

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

# СИСТЕМЫ МАШИН В ЛЕСОКУЛЬТУРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Тексты лекций для студентов  
специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» специализации  
1-75 01 01 06 «Лесовосстановление и питомническое хозяйство»

Минск 2023

УДК 630\*36/.37

ББК 43.904я73

С40

Рассмотрены и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом Белорусского государственного технологического университета.

**Р е ц е н з е н т ы :**

кафедра «Лесохозяйственные дисциплины» УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»  
(заведующий кафедрой кандидат сельскохозяйственных наук,

*доцент М. С. Лазарева;*

доцент кафедры кандидат сельскохозяйственных наук,

*доцент П. В. Колодий);*

главный конструктор по технике холдинга «МТЗ-ХОЛДИНГ» –  
начальник УКЭР-2 *А. А. Гордейчик*

**Системы машин в лесокультурном производстве** : тексты лекций для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» специализации 1-75 01 01 06 «Лесовосстановление и питомническое хозяйство» / сост. М. К. Асмоловский. – Минск : БГТУ, 2023. – 100 с.

ISBN 978-985-897-147-2.

Изучение дисциплины «Системы машин в лесокультурном производстве» ставит своей целью сформировать у студентов специализации знания по технологическим комплексам машин, оборудования, тракторных агрегатов, применяемым в лесокультурном производстве, при заготовке лесосеменного материала и получении лесных семян высокого качества в лесосеменных цехах, выращивании посадочного материала с открытой и закрытой корневыми системами и создании лесных культур на площадях лесного фонда Республики Беларусь.

**УДК 630\*36/.37**

**ББК 43.904я73**

**ISBN 978-985-897-147-2**

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2023

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Одним из условий осуществления эффективной организации лесного хозяйства является внедрение комплексной механизации во все основные и вспомогательные процессы лесокультурного производства. Особенно большое значение имеет механизация наиболее тяжелых и трудоемких работ: заготовка и обработка семян древесно-кустарниковых пород, подготовка почвы под лесные культуры, мелиорация лесных площадей, расчистка площадей от кустарников и деревьев, уборка порубочных остатков, посев и посадка леса по вырубкам и гарям, агротехнический и лесоводственный уход за культурами и т. п.

Каждый год для механизации лесного хозяйства появляются все новые образцы техники. Парк машин и оборудования лесхозов постоянно обновляется в связи с расширением номенклатуры выпуска машин отечественного лесного и лесохозяйственного машиностроения и появлением на рынке машин, которые можно объединять в технологические комплексы.

На современном этапе в лесном хозяйстве уже применяются системы машин, которые имеют элементы частичной или полной автоматизации рабочего процесса.

В настоящее время отсутствует пособие для получения знаний технологических процессов с законченными циклами лесокультурного производства, особенностями составления и эксплуатации систем машин по учебной программе «Системы машин в лесокультурном производстве» специализации 1-75 01 01 06 «Лесовосстановление и питомническое хозяйство».

Отбор и структурирование содержания тем текста лекций выбраны с учетом требований учебной программы специальности, состояния и направлений развития механизации и механизации работ в лесном хозяйстве.

В текстах лекций изложены сведения о технологических комплексах машин и механизмов, состоянии и перспективах применения систем машин. Приводятся принципы формирования машин в технологические комплексы и системы.

### 1.1. Требования к системе машин

Технологический процесс производства состоит из отдельных частей – операций. Операция, при которой происходит изменение формы, размеров и состояния объекта труда (предмета труда), называется *основной* технологической. Операция, при которой объект труда перемещается с одного рабочего места на другое, т. е. изменяет месторасположение в пространстве, называется *переместительной*. Чем меньше переместительных операций, тем совершеннее техпроцесс. При производстве возникает необходимость и во *вспомогательных*, или подготовительных, операциях, когда требуется подготовить участок либо саму машину для выполнения основных операций.

В настоящее время реализуется тенденция интенсивного развития лесного хозяйства на основе достижений научно-технического прогресса и одним из направлений является ее механизация.

*Механизация лесного хозяйства* – замена ручного труда машиной или менее совершенных машин более совершенными, а группы разрозненных отдельных машин – их системой. Рост уровня механизации играет решающую роль в увеличении объемов производства и роста производительности труда.

Эффективность любого вида производства зависит от разработки и внедрения передовых технологий и машин, начиная от механизации отдельных операций, комплексной механизации и механизации процесса и заканчивая автоматизацией всего производства или отдельных его частей.

Внедрение механизации включает три стадии: частичная механизация, комплексная механизация и автоматизация. Частичная механизация охватывает лишь отдельные технологические процессы производства и технологические операции. При комплексной механизации технологические процессы, которые связаны с производством продукции, выполняются с помощью машин и механизмов как на основных, так и на вспомогательных работах, объединенных в технологические комплексы машин (ТКМ). Комплексная механизация подразумевает наличие и систем машин. Высшей формой комплексной механизации выступает *автоматизация* – уровень комплексной механизации, при котором все технологические операции, связанные с производством продукции,



выполняются машинами, а роль человека сводится к осуществлению контроля за работой машины или технологической линии.

Повышение эффективности лесокультурного производства осуществлялось последовательно в несколько этапов. Сначала реализовывались задачи механизации отдельных наиболее трудоемких операций (расчистка участка, обработка почвы, посев, посадка и др.). С развитием технического прогресса появились возможности выполнять как отдельные операции, так и весь процесс с использованием технологических комплексов машин, а также машин комплексного действия или многооперационных машин.

При выполнении технологических операций используют однооперационные или многооперационные машины. Для первого варианта – каждая машина выполняет лишь одну операцию – механизация работ в этом случае достигается путем применения системы машин. При использовании многооперационных машин одна машина выполняет одновременно несколько операций с элементами автоматизации приемов работы, что упрощает организацию работ и снижает многомарочность машин в хозяйстве. Однако этот вариант на определенных этапах развития требует дополнительных денежных затрат и интеллектуального ума, что влияет на стоимость изготовления.

**Система машин (СМ)** – это совокупность двух и более разных видов различных машин или машинно-тракторных агрегатов, взаимно увязанных в технологическом процессе по технико-экономическим, эксплуатационным показателям и обеспечивающих последовательное выполнение основных и вспомогательных операций производственного процесса с требуемым качеством и минимальными затратами при производстве тех или иных видов лесохозяйственной продукции.

Система машин может быть полной либо неполной. Полная система машин обеспечивает комплексную механизацию (автоматизацию) всех процессов в технологии производства продукции законченного цикла.

Системы машин в лесном хозяйстве, подобранные по принципу рациональной организации работы, позволяют повысить производительность труда, снизить затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт, обеспечить полное соответствие условиям эксплуатации и повысить эффективность производства.

## 1.2. Принципы формирования систем машин

Создание и внедрение в лесном хозяйстве новых технологических комплексов и отдельных машин и включение их в системы является перспективным этапом технического развития отрасли. Чтобы система

машин была эффективной в конкретных природно-производственных условиях, она должна строиться с соблюдением основных требований и учитывать критерии формирования СМ:

1) машины и оборудование, включаемые в систему, по своим конструктивным и технологическим параметрам должны полностью соответствовать конкретным природно-производственным условиям, т. е. объекту (предмету) труда, рельефу местности, почвенно-грунтовым и лесорастительным условиям и пр. Это позволит свести к минимуму их отрицательные воздействия на окружающую среду.

2) производительность машин или машинно-тракторных агрегатов в системе должна быть равной или кратной. Благодаря этому обеспечивается эффективность за счет более полной загрузки машин и оборудования при данном объеме производства и уменьшаются затраты на выполнение единицы работы;

3) базовая машина (трактор) и технологическое оборудование (орудие) в системе должны быть по возможности однотипными и унифицированными, что позволит лучше организовать их техническое обслуживание и ремонт;

4) должна обеспечиваться возможность последовательного или параллельного выполнения отдельных операций системой машин с требуемыми потребительскими качествами без снижения производительности.

Одним из факторов, определяющих окупаемость вложений при создании систем машин для конкретной технологии, является правильный выбор комплекса, в который могут входить машины и оборудование собственного производства, а также выпускаемые в странах ближнего и дальнего зарубежья.

**Технологический комплекс машин (ТКМ)** – это совокупность однородных по назначению, составу и технологии работы машин, тракторов и орудий, является основой для выбора и формирования той или иной системы машин.

В настоящее время применяются следующие техпроцессы и соответствующие им ТКМ в лесокультурном производстве:

- ТКМ 1 «Машины и оборудование заготовки и переработки лесных семян». Описание применяемого оборудования, установок для заготовки лесосеменного сырья и его переработки с целью получения нужного качества семян приведено в источниках [2, 7, 9] дисциплины «Механизация лесохозяйственных работ». Особенностью этого раздела является то, что на этапе переработки лесосеменного материала (шишек) технология, которая используется для извлечения семян из

пишек, обескрыливания, очистки и сортировки лесных семян, осуществляется в стационарных условиях и соответствующее оборудование, устанавливаемое в закрытом помещении (в цеху), комплектуется в определенном порядке для исключения чрезмерных перемещений предмета труда. Вводится понятие поток сырья лесосеменного цеха.

При выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС) в лесосеменных центрах применяемое оборудование для высева семян в кассетах соединяется связующими элементами – транспортерами. Такое решение обеспечивает непрерывность и позволяет автоматизировать техпроцесс. **Конвейерное производство** – система поточной организации производства на основе конвейера, при которой оно разделено на простейшие короткие операции, а перемещение предмета труда осуществляется автоматически, т. е. это такая организация выполнения операций, при которой весь техпроцесс воздействия разделяется на последовательность стадий с целью повышения производительности путем одновременного независимого выполнения операций с несколькими объектами труда. Конвейером также называют средство продвижения объекта труда между стадиями при такой организации;

- ТКМ 2 «Машины и оборудование производства работ в лесном питомнике». Для этого процесса характерным является осуществление работ в основном при движении машин и агрегатов. Комплекс машин основан на применении агрегатирования (комплектования) по принципу машинно-тракторных агрегатов (МТА) – трактор с навесной или прицепной машиной либо орудием;

- ТКМ 3 «Машины и оборудование создания лесных культур». В этом разделе технологический комплекс машин построен на использовании машинно-тракторных агрегатов, выполняющих отдельные операции и приемы в движении (обработка почвы, посадка культур, агротехнический уход и т. д.).

Формирование систем машин для лесокультурного производства на базе выделенных для изучения ТКМ имеет отличие от других видов лесохозяйственной деятельности и должно быть основано на комплексной механизации производства с элементами автоматизации. Технология работ должна осуществляться на принципах рациональной организации производственного процесса: учитывать пропорциональность, своевременность, ритмичность, поточность и непрерывность.

*Критерии выбора и формирования систем машин:* выбор организации-производителя (приоритет импортозамещения); анализ и учет эксплуатационных качеств (технических, технико-экономических и

общетехнических параметров); учет экологичности и ресурсосбережения применения системы машин.

Общие тенденции, сопровождающие развитие лесного машиностроения для формирования систем машин, заключаются в повышении качества выполнения работ, увеличении производительности и мощности машин, увеличении (при возможности) скоростей движения, давлений и других показателей, повышении КПД, уменьшении массы и габаритов, снижении материалоемкости, повышении надежности и долговечности, снижении стоимости изготовления, повышении эффективности эксплуатации, обеспечении удобства и безопасности работы и обслуживания машин.

С этими тенденциями непосредственно связаны общие требования к конструкции: высокая производительность, высокий КПД, удобство и простота сборки-разборки, обслуживания и управления, низкая стоимость изготовления и эксплуатации, надежность, долговечность, безопасность в работе, малые габариты и масса.

## Контрольные вопросы



1. Перечислите стадии развития механизации.
2. Что такое система машин?
3. Критерии выбора систем машин.
4. Какие требования предъявляются к системам машин?

### 2.1. Технология и комплекс машин и установок для заготовки шишек

В настоящее время с объектов постоянной лесосеменной базы производится 100%-ный сбор лесосеменного сырья в зависимости от урожайности. Площадь лесосеменных плантаций хвойных пород составляет 1 877,36 га, из них I порядка – 782,91 га и II порядка – 1 094,45 га. Шишки собираются и в обычных лесных массивах. Ежегодно заготавливается 500–600 т шишек сосны и ели. Из каждой тонны шишек выход семян составляет в среднем 1–1,3% в зависимости от качества семян.

Технологический процесс заготовки лесных семян состоит из трех основных фаз: сбор шишек (семян) с растущих или поваленных деревьев; извлечение семян из шишек; очистка и сортировка семян по форме, размерам и массе и их хранение.

Наиболее трудоемкой операцией технологического процесса заготовки семян является заготовка шишек с деревьев, затраты труда достигают 70% от всех трудозатрат.

Для заготовки шишек при подъеме сборщиков в кроны деревьев созданы различные механизмы и приспособления. Примерные комплексы машин и оборудования для заготовки шишек приведены в таблице.

