omega t_3 = \omega r \sqrt{1 - \left(\frac{g \cos \alpha}{\omega^2 r \sin(\alpha + \varepsilon)} \right)^2}. \quad (33)$$

Рассмотрим схему свободного полета частицы над решетом грохота (рисунок 6). Здесь I – направление скорости грохота в момент отрыва; Z — плоскость решета

грохота в момент отрыва; 5 — траектория свободного полета частицы; 2 и 4 — верхнее и нижнее положения решета.

Движение частицы после отрыва от решета происходит по параболе и определяется уравнениями

$$\begin{aligned} x &= v_0 t \cos \varepsilon; \\ y &= v_0 t \sin \varepsilon - \frac{gt^2}{2}. \end{aligned} \quad (34)$$

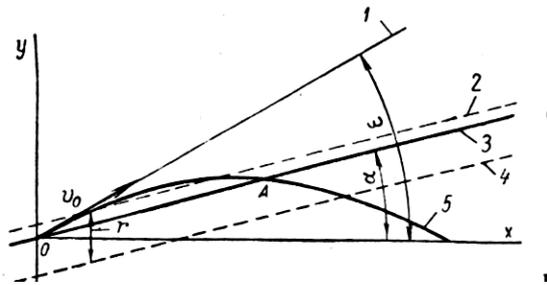


Рисунок 8.6 – Схема свободного полета частицы.

Уравнение поверхности решета в плоскости траектории частицы в момент отрыва частицы имеет следующее выражение:

$$y = x \operatorname{tg} \alpha. \quad (35)$$

Подставив в это выражение значения x и y , после преобразования, получим

$$t = \frac{2v_0}{g} \cdot \frac{\sin(\varepsilon - \alpha)}{\sin \alpha} \quad (36)$$

Подставив значения T и t в неравенство (8.26), после преобразований получим:

$$\frac{\omega^2 r}{g} \leq \frac{\cos \alpha}{\sin(\varepsilon - \alpha)} \sqrt{\pi^2 + 1} \leq \frac{3,3 \cos \alpha}{\sin(\varepsilon - \alpha)}. \quad (37)$$

Выражение (8.34) дает зависимость между основными параметрами грохота, согласно которой исключаются холостые колебания грохота. При выбранных значениях угла наклона грохота α и угла направленности колебаний ε можно вычислить величину показателя кинематического режима, который удовлетворяет этому условию.

В то же время для лучшего транспортирования частиц, находящихся на грохоте, целесообразнее иметь такой режим работы грохота, когда подбрасывание частиц происходит выше крайнего верхнего положения грохота. Это происходит при условии, когда

$$\frac{\omega^2 r}{g} \geq \frac{2 \cos \alpha}{\sin(\varepsilon - \alpha)} \quad (38)$$

На основании выражений (34) и (35) расчет параметров грохотов картофелеуборочных машин можно производить по выражению

$$\frac{2 \cos \alpha}{\sin(\varepsilon - \alpha)} < \frac{\omega^2 r}{g} < \frac{3,3 \cos \alpha}{\sin(\varepsilon - \alpha)} \quad (39)$$

Пример. Определить число оборотов вала кривошипа грохота картофелеуборочного комбайна при $\alpha = 15^\circ$, $\varepsilon = 30^\circ$ и $r = 26$ мм. По выражению (36) получим

$$\frac{2 \cos 15^\circ}{\sin(30^\circ - 15^\circ)} < \frac{\omega^2 2,6}{981} < \frac{3,3 \cos 15^\circ}{\sin(30^\circ - 15^\circ)} \quad (40)$$

или окончательно

$$507 < n < 650 \text{ мин}^{-1}$$

При оборотах вала кривошипа, находящихся в указанных пределах, транспортирование массы будет наиболее рациональным при отсутствии холостых колебаний грохота.

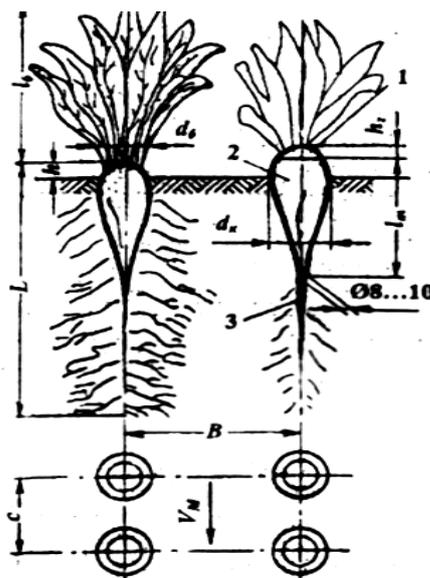
4.3 Машины для уборки сахарной свеклы

4.3.1 Физико-механические свойства сахарной свеклы как объекта уборки. Агротехнические требования удаления ботвы и уборки корнеплодов сахарной свеклы.

Сахарная свекла имеет утолщённый конусообразный корень (рисунок 1), от которого отходят в стороны мелкие корешки (на 25...30 см). Основная масса сахара (95...97%) сосредоточена в теле корня, величина которого определяется технической длиной l_m . Нижняя, хвостовая, часть главного корня уходит глубоко в почву (до 1 м) и при уборке, как правило, обрывается, на диаметре 8... 10 мм и остаётся в земле. Ботва, состоящая из 10...30 крупных листьев, имеет форму опрокинутого конуса.

Размещение в почве корней сахарной свеклы, как пропашной культуры, характеризуется междурядьем B и расстоянием между корнями в рядке c , а

также положением корня h по высоте относительно уровня почвы.



1 – срезаемая головка с ботвой; 2 – тело корня; 3 – хвостик

Рисунок 1 – Размерные характеристики сахарной свеклы.

Величина междурядья обуславливает габаритные размеры машины, размещение и размеры её отдельных органов и влияет на проходимость агрегата по убираемому полю.

С этих позиций предпочтительнее иметь широкие междурядья (60 см и более). Шаг c и высота h влияют на параметры и режимы работы рабочих органов, выдёргивающих корни из почвы и обрезающих коронки.

Головка корня может располагаться как ниже (до 30 мм) уровня почвы, так и выше его (до 80 мм и более).

Масса корня сахарной свеклы обуславливается его размерами и изменяется в широких пределах - от 0,2 до 5 кг.

Усилие, необходимое для извлечения не подкопанного корня, в большинстве случаев больше или равно усилию, при котором происходит разрыв ботвы. За ботву из почвы можно извлечь только 40...50% не подкопанных корней. В остальных случаях ботва обрывается. Подкапывание корня, при котором разрыхляется почва и обрываются боковые корешки и хвостик, резко снижает усилие извлечения его из почвы.

Временное сопротивление изгибу корней сахарной свеклы невелико. Это

приводит к частым изломам и сколам тела корня выкапывающими рабочими органами свеклоуборочных машин. Сильные повреждения корни получают при падении с высоты более 1,5 м, что соответствует скорости соударения 5,4 м/с.

Размерно-весовые характеристики сахарной свеклы приведены в таблице 1.

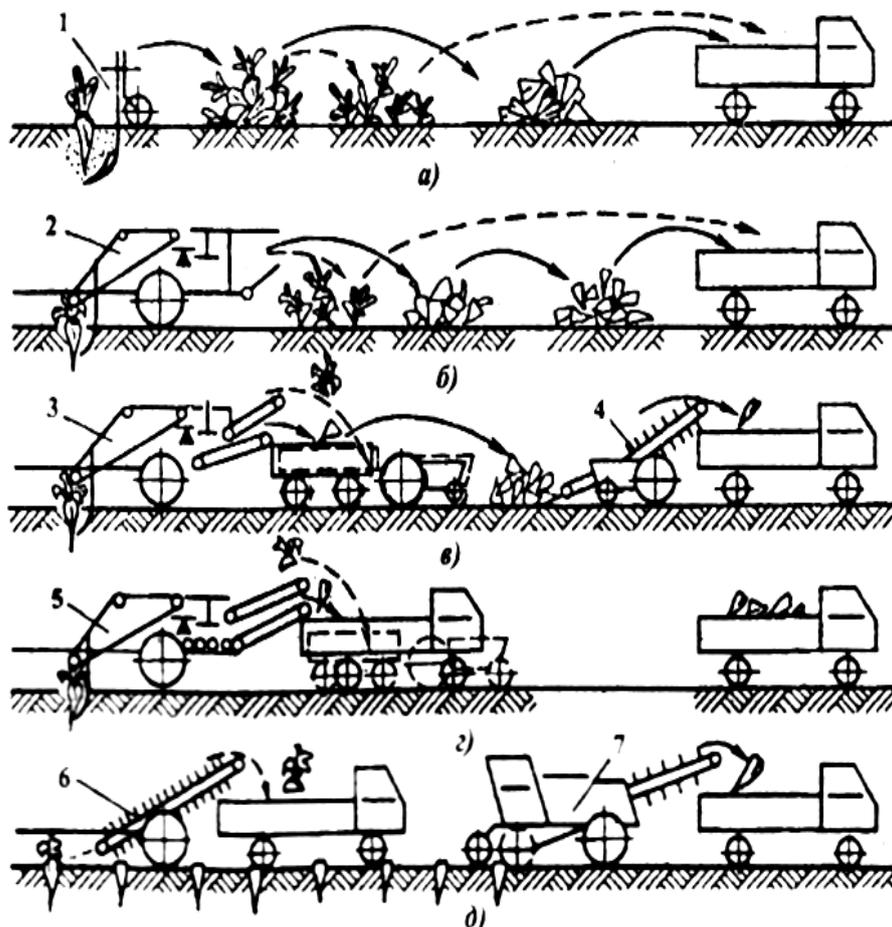
Таблица 1 – Параметры корнеплодов сахарной свеклы.

Показатель	Значение показателя при возделывании участков	
	неполивных	поливных
Междурядье В, мм	450±30	600±40
Шаг с, мм	200...300	250...350
Высота расположения головки над уровнем почвы h, мм	15...20	25...30
Общая длина корня l, мм		
Диаметр корня d _к , мм	80	85...100
Техническая длина корня l _т , мм	220	250...300
Высота среза головки h _г , мм	8...12	10...20
Длина стебля l _б , мм	300...400	400...600
Диаметр пучка ботвы, d _б , мм	50...60	70...90
Масса, кг		
корня	0,4...0,6	0,5...0,8
ботвы	0,3...0,5	0,5...0,9
Плотность, кг/м ³		
корня	550...650	550...650
ботвы	140...160	140...160
Урожайность корней, ц/га	250...350	450...550

Технологический процесс уборки сахарной свеклы включает в себя следующие операции: подкапывание корней, извлечение их из почвы, обрезку коронки,

очистку корней от почвы, удаление с поверхности корня остатков ботвы, корешков и хвостовика и погрузочно-разгрузочные работы.

Существуют несколько способов уборки сахарной свеклы (рисунок 2) при которых машины выполняют либо отдельные операции, либо весь технологический процесс. Последовательность выполнения операций зависит от способа уборки сахарной свеклы и типа применяемых свеклоуборочных машин. В настоящее время существуют четыре способа уборки сахарной свеклы: ручной, комбайновый, поточный и перевалочный.



1-свеклоподъемник; 2-комбайн с бункером; 3-комбайн с элеватором корней; 4-погрузчик-очиститель корней; 5-комбайн с очистителем корней; 6-ботвоуборочная машина; 7-корнеуборочная машина

Рисунок 2 - Технологические схемы механизированной уборки сахарной свеклы.

При ручной уборке сахарной свеклы используются специальные свек

лоуборочные орудия - свеклоподъёмники, которые лишь нарушают связь корня с почвой, а остальные операции выполняются вручную (рисунок 9.2, а) Этот способ наиболее трудоёмкий и применяется лишь в тех случаях, когда, невозможно использовать свеклоуборочные комбайны.

Комбайновый способ уборки (рисунок 2, б) заключается в том, что основные операции (извлечение корня из почвы, обрезка коронки и частичная очистка корней) производится одной машиной - комбайном. Однако в этом случае перед отправкой на сахарный завод или в хранилище корни необходимо доочищать. Доочистка производится вручную или погрузчиками-очистителями Недостаток комбайнового способа заключается в том, что корни свеклы могут лежать на поле в не укрытых кучах или валках по несколько дней.

Поточный способ (рисунок 2, г), при котором корни и ботва непосредственно из свеклоуборочной машины загружаются в транспортные средства и направляются сразу же к месту их использования или хранения, наиболее прогрессивен. Он наименее трудоёмок, даёт возможность провести уборку в кратчайшие сроки и с минимальными потерями. Применяются однофазный и двухфазный (раздельный) поточные способы. При однофазном способе основной свеклоуборочной машиной служит комбайн, оборудованный механизмами для очистки корней и погрузки их в транспортные средства. Как правило, эти комбайны снабжены прицепными тележками для сбора ботвы.

Двухфазная поточная уборка сахарной свеклы (рисунок 2, д) предусматривает применение двух видов машин: отдельно для уборки ботвы и отдельно для выкапывания и очистки корней. При этом сначала ботвоуборочная машина срезает ботву на корню и грузит её в транспортные средства. Затем другая машина выкапывает, очищает корни свеклы и загружает их в транспортные средства.

Перевалочный способ представляет собой промежуточный вариант между комбайновым и поточным способами уборки сахарной свеклы. Он заключается в том, что от комбайна или корневыкапывающей машины (при двухфазной уборке) корни вывозятся не на приёмные пункты, а на специально выделенные площадки,

удобные для подъезда транспорта. На этих площадках корни складываются в бурты. Из буртов корни по мере отправки их на приёмные пункты забирают специальными погрузчиками-очистителями. Этот способ по трудоёмкости занимает место между комбайновым и поточным. Преимущества перевалочного способа заключаются в том, что он при минимальных потребностях в транспортных средствах даёт возможность быстро освободить поле для послеуборочной обработки почвы.

Агротехнические требования выполнения основных операций уборки сахарной свеклы

К Уборке ботвы предъявляют следующие требования:

Срез ботвы с головок корнеплодов должен быть гладким и прямым. Допускаются сколы поверхности среза у 1% корнеплодов.

Плоскость среза должна проходить не ниже уровня основания зеленых черенков листьев и не более 0,02 м от вершины головки корнеплодов. Допускаются бескопирный срез и измельчение ботвы на части длиной не менее 0,05 м.

Отходы массы головок корнеплодов в ботву при обрезке не должны превышать 2%, в том числе потери их на поверхности почвы — до 1%.

Загрязненность ботвы почвой не должна быть более 0,5% от ее массы.

Общие потери зеленой массы ботвы, в том числе свободной на поверхности почвы и в убранном ворохе корнеплодов, а также связанной с убранными и утерянными корнеплодами, не должны превышать 10% от ее урожайности.

Количество связанной с корнеплодами ботвы, оставшейся после ее обрезки и доочистки головок рабочими органами, не должно быть более 1,5% от массы корнеплодов.

При уборке ботвы корнеплоды не должны выбиваться очистителями машин из почвы. Количество корнеплодов, выбитых из почвы при уборке ботвы, не должно превышать 0,5%.

Агротехнические требования уборки корнеплодов.

Общая загрязненность вороха корнеплодов фабричной свеклы не должна превышать 8%, в том числе ботвой и растительными примесями не более

2% по массе.

В ворохе корнеплодов маточной свеклы, предназначенной для закладки в траншеи на хранение, содержание почвы должно быть не более 20%, свободной ботвы — до 1,5%, общее содержание растительных примесей — не более 4% по массе.

Количество корнеплодов фабричной свеклы с повреждениями не должно превышать по массе 20%, в том числе с сильными повреждениями 3% (тело корня и концевая часть).

Корнеплодов посадочной фракции маточной свеклы с повреждениями должно быть не более 12%, в том числе с сильными повреждениями — не более 2% по массе.

Потери корнеплодов не должны превышать 1,5% по массе.

Высота падения корнеплодов должна быть не более 0,5...1 м.

Агротехнические требования подбора и погрузки корнеплодов.

Полнота подбора кондиционных корнеплодов из валков и полевых кагатов высотой 1...1,8 м должна быть не менее 99,5%.

Общая загрязненность корнеплодов, погруженных из полевых кагатов в транспортные средства, должна быть не более 5%, в том числе ботвой и другими растительными примесями — не более 1%.

Количество сильно поврежденных корнеплодов рабочими органами погрузчика не должно превышать 2%.

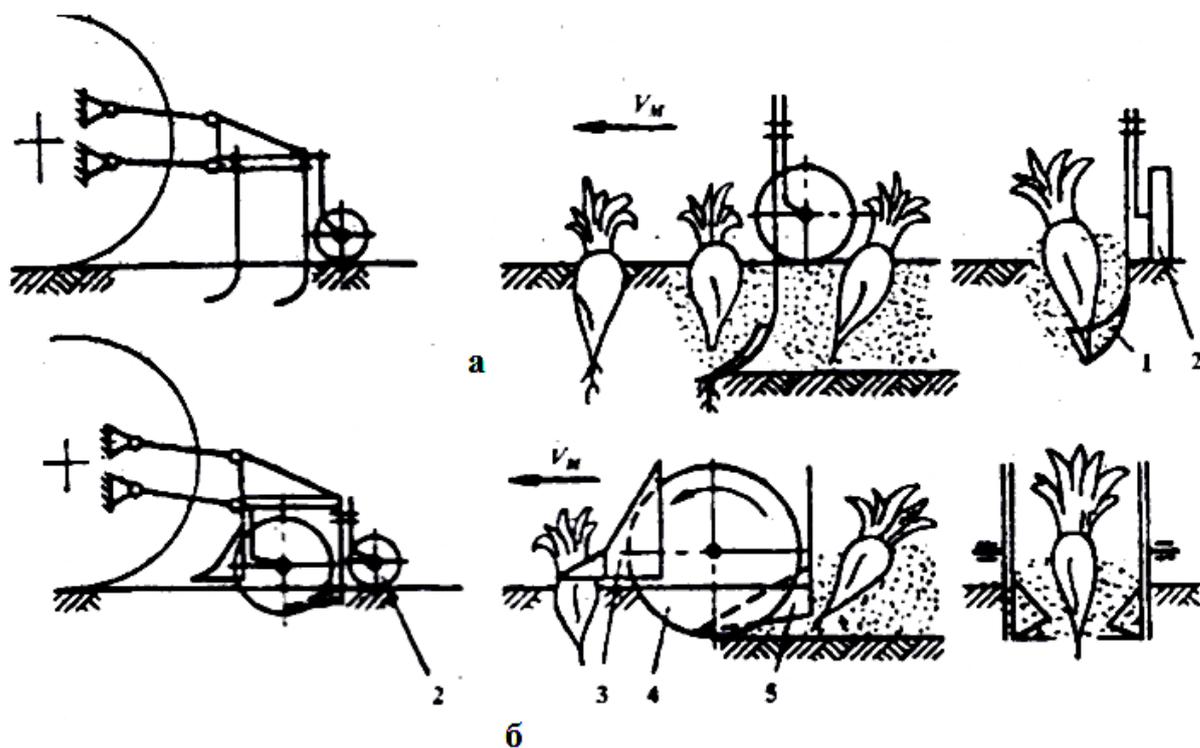
4.3.2 Классификация свеклоуборочных машин

Свеклоуборочные машины разделяются на следующие типы: свеклоподъемники, комбайны, ботвоуборочные машины, корнеуборочные машины и погрузчики-очистители. Для обрезки верхней части сильно развитой ботвы применяются, как правило, роторные косилки-измельчители общего назначения.