**Комплекс машин и оборудования для заготовки шишек**

Операция	Исполнитель	Марка машин и приспособлений
Заготовка шишек	Рабочий III р.	Древолазное устройство «БЕЛКА»; лазы для подъема на плюсовые деревья ЛПД-0,64
	Один машинист, двое рабочих III р.	Оборудование ОСШ-1; выдвижные пожарные лестницы АП-17 и АКП-30; подъемники монтажные тракторные специальные ОПТ-9195 и БЛ-09; автоподъемник телескопический АПТ-14

Для заготовки шишек хвойных пород со стоящих деревьев используют различные съемные приспособления с ручным или механическим приводом. Они состоят из рабочей головки и деревянного шеста или же из легкой трубчатой металлической штанги, или могут иметь короткую рукоятку (при сборе шишек и плодов с низко расположенных или

притянутых крючками ветвей дерева). Из всех приспособлений наиболее приемлемыми при сборе шишек оказались счесывающие гребенки, что объясняется простотой их устройства, небольшой массой рабочих головок, обеспечением сбора шишек на высоте до 6–7 м и большей производительностью.

## 2.2. Устройства для подъема в крону

При заготовке шишек с растущих деревьев сборщик поднимается в крону дерева с помощью специальных устройств и срывает шишки руками или с использованием ручных приспособлений, он может также, находясь на земле, забрасывать в крону приспособление для сбора шишек или срезать ветви с шишками. В настоящее время существуют следующие способы подъема либо приближения сборщиков к кроне.

1. Подъем по стволу с применением древолазных приспособлений, шиповых, канатных и рамочных когтей, лазов, снабженных специальными захватами, ленточных устройств для подъема на дерево (древозлазные чокеры). Конструктивные недостатки приспособлений: шипы некоторых приспособлений повреждают кору стволов и не обеспечивают безопасности работы сборщика из-за возможности соскальзывания со ствола; такие когти используют при максимальном диаметре дерева 35 см; вес комплекта составляет 2,8 кг.

*Древозлазное устройство «Белка»* предназначено для подъема рабочих-сборщиков в кроны растущих деревьев при заготовке шишек. Средняя скорость подъема 4–6 м/мин, диаметр обслуживаемых деревьев 15–50 см, масса – 9 кг. Эти устройства не повреждают стволов деревьев, обеспечивают удобное положение сборщика в кроне и безопасность работы.

Перед каждым рабочим сезоном древолазные устройства необходимо проверять на прочность (каждая подножка должна выдерживать нагрузку 180 кг при диаметре дерева 40–50 см, а пояс безопасности – нагрузку 230 кг).

*Лазы ЛПД-0,64* используются для подъема на плюсовые деревья и заготовки в кронах шишек и черенков для селекционных работ. Средняя скорость подъема по стволу растущего дерева 3,2 м/мин, диапазон диаметров деревьев для лазания – 16–64 см, высота подъема – до 45 м, масса – 6 кг.

С помощью древолазных приспособлений в нормальных условиях опытный рабочий в день может обработать 10–20 деревьев.

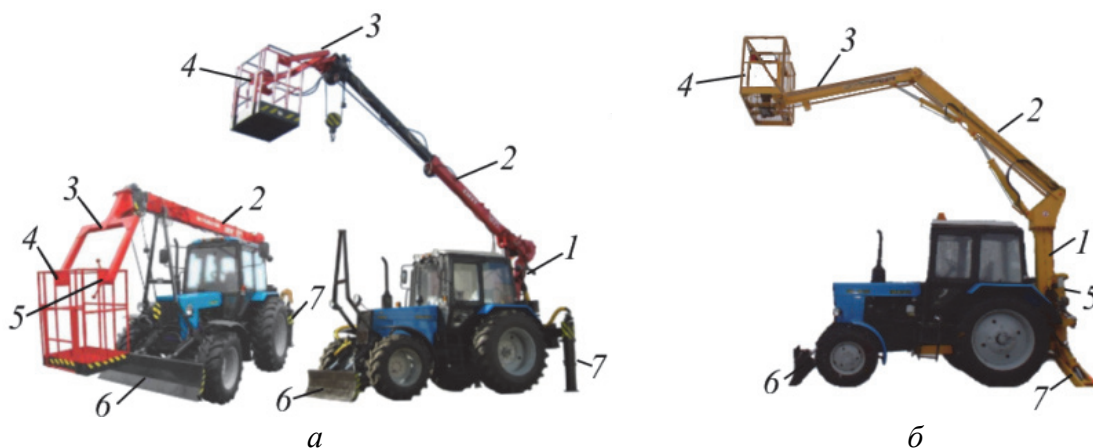
2. Лестницы для подъема в крону. Подъем по приставным (прикрепленным) или телескопическим лестницам, а также на машинных выдвижных пожарных лестницах АП-17 или АКП-30, на подъемнике ОСШ-1 (производительность до 7 кг/ч шишек).



Для сбора шишек с невысоких деревьев широко применяют лестницы различных конструкций, в том числе машинные выдвижные пожарные лестницы АП-17 на базе автомобиля ГАЗ-53 и АКП-30 на базе «УРАЛ-375М» и «МАЗ». Шарнирные телескопические лестницы оснащены удлинителями стоек, имеют специальные штыри оснований стоек для обеспечения устойчивого положения на мерзлых грунтах, дополнительной опорой в верхней части стоек и навесной площадкой для ног. Длина опор регулируется на неровных поверхностях. Может перемещаться одним рабочим-сборщиком шишек на лесосеменной плантации. Высота подъема 6,35 м. Длина в сложенном состоянии – 1,6 м, масса – 18 кг. Лестница-стремянка обеспечивает высоту подъема на дерево 9,4 м. Длина в транспортном состоянии 4,11 м, масса – 37 кг.

3. На лесосеменных плантациях, а также в редкостойных древостоях, расположенных на площадях с относительно ровным рельефом, хорошо зарекомендовали себя механические и гидравлические подъемники и вышки для приближения сборщиков к кроне деревьев, высота которых не превышает 20–25 м. Количество обработанных за смену деревьев зависит от их высоты и опыта рабочего.

В настоящее время на базе тракторных шасси созданы специальные подъемники для сбора шишек ОПТ-9195, БЛ-09 (рисунок).



Подъемники тракторные:

*a* – ОПТ-9195; *б* – БЛ-09:

1 – колонна; 2 – стрела; 3 – рукоять; 4 – люлька;

5 – органы управления; 6 – толкатель; 7 – выносные опоры

Особенностью конструкции представленных машин является складывающаяся мачта, состоящая из двух шарнирно соединенных колен. Гидроподъемники оснащены люльками для рабочих, обеспечивают подъем вверх и в сторону под любым углом.

*Подъемник ОПТ-9195* монтируется на трактор «БЕЛАРУС». Стоит из люльки с органом управления, П-образной рукояти, стрелы, колонны, выносных опор и толкателя. Грузоподъемность на максимальном вылете стрелы 130 кг, высота подъема – 7,8 м.

*Подъемник монтажный специальный БЛ-09* на базе трактора «БЕЛАРУС-82.1» является основным механизмом для сбора шишек на плантациях и предназначен для подъема двух рабочих в крону на высоту 9 м при заготовке шишек на высоте до 11 м с использованием шишкосъемных ручных приспособлений. Управление подъемником осуществляется с земли пультом.

Специальные подъемники БЛ-09, ОПТ-9195 при среднем урожае шишек обеспечивают производительность сборщиков 13 кг/ч с высоты до 9 м, обслуживают подъемник 2–3 человека).

С более высоких деревьев шишки можно заготавливать при помощи телескопических автоподъемников, строительных или монтажных вышек АПТ-14, АПП-18, ВТУ-12, ВТ-1, ВМ-22, ВС-18 и др.

*Автоподъемник телескопический АПТ-14* является компактной и маневренной машиной на базе ГАЗ-3308 или малотоннажного автомобиля МАЗ-437040-81. Трехсекционная телескопическая стрела обеспечивает проведение работ на высоте до 14 м при грузоподъемности люльки 200 кг. Угол поворота стрелы составляет 370°, вылет 6,5 м. Масса, соответственно, 5810 и 6500 кг, в зависимости от базового автомобиля.

*Монтажный автомобильный гидроподъемник АПГ-12А* выпускают на базе автомобиля ГАЗ-53. Его устанавливают на раме автомобиля между кабиной и укороченным кузовом. Привод подъемника гидравлический; высота подъема 12 м; максимальный вылет люльки в сторону составляет 9 м; угол поворота – 360°; грузоподъемность – 200 кг, а масса – 6300 кг. Аналогичную конструкцию имеют гидроподъемники АПГ-18 и АПГ-22.

## Контрольные вопросы



1. Назовите основные операции техпроцесса заготовки лесных семян.
2. Изложите технологию заготовки шишек хвойных пород.
3. В чем заключаются особенности конструкции автомобильных и тракторных подъемников?
4. Какие бывают виды тракторных подъемников для заготовки шишек с плантаций?



### 3.1. Виды лесосеменных цехов

Переработка шишек хвойных пород осуществляется в Республиканском лесном селекционно-семеноводческом центре (РЛССЦ) и четырех лесосеменных цехах Глубокского опытного лесхоза, Ивацевичского, Щучинского и Горецкого лесхозов.

Переработка шишек хвойных пород в цехах позволяет в год перерабатывать в среднем 500–600 т шишек. Справочно: в 2017 и 2022 гг. лесхозами республики заготовлено за сезон около 1000 т шишек. Поэтому в урожайные годы, кроме шишек, в цехах может выполняться и доочистка семян с крылаткой, полученных в лесхозах на собственных шишкосушилках, и их досушивание.

В цеху переработки шишек РЛССЦ ежегодный объем составляет 150 т шишек. Используются следующие установки: предварительной очистки шишек; сушильные шкафы с управлением от ЭВМ; установки отбивки шишек; влажного обескрыливания; установки для очистки и сортировки семян; холодильные камеры для хранения семян. На длительном хранении в холодильных камерах находится запас семян хвойных пород, что обеспечивает на случай неурожайных лет трехлетнюю потребность лесхозов в посевном материале хвойных пород.

Поток сырья в лесосеменных цехах формируется в зависимости от объема производства (переработки шишек) и других факторов. Критериями оценки оптимальности отдельных вариантов технологического процесса являются количество лесосеменного материала и его потребность, качество семян, производительность. Экономичность определяется технологической себестоимостью, т. е. частью производственных затрат, которая непосредственно связана с выполнением отдельных операций и процесса в целом, т. е. затратами на единицу продукции (получение 1 кг семян).

Размеры лесосеменных цехов, вид размещенного там оборудования устанавливаются с учетом районирования сырьевых ресурсов (количество заготавливаемых шишек), а также размером потребления семян.

Различают небольшие, средние и крупные лесосеменные цеха, которые отличаются производительностью и видом находящегося в них оборудования. Например, в небольшом цеху может использоваться сушильный шкаф серии DL 600, установка извлечения и обескрыливания семян; установка очистки и сортировки семян; гравитационный сепаратор, компрессор и фильтрующая установка (рис. 3.1).

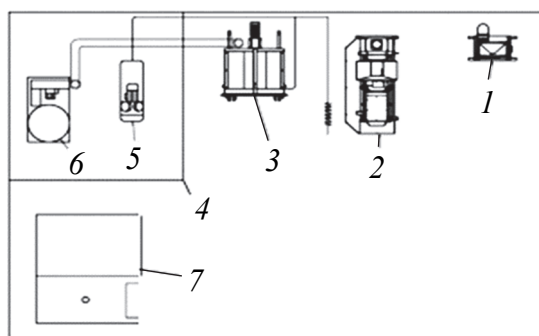


Рис. 3.1. Схема небольшого цеха:

- 1 – гравитационный сепаратор; 2 – установка очистки и сортировки семян;  
 3 – установка извлечения и обескрыливания семян; 4 – изолированное помещение  
 (зона повышенного шума); 5 – фильтрующая установка; 6 – компрессор;  
 7 – сушильный шкаф серии DL 600

Общий расход воды может составлять до 90 л/мин, а общий расход электроэнергии на привод оборудования около 42,3 кВт. Оборудование семенного цеха может обслуживаться одним человеком при наличии погрузчика. Если доля ручного труда существенна, то необходимо 2–3 человека. Для выполнения предварительной очистки шишек на роликовой или ленточной установке потребуется от 2 до 4 человек.

Для среднего семенного цеха (рис. 3.2) характерным будет использование более производительного сушильного шкафа. Производительность определяется объемом загружаемых для сушки шишек, двух установок для извлечения и двух – для обескрыливания семян.

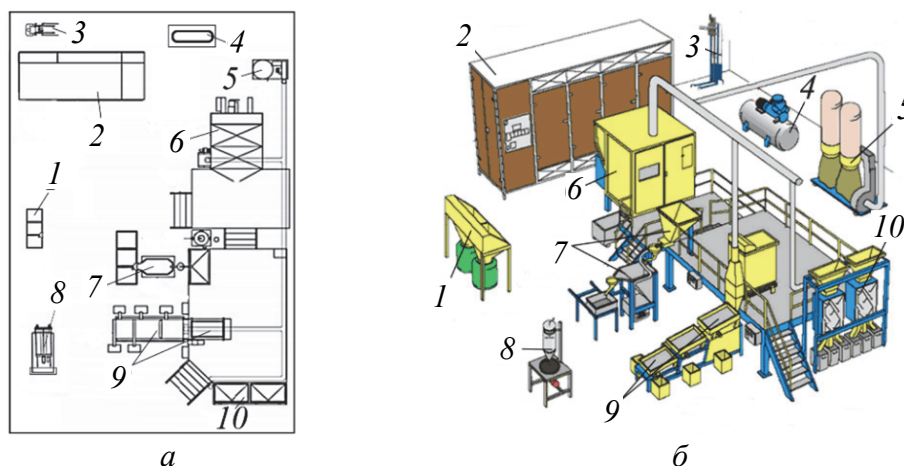
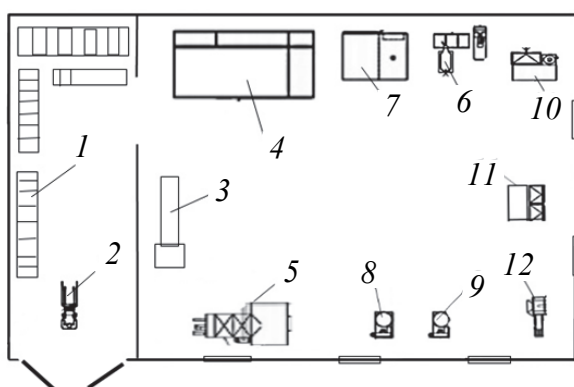


Рис. 3.2. Схема (а) и вид (б) среднего цеха:

- 1 – конусный разделитель; 2 – сушильный шкаф (DL 12800/38HL);  
 3 – тележка; 4 – компрессор; 5 – система фильтрации;  
 6 – установка для извлечения семян и обескрыливания;  
 7 – жидкостный сепаратор; 8 – вакуумная установка;  
 9 – установка очистки и сортировки; 10 – гравитационный сепаратор

В крупном лесосеменном цехе (рис. 3.3) обязательным является наличие шкафа для просушки семян, а также складских площадей временного хранения шишек. Способ подачи сырья (шишек) может быть по транспортеру или с подвозкой ящиков. Технология работы включает следующие операции: приемку лесосеменного сырья хвойных пород от лесхозов и размещение на складе; сортировку сырья (шишек) на ленточном транспортере; загрузку шишек в сушильные камеры; сушку шишек в сушильном шкафу с контролем процесса компьютером; извлечение семян с крылаткой с раскрытой шишки; обескрыливание семян; очистку семян на жидкостном сепараторе; очистку и сортировку семян на вакуумной установке; сушку семян до оптимальной влажности; очистку и сортировку семян на гравитационном пневмосепараторе с барабанным решетом; сортировку семян на решетчатом сепараторе; сортировку семян на гравитационном сепараторе; хранение семян в условиях контролируемой среды (холодильные камеры).



*а*

*б*

Рис. 3.3. Схема (а) и общий вид (б) крупного цеха:

- 1 – приемка лесосеменного сырья хвойных пород от лесхозов и размещение на складе; 2 – погрузчик; 3 – сортировка сырья (шишек) на ленточном транспортере;
- 4 – загрузка и сушка шишек в сушильном шкафу; 5 – отбивка шишек и извлечение семян; 6 – обескрыливание семян; 7 – сушилка семян;
- 8 – очистка семян на жидкостном сепараторе; 9 – очистка и сортировка семян на вакуумной установке; 10 – очистка и сортировка семян на барабанном пневмосепараторе; 11 – сортировка семян на решетчатом сепараторе;
- 12 – сортировка семян на гравитационном сепараторе

Формирование лесосеменного цеха обычно начинается с разработки предварительной схемы (рис. 3.4), на которой наряду с планируемым к использованию оборудованием указываются объемы или его производительность и другие эксплуатационные параметры, а также выбирается режим работы оборудования (рис. 3.5).

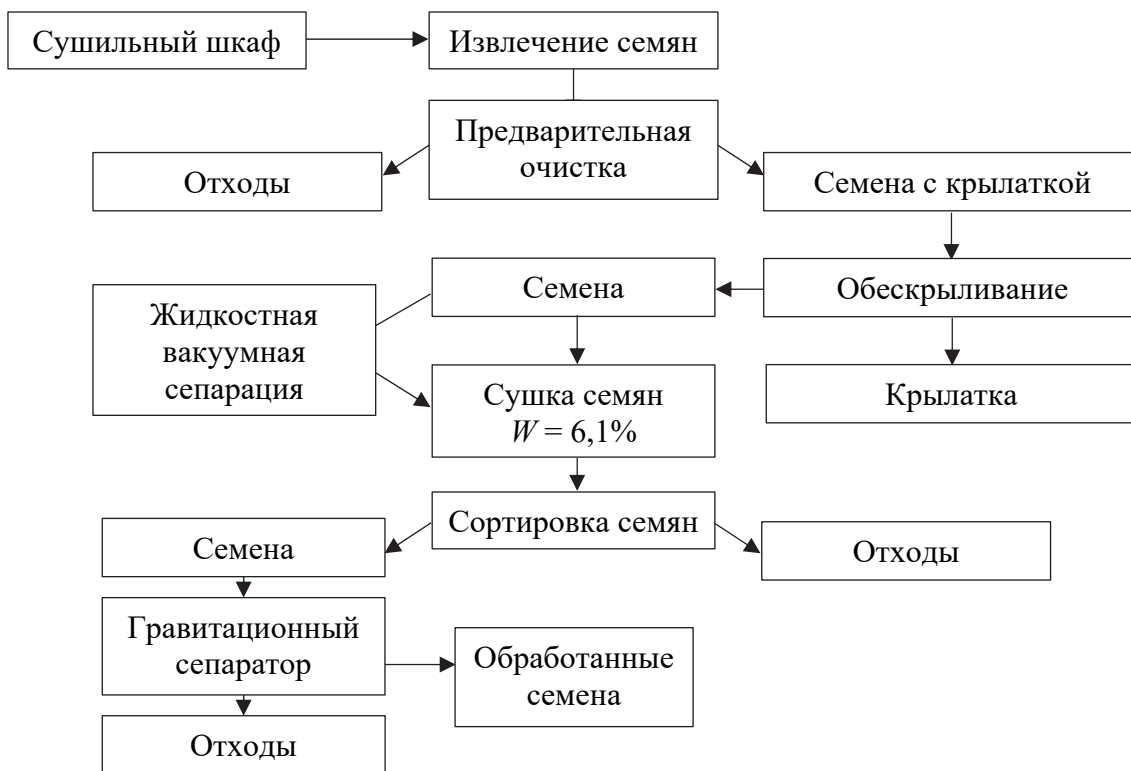


Рис. 3.4. Структурная схема выбора потока семенного цеха

Режим работы лесосеменного цеха устанавливается в зависимости от объема работ и календарного времени их выполнения (ноябрь – февраль). Как правило, процесс переработки шишек и получение семян завершаются к весенним полевым работам. Таким образом, календарный период работы лесосеменных цехов составляет от 4 до 5 мес.

	Время суток																																				
	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7		
Сушка шишек	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Извлечение семян													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Предварительная очистка семян																																					
Обескрыливание семян																																					
Доочистка семян	Только для некоторых партий																																				
Сушка семян																																					
Сортировка																																					
Гравитационный сепаратор																																					

Рис. 3.5. Примерный режим работы оборудования в лесосеменном центре

При значительных объемах заготовленных шишек (более 600 т) лесосеменные цеха работают в многосменном режиме, круглосуточно.

В случае обильного урожая и объемов заготовки шишек отдельными лесхозами самостоятельно выполняется их сушка на собственных шишкосушилках и извлечение семян. На переработку в цехах поступают уже не шишки, а семена с крылаткой.

### 3.2. Технологический комплекс установок для извлечения семян

В начале технологического процесса выполняют предварительную очистку партии шишек от инородных примесей и некондиционных шишек на линии ручной очистки (рис. 3.6).

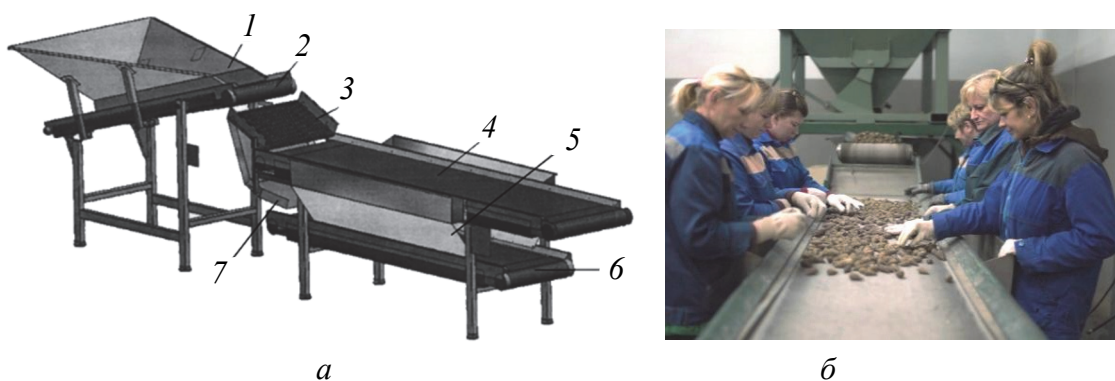


Рис. 3.6. Схема (а) и общий вид (б) линии ручной очистки шишек:  
1 – загрузочный бункер; 2 – подающий транспортер; 3 – транспортер-отделитель мусора; 4 – основной транспортер для сортировки и затаривания шишек;  
5 – лоток сброса некондиционных шишек; 6 – нижний транспортер отгрузки мусора; 7 – лоток сбора мелких примесей

Шишки загружают в бункер, откуда они по подающему транспортеру и транспортеру-отделителю равномерным слоем поступают на сортировку по движущейся ленте основного транспортера. Примеси меньшего размера просыпаются в зазоры между лентами транспортеров и транспортером-отделителем и по лотку сброса примесей отгружаются нижним транспортером. Некондиционные (засмоленные) шишки и крупный мусор удаляются рабочими вручную через лоток сброса и нижний транспортер. Чем больше засоренность партии, тем больше рабочих необходимо задействовать для ручной очистки.

При помощи установки для предварительной очистки шишек и извлечения семян фирмы Nomeko (Швеция) (показана на рис. 3.8) можно также осуществлять предварительную очистку поступивших на переработку партий шишек, что в сочетании с сортировочным столом

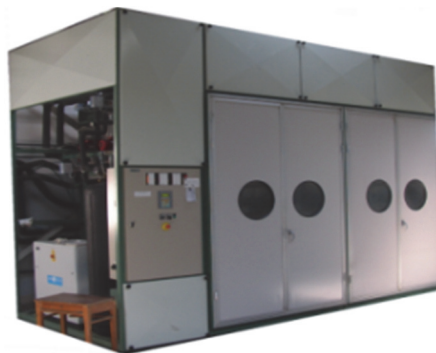
ручного удаления крупных примесей и некондиционных шишек увеличивает производительность очистки и ускоряет их дальнейшую переработку.

Из шишек семена извлекают путем искусственной их просушки в специальных сушильных шкафах с последующей отбивкой в барабанных установках.

Шишкосушилки конструкции Moteko или BW-1600 Nomeko (Швеция) – это специальные **сушильные шкафы**, состоящие из нескольких секций (камер), в каждой из которых с помощью мини-кара размещают один над другим ящики с сетчатым дном, емкостью по 200 л шишек каждый. Сушильный шкаф (рис. 3.7) состоит из двух сушильных камер, в которые загружаются сушильные ящики, заполненные шишками слоем высотой около 14 см (50% от объема ящика), после высушивания и раскрытия шишки увеличивают свой объем примерно в 2 раза.



а



б

Рис. 3.7. Сушильный шкаф BW-1600 Nomeko:  
а – загрузка ящиков с шишками; б – шкаф в режиме сушки шишек

Работа сушильного шкафа заключается в последовательном обдуве нагретым воздухом (сухим) поверхности шишек и удалении таким образом влаги из них. Нагрев воздуха осуществляется водяным калорифером с системой циркуляции воды, а обдув – вентилятором. Процесс сушки сопровождается постоянным удалением сконденсированной влаги при охлаждении воздуха (влажного) на выходе с помощью собственной холодильной установки с охлаждающей батареей (радиатором) и вентиляторов циркуляции воздуха.

Носителем тепла является вода, подогретая с помощью электричества (5 кВт/ч). Режим сушки шишек контролируется автоматически с помощью датчиков температуры и влажности в камере сушки. Оператор следит за процессом по показаниям на экране монитора компьютера и вносит коррективы в режим сушки.

Время сушки для шишек сосны составляет 12–18 ч, для ели 10–12 ч. На протяжении первых 2 ч в камере происходит выравнивание влажности



пишек до заданного параметра (25%). Далее шишкосушилка начинает работу по одной из выбранных программ, которые не допускают нагрев семян в шишке выше 41–45°C. Влажный и теплый воздух из камеры сушки не выбрасывается в атмосферу, а проходит по трубе через охлаждаемую емкость с водой, влага конденсируется из воздуха, и еще достаточно теплый воздух с температурой около 32°C вновь нагревается до нужной температуры (не более 54°C для семян сосны обыкновенной) и поступает в камеру сушки. Такой замкнутый цикл обеспечивает существенную экономию электроэнергии. Контролируется степень раскрытия шишек при сушке с помощью смотровых окон сушильной камеры.

**Извлечение** – отбивка семян с крылаткой из шишек. Его проводят в специальных барабанах. Внутренние поверхности барабана выполнены гладкими, чтобы семена не повреждались. Оптимальным является барабан, выполненный из гладкого металлического прута.

Семена из раскрытых шишек извлекают при помощи установки извлечения семян (рис. 3.8), аналогично первоначальной их очистке перед сушкой, с той лишь разницей, что вместо примесей на выходе из решетчатого барабана собирают и затаривают в семенные ящики семена с крылаткой.