Свеклоподъемники представляют собой навесные орудия, предназначенные для подкапывания грядки со свеклой.

Основным рабочим органом свеклоподъемника, схема которого представлена на рисунке 3, а, является подкапывающая лапа, которая заглубляется в

почву до 28 см. Она подрезает или скалывает корень у хвостовика, рыхлит почву и смещает корень вверх и в сторону.



1 – подкапывающая лапа; 2 – опорное колесо; 3 – ботвоподъёмник; 4 – дисковый нож; 5 – выжимной копач

Рисунок 3 – Схемы свеклоподъёмников.

У свеклоподъёмника, схема которого изображена на рисунке 3, б, основным рабочим органом служит двухлемешный копач выжимного действия.

Корень свеклы, проходя между двумя трёхгранными клиньями (лемешками), приподнимается. При этом обрывается хвостовик и боковые корешки. Заглубление лемешков - до 15 см.

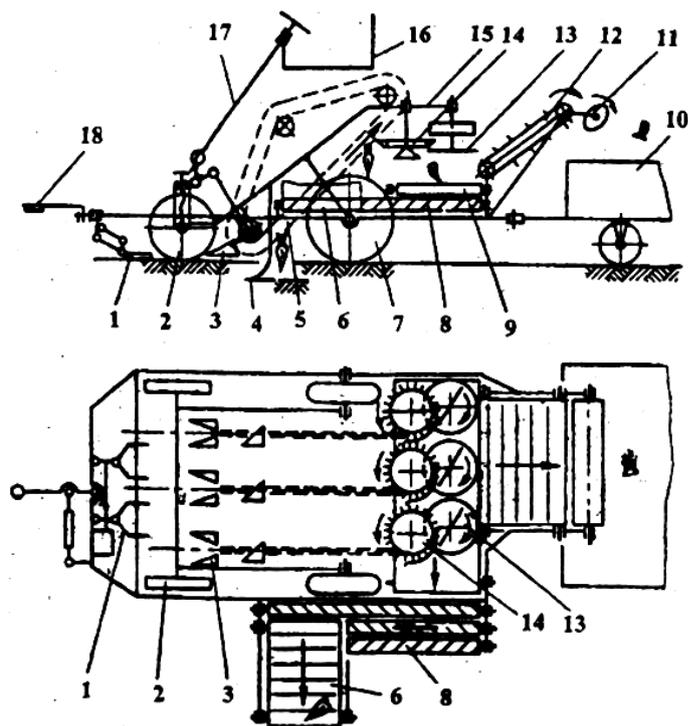
Лемешный копач расположен между двумя дисковыми ножами, которые, ограничивая зону деформации почвы и предохраняя лемешки от обволакивания растительными остатками, снижают тяговое сопротивление свеклоподъёмника. Кроме того, дисковые ножи, вращаясь, способствуют лучшему перемещению корней и почвы по лемешной поверхности. Для предотвращения повреждения ботвы дисковые ножи прикрыты спереди ботвоподъёмниками.

У обоих свеклоподъёмников рабочие органы можно переставлять на раме для работы при междурядьях 45 или 60 см. Глубина подкапывания регулируется

перестановкой по высоте опорных колёс.

Комбайны для уборки сахарной свеклы бывают двух типов: теребивные и с предварительным срезом ботвы на корню. Принципиальное различие между ними в разной последовательности выполнения операций технологического процесса уборки свеклы.

Комбайны теребивного типа (рисунок 4) осуществляют технологический процесс следующим образом.

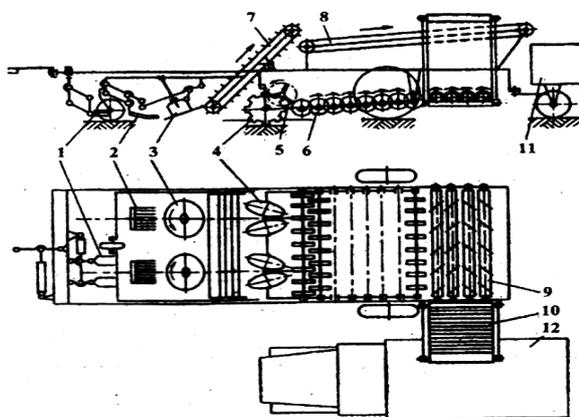


1 – гидромеханический автомат вождения по рядкам; 2 – опорные колёса подвижной рамы; 3 – ботвоподъёмники; 4 – подкапывающая лапа; 5 – теребивный аппарат; 6 – элеватор корней; 7 – опорные колёса; 8 – шнековый очиститель; 9 – транспортёр корней; 10 – прицеп; 11 – битер; 12 – элеватор ботвы; 13 – дисковый нож; 14 – выравниватель; 15 – подвижная рама; 16 – площадка комбайнёра; 17 – механизм регулирования высоты теребивного аппарата; 18 – прицеп

Рисунок 4 – Схема свеклоуборочного комбайна теребивного типа.

Ботвоподъёмники 3 направляют ботву узким пучком к теребивному аппарату. Подкапывающая лапа 4 нарушает связь корня с почвой. Одновременно тере-

бильный аппарат 5 захватывает свеклу за ботву и извлекает её из почвы. Выравниватель 14 ориентирует свеклу на заданную высоту среза коронки относительно дискового ножа 13. Нож срезает коронку и сбрасывает её на элеватор ботвы 12. Элеватор подаёт ботву в прицеп 10. После обрезки транспортёр 9 подаёт корни на очиститель 8, откуда элеватор 6 направляет их в идущее рядом транспортное средство. Высота расположения теребильного аппарата над почвой может регулироваться механизмом 17 с площадки 16 комбайнёра. Основные рабочие органы комбайна смонтированы на подвижной раме 15, которая шарнирно соединена с основной рамой и спереди опирается на опорные колёса 2, копирующие рельеф поля. На разворотах и в транспортном положении подвижная рама поднимается гидроцилиндром. Комбайн оборудован прицепом 18 и гидромеханическим автоматом вождения по рядкам. Комбайн с предварительным срезом ботвы на корню, схема которого представлена на рисунке 5, ботвосрезающим аппаратом 2, 3 отделяет коронку, которая по транспортёрам 7 и 8 поступает в прицеп 11. Корни свеклы с некоторым количеством почвы извлекаются из грядки копачами 4 и битером 5 подаются на кулачковый транспортёр-очиститель, где производится сепарация почвы.



1 – гидромеханический автомат вождения по рядкам; 2 – шуп-копир; 3 – дисковый нож; 4 – дисковые копачи; 5 – битер; 6 – кулачковый транспортёр-очиститель; 7 – элеватор ботвы; 8 – транспортёр ботвы; 9 – шнековый очиститель; 10 – элеватор корней; 11 – прицеп для ботвы; 1 – транспортное средство для корней

Рисунок 5 – Схема свеклоуборочного комбайна с предварительным срезом ботвы на корню:

Корни поступают на шнековый очиститель 9, где удаляется налипшая на корни почва и оставшаяся ботва, Элеватор корней 10 подаёт их в транспортное средство 12.

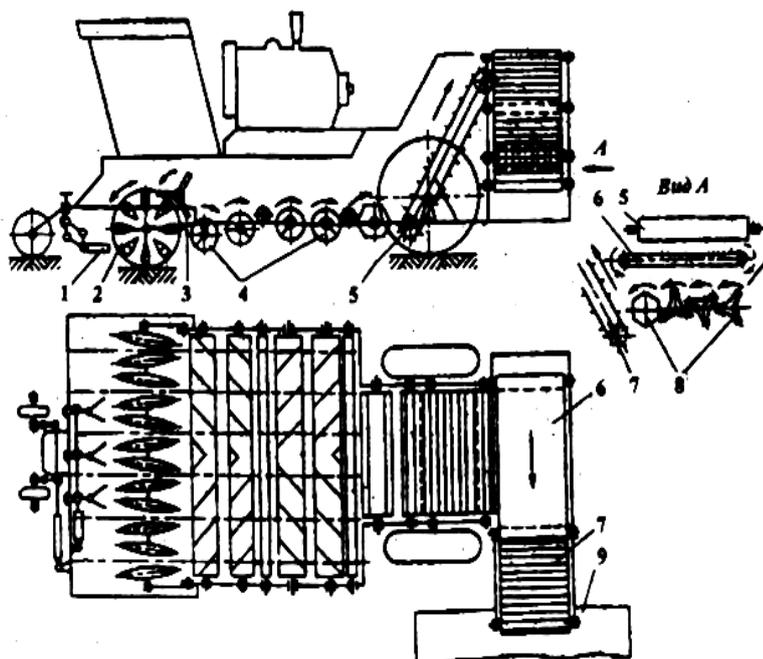
Современные комбайны, как и большинство свеклоуборочных машин, оборудованы гидромеханическими автоматами 1 для направления машины строго по рядкам, что необходимо для качественной уборки свеклы.

Комбайны тербильного типа практически неработоспособны при слабой (сильно полёгшей и отмирающей) или чрезвычайно развитой ботве. Комбайны с предварительным срезом ботвы на корню в условиях повышенной влажности, и особенно на тяжёлых суглинках, дают недопустимо высокий процент засорённости вороха корней почвенными комками (до 60%). Интенсификация процесса отделения почвенных комков приводит к очень высокой повреждаемости корней (до 50%). По удельной производительности некоторое преимущество имеют комбайны с предварительным срезом, так как комбайны тербильного типа не могут работать на высоких скоростях (более 6,5 км/ч) из-за резкого увеличения потерь не вытербленными корнями.

Ботвоуборочная машина по принципу работы аналогична ботвоуборочной части комбайна с предварительным срезом ботвы на корню.

Корнеуборочная самоходная машина (рисунок 6) собирает корни сразу с шести рядков. Технологический процесс, осуществляемый машиной, следующий.

Корни извлекаются из почвы дисковыми копачами 2 и проходят по активному шнековому очистителю 4. Здесь поток корней сужается и поступает на элеватор 5, а затем на реверсивный ленточный транспортёр 6. С транспортёра в зависимости от степени засорённости почвенными комками корни поступают или на кулачковый транспортёр-комкодробитель 8, или на выгрузной элеватор 7 и затем в кузов 9.



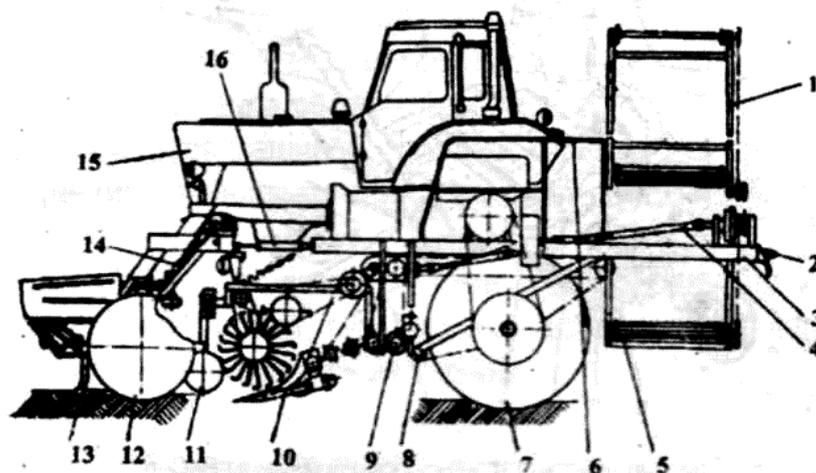
1 – копир-водитель; 2 – дисковые копачи; 3 – битер; 4 – шнековый очиститель; 5 – продольный элеватор; 6 – реверсивный ленточный транспортёр; 7 – выгрузной элеватор; 8 – кулачковый транспортёр-комкодробитель; 9 – кузов транспортного средства

Рисунок 6 – Схема самоходной корнеуборочной машины.

Самоходная корнеуборочная машина РКС-6 (рисунок 7) состоит из корнеуборочной части и установленного на её раму трактора, с которого сняты ведущие колёса, передний мост, механизм задней навески и др.

Корнеуборочная часть состоит из несущей рамы, опирающейся на мосты ведущих 7 и управляемых 12 колёс, автомата вождения по рядам 13, копирующих колёс 11, двух подвижных рам 10 с выкапывающими рабочими органами и приёмными битерными транспортёрами, правого и левого шнековых 9, продольного 8, поперечного 5 и погрузочного 1 транспортёров, механизма рулевого управления 14, трансмиссии 4, электрической 2 и гидравлической 16 систем.

Корнеуборочная машина оборудована автоматической системой, контролирующей работу выкапывающих вилок, и сигнализирующей трактористу - машинисту о нарушениях в их работе.



1 – погрузочный транспортёр; 2 – электрооборудование; 3 – рама; 4 – трансмиссия; 5 – поперечный транспортёр; 6 – капоты и ограждения; 7 – мост ведущих колёс; 8 – продольный транспортёр; 9 – шнековый транспортёр; 10 – подвижная рама; 11 – копирующие колёса; 12 – мост управляемых колёс; 13 – автомат вождения по рядкам; 14 – механизм рулевого управления; 15 – трактор; 16 – гидросистема

Рисунок 7 – Корнеуборочная машина РКС-6.

Корнеуборочная машина оснащена внешними осветительными приборами, необходимыми для работы в ночное время и при движении по дорогам.

После сезона уборки сахарной свеклы трактор может быть снят с корнеуборочной части и в остальное время года использован на всех видах сельскохозяйственных работ.

При помощи автомата вождения передние колёса машины точно направляют рабочие органы по рядкам свеклы. Активные вилки вращающимися конусными наконечниками извлекают корни из почвы и вводят их в раствор дисков корнезаборников. При этом основная масса почвы отделяется за счёт сбрасывания её вращающимися наконечниками вилок по сторонам, а корни захватываются вилками заборников.

Поднятые корнезаборником корни выгаливаются лопастным битером и подаются на лопастной транспортёр-очиститель вороха, который очищает их от почвы и подаёт на шнековый транспортёр. Поток корней шнеками частично очищается от растительных примесей и смещается на продольный транспортёр, которым кор-

ни подаются на поперечный прутковый транспортёр, а затем через погрузочный транспортёр в кузов рядом идущего транспорта ,

Для смены транспортных средств на ходу предусмотрена возможность кратковременного отключения поперечного и погрузочного транспортёров. Эту операцию выполняет тракторист-машинист со своего рабочего места с помощью гидросистемы трактора и механизма отключения планетарного редуктора. Корни в этот момент накапливаются в ёмкости, дном которой является поперечный транспортёр.

Перевод копиров автомата вождения, выкапывающих устройств, копирующих колёс и погрузочного транспортёра из рабочего положения в транспортное и обратно осуществляется с рабочего места (кабины трактора) тракториста-машиниста при помощи рычагов гидрораспределителя трактора.

В процессе работы тракторист-машинист следит за точностью направления рабочих органов по рядкам и за правильностью выполнения технологического процесса машиной. При необходимости рулевым колесом производит корректировку направления движения рабочих органов по рядкам свеклы.

Основными рабочими органами свеклоуборочных машин являются копающие рабочие органы, теребильные аппараты, выравниватели, ботвосрезающие аппараты и очистители корней.

4.3.3 Параметры рабочих органов свеклоуборочных машин

Назначение копающих рабочих органов заключается в нарушении связи корня с почвой, частичного или полного извлечения его из грядки и подачи к следующему рабочему органу.

Работа копающих органов свеклоуборочных машин основана на принципе передачи усилий на корень через деформируемую почву. При этом меньше повреждаются корни, рыхлится прилежащий к корню слой почвы и обрываются корешки.

Подкапывающие лапы применяются на свеклоподъёмниках и комбайнах теребильного типа, где требуется только нарушить связь корня с почвой и приподнять его в направлении теребления. По геометрии режущей части

лапа приближается к двухгранному клину с углом наклона к горизонту. Угол наклона к горизонту определяется из условия обеспечения хорошего крошения пласта, но без сгруживания почвы. Этому условию соответствует $\alpha_n = 15 \dots 20^\circ$. Длина рабочей поверхности лапы $l_{л} = 300 \dots 350$ мм, что обеспечивает смещение корня на такую высоту, при которой полностью разрушается связь его с почвой. Подкапывающие лапы заглубляются в почву на 15...23 см.

Выжимные копачи устанавливаются преимущественно на машинах с предварительным срезом ботвы на корню. Они вынимают корень из грядки и подают его на сепарирующий рабочий орган, так как одновременно с корнем вынимается и почва. Конструкция копачей должна сводить к минимуму количество почвы, подаваемой с корнями в машину.

Выжимные копачи делятся на пассивные и активные. Пассивные, в свою очередь, могут быть лемешными и вильчатыми. Активные копачи вращаются или колеблются относительно рамы машины. Наиболее распространены выжимные копачи двух типов - лемешные и дисковые.

Выжимные лемешные копачи представляют собой спаренные трёхгранные клинья, рабочие плоскости которых образуют сужающееся русло вдоль оси рядка. Пласт почвы с корнеплодами при выкапывании проходит по этому руслу, сжимается с боков, деформируется и выжимается вверх.

Дисковые копачи можно рассматривать как спаренные трехгранные клинья, рабочая плоскость которых вращается относительно центра диска. В зависимости от конструкции диски копача могут иметь принудительный привод или вращаться за счёт сцепления с почвой. В первом случае частота вращения дисков может быть задана, во втором - она обусловлена скоростью движения машины. Конструктивно копачи представляют собой плоские или сферические диски, имеющие обод, спицы и ступицу. У копачей с принудительным вращением дисков обод, как правило, гладкий, а у свободно вращающихся дисков обод имеет выступы для лучшего сцепления с почвой. Глубина заглубления составляет 8... 10 см.

Принцип работы дисковых копачей заключается в том, что они, подрезав грядку с корнем по ширине) и зацемявив его между рабочими поверхностями дисков, поднимают пласт и сдавливают его с боков за счёт сужения русла между дисками. При этом пласт разрушается, почва частично высыпается в отверстия между спицами. Корень с небольшим количеством почвы, пройдя точку максимального сближения дисков, выбрасывается на последующий рабочий орган под действием центробежной силы, а также прорезиненных лопастей битера.

Дисковые копачи имеют целый ряд преимуществ в сравнении с лемешными. Во-первых уменьшается тяговое сопротивление. Во-вторых, за счёт активной рабочей поверхности дисковых копачей уменьшается повреждение корней. Кроме того, в машину попадает в 2...4 раза меньше почвы и дисковые копачи могут работать, не забиваясь, на повышенных скоростях (до 13...14 км/ч).