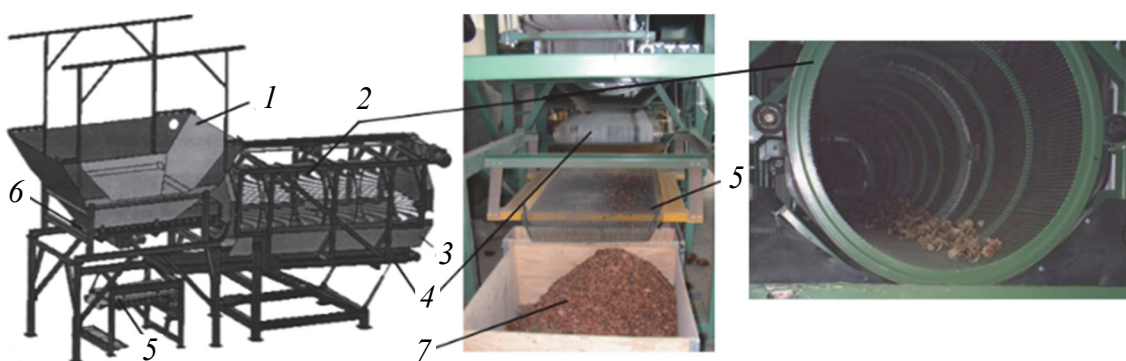


Рис. 3.8. Установка для извлечения семян:

1 – приемный бункер; 2 – решетчатый барабан; 3 – лоток; 4 – транспортер основной; 5 – транспортер короткий; 6 – ленточный конвейер; 7 – ящик с семенами

Извлечение семян состоит в загрузке раскрытых шишек в бункер и далее в отбивочный барабан. При вращении барабана происходит вытряхивание семян с крылаткой из шишек и подача их по транспортерам для затаривания в ящики, пустые шишки выгружаются через торец барабана.

## Контрольные вопросы



1. Изложите технологию переработки шишек хвойных пород.
2. Назовите шишкосушилки, применяемые в лесосеменном деле.
3. Каким образом производится извлечение семян из шишек?

От качества обескрыливания и последующей сепарации полученных семян вместе с соблюдением режима сушки зависит их способность давать полноценные всходы и сохранять посевные качества при длительном хранении.

В конструкции семяочистительных машин (МОС-1А и др.) использовался принцип механического отделения семян от крылаток специальными щетками с последующей очисткой в воздушном потоке. При этом семена неизбежно получали микроповреждения оболочки, через которые со временем могла заноситься инфекция. В семенах с поврежденной оболочкой резко усиливаются обменные процессы, вследствие чего при хранении они быстро теряют способность к прорастанию. Число поврежденных семян при механическом обескрыливании достигало 30% общего их количества.

Альтернативой механическому обескрыливанию явилось так называемое «влажное обескрыливание». Этот принцип обескрыливания основан на отделении семян от крылаток путем смачивания водой. Процесс происходит в живой природе естественным путем: выпавшее из шишки семя попадает во влажные условия среды и за счет интенсивного поглощения влаги семенем крылатка, не впитывающая влагу, отпадает.

Впервые этот принцип реализовала шведская фирма Moteko. Было разработано устройство, работающее с использованием данной технологии, когда семена с крылатками (6–7 кг) влажностью 8–10% поступают в обескрыливатель, представляющий собой барабан наподобие емкости бетономешалки. Из форсунки подается (около 1 л) мелко распыленная вода в течение 15 мин и семена за счет вращения барабана равномерно увлажняются до степени, при которой крылатки отделяются от семян. Затем из насадки подается воздух и подсушенные крылатки выдуваются из вороха семян в барабане и удаляются устройством типа «пылесос».

Полученные «влажным» способом, прошедшие сепарацию и подсушенные до оптимальной влажности семена могут храниться десятки лет без существенной потери посевных качеств.

В РЛССЦ отделение семян от крылатки осуществляется на установке влажного обескрыливания семян (рис. 4.1).



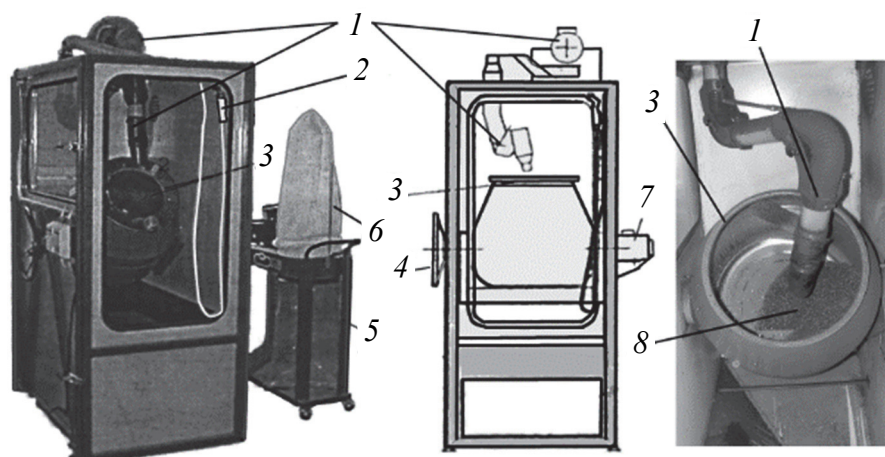


Рис. 4.1. Установка влажного обескряливания:

- 1 – система обдува воздухом; 2 – устройством подачи воды;  
 3 – барабан-обескряливатель; 4 – штурвал поворота барабана;  
 5 – фильтрационная установка; 6 – фильтрующий элемент;  
 7 – электродвигатель привода барабана; 8 – ворох семян

Обескряливание семян производится внутри цилиндрического барабана, установленного в герметичной камере и приводимого в движение электродвигателем. Необходимое количество семян (до 15 кг) загружается в барабан. Процесс обескряливания начинается со смачивания мелко распыленной струей воды с помощью специальной насадки медленно перемешиваемой массы семян во вращающемся бункере. После поглощения воды сухими семенами в процессе вращения барабана семена отделяются от крылатки и их смесь осторожно начинают обдувать воздухом в бункере до тех пор, пока все крылатки, быстрее высохнув, отделятся из массы семян при постоянном перемешивании. Обескряленные семена остаются в барабане, а крылатки выводятся воздушным потоком из шкафа через торцевое отверстие, соединенное с фильтрационной установкой, предназначенной для удаления отходов по принципу пылесоса с фильтрующим элементом.

По завершении процесса обескряливания партия семян ссыпается в ящик и поступает в установки для очистки, работающие по принципу водной сепарации или очистки в воздушном потоке.

Сущность водной сепарации (очистки) семян заключается в отделении полнозернистых, жизнеспособных семян с неповрежденной оболочкой от пустотелых, поврежденных семян и крупного мусора, так как при закладке на хранение до 1/3 общей массы семян могут иметь невидимые невооруженным глазом микроповреждения, а также частицы смолы и мелкий мусор с массой, близкой к массе семени (рис. 4.2).

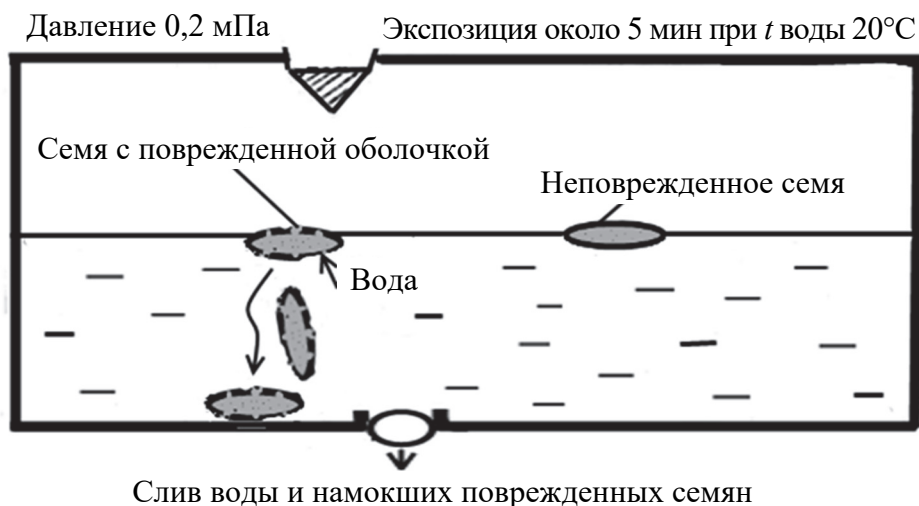


Рис. 4.2. Метод вакуумной сепарации в воде для удаления семян с механическим повреждением оболочки

Суть водной сепарации заключается в следующем: семена помещают в прозрачную емкость (диаметр 77 см) объемом около 150 л, заполненную на 2/3 водой, и перемешивают. В результате этого на дно опускается тяжелый мусор, смола и часть семян, имеющих сильные повреждения (быстро впитывают влагу и становятся тяжелее). При открытии клапана в нижней части емкости эти фракции можно легко удалить вместе с водой. Оставшиеся семена промываются, что способствует уменьшению интенсивности поражения микрофлорой и увеличению сроков их хранения.

По такому принципу работает жидкостный сепаратор (рис. 4.3, а), состоящий из водяного резервуара объемом 150 л с ручной тележкой и поддоном для семян. Процесс водяного разделения начинается с загрузки партии семян (около 100 л) и осуществляется по принципу разницы в плавучести полнозернистых семян и поврежденных семян и примесей. После того как часть семян, намокнув, опустится на дно резервуара, открывают сливной кран и сливают воду вместе с семенами в поддон. Операцию повторяют и для оставшейся части семян после опорожнения поддона от предыдущей массы семян.

Для более качественной очистки от пустых и механически поврежденных семян, имеющих слабую способность к прорастанию, низкую жизнеспособность и непродолжительный срок хранения, используют их способность увеличивать поглощение влаги. Для этого в устройстве создают на 5 мин давление ниже атмосферного, а затем постепенно выравнивают давление в емкости. В поврежденные семена (микротрещины оболочки), находящиеся в разреженной среде, проникает вода, т. е. семена интенсивно поглощают влагу и при увеличении давления они быстро намокают и опускаются на дно устройства.

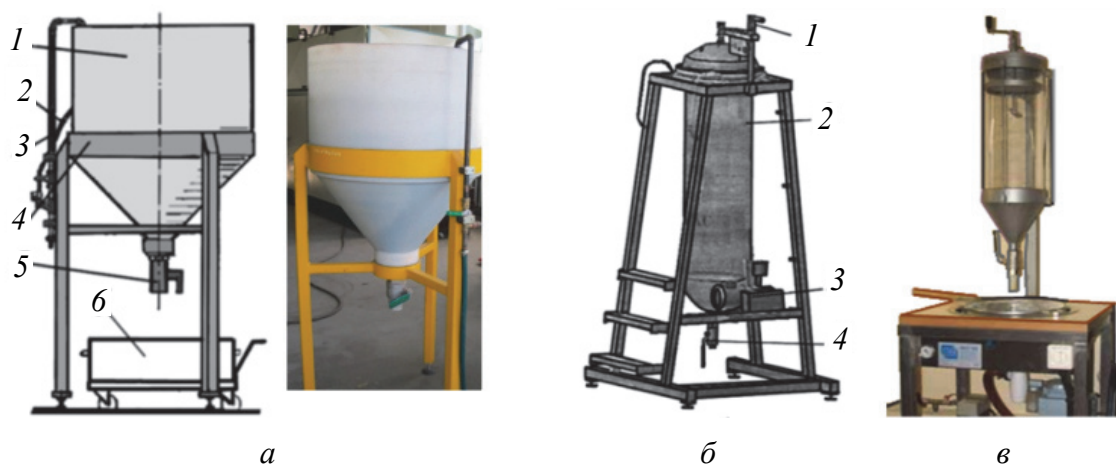


Рис. 4.3. Устройства очистки семян:

- а* – жидкостный сепаратор семян: 1 – резервуар; 2, 3 – трубопроводы; 4 – основание; 5 – сливной кран; 6 – поддон с ручной тележкой;
- б* – вакуумная установка для очистки семян: 1 – устройство заправки; 2 – вакуумный цилиндр; 3 – электропривод компрессора; 4 – устройство опорожнения; *в* – установка Превак

В РЛССЦ для этих целей используется специальная вакуумная установка (рис. 4.3, б). Принцип действия ее заключается в том, что внутри герметичного цилиндра, заполненного семенами, вначале создается вакуум, затем подается вода и за счет возникновения разности давлений внутри семян с поврежденной оболочкой она проникает в трещины семян. Поврежденные семена быстро теряют плавучесть и осаждаются на дно емкости, а полнозернистые с целой оболочкой остаются наплаву. Таким образом, происходит разделение семенной массы на две фракции. Сначала при сливе через устройство опорожнения удаляют некачественные, а затем хорошие семена.

В установке Превак (рис. 4.3, в) также производится отделение целых семян от семян с треснувшей оболочкой. Различие заключается в том, что семена помещаются в резервуар с водой, который герметично закупоривается, затем с помощью насоса создается избыточное давление, что приводит к вытеснению воздуха из трещин водой. После сброса давления семена опускаются на дно. Целые семена находятся на поверхности. После поочередного извлечения семян из установки они подлежат высушиванию для дальнейшего использования.

После водной обработки (влажного обескрыливания и водяной очистки) для просушки семян до оптимальной влажности 6–7% применяют сушильный шкаф (рис. 4.4).