Одним из основных факторов, влияющих на качественные показатели работы дисковых копачей, является отношение окружной скорости диска к скорости перемещения машины, т.е.

$$\lambda = \frac{v_d}{v_m} = \frac{\omega_d R}{v_m} \quad (1)$$

где v_d, v_m – соответственно окружная скорость диска и поступательная скорость машины;

ω_d – угловая скорость диска копача; R – радиус диска.

Величина λ влияет на направление относительного скольжения диска по почве, а следовательно, на направление силы трения между диском и почвой, которая, в свою очередь оказывает влияние на тяговое сопротивление, величину сдвигающей почву силы и на сгуживание почвы.

Оптимальные параметры дисковых копачей обуславливаются свойствами почвы и корнеплодов и для основных зон свеклосеяния могут быть приняты следующими: диаметр диска 650...750 мм; угол резания 40...45°; угол развала 25...30°;

угол атаки $20...25^\circ$; отношение окружной скорости диска к скорости машины $\lambda = 2...2,5$.

Опыт показывает, что при небольшом различии окружных скоростей парных дисков происходит лучшее крошение пласта и очистка корня от почвы. Поэтому некоторые машины имеют принудительный привод только одного из двух дисков копача, а второй вращается за счёт сцепления с почвой. Это обеспечивает различие скоростей вращения дисков.

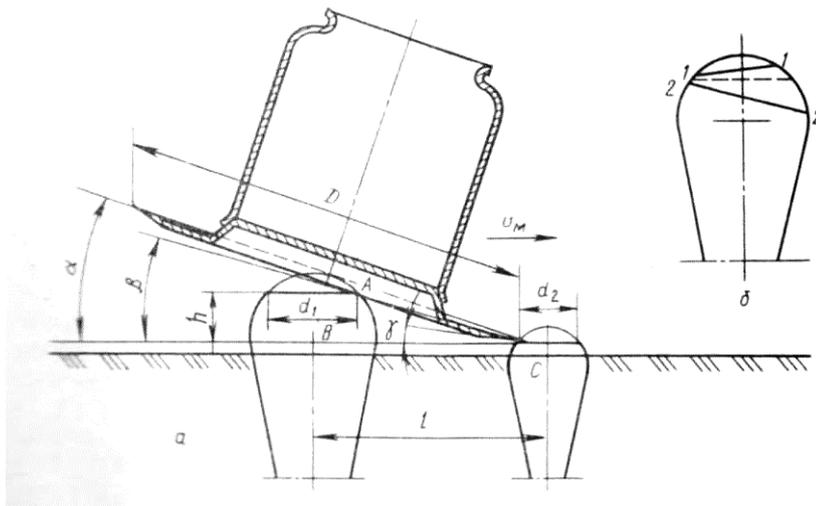
Вибрационные копачи находят применение благодаря хорошей крошащей способности и пониженному тяговому сопротивлению. Наибольший интерес представляют копачи, имеющие колебательные движения в горизонтальной плоскости, за счёт чего корень при извлечении расшатывается.

Действие дискового ножа на корень.

Дисковые ножи корнеуборочных машин применяют для обрезания ботвы с головкой корня. На отечественных свеклоуборочных комбайнах нашли применение активные (вращающиеся) дисковые ножи, на некоторых зарубежных машинах устанавливают пассивные ножи — черенковые или дугообразные.

Корни сахарной свеклы имеют малую прочность на разрыв, поэтому при воздействии ножа корень иногда обламывается. Чтобы не допустить этого, нужно создать такие условия работы ножа, при которых усилие резания было бы минимальным. Поверхность среза должна быть близкой к горизонтальной плоскости (рисунок 8). Этого достигают хорошей заточкой ножа, правильным выбором диаметра дискового ножа и взаимодействия его с копиром.

При неправильном выборе значений углов заточки и расстояния между диском и концами копира срез головки может быть неровным. При отрицательном значении заднего угла заточки γ или при $\gamma = 0$ срез может произойти по плоскости 1 - 1 (рисунок 8, б), а при большом значении переднего угла заточки В срез может идти с заглублением ножа по плоскости 2—2.



а – действие дискового ножа на корень; б – возможные направления плоскости среза растений

Рисунок 8 – Схема работы дискового ботвосрезающего аппарата.

Головки корней сахарной свеклы размещаются над поверхностью поля неравномерно. Превышение одних головок над другими может достигать 110 мм, а в среднем составляет 19...26 мм. Поэтому при горизонтальном положении ножа срез низких корней, близко расположенных к высоким, будет затруднен.

В связи с этим дисковые ножи устанавливают с наклоном, а в центре их делают углубление.

Из треугольника ABC можем определить значение угла наклона дискового ножа:

$$\operatorname{tga} \geq l - \frac{h}{\frac{d_1 - d_2}{2}} \quad \text{или} \quad a \geq \operatorname{arctg} \frac{2h}{2l - (d_1 - d_2)} \quad (2)$$

где h — превышение головок соседних корней в ряду; l — расстояние между корнями; d_1, d_2 — диаметры наибольшего и наименьшего корней в плоскости среза.

Диаметры корней сахарной свеклы бывают в пределах 40...130 мм; около 50% корней размещены в рядке с расстоянием между ними 100...300 мм. Наклон диска необходим также для обеспечения полного забрасывания битерами срезанной ботвы на транспортер. При недостаточном угле наклона

ножа ботва плохо захватывается транспортером и теряется в поле.

Параметры дисковых ножей.

Угол наклона дискового ножа к горизонту у существующих комбайнов принят $\alpha=19...20^\circ$.

Поверхность среза, полученная при работе наклонного дискового ножа, является сферической. Для получения поверхности среза корней, близкой к плоскости, диаметры дисковых ножей выполняют возможно большими. Для принятой ширины междурядий (45 см) с учетом необходимого зазора между смежными дисками их диаметр принимают 385...400 мм.

Скалывание корней при срезании головок происходит вследствие большого их лобового сопротивления. При вращении дискового ножа создается эффект резания со скольжением, в результате чего лобовое сопротивление уменьшается.

По данным профессора А. А. Василенко, рекомендуется для поступательных скоростей машины 0,95... 1,35 м/с принимать окружную скорость ножа 10...12 м/с. В свеклоуборочных комбайнов скорость дисковых ножей принята в пределах 9,6...13,4 м/с.

5. МАШИНЫ, АГРЕГАТЫ, КОМПЛЕКСЫ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ УРОЖАЯ

5.1. Общие сведения по очистке и сортированию зерна и агротехнические требования

Послеуборочная обработка зерна включает предварительную, первичную и вторичную очистку.

Предварительная очистка предназначена для выделения крупных, мелких и легких сорных примесей из зернового материала или семян, поступающих от комбайна или молотильных устройств, с целью лучшего их сохранения, подготовки к сушке или активному вентилированию и повышения эффективности последующей очистки.

Первичная очистка зерна (семян) предназначена для выделения из ма-

териала, прошедшего предварительную очистку, легких, крупных и мелких примесей с целью доведения зерна до базисных кондиций и семян до норм 1-2 класса стандарта на семена без учета трудноотделимых примесей, которые должны удаляться при последующей операции.

Вторичная очистка семян предназначена для выделения из посевного материала (семян) трудноотделимых примесей, которые по своим физико-механическим свойствам не могли быть выделены на технологической операции «Первичная очистка зерна и семян».

При очистке зернового вороха, поступившего от зерноуборочных комбайнов, выделяют примеси, щуплые, недоразвитые и поврежденные зерна основной культуры. Сортированием зерно разделяют на сорта. Наряду с очисткой и сортированием зерно калибруют, разделяя зерновую массу на фракции, различающиеся по размерам. Семена калибруют для последующего их равномерного высева, а зерно — для приготовления крупы и муки с заданными качествами.

Посевные качества семян оценивают классами, а продовольственное и фуражное зерно — нормами качества (кондициями). Различают три класса семян: I класс содержит не менее 99 % семян основной культуры при всхожести не ниже 95%; II — соответственно 98% при 92...90%; III класс – 97% при 90...85 %, меньшие значения всхожести соответствуют твердым семенам пшеницы и риса.

Продовольственное и фуражное зерно оценивают базисными и ограничительными кондициями. Зерно базисной кондиции используют по целевому назначению без существенной дополнительной обработки. Зерно ограничительной кондиции может быть доведено до уровня базисной при последующей обработке. Наряду с указанными кондициями зерно оценивают экспортными и промышленными кондициями.

За основные показатели базисных и ограничительных кондиций принимают: влажность; содержание сорной и зерновой примесей; плотность; зараженность и запах зерна. Продовольственное и фуражное зерно пшеницы

должны соответствовать следующим параметрам (числитель – базисная, знаменатель – ограничительная кондиции): влажность — 14...17/17...19 %, сорная примесь – 1/5 %, зерновая примесь – 2/15 %, плотность зерна – 730 кг/м³ и выше; запах, свойственный запаху свежего зерна; зараженность вредителями хлебных запасов не допускается.

Агротехнические требования к основным операциям очистки зерна.

Предварительная очистка:

- не должна снижать качественных показателей обрабатываемого материала;
- материал должен разделяться не менее чем на две фракции (очищенное зерно и примеси);
- полнота выделения сорных примесей, выделяемых воздушно-решетными рабочими органами, должна быть не менее 50 %;
- полнота выделения мелкой сорной примеси (проход через решето с отверстиями 0 1,0 мм) должна быть не менее 70%;
- после предварительной очистки материал должен содержать сорной примеси не более 3%, в том числе соломистой – не более 0,2%;
- потери зерна (семян) основной культуры во фракцию «примеси» не должны превышать 0,2%;
- дробление зерна (семян) при предварительной очистке не должно превышать 0,1%.

Первичная очистка:

- должна обеспечивать доведение зерна по чистоте до базисных кондиций, а семян– до норм первого класса стандарта по чистоте и до норм первого или второго класса стандарта на семена по содержанию семян других, в том числе сорных, растений;
- материал должен разделяться не менее чем на три фракции: очищенный материал, зерновые примеси, сорные примеси.
- полнота выделения примесей при обработке зерна должна быть не менее 60%, полнота выделения отхода при обработке семян – не менее 80%;

- выход основного зерна должен быть не менее 97%, а семян – 95%;
- дробление зерна (семян) не более 0,1% массы зерна (семян) основной культуры.

Вторичная очистка:

- должна обеспечивать доведение семян до первого класса стандарта на семена по чистоте и первого-второго класса по содержанию семян других и сорных растений;

- материал должен разделяться не менее чем на две фракции (очищенные семена и отход);

- полнота выделения отхода должна быть не менее 80%;

- потери семян в отход допускаются не более 10%, дробление семян — не более 0,05% массы семян основной культуры.

5.2 Способы очистки и сортирования зерна

Разделение смесей в воздушном потоке основано на различии в массе и аэродинамических свойствах семян и примесей. При относительном движении тела в воздухе возникает сопротивление, которое зависит от формы, состояния поверхности, массы тела и расположения его в воздушной среде.

Совокупность свойств, определяющих способность частиц перемещаться под воздействием воздушного потока, называют аэродинамическими свойствами. Чем большее сопротивление воздуха испытывает частица, тем медленнее она движется и тем раньше упадет.

Воздушный поток в зерноочистительных машинах создается вентиляторами: нагнетательными или всасывающими.

Для разделения семян по аэродинамическим свойствам применяют горизонтальный, наклонный или вертикальный воздушный поток, создаваемый центробежным вентилятором.

В наклонном или горизонтальном воздушном потоке зерновая смесь, поступившая из питающего ковша, подвергается воздействию воздушной струи, в результате чего тяжелые зерна, имеющие малое отклонение при падении, будут попадать в первое отделение короба, а легкие примеси будут

унесены дальше — в следующее отделение короба.

В вертикальном восходящем потоке зерно подается на сетку или непосредственно в воздушный поток. Скорость потока регулируют так, чтобы зерно оставалось на сетке, а легкие примеси поднимались и поступали в осадочную камеру.

Разделить зерновую смесь воздушным потоком можно только в том случае, если критические скорости семян и примесей различны.

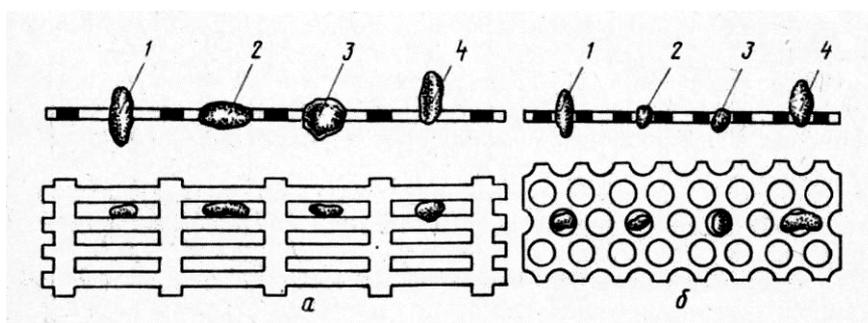
Под критической скоростью, или скоростью витания данного тела, понимают скорость вертикального восходящего воздушного потока, при которой оно может находиться во взвешенном состоянии.

Скорость витания зерна пшеницы в среднем составляет 9... 12 м/с, а семян сорняков — 2...7 м/с.

Разделение зерновой смеси в подвижном воздушном потоке аналогично также процессу, при котором частицы смеси с помощью механических устройств движутся в неподвижном воздухе.

Разделение по толщине и ширине зерна проводят на плоских или цилиндрических решетках.

Плоское решето представляет собой металлический лист с пробитыми в нем отверстиями одинакового размера (рисунок 1).



а – продолговатыми; б – круглыми; 1, 2 и 3 – семена проходят сквозь решето; 4 – семена не проходят сквозь решето.

Рисунок 1 – Разделение семян на решетках с отверстиями.

Для разделения семян по толщине применяют решета с продолговатыми отверстиями, а для разделения по ширине — с круглыми. В первом случае рабочим размером отверстия служит его ширина, во втором —

диаметр. Решета стандартизированы и значатся под номером, соответствующим размеру ширины или диаметра отверстия.

Для очистки гречихи и выделения сорных семян, имеющих трехгранную форму, применяют решета с отверстиями треугольной формы, а для очистки семян льна — с чечевицеобразными отверстиями. В этих случаях разделяют семена по форме их поперечного сечения, то есть одновременно по двум параметрам — ширине и толщине.

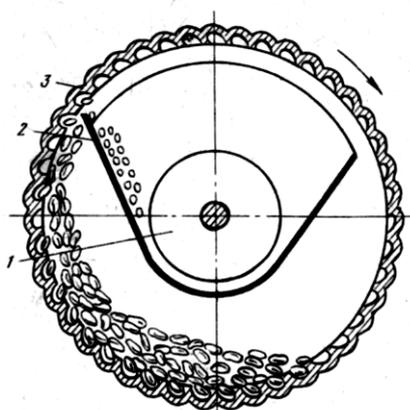
Вместо пробивных решет с круглыми отверстиями применяют иногда проволочные решета с квадратными отверстиями — плетенные и тканые.

Фракция прохода — это масса частиц, размер которых меньше рабочего размера отверстий решета, то есть проходящих сквозь него.

Фракция схода образуется более крупными частицами, не прошедшими сквозь отверстия решета и сошедшими с него в конце.

Живое сечение решета — это суммарная площадь всех его отверстий. Отношение живого сечения к общей площади решета называется относительным живым сечением. Чем выше этот показатель, тем интенсивнее и при меньшей забиваемости будет работать решето.

Разделение семян по длине происходит в триерных цилиндрах с внутренней ячеистой поверхностью (рисунок 2).



1 — шнек; 2 — желоб; 3 — триерный цилиндр.

Рисунок 2 — Схема работы триерного цилиндра.

Рабочим размером, определяющим разделение, служит диаметр ячеек. При вращении цилиндра короткие зерна западают в ячейки глубже, чем длинные. По-

этому из ячеек сначала выпадают длинные, а затем короткие зерна. Первые, оставаясь в цилиндре, перемещаются к его выходу, а вторые попадают в желоб, из которого удаляются шнеком.

В соответствии с ГОСТом предусмотрено 22 размера ячеек диаметром от 1,6 до 12,5 мм, что обеспечивает очистку семян зерновых и зернобобовых культур, трав и льна, а также калибровку семян кукурузы.

Наряду с цилиндрическими триерными поверхностями применяются и нецилиндрические ячеистые поверхности. Однако принцип их работы один и тот же.

Разделение семян по плотности применяют для получения наиболее жизнеспособных семян, а также для отделения трудноотделимых примесей (например, куриного проса от риса, дикой редьки от гречихи). Такая сепарация возможна мокрым (в воде или растворах различной концентрации) и сухим способами.

Сухой способ разделения по плотности применяется в пневматических сортировальных столах.

Мокрый способ ввиду сложности и громоздкости применяется в редких случаях.

Разделение по форме и состоянию поверхности применяют в тех случаях, когда по другим свойствам частицы мало отличаются одна от другой. Семена могут иметь различную поверхность (гладкую, шероховатую, пористую, бугорчатую, ямчатую, покрытую пушком) и различную форму (плоскую, продолговатую, шарообразную, трехгранную).

Совокупность формы и состояния поверхности семян определяет вид и размер коэффициента их трения по рабочей поверхности. Для сепарации зерна по этому признаку используют фрикционные рабочие поверхности. В качестве устройств, имеющих наклонные фрикционные поверхности, применяются горки, винтовые сепараторы-змейки, фрикционные триеры.

Для очистки семян клевера, люцерны, льна и других культур от таких трудноотделимых семян сорных растений, как повилика, смолевка, плевел и другие, используют шероховатость поверхности последних и способность их удерживать на этой поверхности порошок тонкого помола, содержащий железо.

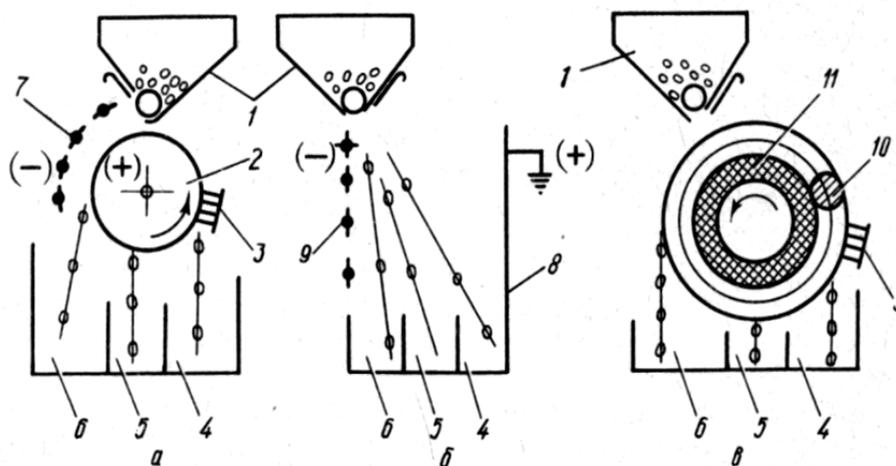
Разделение семян по другим признакам. Кроме перечисленных выше признаков разделения зерновых смесей, используют также различия семян по их упругости, цвету и электрическим свойствам.

По упругости семена разделяют на отражательных сортировальных стволах.

По цвету смеси разделяют на устройствах с фотоэлементами.

Разделение семян в электрическом поле основано на различии в электропроводности, диэлектрической проницаемости и других электрических свойств. При этом могут быть использованы (рисунок 3) электрический, коронный и диэлектрический методы разделения.

Сочетание двух признаков также иногда применяют для разделения зерновых смесей. Так, например, в центробежно-пневматическом сепараторе, имеющем в качестве основных рабочих органов решетчатый барабан и электровентилятор, частицы очищаемой смеси на поверхности барабана находятся под действием силы присасывания и центробежной силы. Результирующая сила определяет место выхода фракций, составляющих исходную смесь.



а – в статическом поле; б – в поле коронного разряда; в – по диэлектрической проницаемости; 1 – бункер; 2 – барабан; 3 – щетка; 4, 5 и 6 – лотки; 7 – отрицательно заряженный электрод; 8 – коронирующий электрод; 9 – перфорированный электрод; 10 – бифилярная обмотка; 11 – изолятор.

Рисунок 3 – Схемы устройств для разделения зернового материала по электрическим свойствам.

5.3 Классификация зерноочистительных машин

По назначению зерноочистительные машины делятся на две группы: общего назначения и специального.

Машины общего назначения предназначены для первичной и вторичной очистки и сортирования семян зерновых, технических, бобовых культур и трав.

Машины специального назначения (электромагнитные, пневматические сортировальные столы и т. п.) используют для дополнительной и специальной доработки зерна.

По принципу действия и составу рабочих органов машины общего назначения бывают четырех типов: воздушные, воздушно-решетные, триерные и воздушно-решетно-триерные.

Воздушно-решетные машины предназначены для предварительной очистки и частичного сортирования зерна после обмолота комбайнами и молотилками.

Основные рабочие органы таких машин — решетная и воздушная части. Кроме того, они снабжены устройствами для загрузки.

Воздушно-решетно-триерные — сложные машины, предназначенные для очистки и сортирования семян зерновых, зернобобовых, технических и других культур, используемых для посева и продовольственных целей. Основные рабочие органы таких машин — триеры и воздушно-очистительное устройство, а также система загрузки и выгрузки семян.

По способу передвижения машины бывают стационарными или передвижными. Последние могут иметь собственный двигатель, тогда их называют самопередвижными.

Производительность воздушных зерноочистительных машин составляет 10...20 т/ч, воздушно-решетных — 1,25...2,0, триерных — 1,25...10, воздушно-решетно-триерных — 3,75...4,5 т/ч. Меньшие значения соответствуют обработке семенного материала, большие — обработке продовольственного зерна и первичной очистке семенного материала.

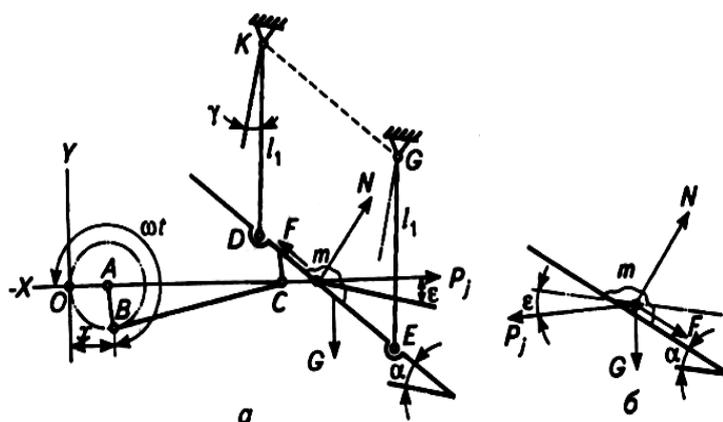
Комплекс машин. Для различных зон страны созданы комплексы машин и оборудования зерноочистительных и зерноочистительно-сушильных пунктов

различной производительности. В качестве примера назовем комплексы машин и оборудования для стационарных агрегатов типа АЗС и ЗАВ и для стационарных зерно-очистительно-сушильных пунктов типа КЗС, а также семяочистительные приставки, нории, триерные блоки, универсальные машины и т. д.

5.4 Параметры основных элементов машин для очистки и сортирования

По назначению различают фракционные решета (условное обозначение B_1 , разделяющие зерновую смесь на две фракции разной толщины или ширины; колосовые (B_2), выделяющие крупные примеси и колосья; подсевные (B_1 и B_2), подсеивающие мелкие примеси, и сортировальные (Γ_1 и Γ_2), отделяющие от основной зерновой массы мелкие, дробленые и щуплые зерна. Для этих целей применяют сетчатые транспортеры.

Решетные станы зерноочистительных машин совершают колебательное движение. Решета, как составная часть решетного стана, приводятся в движение многозвенным механизмом ABCDKGE (рисунок 4).



а – движение вниз; б – движение вверх

Рисунок 4 – Схема механизма привода решетного стана, движение частицы вместе с решето.

Решето DE – звено параллелограммного механизма DKGE, в котором звенья $KD \parallel GE$, $DE \parallel KG$. В таком механизме звено DK (решето) движется плоскопараллельно. Если звенья DK и GE имеют большую длину и малый угол отклонения от исходного положения $\gamma \quad \omega t = 0$, то движение любой точки ре-

шета можно принять за прямолинейное. Тогда получаем следующие зависимости перемещения x , скорости x' (u_p) и ускорения x'' (i_p) точек решета от угла поворота ωt ведущего звена АВ:

$$\begin{aligned} x &= r(1 - \cos \omega t); \\ \dot{x} &= u_p = r\omega \sin \omega t; \\ \ddot{x} &= j_p = r\omega^2 \cos \omega t, \end{aligned} \quad (1)$$

где r —радиус ведущего звена АВ механизма привода решета; ω —угловая скорость звена АВ.

На частицу, расположенную на колеблющемся решете, не обдуваемом воздушным потоком, действуют силы тяжести $G = m_3 g$, инерции $P_j = m_3 r \omega^2 \cos \omega t$, нормальная N реакция решета и сила трения $F = N \operatorname{tg} \varphi$ (здесь φ — угол трения частицы по решету).

Из проекции этих сил на направления плоскости решета имеем следующие условия, соответствующие началу движения частиц по решету:

$$\text{вниз — при} \quad k_1 = r\omega_1^2 / g = \frac{\sin(\varphi \pm \alpha)}{\cos(\varphi \pm \alpha - \varepsilon) \cos \omega_1 t}; \quad (2)$$

$$\text{вниз-вверх — при} \quad k_2 = r\omega_2^2 / g = \frac{\sin(\varphi \pm \alpha)}{\cos(\varphi \pm \alpha - \varepsilon) \cos \omega_2 t}; \quad (3)$$

отрыв от поверхности решета (рисунок 11.4) при

$$k_3 = r\omega_3^2 / g = \frac{\cos \alpha}{\sin(\varepsilon \pm \alpha) \cos \omega_3 t}. \quad (4)$$

где $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ — угловые скорости ведущего звена АВ соответственно при движении зерна вниз, вниз-вверх и при отрыве зерна; α — угол наклона решета к горизонтальной линии; ε — угол отклонения силы инерции P_j от горизонтальной линии.

Величины k_1 , k_2 и k_3 называют показателями кинематического режима, характеризующими кинематику зерна на решете. Если движение решета имеет показатель $k = \frac{r\omega^2}{g}$, то возможно следующее:

$k < k_1$ — зерно движется вместе с решетом;

$k_2 > k > k_1$ — движение зерна происходит вниз относительно решета;

$k < k_2$ — относительное движение зерна направлено вниз-вверх, а абсолютное — вниз;

$k < k_3$ — происходит отрыв зерна от решета.

Значения показателя кинематического режима k выбирают в зависимости от культуры: хлебные злаки — 2,2...3,0, горох — 0,5...0,7, лен — 1,4...1,7, травы — 0,8... 1,5 и кукуруза — 0,8... 1,0.

Решета с круглыми отверстиями имеют показатель k больше чем решета с прямоугольными отверстиями. Значения k должны возрастать с увеличением подачи на решето, чтобы мелкие частицы быстрее проникали через слой зерновой массы. В современных зерноочистительных машинах радиус $r = 5...10$ мм. В некоторых: машинах радиус r выполняют регулируемым. Частота колебаний решетчатого стана $n = 420...480$ мин⁻¹. В двух- трехстанных зарубежных машинах $n = 310...380$ мин⁻¹. Угол наклона решет $\alpha = 2...12^\circ$. Ускорение движения решет с учетом колебания рамы и для подсевных и сортировочных решет составляет 20...35 м/с² большие значения соответствуют меньшему углу α исходного наклона решета. Для определения оптимального значения кинематических показателей работы решет следует проверить работу машины на рекомендуемом режиме и с отклонением от него на 25 % в сторону уменьшения и увеличения регулируемого параметра. Затем надо оценить показатели работы по производительности, полноте выделенных примесей и отходам полноценного зерна в примеси.

При равномерной загрузке и оптимальном кинематическом режиме загрузка решета пропорциональна его ширине и длине, если длина не превышает 1 м. Загрузку q_3 решет оценивают массой зерна в кг/с, поданную на 1 м² площади решета (при длине решета около 1 м).

Загрузка подсевных решет при очистке пшеницы $q_3 = 1,2...1,5$ кг/(с м²) (влажность зерна $w=16\%$, засоренность $\gamma_n = 10\%$). С увеличением влажности зерновой массы и ее засоренности загрузку q_3 пшеницы уменьшают на 12...15%, овса и риса — до 35 %, а при очистке бобовых (гороха, фасоли, кон-

ских бобов) q_3 увеличивают на 15...20 % в сравнении с пшеницей.

Параметры машин для разделения по аэродинамическим свойствам.

К аэродинамическим свойствам зерновых смесей относят скорость витания v_g и коэффициент k_n парусности.

Скорость витания — скорость движения вертикально-восходящего воздушного потока, при котором зерно или примеси находятся во взвешенном положении (витают), т. е. скорость зерна или примесей $u = 0$. Выразим скорость витания в зависимости от параметров зерна. Для этого рассмотрим действие сил на частицу (зерно, примеси) в вертикально-восходящем воздушном потоке.

В таком потоке на частицу действуют аэродинамическая сила R и сила тяжести G . Силу R выразим формулой Ньютона, т. е.

$$R = k\rho_g S v_g^2, \quad (5)$$

где k — коэффициент сопротивления воздуха; ρ_g — плотность частицы; S — площадь частицы, перпендикулярная к направлению движения воздушного потока (миделево сечение); v_g — скорость движения воздушного потока относительно частицы (относительная скорость).

Коэффициент k сопротивления зависит от формы частицы, ее поверхности, состояния, среды и скорости воздушного потока. Его значение для зерновых, бобовых и кукурузы изменяется в пределах 0,16...0,30. Коэффициент k применяют при расчете силы R и в меньшей мере — для оценки скорости воздушного потока.

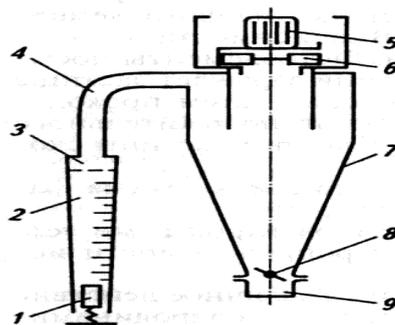
Исходя из равенства $R = G$ при $u = 0$ имеем $G = mg = k\rho_g S v_g^2$. Решая, получаем

$$v_g = \sqrt{mg/k\rho_g S}, \quad (6)$$

где m — масса частицы (зерна, примесей); g — ускорение свободного падения.

Скорость витания зерна определяют на парусных классификаторах. Зерно (массой 3...5 г) засыпают в емкость (рисунок 5), дно которой выполне-

НО СЕТЧАТЫМ.



1 – поплавок; 2 – трубка поплавка; 3, 9 – емкости для семян; 4 – канал; 5 – электродвигатель; 6 – вентилятор; 7 – циклон; 8 – заслонка

Рисунок 5 – Схема парусного классификатора.

Воздушный поток, создаваемый вентилятором, пронизывает зерна, поднимает их и перемещает по каналу 4. В циклоне 7 зерна осаждаются в емкость 9. Воздушный поток изменяется за счет частоты вращения электродвигателя. Значение потока, соответствующее различной скорости витания зерен и примесей, оценивают по положению поплавка 1 в градуированной трубке 2. Для длинных примесей (соломин, колосьев, соцветий и др.) скорость витания находят в аэродинамических трубах, измеряя динамический напор h_d воздушного потока. Исходя из того, что h_d равна кинематической энергии единицы объема воздуха, имеем

$$h_d = \rho_v v_v^2 / 2. \quad (7)$$

Откуда

$$v_v = \sqrt{2h_d / \rho_v}. \quad (8)$$

При температуре 20 °С и атмосферном давлении $10,3 \cdot 10^4$ Па плотность воздуха равна 1,2 кг/м³, тогда

$$v_v = 1,29 \sqrt{h_d}. \quad (9)$$

Скорость витания изменяется в диапазоне: 8,9...11,5 м/с для пшеницы; 8,4... 10,8 – ячменя; 8,1...9,1 – овса; 12,5...14,1 – зерна кукурузы; 4,0...6,2 – соломин длиной 10...20 мм; 0,45...2,2 м/с – половы.

Коэффициент k_n парусности определяет ускорение движения зерна и

примесей в трубопроводах под действием силы R ,

$$k_{\pi} = k_{\rho} S / m. \quad (10)$$

Ускорение j_3 движения зерна в трубопроводах с восходящим воздушным потоком находят из выражения

$$j_3 = k_{\pi} v_{\text{в}}^2. \quad (11)$$

С увеличением коэффициента парусности ускорение движения зерна в трубопроводе возрастает при одной и той же скорости воздушного потока. Для пшеницы $k_{\pi} = 0,076 \dots 0,121$; ячменя – $0,084 \dots 0,138$; овса – $0,118 \dots 0,15$; кукурузы — $0,05 \dots 0,063 \text{ м}^{-1}$.

Параметры одного и того же компонента разделяемой смеси значительно различаются. Изменчивость параметров представляют вариационными рядами, кривыми и корреляционными таблицами.

Зерновые смеси по длине разделяют на триерах. Их применяют как составные сборочные единицы зерноочистительных машин, так и в виде отдельных триерных блоков.

Различают цилиндрические и дисковые триеры. Последние находят редкое применение при зерноочистке.

Обоснование параметров триеров.

Рабочий процесс цилиндрических триеров включает в себя отбор ячейками мелких частиц из зерновой массы, подъем их и сброс в приемные лотки.

Отбор мелких частиц происходит при вращении цилиндра. Смесь, засыпанная в цилиндр, увлекается его внутренней поверхностью во вращение и перемещается, расстилаясь вдоль оси цилиндра. За счет относительного движения зерновая масса расслаивается. Короткие частицы и дробленые зерна западают в ячейки, поднимаются и сыпаются в цилиндр, перемещаясь вдоль его оси к выходу.

Подъем частиц, попавших в ячейки, происходит до положения (точка А), определяемого углом ωt (рисунок 6, а), при котором частица находится на краю ячейки. В начале падения на частицу действуют силы тяжести G и

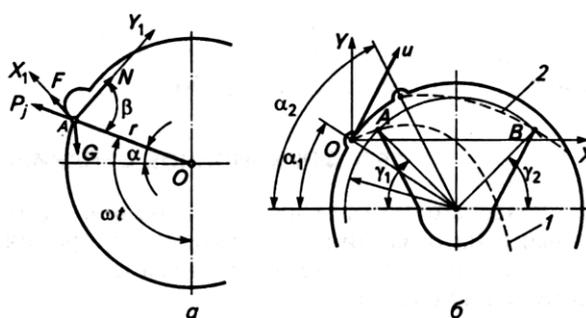
инерции P_j нормальная реакция ячейки N и сила трения F .

Исходя из условия равновесия указанных сил в начале падения имеем следующее условия:

$$\begin{aligned} P_j \sin \beta - G \sin (\omega t - \beta) + F &= 0; \\ -P_j \cos \beta - G \cos (\omega t - \beta) + N &= 0. \end{aligned} \quad (12)$$

Так как $P_j = m_3 r \omega^2$; $F = fN$ и $r \omega^2 / g = k_T$ (здесь k_T – показатель кинематического режима работы триера), то

$$k_T = \frac{\sin(\omega t - \beta - \varphi)}{\sin(\beta + \varphi)}. \quad (13)$$



а – силы действующие на частицу в момент выпадения из ячейки; б – траектории движения частиц при падении ; 1, 2 – траектории частиц

Рисунок б – Силы, действующие на частицу в триере.

Примем во внимание, что $\omega t = 90 + \alpha$, адля фрезерованных и штампованных ячеек $\beta = \frac{\pi}{2}$. Тогда

$$\begin{aligned} \sin (\alpha - \varphi) &= k_T \cos \varphi; \\ \alpha &= \arcsin (k_T \cos \varphi) + \varphi. \end{aligned} \quad (14)$$

Угол α , на который частица поднимается ячейкой, не выпадая из нее, зависит от угла φ трения и показателя кинематического режима k_T

Угол φ трения частицы по ячейке триера для куколя равен $5...20^\circ$, пшеницы– $15...35^\circ$. Следовательно, выпадать зерна пшеницы будут в некоторой зоне. Для выделения куколя и других мелких примесей из пшеницы диапазон угла α составляет $39...50^\circ$, а при выделении длинных примесей, например овсюга, угол $\alpha = 48...62^\circ$.

Выпадание частицы из ячейки должно происходить при $\alpha < l/2$, так как при $\alpha > l/2$ траектория ее свободного движения выходит за пределы цилиндра.

дра.

Частицы, сошедшие с ячейки при $\alpha < \pi/2$, совершают свободное падение с начальной скоростью ωr , направленной под углом $\pi/2 - \alpha$ к горизонту. Показатель кинематического режима работы триера $k_T = \frac{r^2 \omega}{g} = 0,3 \dots 0,7$.

Выпавшие из ячеек частицы совершают свободное падение по параболам 1 и 2 (рисунок 6, б). Чтобы частицы попали в лоток, точки А и В парабол 1 и 2 должны быть в пределах передней и задней стенок лотка.

Положение точек А и В зависит от углов γ_1 и γ_2 , коэффициента трения f частиц по ячейкам, показателя кинематического режима k_T работы триера. С увеличением f и k_T угол γ_1 возрастает, а угол γ_2 уменьшается.

Для кукольного триера зерноочистительных машин $\gamma_1 = 41^\circ$ и $\gamma_2 = 88^\circ$, овсюжного — соответственно 50° и 85° .

Если в кукольном триере установить лоток с углом $\gamma_1 < 41^\circ$ то отходы основной культуры увеличатся. При уменьшении угла γ_1 чистота выделения примесей улучшается в кукольном и ухудшается в овсюжном триере.