Шкаф имеет системы нагрева и циркуляции воздуха, включающие основной вентилятор, водяной калорифер, систему циркуляции воды

и радиатор холодильной установки с системой конденсации влаги и вентиляторами циркуляции воздуха в камере сушки. Шкаф DC200/400 Nomeko обеспечивает рабочий диапазон температуры сушки от 20°C до 42°C. Состоит из трех сушильных камер с загрузкой четырех ящиков (500×500×150 мм) в каждую.

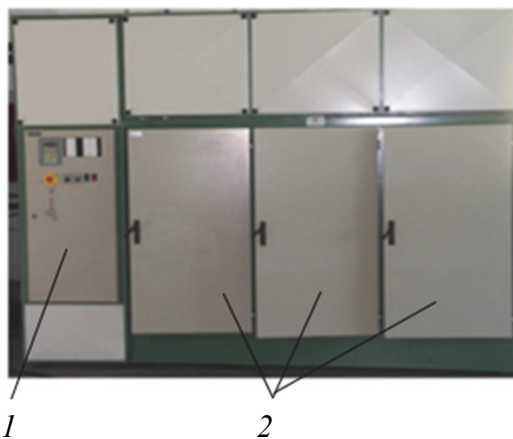


Рис. 4.4. Сушильный шкаф для семян:  
1 – сушильные секции; 2 – блок автоматики и панель управления

Принцип работы сушильного шкафа семян во многом аналогичен процессу сушки шишек. После установки требуемого режима сушки и проверки работоспособности сушильного шкафа при помощи панели управления загружают сушильные ящики, которые должны быть заполнены слоем семян высотой около 50 мм (30% от объема ящика). Сушильный шкаф обеспечивает сушку семян на трех режимах: сушка семян до заданной относительной влажности в автоматическом режиме; сушка в ручном режиме (в ходе сушки влажность контролируется оператором); сушка в режиме термотерапии при температуре 42°C. По завершении сушки семян до влажности 4–7% семенные ящики выгружаются и поступают на дальнейшую сортировку либо затариваются для длительного хранения в холодильных установках.

Очистка семян *от примесей* после обескряливания может осуществляться и на пневматических сепараторах путем отделения семян от примесей в воздушном потоке и сортировки по размерам. Перемещаясь в воздушной среде, любое тело преодолевает сопротивление воздуха, зависящее от размеров, формы, массы тела и его расположения в воздушном потоке, создаваемом вентилятором. Чем больше это сопротивление, тем медленнее движется свободно падающее тело. Разделение семян на фракции по аэродинамическим свойствам осуществляют воздушным потоком, направленным под углом до 30° к горизонту, или вертикально (рис. 4.5).

Выделение фракций семян в вертикальном воздушном потоке происходит при некоторой критической скорости, когда семена данной фракции оказываются во взвешенном состоянии, и только в том случае, когда критические скорости семян и примесей различны. На практике критическая скорость для семян зерновых находится в пределах 8–17 м/с, а при провеивании лесных семян в воздушном потоке – 6–12 м/с.

Для удовлетворительного разделения и очистки семян важным условием является равномерность воздушного потока (без пульсаций), которая зависит от числа лопастей вентилятора. В современных семяочистительных машинах для получения воздушного потока применяют центробежные (осевые) и диаметральные вентиляторы. Наибольшее распространение получили осевые вентиляторы.

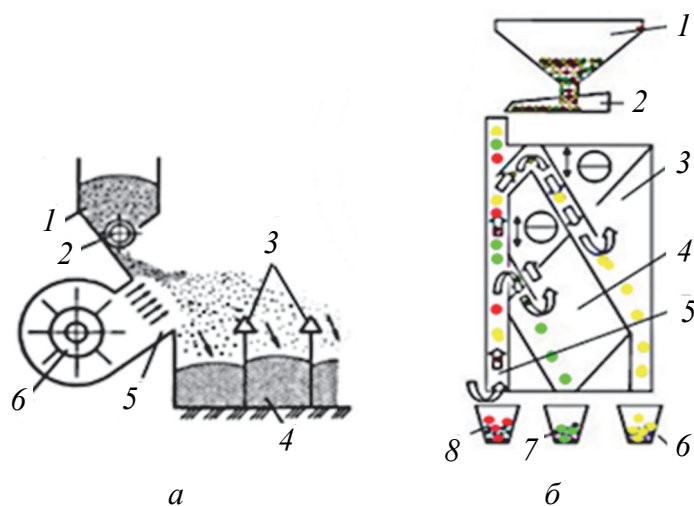


Рис. 4.5. Разделение семян в воздушном потоке:  
*а* – в наклонном потоке: 1 – бункер; 2 – дозатор; 3 – разделитель;  
 4 – осадочные камеры; 5 – направляющая потока; 6 – вентилятор;  
*б* – в вертикальном потоке сепаратора SN: 1 – бункер; 2 – вибратор;  
 3 – осадочная камера пустых семян; 4 – осадочная камера неполных семян;  
 5 – осадочная камера крупных семян; 6, 7, 8 – ящики для семян

В сепараторе SN (рис. 4.5, *б*) также используется энергия потока воздуха, создаваемого вентилятором. Сепаратор применяют после сортировки семян по размеру, когда из партии семян необходимо удалить пустые и полупустые семена от полностью сформированных семян при помощи сортировочного туннеля и двух сортировочных камер. Установка предназначена для обработки любых видов семян без ограничения объема партии семян. Скорость подачи семян в сортировочный туннель регулируется вибратором. Прозрачный защитный щиток



позволяет осуществлять наблюдение и контроль за процессом. В двух сортировочных камерах есть регулируемые пластины для направления потока воздуха, их правильное положение зависит от вида обрабатываемых семян. Пластины устанавливаются в зависимости от удельного веса каждого типа семян. Через боковую дверку установку можно очистить изнутри.

Одновременно происходит и очистка семян, удаляется легкий мусор, например пыль. Семена вручную засыпаются в подающую воронку бункера. При попадании семян в сортировочный туннель они сталкиваются с потоком воздуха, который уносит мусор и семена в соответствующие сортировочные камеры. Пустые семена собираются в крайнее отделение справа, неполные семена – в среднее отделение. Среднее отделение можно отрегулировать таким образом, чтобы предотвратить нежелательное отбрасывание полнозернистых семян и сбор пустых. В результате процесса три группы семян ссыпаются в ящики, помещенные под сортировочный туннель и сортировочные камеры.

Для крупных лесосеменных цехов АО ВСС выпускает гравитационный пневмосепаратор (рис. 4.6), позволяющий обрабатывать большие объемы семян. Для достижения более точной очистки и сортировки семян отдельные гравитационные сепараторы могут быть объединены в одну установку. В этом случае один из сепараторов оснащается главным управлением, остальные (до трех установок) работают под управлением основной.



*а*



*б*

Рис. 4.6. Гравитационный пневмосепаратор АО ВСС:  
*а* – серия мини; *б* – серия макси

Серия мини (рис. 4.6, *a*) имеет следующие размеры: длина 750 мм, ширина 450 мм, высота 1600 мм, масса 70 кг, электропитание 230 В, 50 Гц, потребляемая мощность 0,4 кВт. Вместимость бункера около 10 л. Максимальная производительность 3–15 кг/ч. Серия макси (рис. 4.6, *б*) имеет размеры: 1200×800×2400 мм. Вместимость приемного бункера около 100 л. Производительность от 3 до 15 кг/ч.

### Контрольные вопросы



1. Поясните принципы очистки лесных семян.
2. В чем сущность принципа очистки семян в жидкостном сепараторе?
3. Сформулируйте преимущества влажного обескряливания.
4. Поясните принцип работы пневмосепаратора.

**Сортировка семян.** Для достижения наиболее точного результата сортировки семян по весу каждую партию семян необходимо предварительно разделить на 2–4 группы, пропустив их через установки сортировки семян по размеру. После этого каждая группа отдельно пропускается через гравитационный сепаратор.

Разделение партии семян на фракции по размерам осуществляют на решетчатых (ситовых) сепараторах, а по массе – на гравитационных.

**Разделение семян по размерам.** Любое семя имеет длину, ширину и толщину. По размерам семена каждой культуры резко отличаются друг от друга. На этом свойстве построен принцип сортирования лесных семян на фракции.

По **толщине** и **ширине** семена разделяют на плоских и цилиндрических решетках, на них же отделяют крупные и мелкие примеси.

Технологический процесс *ситового барабанного сепаратора семян SNS* (рис. 5.1) заключается в очистке семян от легких примесей в потоке воздуха и последующей сортировке по размеру на ситах. Первое сито имеет продолговатые отверстия и отделяет семена по толщине, отсеивая плоские семена и другие примеси, например хвою, а также тяжелые и мелкие минеральные примеси (песок). На втором сите с круглыми отверстиями отсеиваются семена (целевой материал) в зависимости от их ширины. На конце барабана вылетают крупные примеси (шелуха, камни, кусочки шишек, хвоя, листья), все, что не прошло сквозь отверстия сит.

Семенной материал на установке может быть подвергнут калибровке по размеру. Для этого устанавливаются два круглых сита с разными диаметрами отверстий. Таким образом, калиброванный материал можно сортировать при помощи пневматического (гравитационного) сепаратора, отделяя легковесные семена. Такая процедура является более точной. Калибровка может осуществляться также перед посевом для обеспечения равномерных всходов.

Основные технические характеристики: питание от сети напряжением 230 В, 50 Гц; общая потребляемая мощность 230 Вт; скорость вращения сит 0–27 об/мин; наклон цилиндрических сит 0–6°; скорость



воздушного потока 0–4 м/с; объем засыпного бункера 40 дм<sup>3</sup>; снаряженная масса сепаратора 100 кг. В стандартном исполнении имеет сита с круглыми отверстиями диаметром 1,6; 3,6; 4,0; 6,0 мм; сита с продолговатыми отверстиями) – 1,0×15,0; 2,2×25,0; 9,0×25,0 мм.

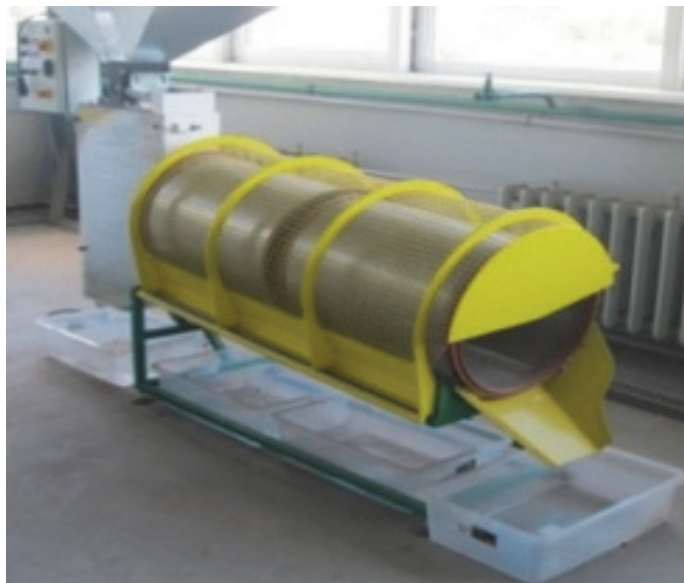


Рис. 5.1. Ситовый сепаратор семян SNS

*Решетный сепаратор* (рис. 5.2) предназначен для очистки семян партиями путем удаления посторонних примесей и отходов и разделения семян по размерам на фракции. Сепаратор жестко крепится к основанию, после чего рабочий стол, приводимый в движение двигателем, снабженным эксцентриком, начинает колебания в одной плоскости. За счет возникающей вибрации семена последовательно просыпаются в решета с ячейками большого, среднего и малого размеров. Задерживающиеся на решетках семена и семена самой мелкой фракции, прошедшие все три решета, сыплются в разные емкости.

Сепаратор состоит из основания (стола), на котором размещены бункер для семян, решетный стан, включающий три решета (3 яруса), семясборники.

Устройство для создания вибрационных колебаний решет состоит из приводного электродвигателя и эксцентрикового привода. Решета имеют сменные экраны с калиброванными отверстиями различного диаметра и формы (рис. 5.2, б).

После сортировки семенного материала по форме и размерам разделение партии семян на фракции по массе осуществляют с использованием гравитационных сепараторов.

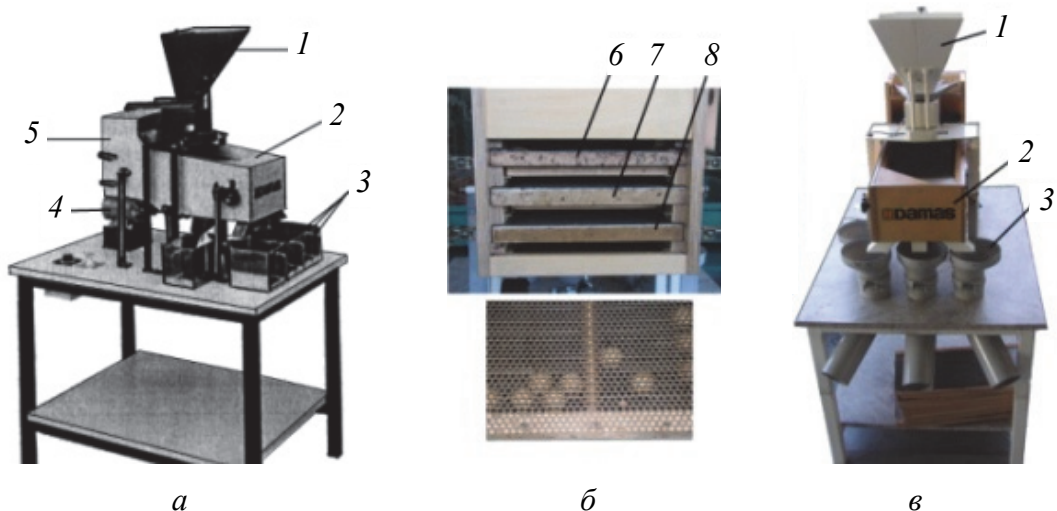


Рис. 5.2. Решетный сепаратор:  
*а* – вид сбоку; *б* – решетный стан; *в* – вид спереди;  
 1 – бункер для семян; 2 – решетный стан; 3 – семясборники;  
 4 – электродвигатель; 5 – вибрационная система; 6, 7, 8 – планки решет

Сортировка семян на *гравитационных сепараторах* (рис. 5.3) осуществляется только после их обязательной просушки в сушильном шкафу.