В зерноочистительных машинах положение лотков можно изменять в широком диапазоне. Оптимальное положение лотка подбирают непосредственно при работе.

5.5 Сушилки и установки активного вентилирования

5.5.1 Разновидности консервирования и способы сушки сельскохозяйственных культур.

В зерне, початках, стеблях, листьях и других растительных материалах во влажном состоянии усиливается дыхание. Они самосогреваются, плесневеют и прорастают. В них повышается жизнедеятельность микроорганизмов и вредителей, вследствие чего ухудшается качество материала, происходит его порча. Сохранение (консервирование) растительных материалов достигается использованием сжиженного кислорода, теплоты и влаги, а также воздействием на вредителей веществами (консервантами), угнетающими микрофлору.

При консервировании применяют герметическое и охлажденное хранение, химическую обработку, сушку и др.

Герметическое хранение предусматривает загрузку зерна и других продуктов в емкости, ограничивающие поступление в них кислорода. Расширяется применение герметического хранения в полиэтиленовых рукавах диаметром 1,2... 1,8 м и длиной до 60 м. Влажное зерно (до 35 %) плющат и заполняют им рукава с применением консервантов и без них. В рукавах предпочтительно хранить фуражное зерно, поступающее от комбайнов. Такое хранение сокращает трудовые и энергетические затраты до 40 %.

Консервирование охлаждением (активное вентилирование) проводят, продувая сквозь слой материала наружный воздух. При необходимости снижают его температуру до пределов 7... 10 °С в рефрижераторах. Охлаждением временно (до 15 сут.) сохраняют свежееубранное зерно. При более длительном хранении влажность зерна должна быть не выше 22 %.

Химическое консервирование основано на смешивании зерна с консервантами. Порошкообразные консерванты и жидкие органические кислоты (прооновая, муравьиная и уксусная) подаются в материал точной дозой и равномерно распределяются по массе. Такой способ отличается простотой, возможно консервирования при высокой (до 50 %) влажности материала.

Однако расходуется много кислоты (1,0...3,0 %), что увеличивает затраты. Для семенного и продовольственного зерна такой способ не применим.

Сушка — консервирование, предусматривающее снижения влажности зерна до 14%, допускающего его продолжительное хранение. Наряду с этим сушкой уничтожают вредителей зерна и повышают всхожесть и энергию прорастания семян. При последующей очистке высушенное зерно легче транспортировать рабочими органами.

Влагу удаляют из зерна и растений и других объектов в виде жидкости или превращением жидкости в пар.

Первый принцип обезвоживания характерен для механического (фльтрация, прессование, центрифугирование) и сорбционного (смешивание с влагопоглощающими веществами) способов сушки.

Второй принцип основан на подводе потока теплоты к материалу для испарения влаги (тепловая сушка). В зависимости от способа передачи теплоты различают конвективный, кондуктивный (контактный), радиационный, электрический (токами высокой частоты) и молекулярный (сублимацией) способы сушки.

Механический способ обезвоживания применяют в том случае, когда в веществе есть свободная влага. Ее удаляют отжатием и прессованием (при выделении соков из плодов и ягод) и центрифугированием (при сушке древесины и зерна, намоченного дождем или при сортировании по удельному весу в жидкости).

При механическом обезвоживании требуются меньшие затраты: энергии, нежели в процессе тепловой сушки.

Сорбционный способ возможен для сушки семян бобовых, которые начинают трескаться уже при нагреве до 27 °С. Влажный материал смешивают с влагопоглотителем (высушенный овес, ячмень и силикагель). Так, одну часть массы семян бобовых смешивают с двумя-тремя частями массы овса или ячменя.

При такой сушке сохраняются качественные показатели зерна и семен-

ного материала. Однако процесс протекает очень медленно (одну-две недели), и для его проведения необходимы дополнительные складские помещения, выделение и регенерация (высушивание) влагопоглотителя.

Конвективным способом сушат зерно и растения, нагревая и испаряя из них влагу нагретым воздухом или его смесью с топочными газами (агентом сушки).

Кондуктивный (контактный) способ сушки основан на получении теплоты путем кондукции (теплопроводности) при соприкосновении влажного материала с нагретой поверхностью. При такой сушке характерны большой расход топлива и неравномерный нагрев зерновой массы, расположенной на разном уровне от нагретой поверхности.

При радиационном способе поток теплоты подводится к влажному материалу в виде лучистой энергии (солнечными или инфракрасными лучами). Благоприятные условия для естественной сушки – ясная солнечная погода и ветер. Сушку организуют рядом со складскими помещениями на уплотненных или с искусственным покрытием площадках. Зерно рассыпают слоем 10... 15 см и на его поверхности делают бороздки в направлении ветра. Этот способ предпочтителен при сушке малых масс зерна.

Для сушки инфракрасными лучами, индуцируемыми генераторами (специальными электролампами, керамическими и металлическими панелями, нагреваемыми электротоком или газом), требуется высокое напряжение теплового потока, возникающего на поверхности облучаемого материала (в 30...70 раз больше, чем при конвективной сушке). У сушилок, работающих по такому принципу, низкий КПД и значительный расход электрической энергии.

Сублимация — молекулярная сушка в условиях глубокого вакуума, при которой температура высушиваемого материала значительно снижается, а часть оставшейся влаги самозамораживается и выходит на поверхность в виде кристалликов льда. В дальнейшем при подводе теплоты извне лед, минуя жидкую фазу, превращается в водяные пары. Молекулярная структура

материала полностью сохраняется.

Таким способом сушат фрукты и овощи. Производительность сушилок низкая. Сложность оборудования и высокая стоимость сушки сдерживают ее широкое распространение.

При электрическом способе сушка осуществляется токами высокой частоты (ТВЧ). Способ основан на том, что молекулы объекта, помещенного в поле ТВЧ между двумя пластинами (обкладками конденсатора), поляризуются и приводятся в колебательное движение. Последнее сопровождается трением частиц и нагревом материала. Влага, выделившаяся в результате нагрева, испаряется и удаляется вместе с поглотившим ее воздухом. Несмотря на ряд преимуществ (быстрый и равномерный нагрев материала и высокая интенсивность сушки), сушка в поле ТВЧ не находит широкого применения вследствие большого (10...12 МДж на 1 кг испаренной влаги) расхода электрической энергии.

5.5.2 Типы зерносушилок и устройств для вентилирования зерна

Зерно и другие растительные культуры сушат в основном конвективным способом. По такому способу сушат продовольственное, фуражное, семенное зерно и другие культуры в барабанных шахтных, карусельных и других сушилках, а также в установках активного вентилирования.

Основными сборочными единицами конвективных сушилок являются: рамы, топка, сушильные и охладительные камеры, загрузочные и разгрузочные устройства, механизмы привода, контроля процесса и другие устройства.

В зависимости от способа организации технологического процесса конвективной сушки зерна (в подвижном, неподвижном, «кипящем» слое и т. п.) устройство сушилок весьма разнообразно и классификация их производится разным признакам. По сложности устройства сушилки делятся на простейшие — с ручной загрузкой и разгрузкой зерна — и механизированные — с приводом от двигателя. По технологическому процессу — непрерывного или периодического действия. По виду установки — стационарные или пере-

движные. По виду циркуляции теплоносителя — с принудительной, от вентилятора, или естественной циркуляцией через вытяжные трубы. По направлению движения слоя зерна — с вертикальным, горизонтальным или наклонным потоком. По направлению движения теплоносителя относительно зернового потока сушилки различают: прямоточные, противоточные, с поперечным потоком и комбинированные (или смешанные).

В зависимости от устройства основного органа — сушильной камеры — и в соответствии с применяемым способом сушки применяются зерносушилки следующих типов. При сушке в неподвижном слое: стеллажные (рисунок 1, а), лотковые, камерные (рисунок 1, б), тоннельные или ленточные (рисунок 1, в), платформенные (рисунок 1, ж), а также установки «активного» вентилирования или зерносушилки-вентилируемые ёмкости (закрома, силосы, бункера и т. п., рисунок 1, з).

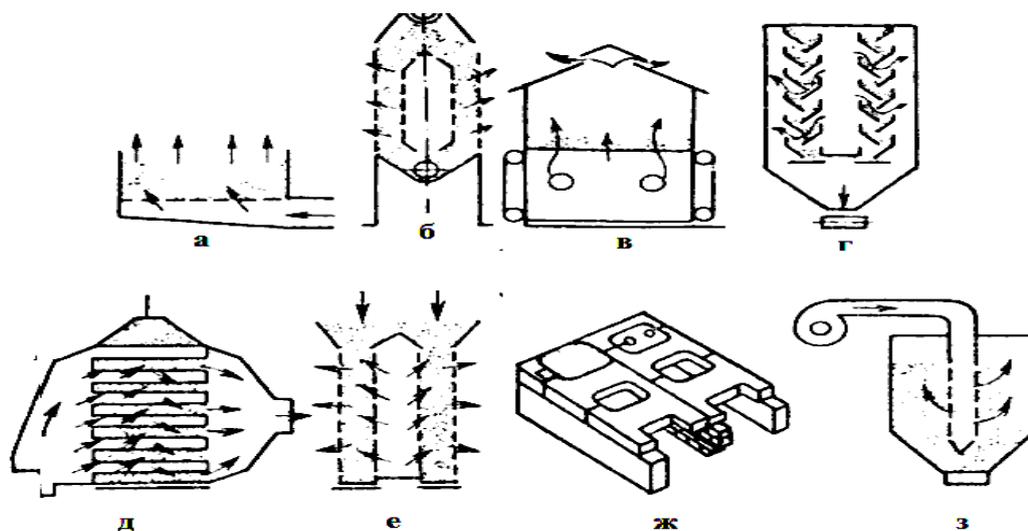


Рисунок 1 – Типы сушилок

При сушке в подвижном слое применяются сушилки: жалюзийные (рисунок 1, г), шахтные (рисунок 1, д), колонковые (рисунок 1, е) и барабанные и другие.

В последние годы все более широкое распространение получают установки активного вентилирования или зерносушилки-вентилируемые емкости (закрома, силосы, бункера и т. п.). Конструктивные схемы таких зерносушилок приведены на

рисунке 2.

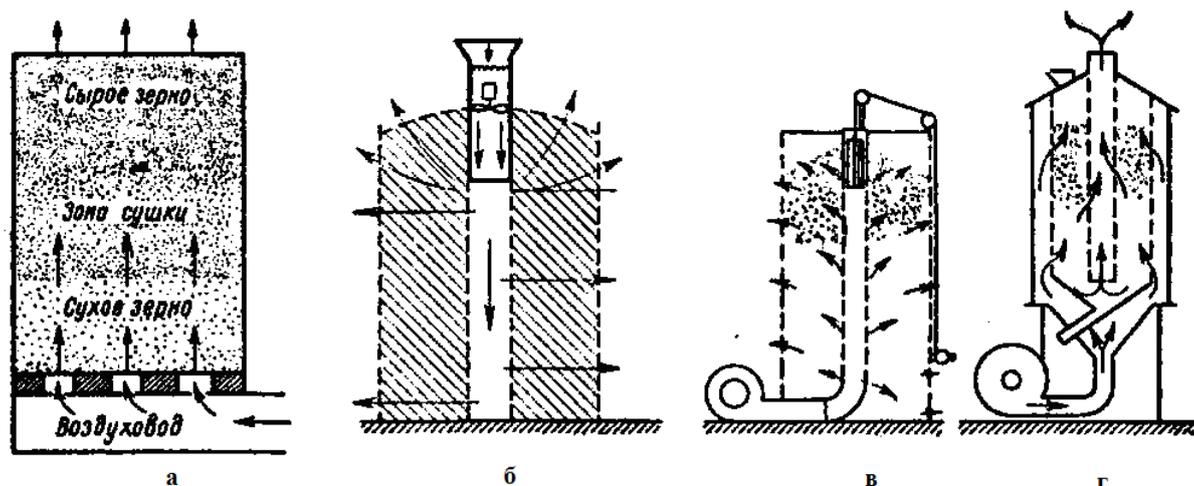


Рисунок 2 – Схемы установок активного вентилирования.

Наиболее простой сушилкой является вентилируемый закром с восходящим потоком воздуха (рисунок 2, а). Такая сушилка состоит из емкости с перфорированным полом или системой воздухопроводов для равномерного распределения нагнетаемого вентилятором воздуха.

Процесс сушки с восходящим потоком характерен тем, что зерно, заключенное в закроме, сушится неравномерно и не одновременно. В месте входа воздуха в зерновую массу оно высушивается раньше. Затем зона сушки перемещается дальше от места входа, пока все зерно не будет высушено.

Продвигаясь сквозь слой зерна, воздух постепенно увлажняется и теряет влагопоглощительную способность. Зерно между зоной сушки и местом входа воздуха — сухое, а за пределами зоны сушки — влажное. Толщина слоя, образующего зону сушки, составляет 300—500 мм.

Что касается высоты закрома, то она ограничивается резко возрастающим сопротивлением слоя и увеличением потребной мощности на продувку. По данным М. Риста, при вертикальной подаче воздуха снизу рекомендуется применять вентиляторы, развивающие следующие напоры: при толщине слоя 1 м—37 мм вод. ст., 1,25 м—50 мм, 1,50 м — 75 мм, 1,75 м — 105 мм и 2 м — 135 мм вод. ст.

В отличие от вентилируемых емкостей (закрома, насыпи) с восходящим потоком в последнее время применяются сушилки-бункера с радиаль-

ной подачей воздуха. Основным преимуществом радиальных сушилок является меньшая толщина продуваемого слоя. В результате этого сопротивление слоя продувка заметно снижается, а также сокращается длительность сушки и затраты энергии.

В сушилке с центральной трубой (рисунок 2, б) впуск воздуха осуществляется сверху. В верхней части трубы помещены электрокалорифер и осевой вентилятор, нагнетающий в эту трубу подогретый воздух.

На рисунке 2, в показана схема радиальной сушилки с нижним подводом воздуха. Центральная сетчатая труба сверху закрыта поршнем, устанавливаемым в соответствии с высотой зернового кольцевого слоя.

На рисунке 2, г представлена схема сушилки с радиально-периферийным подводом воздуха. Внутри цилиндрического кожуха установлен рабочий бункер из перфорированного листового материала.

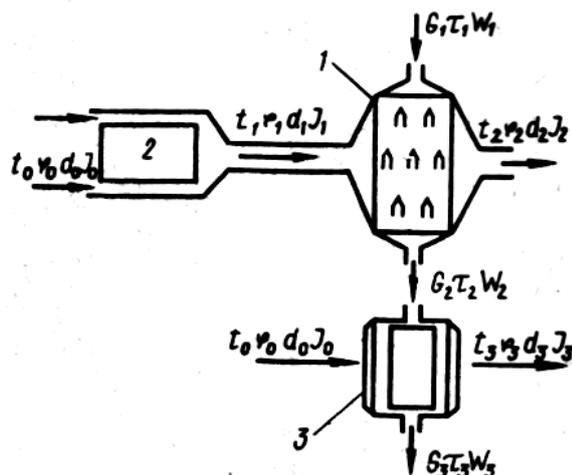
Центральная сетчатая труба служит для отвода отработанного воздуха вверх в атмосферу. Емкость рабочего бункера рассчитана на 6 т зерна. Преимуществом такой схемы является то, что воздействию теплого воздуха подвергается наибольшая поверхность массы зерна и что скорость движения агента сушки увеличивается по мере уменьшения толщины слоя зерна (по направлению к центру бункера).

5.5.3 Показатели технологического процесса сушки

В задачу теплового расчета сушилки входит определение расходов сухого агента сушки и тепла.

Сушилка состоит из топки, сушильной камеры и охладителя (рисунок 3).

Наружный воздух поступает в топку с параметрами: температурой t^0 С; относительной влажностью ϕ , %; влагосодержанием d_0 , г на 1 кг сухого вещества и теплосодержанием (энтальпией) I_0 , кДж/кг. Смешиваясь с топочными газами, воздух образует агент сушки с параметрами t_1 , ϕ_1 , d_1 , I_1 .



1 – сушильная камера; 2 – топка; 3 - охладитель

Рисунок 3 – Схема работы сушилки

Одновременно с агентом сушки в сушильную камеру поступает влажный материал со следующими параметрами: подача или массовый расход G_1 , кг/ч; температура τ_1 , °C; влажность W_1 %.

В сушильной камере часть теплоты агента сушки передается материалу, а влага из материала переходит в агент сушки. В результате тепло- и влагообмена параметры материала при выходе из сушильной камеры становятся G_2 , τ_2 , W_2 ; агента сушки – t_2, d_2, ϕ_2, I_2

В охладительную камеру поступает наружный воздух с параметрами t_0, d_0, ϕ_0, I_0 . В результате взаимодействия его с материалом при выходе из охладителя параметры воздуха изменятся на t_3, d_3, ϕ_3, I_3 , а материала — на G_3, τ_3, W_3 .

Уравнение баланса материала.

В процессе сушки часть влаги из материала испаряется:

$$W = G_1 - G_2, \quad (1)$$

где W —массовый расход влаги, испарившейся в сушильной камере, кг/ч.

Масса сухого вещества G_c в процессе сушки и охлаждения остается постоянной:

$$G_c = G_1 \frac{100 - W_1}{100} = G_2 \frac{100 - W_2}{100} = G_3 \frac{100 - W_3}{100}. \quad (2)$$

Уравнение (2) называют уравнением баланса материала. Из этого уравнения можем определить массу материала G_2 (кг/ч) при выходе из сушильной камеры:

$$G_2 = G_1 \frac{100 - W_1}{100 - W_2}. \quad (3)$$

Подставив значение G_2 в уравнение (1), получим

$$W = G_1 - G_1 \frac{100 - W_1}{100 - W_2} = G_1 \left(1 - \frac{100 - W_1}{100 - W_2} \right). \quad (4)$$

Убыль массы материала D (%) в процессе сушки составляет

$$D = \frac{G_1 - G_2}{G_1} 100 = \frac{W}{G_1} 100 = \frac{W_1 - W_2}{100 - W_2} 100. \quad (5)$$

Уравнение баланса влаги и расход агента сушки.

Испарившаяся из материала влага в процессе сушки поглощается агентом сушки. Следовательно, общее количество влаги, поступившее в сушильную камеру и вышедшее из нее после сушки, остается постоянным.

Уравнение баланса влаги записывается так:

$$G_1 \frac{W_1}{100} + L \frac{d_1}{1000} = G_2 \frac{W_2}{100} + L \frac{d_2}{1000}, \quad (6)$$

где $G_1 \frac{W_1}{100}$ и $G_2 \frac{W_2}{100}$ – количество влаги поступившей в сушильную камеру и вышедшую из нее с материалом;

$L \frac{d_1}{1000}$ и $L \frac{d_2}{1000}$ – количество влаги поступившей в сушильную камеру и вышедшей из неё с агентом сушки, кг/ч.

После некоторых преобразований получим массовый расход испарившейся влаги W :

$$G_1 \frac{W_1}{100} - G_2 \frac{W_2}{100} = L \frac{d_2 - d_1}{1000} = W. \quad (7)$$

Необходимый массовый расход сухого агента сушки получаем из уравнения (7):

$$L = \frac{1000W}{d_2 - d_1}. \quad (8)$$

Удельный расход сухого агента сушки, отнесенный на 1 кг испаренной влаги, составит

$$q = L/W = 1000/(d_2 - d_1), \quad (9)$$

где q – удельный расход сухого агента сушки на 1 кг испаренной влаги, кг.

При смешении с топочными газами влагосодержание наружного воздуха d_0 повышается до d_1 за счет влаги, содержащейся в топливе, и сгорания водорода. В калориферах же при подогреве воздуха влагосодержание его d_0 не изменяется, поэтому для этих условий удельный расход агента сушки (воздуха) составит

$$q = 1000/(d_2 - d_0). \quad (10)$$

Определение расхода теплоты.

В теоретической сушилке, то есть такой, в которой нет потерь и добавочного притока теплоты в самой машине, теплота, поступающая с агентом сушки, полностью расходуется на испарение влаги из материала. При этом считается, что температура, материала не изменяется.

Расход теплоты Q на сушку материала можно определить по количеству теплоты, израсходованной на нагревание агента сушки в топке или калорифере:

$$\dot{Q} = LI_1 - LI_0 = L(I_1 - I_0), \quad (11)$$

где I_0 и I_1 – теплосодержание (энтальпия) соответственно наружного воздуха и агента сушки при поступлении его в сушильную камеру.

Удельный расход теплоты q_1 на 1 кг испаренной влаги (кДж/кг) равен

$$q_1 = Q/W = (L/W)(I_1 - I_0). \quad (12)$$

В действительной сушилке всегда будет дополнительный расход теплоты на нагревание материала, на потери в окружающую среду, кроме того, в сушильной камере материал может нагреваться от дополнительного источника теплоты.

Поэтому уравнение баланса теплоты действительной сушилки в общем виде запишется так:

$$LI_0 + Q + G_2 c_2 \tau_1 + cW\tau_1 + Q_d = LI_2 + G_2 c_2 \tau_2 + Q_{o,cp}, \quad (13)$$

где в левой части уравнения указано количество теплоты, поступившей в сушильную камеру: LI_0 – с наружным воздухом; Q – с агентом сушки; $G_2 c_2 \tau_2$ – с материалом; $cW\tau_1$ – с испарившейся из материала влагой; Q_d – от дополнительного источника (так как в большинстве современных сушилок дополнительный источник тепла отсутствует, в дальнейшем он нами не будет учитываться, то есть ($Q_d = 0$)); c_1 и c_2 — теплоемкость соответственно воды и материала, кДж/(кг °С); в правой части уравнения указан расход теплоты: LI_2 – с отработавшим агентом сушки; $G_2 c_2 \tau_2$ — с высушенным зерном; $Q_{o,cp}$ — на потери в окружающую среду через стенки сушильной камеры.

Из уравнения баланса теплоты (13) определим расход теплоты на нагревание агента сушки Q (на сушку материала):

$$Q = L(I_2 - I_0) + G_2 c_2 \tau_2 + Q_{o,cp} - G_2 c_2 \tau_1 - cW\tau_1. \quad (14)$$

Удельный расход теплоты на сушку

$$q_1 = \frac{Q}{W} = l(I_2 - I_0) + \frac{G_2}{W} c_2 \tau_2 + q_{o,cp} - \frac{G_2}{W} c_2 \tau_1 - c\tau_1. \quad (15)$$

После некоторых преобразований уравнение (15) можно записать в виде

$$q_1 = l(I_2 - I_0) - \left[c\tau_1 - \left(\frac{G_2}{W} c_2 \tau_2 - \frac{G_2}{W} c_2 \tau_1 + q_{o,cp} \right) \right]. \quad (16)$$

Выражение

$$\frac{G_2}{W} c_2 \tau_2 - \frac{G_2}{W} c_2 \tau_1 = \frac{G_2}{W} c_2 (\tau_2 - \tau_1) = q_{np} \quad (17)$$

показывает удельные потери теплоты на нагревание материала от температуры τ_1 , до τ_2 . Поэтому уравнение (17) можно представить как

$$q_1 = l(I_2 - I_0) - [c\tau_1 - (q_{np} + q_{o,cp})]. \quad (18)$$

Удельные потери теплоты в окружающую среду определяются из общего уравнения теплопередачи

$$q_{o,cp} = Q_{o,cp}/W = (F/W) k_o (t_{cp} - t_o), \quad (19)$$

где F — суммарная площадь стенок сушильной камеры, через которую происходит отдача теплоты в окружающую среду, м²; t_{cp} — средняя температура агента сушки,

$t_{cp} = (t_1 + t_2) / 2$; t_0 — температура окружающего воздуха; k_0 — общий коэффициент теплопередачи, Вт/(м² С).

Общий коэффициент теплоотдачи связан с другими зависимостью

$$1/k_0 = 1/\alpha_1 + 1/\alpha_2 + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2, \quad (20)$$

где α_1 и α_2 — коэффициенты теплопередачи от агента сушки к стенке камеры и от стенки к наружному воздуху, Вт/(м²С); δ_1 и δ_2 — толщина стенки камеры и слоя изоляции, м; λ_1 и λ_2 — коэффициенты теплопроводности стенки камеры и изоляционного материала, Вт/(м²С).

В уравнении (18) выражение, заключенное в квадратные скобки, представляет собой разность Δ между приходом и потерей теплоты в сушильной камере, отнесенную к 1 кг испаренной влаги:

$$\Delta = c\tau_1 - (q_{np} + q_{ocp}). \quad (21)$$

Подставив Δ в уравнение (18)), можно в окончательном виде записать выражение для удельного расхода теплоты:

$$q_1 = l (I_2 - I_0) - \Delta. \quad (22)$$

Следовательно, удельный расход теплоты на сушку зависит от удельного расхода сухого агента сушки, теплосодержания наружного воздуха и отработавшего агента сушки, а также от прихода и потерь теплоты в сушильной камере.

2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

1. ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЕ МАШИНЫ

Цель: Изучить назначение, устройство, рабочие процессы и подготовку к работе машин и орудий для основной обработки почвы

1.1. Классификация лемешных плугов.

1.2. Основные узлы, рабочий процесс (привести схему размещения рабочих органов плугов).

1.2.1. Основные рабочие органы.

1.2.2. Плужные корпуса (привести схемы лемешно-отвальных корпусов).

1.2.3. Лемеха (привести виды лемехов).

1.2.4. Отвалы, типы их рабочих поверхностей.

1.3. Дополнительные рабочие органы.

1.3.1. Предплужники и углоснимы (привести схемы).

1.3.2. Почвоуглубители.

1.3.3. Плужные ножи.

1.3.4 Колеса плугов.

1.3.5. Предохранители корпусов (привести схемы).

1.4. Плуги общего назначения.

1.4.1. Навесные плуги.

1.4.2. Полунавесные секционные плуги.

1.4.3. Плуг с бесступенчатым изменением ширины захвата (привести схему плуга с изменяемой шириной захвата).

1.5. Плуги для гладкой вспашки.

1.5.1. Обратные плуги (привести схему).

15.2. Фронтальные плуги (привести схему).

1.6. Плуги специального назначения

16.1 Техническая характеристика.

Марка машины	Число корпусов	Ширина захвата, м	Глубина обработки, см	Рабочая скорость, км/ч	Производительность, га/ч	Агрегируется с трактором
ПБН-75 ПГП-7-40 ПТН-3-40						

16.2. Кустарниково-болотные плуги КБН-75 или ПБН-75 (привести схему).

16.3. Плуг оборотный навесной ПНО-4-30 (привести схему).

16.4. Навесной плуг ПГП-3-40 (привести схему).

16.5. Ярусный плуг ПТН-3-40 (привести схему ярусной вспашки).

16.6. Чизельный плуг-глубокорыхлитель ПЧ-4,5 (привести схемы рабочих органов и расстановки шага рыхлителей).

1.7. Настройка и регулировка плугов.

1.7.1. Требования к вспашке.

1.7.2. Подготовка плугов к работе.

1.7.3. Регулирование агрегата в поле и оценка качества вспашки.

1.8. Изучив данную тему, студент должен:

- иметь представление о свойствах почвы, как объекта механической обработки;

- знать технологические процессы операции и системы обработки почвы,

назначение, устройство современных плугов общего назначения и подготовку к работе, их достоинства и недостатки;

изучить методы обоснования и расчета основных параметров и режимов пахотного агрегата.

Уметь:

- обнаруживать и устранять неисправности, возникающие в работе почвообрабатывающих агрегатов;

- самостоятельно осваивать конструкции и рабочие процессы новых плугов.

Владеть навыками:

- настройки плугов на заданные режимы работы;
- оценки качества технологического процесса основной обработки почвы.

1.9. При освоении темы необходимо:

- используя рациональную формулу В.П. Горячкина определить тяговое сопротивление и К.П.Д. плуга:

$$P = 9,8 \cdot m \cdot f + K \cdot a \cdot v \cdot n + \varepsilon \cdot a \cdot v \cdot n \cdot v^2$$

f - коэффициент пропорциональности зависящий от типа почвы и агрофона; (для жнивья $f = 0,5$)

m – масса плуга, кг

K – коэффициент, характеризующий сопротивление почвенного пласта различных почв деформации;

$$K = 20 \dots 90 \text{ кН/м}^2 \text{ (кПа)}$$

a - глубина вспашки, м;

v – ширина захвата одного корпуса, м;

n - число корпусов;

ε - коэффициент, учитывающий форму рабочей поверхности корпуса плуга, находится в пределах от $1,5 \dots 9 \text{ кН} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$;

v – скорость движения агрегата, м/с;

$$v = 1,2 \dots 1,4 \text{ м/с.}$$

Формула для определения К.П.Д. плуга имеет вид:

$$\eta = \frac{\kappa \cdot a \cdot v \cdot n + \varepsilon \cdot a \cdot v \cdot n \cdot v^2}{9,8 \cdot f \cdot m + \kappa \cdot a \cdot v \cdot n + \varepsilon \cdot a \cdot v \cdot n \cdot v^2}$$

При определении тягового сопротивления параметры почвенного пласта и число корпусов определяет преподаватель.

Контрольные вопросы.

1. Как изменить глубину обработки кустарниково-болотного плуга?

2. Какой инертный газ применяется в гидropневматическом предохранителе плуга ППП-7-40?

3. При вспашке каких почв, применяется на корпусах плуга углосним и какую роль он выполняет?

4. При вспашке, каких почв применяется ярусный плуг ПТН-3-40?

5. Когда применяют стрельчатые лапы у чизельного плуга ПЧ-4,5?

6. Как отрегулировать плуг на заданную глубину вспашки?

7. Как обеспечить устойчивый ход навесного плуга ?

8. Как воздействуют на почву, культурной, полувинтовой, винтовой, безотвальной, вырезной, дисковой и комбинированный корпуса?

9. При обработки каких почв применяется почвоуглубитель?

10. Как можно снизить тяговое сопротивление плуга?

2. Устройство, принцип работы и основные технологические регулировки плоскорезов-глубококорыхлителей, культиваторов для сплошной и междурядной обработки.

Цель: Изучить назначение, устройство, рабочие процесс и подготовку к работе машин и орудий для обработки почв, подверженных ветровой и водной эрозии, а также машин для сплошной и междурядной культивации.

1. Машины для обработки почв подверженных ветровой эрозии.

1.1. Технологические процессы.

1.2. Разновидности рабочих органов.

1.2.1. Лапа культиватора-плоскореза (привести схему).

1.2.2. Лапа плоскореза-глубококорыхлителя (привести схему).

1.2.3 Лапа плоскореза-глубококорыхлителя удобрения (привести схему).

1.2.4. Лапа тяжелого культиватора (привести схему).

1.2.5. Лапа со штанговым приспособлением (привести схему).

1.2.6. Игольчатые ротационные диски (привести схему).

1.3. Принципиальные схемы противоэрозионных культиваторов.

2. Машины для обработки почв подверженных водной эрозии.

2.1. Приспособление к плугу для устройства прерывистых борозд (привести схему).

2.2. Приспособление к культиватору для устройства прерывистых борозд (привести схему).

2.3. Приспособление для устройства лунок (привести схему).

3. Машины для обработки почв, подверженных водной и ветровой эрозии.

3.1. Агротехнические требования (привести схемы образования и разрушения плужной подошвы).

3.2. Разновидности рабочих органов.

3.2.1. Рабочие органы чизельного плуга (привести схемы).

3.2.2. Рабочий орган щелереза (привести схему).

3.2.3. Безотвальный плужный корпус (привести схему).

3.3. Чизельные орудия.

3.3.1. Чизельный плуг (привести схему).

3.3.2. Чизельный культиватор (привести схему).

3.4. Подготовка противоэрозионных орудий к работе.

3.4.1. Качество обработки почвы.

3.4.2. Энергоемкость процессов.

4. Культиваторы.

Марка машин	Назначение	Ширина захвата, м	Глубина обработки, см	Рабочая скорость, км/ч	Производительность, га/ч
КПС-4Г КШУ-12 КРН-4,2Б					

4.1. Культиватор для сплошной обработки почвы КПС-4Г (привести схему).

4.2. Культиваторы для междурядной обработки (привести схему).

4.3. Культиватор фрезерный КФ-5,4 (привести схему).

4.4. Подготовка культиваторов к работе

5. Катки (привести схемы).

Изучив данную тему, студент должен знать:

- технологический процесс и операции, выполняемые машинами и орудиями при проведении противоэрозионных мероприятий;
- назначение и устройство противоэрозионных машин и орудий;
- подготовку к работе их преимущества и недостатки;
- методы обоснования и расчеты параметров и режимов, противоэрозионных машин и орудий.
- технологический процесс и операции, выполняемые культиваторами для сплошной и междурядной обработки;
- назначение и устройство культиваторов и их технологические регулировки

Владеть навыками:

- настройки противоэрозионных машин и культиваторов их рабочих органов на заданные условия работы;
- оценки качества технологических операций.

Задачи.

1. *Определить сопротивление агрегата, состоящего из трактора ДТ-75С, сцепки СГ-11, трех культиваторов КПС-4, удельное сопротивление почвы $k = 1,6 \dots 1,9$ кН/м, вес сцепки 7,5 кН, коэффициент сопротивления перекатыванию $\gamma = 0,2$.*

$$R_{agr.} = B \times k + G_{сч.} \times \gamma, \text{ (кН)}$$

где B - ширина захвата агрегата, м;

k - удельное сопротивление культиватора, кН/м;

$G_{сч.}$ - вес сцепки, кН;

γ - коэффициент сопротивления перекатыванию.

2. *Определить будет ли обеспечиваться скольжение почвы вдоль лезвия лапы культиватора-плоскореза, если угол трения почвы о лапу $\varphi = 25^\circ$; а угол раствора лапы плоскореза-культиватора $2\gamma = 100^\circ$.*

Условие скольжения определим выражением $\gamma < \frac{\pi}{2} - \varphi$

Контрольные вопросы.

1. Как изменить глубину обработки плоскореза-глубококорыхлителя?
2. В зависимости от чего изменяют угол атаки рабочего органа плоскореза-глубококорыхлителя?
3. При выполнении, каких технологических операций применяют игольчатые бороны-мотыги?
4. Как работает механизм прерывистого бороздования?
5. Принцип размещения рабочих органов на культиваторах для сплошной обработки почвы.
6. Что такое величина перекрытия рабочих органов культиватора?
7. Особенности размещения рабочих органов на культиваторах для междурядной обработки.
8. Что такое ширина защитной зоны?
9. Какие рабочие органы применяются на культиваторах и особенности их использования?

3. Устройство, принцип работы и основные технологические регулировки луцильников, борон, катков и комбинированных машин

1. Бороны и луцильники.

- 1.1 Зубовые, сетчатые и игольчатые бороны (привести схемы борон).
- 1.2. Дисковая борона БДН-3 (привести схему бороны).
- 1.3. Тяжелые дисковые бороны БДТ-3, БДТ-7, БД-10 (описать).
- 1.4. Дисковый луцильник ЛДГ-5 (привести схему и описать).

2. Катки (привести схемы).

3. Подготовка машин к работе.

- а). Зубовые бороны
- б). Дисковые бороны и луцильники
- г) Катки.

4. Классификация комбинированных машин и агрегатов.

- 4.1.1. По видам одновременно производимых технологических процессов.
- 4.1.2. По способам осуществления технологических процессов.

4.2. Машины с однооперационными рабочими органами.

4.2.1. Комбинированный дисковый культиватор (привести схему).

4.2.2. Универсальный комбинированный почвообрабатывающий агрегат (привести схему).

4.2.3. Комбинированный полунавесной культиватор КППШ-4 (привести схему).

4.2.4. Многооперационный почвообрабатывающий агрегат АМП-4 (привести схему).

4.3. Машины с комбинированными рабочими органами (привести схемы).

4.4. Комплексные агрегаты.

4.4.1. Состав и комплектование комплексных агрегатов.

4.4.2. Агрегат для внесения жидкого аммиака в почву АЖР-2 (привести схему).

4.5. Требования к тракторам и комбинированным машинам.

Изучив данную тему студент должен знать:

- рабочие процессы и операции выполняемые машинами для мелкой и поверхностной обработки почвы, комбинированными машинами и агрегатами;

- назначение, устройство машин для мелкой и поверхностной обработки почвы, комбинированных машин и агрегатов, подготовку к работе, их достоинства и недостатки;

- методы обоснования и расчет основных параметров и режимов машин.

Уметь:

- обнаруживать и устранять неисправности возникающие в процессе работы.

Владеть навыками:

- настройки машин и агрегатов на заданные условия работы;

- оценки качества технологических процессов при обработке почвы.

Контрольные вопросы.

1. Какие машины применяются для поверхностной обработки почвы?
1. Какие виды рабочих органов применяются на боронах?
3. Что такое угол атаки дисковых орудий?
4. В чем заключается сущность прикатывания?
5. Чем отличаются дисковые бороны от дисковых луцильников?
6. Как влияет угол атаки на интенсивность рыхления почвы и глубину обработки
7. Классификация комбинированных машин.
8. Расскажите об устройстве машин с однооперационными рабочими органами.
8. Что понимают под комплексными комбинированными машинами?
9. Какие требования предъявляют к комплексным машинам.
10. Назовите преимущества и недостатки комбинированных машин.

2. МАШИНЫ ДЛЯ ПОСЕВА И ПОСАДКИ

Цель: Изучить назначение, устройство и рабочие процессы сеялок для посева зерновых, бобовых, пропашных культур и машин для посадки клубней картофеля и рассады

1. Зернотуковая сеялка СЗУ-3,6 (привести схему рабочего процесса).

1.1 Двухдисковый двухстрочный сошник (привести схему).

1.2 Катущечный высеваящий аппарат (привести схему).

1.3 Семяпроводы (привести схемы).

1.4 Подготовка зернотуковой сеялки СЗУ-3,6 к работе.