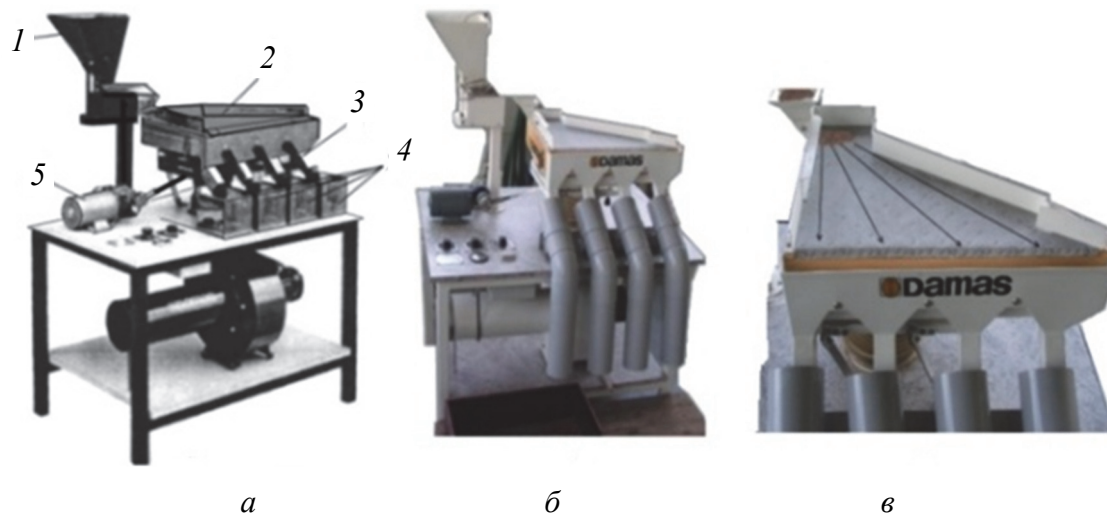


Рис. 5.3. Гравитационный сепаратор:  
*а* – схема устройства; *б* – общий вид; *в* – схема потоков;  
 1 – подающий бункер; 2 – сортировочный стол; 3 – лотки; 4 – ящики;  
 5 – приводной электромотор с эксцентриковой системой

Сущность гравитационной сепарации – разделить семена приблизительно одинакового размера и формы, но с разной массой, на

фракции, а также отделить от общей массы легкие семена и тяжелые частицы (песок, мелкие камешки) за счет разности сил тяжести. Для этого семена из бункера равномерно поступают на гравитационный стол, устанавливаемый с небольшим углом наклона, воздушный поток подается по направлениям вдоль стола к столу между его основанием и специальным покрытием через дозатор с регулировочной заслонкой. При подаче возникает подъемная сила, стремящаяся приподнять семена над столом. Сам же стол находится в колебательном движении в параллельных направлениях с движением потока воздуха вдоль него.

В результате частичной потери контакта с опорной поверхностью стола и легкие семена, и тяжелые семена, и тяжелые примеси, имея различную силу трения, будут скользить с разными скоростями за счет инерционных сил, отделяясь на несколько потоков.

Важное условие качества сепарации – обеспечение равномерной подачи воздуха и его прохождения сквозь полотно и просеиваемый материал. Качество работы гравитационного сепаратора зависит от точности его настройки. Угол наклона стола в продольном и поперечном направлениях обеспечивает полное разделение на потоки. При малом угле продольного наклона часть легкой фракции семенного материала будет двигаться вместе с основным и, наоборот, при слишком большом угле сортировочного стола в продольном направлении часть тяжелого материала будет смешиваться с легким. Наклон сортировочного стола в поперечном направлении обеспечивает качество разделения на потоки. Так, при однородном семенном материале, прошедшем предварительную очистку, угол небольшой, при значительной неоднородности состава по размерам (толщина, ширина, длина) и форме требуется устанавливать больший угол поперечного наклона.

Скорость движения семенного материала в потоке зависит от частоты колебательного движения сортировочного стола и регулируется для каждого режима отдельно. Регулировку осуществляют изменением длины хода стола в колебательном режиме. В каждом конкретном случае рекомендуется последовательно проводить одну из регулировок и затем наблюдать в течение 2–3 мин за результатом.

**Хранение семян.** Холодильная камера (рис. 5.4) имеет стеллажи, расположенные вдоль стен, на которых размещают высушенные до оптимальной влажности семена в ящиках или затаренные в герметичную полиэтиленовую упаковку.



Рис. 5.4. Холодильная камера SL 14C35 «Финнебэкс» (Швеция)

Объем холодильной камеры около  $50 \text{ м}^3$ , в ней может разместиться до 15 т семенного материала. Габаритные размеры трех холодильных камер  $10\,800 \times 5680 \text{ мм}$ .

### Контрольные вопросы



1. Раскройте принцип работы решетчатого сепаратора.
2. Поясните принцип работы гравитационного сепаратора.
3. Что собой представляет холодильная камера?

# 6

## СИСТЕМА МАШИН И МЕХАНИЗМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

### 6.1. Цех высева семян и комплекс оборудования

В настоящее время доля выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в общем объеме выращивания посадочного материала достигла 8,6%, или более 33,75 млн шт./год.

В РЛССЦ при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой одной из первых применялась линия высева семян финской фирмы Lannen.

Линия высева семян фирмы Lannen (Финляндия) (рис. 6.1) предназначена для заполнения субстратом (торфом) ячеек кассет и автоматизированного высева семян хвойных и лиственных пород в каждую ячейку кассеты (в кассете 64 ячейки – для хвойных и 35 ячеек – для лиственных пород).



*а*



*б*

Рис. 6.1. Линия производства посадочного материала с закрытой корневой системой:  
*а* – вид спереди; *б* – вид сзади

Подготовка субстрата проводится в следующей последовательности: верховой торф фрезерной заготовки в воздушно-сухом состоянии просеивается через сито диаметром 0,5 см. Непосредственно перед заполнением кассет субстратом в бункер линии при приготовлении субстрата вносятся известковый материал, макро- и микроудобрения, в том числе может вноситься микоризная земля. В качестве минеральных



удобрений используются мочевины, хлористый калий и двойной суперфосфат. Все интенсивно перемешивается для равномерного распределения в торфе. При этом фосфорные удобрения вносятся в сухом виде, а калийные, азотные и микроудобрения – в растворенном при увлажнении субстрата. Субстрат доводится до влажного состояния.

Сначала производится регулировка и настройка линии высева семян под требуемый тип кассет. Линия включает следующее основное оборудование:

1) смеситель (рис. 6.2, *а*) предназначен для смешивания и получения однородного состава субстрата с объемом порции 1,5 м<sup>3</sup>, время смешивания – 2–5 мин;

2) винтовой транспортер (рис. 6.2, *б*) предназначен для перемещения подготовленного субстрата в бункер конвейера наполнителя;

3) конвейер наполнителя для перемещения подготовленного субстрата в наполнитель;

4) наполнитель модели FL-2 используется для равномерного заполнения ячеек кассет субстратом (5–10 мм до верхнего края кассеты);

5) лункообразователь (рис. 6.3, *а*) для продельвания углублений на предварительно установленную глубину в центре ячейки кассеты;

6) сеялка SF-6 пневматическая барабанная (рис. 6.3, *б*) для высева семян в каждую ячейку кассеты. Высевающий барабан осуществляет вращательное движение. Принцип действия сеялки SF-6 состоит в том, что внутри барабана создается разрежение, в результате чего семена прилипают к отверстиям специальных сменных форсунок, установленных на посевном барабане. Получая сигнал из центрального процессора, барабан останавливается над семяпроводами, где при помощи скребков и игл внутри форсунки осуществляются сброс семян в семяпроводы и очистка канала форсунки.

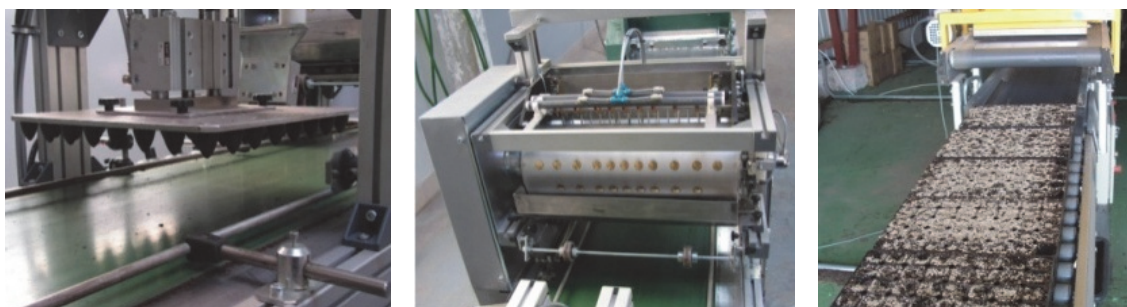


*а*

*б*

Рис. 6.2. Смеситель и винтовой транспортер (*а*) конвейера наполнителя (*б*)

Сеялка снабжена сменными комплектами форсунок для высева семян хвойных или лиственных пород с диаметрами 0,6 или 0,8 мм, соответственно. Используются кассеты PLANTEK 64F – для хвойных и PLANTEK 35F – для лиственных пород. PLANTEK 64F имеет 64 ячейки с объемом каждой 115 см<sup>3</sup>, PLANTEK 35F состоит из 35 ячеек объемом 275 см<sup>3</sup>.



*а* *б* *в*

Рис. 6.3. Лункообразователь (*а*), пневматическая сеялка (*б*) и кассеты для закладки в теплицу (*в*)

Посев семян может осуществляться одним или двумя семенами в каждую лунку ячейки кассеты в зависимости от типа и породы семян и соответствующей регулировки оборудования. Производительность сеялки при высеве – 5 кассет PLANTEK-64F в минуту.

Для сосны обыкновенной, обладающей лучшей грунтовой всхожестью, рекомендован одинарный посев, но перед посевом необходимо проводить сортировку семян по массе. Для ели европейской, лиственницы сибирской, обладающих более низкой всхожестью семян, следует рекомендовать посев двух или трех семян в 1 ячейку;

7) устройство для мульчирования ячеек кассет предназначено для заполнения кассет после высева семян песком или перлитом;

8) оросительный бункер используется для увлажнения кассет после посева;

9) роликовый конвейер транспортирует кассеты к месту перегрузки и укладки на ручную тележку для транспортировки в теплицу.

С 2014 г. высев семян в кассеты осуществляется на линии высева лесных семян фирмы Mosa Green, Италия (рис. 6.4).

Задачей являлось совершенствование процессов, связанных с производством сеянцев с закрытой корневой системой и совершенствованием автоматических линий высева в кассеты. Как правило, технологический процесс выращивания ЗКС включал приготовление субстрата, заполнение контейнеров субстратом, посев семян, выращивание сеянцев в теплице, доращивание сеянцев на открытых полях.

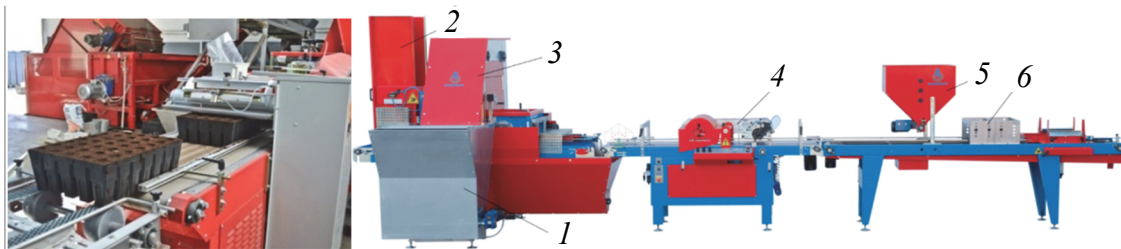


Рис. 6.4. Автоматическая линия высева в кассеты Mosa Green Srl:  
 1 – бункер; 2 – наполнитель; 3 – лункообразователь; 4 – сеялка;  
 5 – мульчирователь; 6 – ороситель

На современных линиях может выполняться до 24 технологических операций, для этого предусмотрено соответствующее оборудование. Каждый модуль технологической линии может работать в автономном режиме и обслуживаться технологической тележкой. Технологическая линия, как правило состоит из таких модулей, как сепаратора-смесителя торфа, бункера-накопителя с дозирующим устройством, установки высева семян. Дополнительно линия может включать следующие модули.

*Узел подачи кассет.* Подача кассет обеспечивается автоматически из стопки кассет. Стопку кассет устанавливает оператор. Скорость подачи кассет синхронизирована со скоростью работы линии. Одновременно допускается использование только одного типа кассет.