1.4.1 Расстановка сошников (привести схему).

1.4.2 Установка высеваящих аппаратов на заданную норму высева.

При установке высеваящих аппаратов на норму высева использовать выражение, которое имеет вид:

$$q_n = \pi \cdot D \cdot n \cdot Z \cdot v \cdot Q / (1 - \varepsilon),$$

где q_n - высев семян за n оборотов приводного колеса, кг;

Q - норма высева, кг/м²;

Z - число работающих сошников;

v - ширина междурядий, м;

D - диаметр приводного колеса, м

ε - коэффициент учитывающий скольжение колес и увеличение их диаметра из-за налипания почвы.

1.4.3 Установка высеваящих аппаратов на равномерность высева.

1.4.4 Установка сошников на глубину хода

2. Рядовая пневматическая сеялка СПУ-6 (привести схему рабочего процесса).

3. Стерневая сеялка-культиватор СЗС-6 (привести схему рабочего процесса).

3.1 Сошник сеялки-культиватора (привести схему).

3.2 Регулировка глубины, погружения сошников.

4. Универсальная пневматическая навесная сеялка СУПН-8А.

4.1. Пневматический высевной аппарат (привести схему рабочего процесса).

4.2. Подготовка сеялки СУПН-8А к работе.

4.2.1. Установка сеялки на норму высева семян.

Число семян на 1 м длины рядка определяем используя выражение:

$$n = 100Q \cdot v / m$$

где v - ширина междурядья, м;

Q – норма высева, кг/га;

M - масса 1000 семян, г;

4.2.2. Установка глубины хода сошников.

5. Свекловичная сеялка ССТ-12В (привести схему рабочего процесса).

5.1. Дисковый высевной аппарат (привести схему).

5.2. Установка высевных аппаратов на заданную норму высева.

Число семян N , высеваемых на 1 м рядка, можно вычислить по формуле:

$$N = Zi / \pi \cdot D$$

где Z - число работающих ячеек;

i - передаточное отношение;

D – диаметр приводного колеса, м.

5.3. Установка глубины хода сошников.

6. Овощная сеялка СО-4,2 (привести схему рабочего процесса).

6.1. Высевной аппарат сеялки СО-4,2.

6.2. Сошниковая секция сеялки СО-4,2.

6.2.1. Установка глубины хода сошников.

6.2.2. Установка ширины захвата сеялки.

7. Устройство навесной картофелесажалки СН-4Б.

7.1. Устройство и принцип работы ложечно-дискового вычерпывающего аппарата (привести схему).

7.2. Устройство и принцип работы сошниковой группы картофелесажалки.

7.3. Привести кинематическую схему привода вала вычерпывающих аппаратов.

7.4. Устройство и принцип работы заделывающих рабочих органов картофелесажалки.

7.5. Настройка картофелесажалки на заданную норму посадки клубней (указать особенности для независимого и синхронного режима привода ВОМ трактора).

7.6. Установка на заданную глубину заделки клубней картофеля (привести схему).

7.7. Особенности настройки картофелесажалки на гладкий и гребневой способ посадки

8. Устройство и принцип работы картофелесажалки КСМ-4.

8.1. Устройство и принцип работы гидрофицированного бункера картофелесажалки.

8.2. Подготовка к работе и основные технологические регулировки картофелесажалки КСМ-4.

9. Устройство и принцип работы картофелесажалки САЯ-4.

9.1. Принцип работы элеваторного вычерпывающего аппарата (привести схему).

9.2. Принцип работы сошника и заделывающих рабочих органов (привести схему).

9.3. Настройка картофелесажалки на заданную норму посадки и глубину заделки клубней.

10. Устройство и принцип работы рассадопосадочной машины СКН-6А.

10.1. Принцип работы дискового зажимного устройства для подачи рассады к сошникам (привести схему работы).

10.2. Привести кинематическую схему привода дисковых аппаратов.

10.3. Устройство, принцип и режимы работы системы подачи воды в сошники рассадопосадочной машины,

10.4. Устройство принцип работы сошника и заделывающих рабочих органов машины.

10.5. Подготовка машины к работе настройка на требуемый шаг и глубину посадки растений применение различных режимов полива высаживаемых растений при посадке.

Задача

Определить частоту вращения вала вычерпывающих аппаратов картофелесажалки СН-4Б, и передаточное отношение привода, для следующих условий; рабочая скорость машины $v_m = 1,26 м/с$, шаг посадки клубней $S = 0,2 м$; количество ложечек на диске $z = 12$, частота вращения вала ВОМ трактора $n_{ВОМ} = 500 мин^{-1}$.

Частота определяется по формуле:

$$n = \frac{60 \cdot v_m}{S \cdot z}$$

Передаточное отношение привода:

$$i = \frac{n_{ВОМ}}{n}$$

При изучении данной темы особое внимание необходимо обратить на технологические процессы работы дозирующих устройств картофелесажалок и рассадопосадочных машин

Изучив данную тему, студент должен знать:

- технологические и рабочие процессы, выполняемые картофелесажалками и посадочными машинами;
- назначение, устройство картофелесажалок и посадочных машин, подготовка к работе, качество выполняемого рабочего процесса, их достоинства и недостатки;
- методы обоснования и расчет основных параметров и режимов рабочих органов машин.

Студент должен уметь

- выполнять регулировку рабочих органов на определенные условия рабочего процесса;

- обнаруживать и устранять неисправности, возникающие в процессе работы.

- комплектовать многосеялочные посевные агрегаты;

- оценивать качества выполняемых технологических процессов.

- выполнять регулировку рабочих органов на определенные условия рабочего процесса;

- обнаруживать и устранять неисправности, возникающие в процессе работы.

- оценивать качества выполняемых технологических процессов.

Контрольные вопросы.

1. Какие регулировки имеет высеивающий аппарат сеялки СЗ-3,6?
2. Как изменить глубину хода сошников сеялки СЗ-3,6?
3. Как изменить норму посева семян у сеялок СУПН-8, ССТ-12В?
4. Как происходит распределение семян по сошникам у сеялки СПУ-6?
5. Для чего предназначены ограничительные реборды у сеялки СО-4,2?
6. Как зависит от скорости движения агрегата шаг посадки клубней картофеля при синхронном и независимом приводе ВОМ трактора.
7. Какие заделывающие устройства применяются для гладкой и гребневой посадки картофеля.
8. Как уменьшить повреждение семенного материала в питателе картофелесажалок.
9. Объем бункеров картофелесажалок СН-4Б и КСМ-4.
10. Предельные размеры фракции клубней используемых для посадки в картофелесажалках.
11. Как изменяется шаг посадки рассады в СКН-6А.
12. При каком шаге посадки рассады режим подачи воды переводится в циклический и при, каком шаге в постоянный.

13. Как изменяется глубина заделки рассады и степень её уплотнения почвой при посадке.

3. МАШИНЫ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Цель работы: устройство, принцип работы и основные технологические регулировки машин для подготовки удобрений к внесению, машин для внесения минеральных и органических удобрений и подготовку их к работе.

1. Устройство, и принцип работы агрегата для растаривания и измельчения удобрений (привести схему технологического процесса агрегата АИР-20)

2. *Тукосмесители –загрузчики минеральных удобрений.*

2.1 Устройство, принцип работы и технологические регулировки тукосмесительной машины УТМ-30 (привести схему технологического процесса).

2.1 Устройство, принцип работы и технологические регулировки загрузчика смесителя УЗСА-40 (привести схему технологического процесса).

3. Погрузчики удобрений,

3.1 Устройство и принцип работы ПЭ-0,8 (привести схему технологического процесса).

3.2 Устройство, принцип работы погрузчика непрерывного действия ПНД—250 (привести схему технологического процесса).

Изучив данную тему, студент должен знать:

- назначение, устройство и принцип работы машин для подготовки удобрений к внесению;

- технологические и рабочие процессы, выполняемые машинами для подготовки удобрений к внесению;

Контрольные вопросы.

1. Какие размеры измельченных частиц получают при использовании агрегата АИР-30?

2. Потребляемая мощность на привод рабочих органов АИР-30.

3. Как отделяется от удобрений мешкотара в машинах АИР-30?

4. Как изменяют соотношение компонентов перемешиваемых удобрений на установке УТМ-30?

5. Как переоборудуется погрузчик-экскаватор ПЭ-0,8Б для погрузки минеральных и органических удобрений.

1 Машины для внесения твердых минеральных удобрений.

- 1.1. Навесная машина МВУ-0,5А (привести схему рабочего процесса).
- 1.2. Сводоразрушающее устройство.
- 1.3. Дозатор.
- 1.4. Разбрасывающий аппарат.
- 1.5. Установка машин на дозу внесения удобрений.

1.2 Машины для внесения минеральных удобрений с повышенной равномерностью РШУ-12 (привести схему рабочего процесса).

- 1.2.1. Дозирующее устройство.
- 1.2.2. Распределительное устройство.
- 1.2.3 Установка машин для внесения удобрений на заданную норму.

2. Массу удобрений M (кг), которая должна быть внесена за время t находят по формуле:

$$M = Q \cdot B_p \cdot V_p \cdot t / 600,$$

где: B_p – действительная ширина захвата, м;

Q – расчетная доза внесения удобрений, кг/га;

t – время (1...2) мин;

V_p – рабочая скорость агрегата, км/ч;

3. Фактическую дозу внесения Q_ϕ (кг/га) удобрений вычисляют по формуле:

$$Q_\phi = 10000 \cdot m / S$$

где: m – масса навески удобрений, кг;

S – площадь покрытия, м².

4. Машины для внесения пылевидных удобрений РУП-14 (привести схему рабочего процесса).

- 4.1. Цистерна.
- 4.2. Пневмосистема.
- 4.3. Загрузочная и разгрузочная магистрали.
- 4.4. Распределяющее устройство.
- 4.5. Регулировка на дозу внесения удобрений.

5. Машина для внесения жидких минеральных удобрений ПОМ-30 (привести схему рабочего процесса).

5.1. Внесение водного аммиака и других жидких удобрений в почву (привести схемы рабочих органов).

5.2. Ленточное внесение гербицидов при посеве и междурядной обработке (привести схему расстановки рабочих органов).

5.3. Сплошное внесение рабочих жидкостей при предпосевной культивации.

5.4. Регулировка доз внесения рабочих жидкостей.

6. Туковысевающие аппараты.

6.1. Катушечно-штифтовый (привести схему рабочего процесса).

6.2. Туковысевающий аппарат АТП-2 (привести схему рабочего процесса).

6.3. Туковысевающий аппарат АТД-2 (привести схему рабочего процесса).

8.5 Изучив данную тему, студент должен знать:

- технологические и рабочие процессы машин для внесения минеральных удобрений;

- назначение, устройство машин для внесения минеральных удобрений, подготовку к работе, качество выполняемого рабочего процесса, их достоинства и недостатки;

- методы обоснования и расчет основных параметров и режимов рабочих органов машин для внесения удобрений.

Уметь:

- выполнять настройку рабочих органов на определенные условия рабочего процесса;

- обнаруживать и устранять неисправности возникающие в процессе работы машин.

Владеть навыками

- оценки качества выполняемых технологических процессов.

При освоении темы необходимо:

- изучить устройство и принципы работы основных видов машин для внесения удобрений;

– приобрести практические навыки по их настройке на различные условия работы

Контрольные вопросы.

1. Как добиться равномерного распределения минеральных удобрений?
2. Как подготовить к работе машины для внесения твердых минеральных удобрений?
3. Какими машинами вносят жидкие минеральные удобрения в почву?
4. Путем изменения, каких параметров машины РУП -14 устанавливается требуемая доза внесения удобрений?
5. Какие типы рабочих органов применяются для разбрасывания твердых минеральных удобрений?
6. Как в полевых условиях проверяют правильность установки на норму внесения?

7. Устройство, принцип работы и основные технологические регулировки машин для внесения органических удобрений.

Цель: Изучить назначение, устройство, рабочие процессы машин для внесения органических удобрений и подготовку их к работе.

1 Машины для внесения органических удобрений.

- 1.1 Разбрасыватель РОУ-6 (привести схему рабочего процесса).
- 1.2 Разбрасыватель ПРТ-10 (привести схему рабочего процесса).
- 1.3 Настройка разбрасывателя на требуемую дозу внесения удобрений.

2 Разбрасыватель РУН-15Б (привести схему рабочего процесса).

- 2.1. Регулировка разбрасывателя на норму внесения удобрений.

Расстояние между кучами в рядке вычисляют по формуле:

$$L = 10^4 M / QB_p$$

где: M – масса куч навоза, т;

Q – доза внесения, т/га;

B_p – расстояние между рядами куч, м.

3. Машина для разлива жидких органических удобрений МЖТ-10 (привести схему разлива удобрений).

3.1. Самозагрузка машины.

3.2. Перемешивание.

3.3. Внесение удобрений.

3.4. Установка на дозу внесения удобрений.

4. Машины для внутрпочвенного внесения жидких органических удобрений АВВ-Ф-28 (привести схему рабочего процесса).

4.1 Регулировка глубины заделки удобрений.

Изучив данную тему, студент должен знать:

- технологические и рабочие процессы машин для внесения органических удобрений;

- назначение, устройство машин для внесения органических удобрений, подготовку к работе, качество выполняемого рабочего процесса, их достоинства и недостатки;

- методы обоснования и расчет основных параметров и режимов рабочих органов машин для внесения удобрений.

Уметь:

- выполнять настройку рабочих органов на определенные условия рабочего процесса;

- обнаруживать и устранять неисправности возникающие в процессе работы машин.

Владеть навыками

- оценки качества выполняемых технологических процессов.

При освоении темы необходимо:

– изучить устройство и принципы работы основных видов машин для внесения удобрений;

– приобрести практические навыки по их настройке на различные условия работы

Контрольные вопросы.

1. Как отрегулировать навозоразбрасыватели на заданную норму?
2. Какими машинами вносят жидкие органические удобрения в почву?
3. Какими машинами вносят жидкие минеральные удобрения в почву?
5. Какими способами можно вносить удобрения?
6. Какими способами можно регулировать норму внесения у машин, имеющих привод рабочих органов от ВОМ?

4. МАШИНЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Цель: Изучить назначение, устройство, рабочие процессы машин для защиты от вредителей и болезней.

1. Самоходный протравливатель ПС-10 (привести схему рабочего процесса).

1.1. Основные рабочие агрегаты и механизмы.

1.2. Рабочий процесс.

1.3. Подготовка протравливателя к работе. (Описать последовательность).

Расход суспензии δ (л/мин) определяют по формуле:

$$\delta = \frac{QWE}{60M}$$

где Q – доза внесения исходного пестицида кг/т или л/т (для жидких пестицидов);

W – производительность, га/ч;

E – вместимость резервуара, л;

M – масса (объем) исходного пестицида, засыпаемого (заливаемого) в резервуар (25 или 50 кг).

2. Рабочие органы опрыскивателей.

2.1. Резервуары.

2.2. Насосы.

2.3. Фильтры.

2.4. Устройство для регулирования давления и управления потоками жидкости (привести схемы устройств).

2.5. Распыливающие наконечники (распылители) (привести схемы наконечников).

2.6. Распределительные системы.

2.7. Эжектор для заправки открытой струей. (привести схему).

2.8. Эжектор для заправки закрытой струей.

3 Прицепной штанговый опрыскиватель ОП-2000 (привести схему рабочего процесса).

3.1. Заправка резервуара.

3.2. Приготовление рабочей жидкости.

3.3. Рабочий процесс.

4. Опылители.

9.4.1 Широкозахватный универсальный опылитель ОШУ-50 (привести схему рабочего процесса).

4.2 Ранцевые опылители.

5. Подготовка опрыскивателей и опылителей к работе.

Расход рабочей жидкости через один распылитель рассчитывают по формуле:

$$\partial = Q_{p.ж.} \cdot B_p \cdot V / 600 \cdot n$$

где $Q_{p.ж.}$ – заданная доза внесения рабочей жидкости 1 га л/га (кг/га).

B_p – рабочая ширина захвата, м;

V – скорость движения агрегата, км/ч;

n – число распылителей, установленных на распыляющем устройстве.

5 Машины для приготовления и транспортировки рабочей жидкости АПЖ-12 (привести схему рабочего процесса).

5.1. Приготовление рабочей жидкости из жидких пестицидов.

5.2. Заправка опрыскивателей.

6. Аэрозольный генератор АГ-УД-2. (привести схему рабочего процесса).

Изучив данную тему, студент должен знать:

- технологические и рабочие процессы машин для защиты растений от вредителей и болезней;

- назначение, устройство машин для защиты растений от вредителей и болезней, подготовку их к работе;

- методы обоснования и расчет основных параметров и режимов работы машин для защиты растений;

- меры безопасности при выполнении работ по химической защите растений.

Уметь:

- обосновывать конструктивные и режимные параметры машин для химической защиты растений

Владеть навыками:

- подготовки машин для химической защиты растений на заданные условия работы;

- обнаружения и устранения неисправностей возникающих в процессе работы машин.

Контрольные вопросы.

1. Как изменить расход суспензии у протравливателя ПС-10?
2. Как изменить подачу зерна в камеру протравливания ПС-10 ?
3. От чего зависит расход ядохимиката у опрыскивателей?
4. Чем регулируют рабочее давление в напорной магистрали у опрыскивателей?
5. Какие устройства применяются для заправки рабочей жидкости у опрыскивателей?
6. Как изменить температуру газов аэрозольного генератора АГ-УД-2?
7. Меры безопасности при выполнении работ по химической защите растений?

5. МАШИНЫ, АГРЕГАТЫ, КОМПЛЕКСЫ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ УРОЖАЯ

1. Устройство, принцип работы и основные технологические регулировки машин и комплексов для послеуборочной обработки зерна и семян.

Цель: Изучить назначение, устройство и подготовку к работе машин для послеуборочной обработки и хранения зерна.

1 Безрешетная зерноочистительная машина МПО-50 (привести схему рабочего процесса).

1.1. Подготовка зерноочистительной машины МПО-50 к работе.

2 Семяочистительная машина МС-4,5 (привести схему рабочего процесса).

2.1. Подготовка семяочистительной машины МС-4,5 к работе.

2.2. Подбор решет (привести таблицу подбора решет).

2.3. Регулировка скорости воздушного потока.

2.4. Подготовка к работе триерного блока (привести схему технологического процесса цилиндрического триера).

3. Семяочистительная машина К-530 (привести схему рабочего процесса).

3.1. Подготовка семяочистительной машины к работе.

4. Пневматический сортировальный стол ПСС-2,5 В (привести схему технологического процесса).

4.1. Подготовка сортировального стола ПСС-2,5 к работе.

5. Зерноочистительный комплекс ЗАВ-25 (привести технологическую схему).

Изучив данную тему студент должен знать:

- назначение, устройство рабочие процессы и подготовку к работе зерноочистительных и семяочистительных машин, комплексов;

- методы обоснования параметров и режимов работы решетного стана, триерных цилиндров, скорости воздушного потока у зерноочистительных машин:

меры безопасности при выполнении регулировочных работ и правила пожарной безопасности при работе зерносушилок.

Уметь:

- подбирать параметры решет (размеры и форму отверстий) зерноочистительных и семяочистительных машин;

- оценивать качество выполнения технологических процессов зерноочистительных и семяочистительных машин и сушильных комплексов.

Контрольные вопросы

1. Что происходит с зерновой смесью на решетке Б₁?
2. Как называется решето Г ?
3. Отделение каких примесей происходит в овсюжном триерном цилиндре?
4. Для сортирования каких семян предназначается семяочистительная машина К-590?
5. Какой основной признак должен в основу разделения зерновой смеси у сортировального стола ПСС-2,5 В?
6. Как регулируют скорость воздушного потока у очистителя зернового вороха МПО-50?

2. Устройство, принцип работы и технологические регулировки, шахтных и барабанных сушилок.

Цель: Изучить назначение, устройство и подготовку к работе зерносушилок и вентилируемых бункеров

1 Зерносушилка барабанная СЗСБ-8А (привести схему рабочего процесса).

1.1. Подготовка зерносушилки СЗСБ-8А к работе.

2. Зерносушилка шахтная СЗШ-16А.

2.1. Устройство коробов (привести схему).

2.2. Разгрузочное устройство (привести схему).

2.3. Подготовка зерносушилки СЗШ-16А к работе.

3. Зерносушилка конвейерная УСК-2 (привести схему рабочего процесса).

4. Бункер активного вентилирования зерна типа БВ (привести схему рабочего процесса).

5. Зерноочистительно-сушильный комплекс (привести технологическую схему).

Изучив данную тему студент должен знать:

- назначение, устройство рабочие процессы и подготовку к зерносушилок, зерносушильных комплексов;

- методы обоснования параметров и режимов работы зерносушилок вентилируемого бункера;

меры безопасности при выполнении регулировочных работ и правила пожарной безопасности при работе зерносушилок.

Уметь:

- регулировать производительность и температуру теплоносителя у зерносушилок;

- оценивать качество выполнения технологических процессов зерноочистительных и семяочистительных машин и сушильных комплексов.

Контрольные вопросы

1. Чем регулируют время нахождения зерна в шахтной зерносушилке?

2. Как отрегулировать температуру теплоносителя у барабанной зерносушилки?

ВНЕАУДИТОРНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

- самоподготовку к учебным занятиям по конспектам, учебной литературе и с помощью электронных ресурсов.
- оформление отчета по практическим работам и их защита;
- подготовка к текущему тестированию по разделам дисциплины;
- подготовка к зачету

Организуя самоподготовку студентов к учебным занятиям по конспектам, учебной литературе и с помощью электронных ресурсов с книгой, преподаватель обязан настроить их на серьезный, кропотливый труд.

Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути — вот главное правило. Другое правило — соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге. Следующий этап — чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения, выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т. д.

Конспектирование — один из самых сложных этапов самостоятельной работы. Каких-либо единых, пригодных для каждого студента методов и приемов конспектирования, видимо, не существует. Однако это не исключает соблюдения некоторых, наиболее оправдавших себя общих правил, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не его объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение

излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила - не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттененном, пометками на полях специальными знаками, чтобы как можно быстрее найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже позже составления конспекта.

По результатам изучения учебной литературы, периодических изданий и научных изданий по вопросам дисциплины студент также должен проработать вопросы, выносимые на самостоятельное изучение.

1. Оценка технического состояния рабочих и вспомогательных органов почвообрабатывающих машин.

2. Контроль и оценка качества работы почвообрабатывающих машин в полевых условиях.

3. Приемы обработки и применяемые машины для накопления влаги в почве (снегозадержание).

4. Устройство и принцип работы типовых комбинированных машин.

5. Основные тенденции развития конструкций почвообрабатывающих машин.

6. Особенности сеялок применяемых для возделывания сельскохозяйственных культур по почвозащитным и энергосберегающим технологиям.

7. Подготовка к работе базовых моделей сеялок и посадочных машин

их основные технологические регулировки.

8. Агротехнические требования и контроль качества посева и посадки сельскохозяйственных культур.

9. Тенденции развития посевных и посадочных машин.

10. Тяговое сопротивление посевных и посадочных агрегатов. Определение вылета маркера для различных схем ориентирования агрегата.

11. Обоснование конструктивных и режимных параметров элеваторных аппаратов картофелепосадочных машин.

12. Контроль и оценка качества работы посевных и посадочных машин в полевых условиях.

13. Устройство принцип работы машин для подготовки минеральных удобрений к внесению (растариватели-измельчители, смесители туков).

14. Машины для внесения твердых и жидких органических удобрений, устройство принцип работы. Подготовка к работе, технологические регулировки, возможные неисправности в работе и способы их устранения.

15. Машины для внесения твердых минеральных удобрений, устройство и рабочий процесс. Подготовка к работе, технологические регулировки, возможные неисправности в работе и способы их устранения.

16. Современные тенденции развития машин для внесения удобрений.

17. Устройство, принцип работы и основные регулировки машин для внесения пылевидных минеральных удобрений.

18. Качество работы машин для защиты растений. Современные тенденции развития машин.

19. Механизмы привода ножа режущих аппаратов косилок, жаток. Определение траектории движения ножа графическим способом.

Контроль качества работы машин для заготовки кормов.

20. Устройство принцип работы гидравлической системы рулевого управления самоходных комбайнов.

21. Технологии уборки капусты и их техническое обеспечение. Устройство, принцип работы технологические регулировки капустоуборочных комбайнов (на примере МКС-3, УКМ-2).

22. Технология механизированной уборки томатов. Устройство, принцип работы технологические регулировки томатоуборочных комбайнов (на примере СКТ-2).

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении лекционного курса студентам целесообразно выполнять следующие рекомендации.

1. Изучение курса должно вестись систематически и сопровождаться составлением подробного конспекта. В конспект рекомендуется включать все виды учебной работы: лекции, самостоятельную проработку учебника, упражнения, решение задач, ответы на вопросы самопроверки.

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику рекомендуется по памяти записать в тетрадь определения, выводы формул, начертить схемы, графики и ответить на вопросы для самопроверки. Такой метод дает возможность проверить усвоение материала.

3. После усвоения теории по одной теме нужно разобрать решения задач, относящихся к этой теме, и самостоятельно решить несколько задач. Решение задач способствует лучшему пониманию и закреплению теоретических знаний.

4. При изучении теоретического материала главное внимание следует уделять пониманию физических процессов. Простое запоминание формул, характеристик, уравнений недостаточно для освоения дисциплины.

5. Следует иметь в виду, что все темы программы являются в равной мере важными. Как и в любой другой науке, нельзя приступать к изучению последующих глав, не усвоив предыдущих. Теоретический материал каждой темы имеет существенное практическое назначение.

6. Самостоятельная работа с учебниками и учебными пособиями позволяет расширить и наиболее полно усвоить знания, полученные на лекциях. При этом рекомендуется придерживаться определенной последовательности. Читая и конспектируя тот или иной раздел учебника, необходимо твердо усвоить основные определения, понятия и закономерности, которыми определяется связь и зависимость одних величин от других.

При выполнении практических работ необходимо выполнять следующие рекомендации.

1. Предварительно проработать лекционный материал по теме практической работы.

2. Выполнять практическую работу в соответствии с заданием, установленным методическими указаниями или преподавателем.

3. Оформлять практическую работу в соответствии с порядком, установленным содержанием практической работы.

4. В конце отчета по практической работе записать выводы по вопросам задания практической работы.

5. При подготовке к отчету по практическим работам, особое внимание обратить на влияние конструктивных и режимных параметров механизмов и машин на результаты их работы, в частности на качество выполнения технологического процесса.

6. Изучить содержание практических работ, и проработать вопросы для самостоятельного изучения.

Вопросы для подготовки к текущим по отдельным разделам (тестированию) и в целом по дисциплине рубежному контролю знаний приведены ниже.

Раздел 1. Почвообрабатывающие машины.

1. Почва как объект механической обработки, ее технологические свойства.

2. Основные принципы классификации машин и оборудования для производства растениеводческой продукции.

3. Общие сведения по обработке почвы, процесс взаимодействия клина с почвой.

4. Типы лемешно-отвальных поверхностей их особенности и применение.

5. Классификация машин для основной обработки почвы. Назначение и типы основных и дополнительных рабочих органов плуга.

6. Агротехнические требования к основной обработке почвы. Устройство, принцип работы, схемы присоединения к трактору навесных и полунавесных плугов, порядок их подготовки к работе, оценка и контроль качества технологического процесса вспашки.

7. Назначение, устройство, принцип работы и основные технологические регулировки специальных плугов ПОН-2-30, ПГП-7-40.

8. Тяговое сопротивление и к.п.д. плуга, рациональная формула В.П. Горячкина и ее анализ.

9. Агротехнические основы обработки почв подверженной водной и ветровой эрозии особенности используемых рабочих органов.

10. Система машин для дополнительной обработки почвы. Устройство, рабочий процесс и основные регулировки культиваторов для сплошной обработки почвы.

11. Разновидность и назначение рабочих органов культиваторов их взаимодействие с почвой и сорняками.

12. Назначение и классификация борон. Взаимодействие зубовых и дисковых рабочих органов борон с почвой и основы их технологического расчета.

13. Назначение и классификация луцильников. Устройство, принцип работы и основные технологические регулировки лемешных и дисковых луцильников.

14. Назначение и классификация катков. Устройство, рабочий процесс, основные параметры и регулировки машин для прикатывания почвы.

15. Характер взаимодействия катков с почвой, теоретическое обоснование их основных параметров.

16. Назначение и разновидность дисковых орудий почвообрабатывающих машин. Влияние установочных параметров дисковых орудий на процесс обработки почвы.

17. Основы обработки почвы с оборотом пласта почвы, построение поперечного профиля борозды.

18. Общее устройство комбинированных почвообрабатывающих машин и типы рабочих органов.

19. Классификация, принцип действия почвообрабатывающих машин с активными рабочими органами. Уравнение траектории движения рабочего органа, режимы и показатели работы.

Раздел 2. Машины для посева и посадки.

20. Агротехнические требования, предъявляемые к посеву сельскохозяйственных культур. Способы посева и посадки.

21. Классификация машин для посева и посадки сельскохозяйственных культур. Условие равновесия сошников.

22. Типы высевающих и посадочных аппаратов и принцип их работы.

23. Расчет катушечного высевающего аппарата.

24. Обоснование основных параметров питающих емкостей посевных и посадочных машин.

25. Тяговое сопротивление посевных и посадочных агрегатов. Определение вылета маркера для различных схем ориентирования агрегата.

26. Типы сошников посевных и посадочных машин. Обоснование параметров и расстановка сошников.

27. Устройство, принцип работы и основные регулировки зерновых сеялок. Контроль качества посева зерновых культур.

28. Установка зерновой сеялки на норму высева, контроль качества проведенной регулировки и оценка равномерности работы высевающих аппаратов.

29. Устройство, принцип работы и основные регулировки универсальных пневматических сеялок. Установка сеялки СУПН-8 на норму высева и заданную глубину заделки семян, контроль и оценка качества посева.

30. Устройство, принцип работы и основные технологические регулировки свекловичной сеялки. Установка сеялки ССТ – 12 А (Б) на норму высева и заданную глубину заделки семян, контроль и оценка качества посева.

31. Устройство, принцип работы и основные регулировки машин для посадки картофеля. Типы и принцип работы дозирующих устройств картофелесажалок.

32. Устройство, принцип работы и основные регулировки рассадопосадочных машин. Установка машины СКН-6А на заданный шаг посадки и глубину заделки рассады.

33. Обоснование конструктивных и режимных параметров ложечно-дисковых и элеваторных аппаратов посадочных машин.

Раздел 3. Машины для внесения удобрений.

34. Классификация машин для внесения удобрений. Устройство принцип работы машин для подготовки минеральных удобрений к внесению (рас-тариватели-измельчители, смесители туков)

35. Устройство, принцип работы и основные регулировки кузовных разбрасывателей минеральных удобрений.

36. Агротехнические требования, предъявляемые к машинам для внесения удобрений. Устройство, принцип работы и основные регулировки кузовных разбрасывателей органических удобрений.

37. Обоснование параметров и режимов работы транспортеров и дозирующих устройств кузовных разбрасывателей удобрений.

38. Устройство, принцип работы и основные регулировки машин для внесения жидких органических удобрений.

39. Устройство, принцип работы и основные регулировки машин для внесения пылевидных минеральных удобрений.

40. Существующие технологии и способы внесения удобрений. Обоснование параметров и режимов работы роторных разбрасывателей органических удобрений.

41. Обоснование основных параметров и режимов работы дискового центробежного разбрасывающего устройства машин для внесения минеральных удобрений.

42. Основы расчета тарельчатого туковысевающего аппарата.

Раздел 4. Машины для защиты растений.

43. Способы химической защиты растений и агротехнические требования, предъявляемые к их проведению.

44. Обоснование основных параметров насосных установок опрыскивателей и протравливателей.

45. Устройство, принцип работы и основные регулировки опрыскивателей. Обоснование основных параметров распыливающих устройств. Подготовка к работе

46. Устройство, принцип работы и основные регулировки протравливателей семян. Обоснование основных параметров и режимов работы. Подготовка к работе.

47. Устройство, принцип работы и основные регулировки аэрозольных генераторов. Подготовка к работе.

Раздел 5. Машины для заготовки кормов.

48. Виды кормов, способы их заготовки и агротехнические требования.

49. Технология и система машин для заготовки рассыпного сена. Устройство, принцип работы и основные регулировки косилки КС-2,1.

50. Технология и система машин для заготовки сена в прессованном виде. Устройство, принцип работы и основные регулировки пресс-подборщика.

51. Классификация назначение и типы машин используемых для уборки кормовых культур.

52. Устройство, принцип работы и основные регулировки кормоуборочных комбайнов.

53. Классификация жаток для уборки трав и зерноуборочных культур. Обоснование параметров и режимов работы режущих аппаратов косилок и жаток.

54. Устройство, принцип работы косилок и жаток. Принципы среза растений и типы режущих аппаратов.

55. Механизмы привода ножа. Определение траектории движения ножа графическим способом.

56. Типы грабель. Конструкция и принцип их работы. Особенности настройки колесно-пальцевых и ротационных грабель на выполнения операций – ворошение и сгребание валка.

Раздел 6. Машины для уборки зерновых культур

57. Технологии и способы уборки зерновых культур. Агротехнические требования, предъявляемые к основным операциям уборки зерновых культур.

58. Классификация валковых жаток их устройство, принцип работы и основные регулировки.

59. Классификация зерноуборочных комбайнов. Существующие технологии уборки не зерновой части урожая.

60. Обоснование основных параметров и режимов работы мотовила.

61. Обоснование основных параметров и режимов работы ленточных и винтовых транспортеров зерноуборочных комбайнов и жаток.

62. Технологический процесс обмолота хлебной массы бильным молотильными аппаратами. Основное уравнение молотильного аппарата.

63. Типы молотильных аппаратов. Устройство, рабочий процесс и основные регулировки аксиально-роторных молотильных аппаратов.

64. Понятие пропускной способности комбайна. Основные технологические регулировки молотильного аппарата и системы очистки комбайна. Контроль и оценка качества работы зерноуборочных комбайнов.

65. Назначение и принцип работы соломотрясов комбайна. Теоретическое обоснование основных параметров и режима работы соломотряса.

66. Устройство и технологический процесс зерноуборочных комбайнов семейства «Дон», «Vector», «Acros».

67. Устройство и принцип работы основной гидросистемы комбайнов семейства «Дон», «Vector», «Acros». Конструктивные особенности гидросистемы комбайнов «Дон», «Vector», «Acros».

68. Устройство принцип работы гидравлической системы рулевого управления самоходных комбайнов.

69. Устройство принцип работы гидрообъемного привода (ГСТ) ведущих колес самоходных машин.

Раздел 7. Машины для уборки овощей и плодово-ягодных культур.

70. Агротехнические особенности уборки овощей с подземным плодоношением. Классификация и принцип работы машин для уборки овощей с подземным плодоношением.

71. Технологические операции, выполняемые машинами для уборки корнеплодов тереблением их устройство и принцип работы. Устройство принцип работы их основанных систем (ботвоподъемники, подкапывающие устройства, теребильные аппараты, отделители растительных остатков и не кондиции) обоснование их технологических параметров.

72. Агротехнические особенности уборки овощей с надземным плодоношением. Классификация и принцип работы машин для уборки овощей с надземным плодоношением.

73. Технологии уборки капусты и их техническое обеспечение. Устройство, принцип работы технологические регулировки капустоуборочных комбайнов (на примере МКС-3, УКМ-2).

74. Технология механизированной уборки томатов. Устройство, принцип работы технологические регулировки томатоуборочных комбайнов (на примере СКТ-2).

75. Основные технологические процессы уборки плодов и ягод. Устройство и принцип работы плодово-уборочных машин (на примере ВУМ-15А, КПУ-2). Классификация вибрационных механизмов и обоснование режимов их работы.

Раздел 8. Машины для уборки корнеплодов.

76. Технологии и агротехнические требования, предъявляемые к уборке картофеля. Устройство, принцип работы и основные регулировки картофелекопателей.

77. Устройство, принцип работы и основные регулировки картофелеуборочных комбайнов.

78. Технологии и агротехнические требования уборки сахарной свеклы. Классификация свеклоуборочных машин. Устройство, принцип работы и основные регулировки ботвоуборочных машин.

79. Устройство, принцип работы и основные регулировки корнеуборочных машин и свеклоуборочных комбайнов.

Раздел 9. Машины, агрегаты, комплексы послеуборочной обработки и хранения урожая.

80. Задачи и основные принципы очистки, сортирования и калибрования семян сельскохозяйственных растений.

81. Классификация машин и агротехнические требования, предъявляемые к машинам для послеуборочной обработки зерна.

82. Основные технологические свойства зернового материала как объекта очистки и сортирования оценка этих свойств.

83. Теоретические основы очистки зернового материала воздушным потоком.

84. Определение основных параметров плоских решет семяочистительных машин. Примеры использования вариационных кривых распределения параметров зернового материала при обосновании способов очистки и сортирования.

84. Устройство, принцип работы и основные регулировки семяочистительных машин.

85. Устройство и принцип работы машин первичной, вторичной очистки и сортирования зерна.

86. Определение основных параметров триеров.

87. Основные сведения о сушке сельскохозяйственных материалов. Агротехнические требования, предъявляемые к работе зерносушильных установок.

88. Классификация, принцип работы и основные регулировки зерносушилок и средств активного вентилирования зерна.

89. Расчетно-теоретическое обоснование технологического процесса сушки зернового материала.

90. Устройство, принцип работы и основные регулировки барабанных зерносушилок.

91. Устройство, принцип работы основные регулировки шахтных зерносушилок.

92. Технологические схемы и режимы работы агрегатов и комплексов для послеуборочной обработки зерна. Особенности переоборудования комплексов на работу по разным технологическим схемам.