*Узел мойки кассет* состоит из двух модулей – модуля высокого давления для механической очистки кассет и модуля мойки и дезинфекции горячей водой. Применение двух модулей позволяет удалить с кассет органические и неорганические элементы, а также загрязнения и биологические вещества, наличие которых при производстве недопустимо. Узел обеспечивает и сушку кассет потоком воздуха. Модуль высокого давления – механическая чистка водой под давлением 20 бар, применяется статическая система сопел (верхних и нижних), имеются дополнительные форсунки для промывки. Модуль дезинфекции узла мойки кассет – мойка кассет водой при температуре 80°C, используется система форсунок низкого давления для дезинфекции кассет. Узел очистки воды обеспечивает работу аппарата высокого давления в закрытом цикле. Благодаря этому уменьшается потребность в воде, что позволяет экономить воду в больших количествах. Загрязненная вода из аппарата высокого давления поступает в фильтр, который отделяет твердые частицы с размером более 0,2 мм.

*Конвейер угловой* позволяет сделать линию высева компактной. Можно использовать один или два конвейера.



*Узел подготовки субстрата* и заправки кассет субстратом. Модуль подготовки субстрата включает смеситель, позволяющий подготавливать основу, – смесь органических компонентов (торф, кора и т. п.) и неорганических соединений (перлит, песок и т. п.), которой заправляются кассеты. Загрузка компонентов осуществляется при помощи ленточного транспортера. Процесс смешивания составляет в среднем 2–5 мин. Имеется возможность увлажнения субстрата. Устройство работает в автоматическом режиме, отслеживает нижний уровень в емкости и постоянно его пополняет. Объем смесителя 500 л.

*Модуль заправки кассет* (наполнитель) обеспечивает оптимальное уплотнение и равномерное заполнение ячейки кассеты субстратом. Наполнитель дополнительно имеет вибрационную систему с возможностью регулирования параметров уплотнения и систему удаления остатков субстрата с поверхности кассеты. Датчик уровня контролирует количество субстрата в емкости и автоматически его пополняет.

*Узел уплотнения субстрата.* Данный модуль уплотняет субстрат с помощью специальных уплотнителей. Глубина погружения уплотнителя регулируется, что обеспечивает правильную степень уплотнения. Регулируемая глубина погружения уплотнителей снабжена съёмной матрицей, которую применяют в зависимости от типа кассет.

*Узел дополнения субстратом.* Задачей данного узла является дополнение кассет субстратом и очистка избытка субстрата с поверхности кассет.

*Узел точного высева* – это сеялка, которая предназначена для высева семян разных видов (в частности, сосны, ели, возможно, дуба). Сеялка имеет сменные барабаны распределения с учетом вида семян и кассет. Применяется также автоматическое отслеживание положения кассеты для осуществления точного посева. Внесение семян в ячейки выполняется за счет гравитации. Возможен посев одного, двух или трех семян в каждую ячейку, а также перевод на ручной способ посева, тогда используют *узел ручной обработки* – дополнительный транспортер со свободным доступом для 4 или 6 человек. Обеспечивает возможность проведения многих ручных операций, в том числе и посев крупных семян (дуб, бук) с контролем качества.

*Узел наполнения перлитом.* Основной задачей его является наполнение перлитом или вермикулитом рядов засеянных ячеек кассет для покрытия посеянных семян и обеспечение им оптимальных условий для прорастания. Количество подаваемого перлита регулируется.

*Узел орошения.* Задачей этого модуля выступает равномерное орошение субстрата с посевами в кассетах с целью обеспечения семенам

предварительной оптимальной влажности. Интенсивность орошения регулируется.

*Узел складирования* кассет обеспечивает автоматическое размещение высеянных кассет в отсек, регулируемый по высоте. Когда отсек достигает заданного количества кассет, они автоматически доставляются на стол приема. Агрегат кассет должен быть адаптирован для соответствующего типа кассет. Далее производится транспортировка кассет в пленочную теплицу либо упаковка и загрузка на транспорт заказчика, для этого применяется погрузчик.

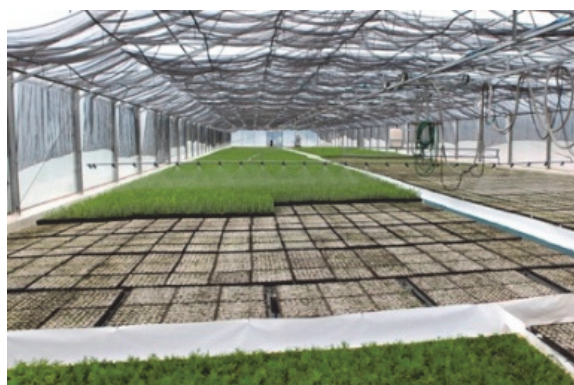
На линиях могут использоваться также транспортеры приема стопок кассет – конечный транспортер линии, транспортер подачи субстрата – обеспечивает эффективную загрузку субстрата и добавок в смеситель (субстрат и добавки вносятся оператором на одном конце транспортера, а затем автоматически подаются в смеситель) и транспортер, разделяющий субстрат, доставляет его к основному и дополнительному наполнителям. Датчики уровня на обоих устройствах сигнализируют о необходимости пополнения. Тогда лоток субстрата вместе с транспортером распределения дополняют обе емкости так, чтобы процесс посева был непрерывным.

## 6.2. Теплица для выращивания посадочного материала с закрытой коневой системой

В лесосеменном центре для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой имеются 8 теплиц общей площадью 1,152 га (рис. 6.5), каждая с габаритными размерами 16,5×90,0 м.



*а*



*б*

Рис. 6.5. Теплица:  
*а* – вид снаружи; *б* – вид внутри

В теплицах создаются благоприятные условия для выращивания семян с закрытой корневой системой в начале вегетации. Теплицы оснащены фрамугами, поливочными рампами, системами затенения и искусственного тумана, механической и автоматической системами подкормок, теплогенераторами.

Несущий каркас изготовлен из профильного нержавеющей металла. Секции располагаются через 3 м. Материалом для покрытия теплицы является двухслойная полиэтиленовая пленка EVA со сроком службы 7 лет, толщина ее 0,18 мм. Между слоями пленки (300–350 мм) подается под давлением воздух, являющийся дополнительным теплоизолятором. Система вентиляции внутреннего пространства теплицы обеспечивает требуемый температурный режим (ручной или автоматический – максимальная дневная температура +25°C, ночная – +20°C) при помощи системы форточек, установленных в арках теплицы на потолке.

Отопление производится с использованием двух генераторов теплого воздуха POLAR E-100 мощностью 116 кВт, помещенных в начале и конце теплицы и работающих на дизельном топливе. Контроль температурным режимом осуществляется климатическим компьютером LCC900. Теплица также снабжена затеняющей шторой, которая обеспечивает затенение по всему периметру солнечного излучения.

Полив семян в теплице производится приспособлением, перемещаемым по рельсам, установленным в арках теплицы. Ширина поливочной штанги – 15,5 м, длина орошаемой поверхности составляет 88 м. На установке применяются три типа насадок: черная – для полива, желтая – внесения удобрений и синяя – образования тумана, размещенных на трубе поливочной рампы через 500 мм. Управляется дождевальная установка пультом. Полив семян в теплице производится рабочим III разряда два раза в день поливочной установкой, перемещающейся по рельсам.

С использованием оборудования для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой можно получать по три урожая за год. После одного месяца выращивания семена перемещают на поля для доращивания на открытом полигоне (общая площадь 2,75 га). Растения находятся в кассетах, которые располагаются на металлических подставках. На зиму металлические подставки убирают и растения зимуют в кассетах. Кассеты помещаются на гравийную подушку, которой покрыта поверхность открытого полигона.

В конце вегетационного периода сеянцы с закрытой корневой системой упаковываются в пластмассовые ящики и отправляются на хранение в холодильные камеры общей площадью 0,065 га и вместимостью 3 млн сеянцев.

### Контрольные вопросы



1. Перечислите оборудование линии высева семян Lanen (Финляндия).
2. Укажите оборудование, применяемое в линии высева семян Mosa Green.
3. Перечислите оборудование, применяемое в теплице.
4. Каким оборудованием поддерживается микроклимат в теплице?

### 7.1. Система машин и орудий для поддержания плодородия почвы в питомнике

**Севообороты в лесных питомниках.** Выращивание древесных растений на одном месте приводит к одностороннему обеднению почвы питательными веществами, способствует развитию определенных видов вредителей и болезней и вызывает снижение выхода стандартного посадочного материала с единицы площади.

Для сохранения и повышения плодородия почвы, восстановления ее структурного состояния, улучшения физических свойств и накопления влаги вводят **севообороты** – научно обоснованное чередование культур и паров на полях во времени. Севооборот предусматривает деление земельной площади на определенное число равновеликих полей. В лесных питомниках находят применение многопольные севообороты. В посевных отделениях часто используют четырех- или трехпольные севообороты.

Система машин для проведения работ по севообороту полей питомника приведена в таблице.

Посев семян сидератов осуществляется или разбросным способом, или посевом лент лесопитомниковыми сеялками.

**Внесение удобрений.** При выращивании двухлетних сеянцев сосны на 1 га дерново-подзолистой почвы выносятся 17–20% находящегося подвижного форм азота, фосфора и калия.

В питомнике применяют различные удобрения: органические (навоз, навозную жижу, различные компосты, торф и зеленые удобрения), минеральные (азотные, фосфорные, калийные, сложные и микроудобрения, органоминеральные смеси), а также микробиологические и бактериальные добавки.

*Торф.* В торфе содержится большое количество азота, фосфора, калия и других элементов питания, а по содержанию азота торф низинный значительно превосходит навоз. Низинный торф по составу питательных веществ значительно богаче верхового, поэтому его используют на удобрения, а торф верховых болот – на подстилку животным, после чего его применяют как удобрение.

Для лучшего использования торфа на удобрение его предварительно компостируют, добавляя к нему в разных пропорциях навоз, навозную жижу, фосфоритную муку, известь и другие органические вещества и субстраты. Норма внесения составляет 4–5 кг на м<sup>2</sup>.

### Система машин для севооборота полей в питомнике

Наименование работ	Состав агрегата	Сроки
Поле под сидеральным паром		
Зяблевая обработка (осенняя вспашка) почвы	«БЕЛАРУС-82.1»; 122.1 ПЛН-3-35	Октябрь
Внесение минеральных удобрений: фосфорные 50–60, калийные 60–70 кг/га по д. в.	«БЕЛАРУС-82.1»; НРУ-0,5; ГС «Эгедаль»	Апрель
Весеннее боронование (дискование) почвы	«БЕЛАРУС-82.1»; БДН-1,7	Апрель
Посев люпина (160–200 кг/га) на зеленое удобрение	«БЕЛАРУС-320.4»; сеялка мод. 83 «Эгедаль»	Конец апреля
Скашивание пласта трав	«БЕЛАРУС-82.1»; косилка КРН-2.1	Июль
Прикатывание сидератов	«БЕЛАРУС-320.4»; КВГ-1,4	Июль
Дискование поля	«БЕЛАРУС-82.1»; БДН-1,7	Июль
Запашка сидератов после увядания растений или зяблевая обработка	«БЕЛАРУС-82.1»; ПЛН-3-35	Август – октябрь
Поле под черным паром		
Весеннее боронование (дискование) пара	«БЕЛАРУС-82.1»; БДН-1,7	Апрель
Культивация пара (4–6-кратная)	«БЕЛАРУС-82.1»; КПН-2	Май – август
Обработка отросших сорняков гербицидами по необходимости	«БЕЛАРУС-82.1»; опрыскиватель ГС «Эгедаль»	Июль
Осенняя перепашка черного пара	«БЕЛАРУС-82.1»; 122.1, ПЛН-3-35	Сентябрь

*Навоз.* Эффект от применения навоза сохраняется в течение 3–5 лет. Вносить необходимо в полуперегнившем состоянии. Время внесения – осень или весна. Норма внесения 4–6 кг на м<sup>2</sup>.

*Торфяной компост* (3 части торфа + 1 часть навоза). Делают его методом смешивания слоями, выдерживают 4–5 мес. и компост готов. Норма внесения – 3–4 кг на м<sup>2</sup>. Компост сразу заделывают в почву. Торфяные компосты дают большие прибавки урожая по сравнению с некомпостированным торфом. Такие компосты заготавливают преимущественно летом, так как в это время микробиологические процессы в торфе протекают наиболее интенсивно. Торфяные компосты лучше всего вносить в чистом и занятом пару.

## 7.2. Технология производства и внесения компоста

Технология производства компостов для питомников является биологическим процессом, в котором микроорганизмы превращают органические вещества (листья, навоз, торфяную крошку, щепу,



перегной, опилки, солому, предварительно собранную в валы и призмы при помощи погрузчиков, рис. 7.1) в почвенный материал, называемый гумусом.

В процессе создания компоста в призмах происходит нагрев смеси, что вызывает циркуляцию влаги и ее испарение, а также уничтожение патогенных образований и семян сорняков. Оптимальная же температура в призме должна составлять около 54°C. Увеличение температуры в призме приводит к замиранию значительного количества микроорганизмов и прекращению процессов распада органического материала. Перемешивание компоста дает возможность призме охладиться и стабилизирует процесс компостирования.



Рис. 7.1. Фронтальные (а) и универсальные (б) погрузчики

Прицепная машина К-250 (рис. 7.2) предназначена для перемешивания компоста в призмах высотой до 1,5 м и шириной до 2,5 м. Устройство агрегируется с трактором класса тяги 14 кН, оборудованным ходоуменьшителем. Привод шнекового ротора осуществляется

от вала отбора мощности (540 об/мин) через карданно-телескопический вал с предохранительной муфтой и коническую зубчатую передачу.

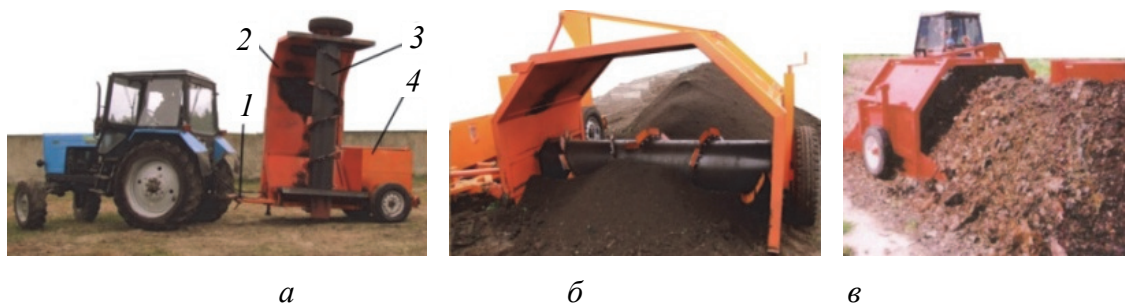


Рис. 7.2. Машина для перемешивания компоста К-250:  
*а* – общий вид; *б* – приводная тележка с ротором; *в* – призма компоста;  
*1* – буксировочный крюк; *2* – защитный экран; *3* – ротор; *4* – приводная тележка

В конструкции машины функцию стабилизации движения выполняет приводная тележка массой 750 кг. Диаметр ротора 720 мм, производительность  $P_{\text{ч}} = 500 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

При внесении удобрений механизированным способом выполняют следующие операции: погрузку удобрений в транспортные средства на месте их заготовки или хранения, транспортирование и разбрасывание по поверхности. Для погрузки удобрений применяют грейферные погрузчики, погрузчики-экскаваторы, одноковшовые экскаваторы на тракторе класса тяги 14 кН или фронтальные погрузчики-экскаваторы.

Для транспортирования и разбрасывания органических удобрений используют полуприцепы-разбрасыватели органических удобрений ПТУ-4, 1РМГ-4Б и РПТУ-2М. Разбрасыватель РОУ-6М имеет грузоподъемность 6 т, ширину захвата 6–7 м, норма внесения 15–45 т/га.

Разбрасыватель-мульчирователь органических удобрений «Эгедадь» (рис. 7.3, *а*) предназначен для разбрасывания компоста и мульчирования (укрывания семян). Обеспечивает точную регулировку глубины слоя. Имеет цилиндрическую мешалку для перемешивания субстрата в емкости, привод высевающего механизма от ходового колеса посредством клиновидного ремня.

Рабочая ширина между колесами 1000–1500 мм; объем бункера 0,7–1,05 м<sup>3</sup>. Рабочая скорость движения 2–5 км/ч. Вместимость бункера 3 м<sup>3</sup>, рабочая ширина разбрасывателя 1100 мм, рабочая ширина почвенной фрезы 1250 мм, рабочая ширина струнного вала 1350 мм.



*а*



*б*

Рис. 7.3. Разбрасыватели-мульчирователи органических удобрений:  
*а* – «Эгедаль»; *б* – SRS

Разбрасыватель субстрата SRS (рис. 7.3, б) для питомников позволяет равномерно рассыпать предварительно подготовленный субстрат на поверхности с регулируемой дозой. Составные узлы разбрасывателя – ленточный транспортер, почвенная фреза и струнный вал управляются независимо, поэтому возможна работа устройства с выключением любого узла.

### 7.3. Технология внесения минеральных удобрений

Существует несколько способов внесения удобрений: основное (проводится до посева или посадки), внесение во время посева или посадки и послепосевное (подкормка). При внесении удобрений механизированным способом выполняют следующие операции: погрузку удобрений в транспортные средства на месте их заготовки или хранения, транспортировку и разбрасывание.

Для внесения минеральных удобрений применяются навесные разбрасыватели удобрений РУ-0,4, НРУ-0,5, Л-116 или прицепные тракторные разбрасыватели удобрений 1-РМГ-4, Л-415. Разбрасыватели предназначены для сплошного внесения минеральных удобрений в садах, питомниках, на полях.

Минеральные удобрения можно вносить также в виде подкормок, в процессе проведения междурядной обработки культиваторами. Для этого существует целый ряд конструкций культиваторов, оснащенных туковысевающими аппаратами ГС «Эгедаль» и др.

В лесопитомнических хозяйствах Беларуси применяют культиваторы ГС (рис. 7.4), оснащенные машиной для внесения сыпучих удобрений.



*а*

*б*

Рис. 7.4. Машина для внесения удобрений:  
*а* – на культиваторе ГС «Эгедаль»; *б* – на культиваторе ЗКТ-2000

Завод ЗКТ в настоящее время в целях импортозамещения предлагает культиватор ЗКТ-2000, который может работать в сочетании с приставкой для сыпучих удобрений и опрыскивателем. Количество рабочих секций высевающих аппаратов составляет 2–6 шт., вместимость бункера 100 кг.

### Контрольные вопросы



1. Перечислите машины для поддержания плодородия почвы в питомнике.
2. В чем заключается технология производства компостов?
3. Приведите примеры машин для внесения удобрений.

Для выполнения большинства работ в питомнике наиболее приемлемыми являются тракторы с мощностью двигателя 25–65 кВт.

На энергоемких тяжелых работах (вспашка почвы, дискование, обработка почвы под посадку саженцев и кустарников, расчистка и др.) целесообразно применять тракторы «БЕЛАРУС-92.1», 1025.3 и даже 122.1. Для выполнения менее энергоемких работ – культивация, копка ям, внесение удобрений и гербицидов, опрыскивание и другие используют тракторы «БЕЛАРУС-320», 42.2, 62.2, 82.1, 92.1; для работы на малых площадях – мотоблоки и мини-тракторы.

Технологический комплекс машин в посевном отделении питомника для формирования системы представлен в таблице.

**Технологический комплекс машин в посевном отделении питомника**

<i>Ежегодные работы в посевном отделении</i>		
Наименование работ	Исполнитель	Состав агрегата
Основная обработка почвы	Тракторист V р.	ПЛН-3-35, ПКМ-3-35 с «БЕЛАРУС-82.1»
Выравнивание поля	Тракторист V р.	УГН-4К, ВГ-3,6 с «БЕЛАРУС-82.1»
Дискование почвы	Тракторист V р.	БНД-2,0; БДН-1,7 с «БЕЛАРУС-82.1»
Внесение органических удобрений	Тракторист V р.	РОУ-5, РОУ-6А с «БЕЛАРУС-82.1»
Предпосевная культивация	Тракторист V р.	SAU-1,3 с «БЕЛАРУС-320.4»
Посев семян	Тракторист V р., рабочий IV р.	Мод. 83 «Эгедадь» с «БЕЛАРУС-320.4»
Прикатывание почвы	Тракторист V р.	КВГ-1,4 с «БЕЛАРУС-320.4»
Мульчирование посевов	Тракторист V р.	МСН-1 с «БЕЛАРУС-320.4»
Полив поля	Машинист V р.	УД-2500 и др. ДУ
Междурядная культивация	Тракторист V р.	ГС «Эгедадь» с «БЕЛАРУС-82.1»
Химическая обработка	Тракторист V р., рабочий IV р.	Опрыскиватель ГС «Эгедадь» с «БЕЛАРУС-82.1»
Выкопка сеянцев	Тракторист V р.	ВМ-1,3; НВС-1,2 с «БЕЛАРУС-82.1»



Технология выращивания сеянцев предусматривает выполнение системы агротехнических мероприятий со следующими видами работ: основная и дополнительная, предпосевная обработка почвы, подготовка семян к посеву, посев семян, уход за посевами до появления всходов и за выращиваемыми сеянцами, выкопка и хранение посадочного материала.

Работы в посевном отделении питомника начинают с внесения органических или минеральных удобрений в осенний период (октябрь). При внесении удобрений выполняют погрузку удобрений в транспортные средства на месте их заготовки или хранения, транспортирование, разбрасывание всего объема (или части) по поверхности. При внесении частями остальную часть вносят корневыми или внекорневыми подкормками.

Для разбрасывания органических удобрений применяют разбрасыватели с поверхностным разбрасыванием компоста, торфа – РОУ-6А и др.

Минеральные удобрения вносят разбросным способом навесными разбрасывателями (РУ-0,4, НРУ-0,5 и др.) или прицепными тракторными разбрасывателями удобрений Л-415, 1-РМГ-4, а также в виде подкормок – при междурядной обработке культиваторами ГС «Эгедадь» и др.

После внесения удобрений осенью выполняется зяблевая вспашка плугами общего назначения на глубину до 27 см.

Основная обработка почвы в посевном отделении проводится по системе зяблевой обработки черного, сидерального или занятого паров. Глубина основной вспашки колеблется от 18–20 до 27–30 см.

Почву в питомнике обрабатывают плугами общего назначения – ПЛН-2-35, ПЛН-3-35, ПКМ-3-35 (для каменистых почв) и др.

Весной выполняют боронование: на средних суглинистых почвах используют дисковые бороны БНД-1,7; БНД-2,0; а на легких песчаных и супесчаных почвах применяют зубовые бороны. При наличии сорной растительности дополнительно выполняют обработку культиватором.

Предпосевная обработка почвы осуществляется с целью создания слоя почвы требуемой рыхлости с выровненной поверхностью, без глыб и крупных комков для уменьшения испарения, усиления микробиологической деятельности и улучшения режима питания пахотного слоя; очистки поля от проросших сорняков; подготовки почвы для проведения последующих полевых работ – посева семян.

Для предпосевной обработки почвы применяют лапчатые культиваторы КРН-1,4М, SAU-1,3, а также фрезерные культиваторы.

Широкое использование в лесных питомниках получили безрядковые посева (семена высевают на выровненную поверхность почвы). При таком посеве колеса трактора, вдавливая почву на ленточных дорожках на глубину 6–8 см, создают достаточный дренаж для посевных



лент. Для высева мелких семян посевные строчки также применяют вдавливание, что улучшает капиллярный подъем воды к семенам и создает лучшие условия для их прорастания. Более крупные семена (дуба, бука и т. п.) высевают в бороздки, образуемые сошниками. Наиболее мелкие семена (тополя, ивы, березы и др.) высевают без заделки.

Посев мелких сыпучих семян хвойных или лиственных пород осуществляют сеялками мод. 83 «Эгедаль» или СЛН-5/9 (рисунок). Для посева крупных семян (желудей) в питомниках используют комбинированную сеялку «Эгедаль».

С целью создания благоприятных условий для прорастания семян, появления дружных всходов и роста сеянцев проводят различные виды ухода. Уходы за посевами до появления всходов заключаются в прикатывании посевов, мульчировании, прополке сеянцев, рыхлении почвы и поливе.



а



б

Посев семян сеялками:  
а – мод. 83 «Эгедаль»; б – СЛН-5/9

С целью обеспечения влагой верхних слоев почвы используют мульчирование посевов – МСН-0,75 и МСН-1, а для послепосевного прикатывания – катки КВГ-1,4.

**Мульчирование посевов** – покрытие почвы различными материалами с целью сохранения влаги в верхнем слое почвы, предотвращения образования корки на ее поверхности, более ровного режима влажности и температуры почвы, а также для того, чтобы задержать зарастание почвы сорняками. Мульчирование обычно применяют на посевах с глубиной заделки семян до 2 см. В качестве мульчи используют торфяную крошку, компост, перегной, опилки слоем 1,0–1,5 см.

Прикатывание посевов выполняют в засушливую весну на легких структурных почвах с целью лучшего соприкосновения частиц почвы с семенами и обеспечения капиллярного подъема воды из нижерасположенных горизонтов к семенам. Для прикатывания посевов мелких семян используют гладкие катки.

После появления всходов для успешности роста сеянцев за ними проводят уходы – прополку сорняков, рыхление почвы, прореживание сеянцев, подрезку корней, полив, подкормку и др. Прополку сорняков и рыхление почвы в посевах 1-го года выполняют 4–8 раз. Во 2-й год количество уходов уменьшается до 3–5.

Агротехнические уходы (междурядную культивацию) проводят культиваторами-растениепитателями КРН-1,4 МО, ГС «Эгедадь». Для борьбы с сорной растительностью химическим способом применяют гербициды, которыми проводят довсходовую или междурядную обработку площадей опрыскивателями навесными «ЗУБР» НШ или опрыскивающим приспособлением на культиваторе ГС «Эгедадь».

Полив посевов осуществляют *дождеванием* – наиболее распространенным способом полива. При дождевании экономнее расходуется вода и достаточно точно регулируется поливная норма, нет препятствий для механизации работ в питомнике. Недостатками дождевания являются уплотнение верхнего слоя почвы и применение дорогостоящего оборудования. Кроме того, полив нельзя проводить в ветреную погоду, иначе остаются участки питомника без полива.

Интенсивность дождевания на легких и структурных почвах можно доводить до 0,5 мм/мин, на глинистых бесструктурных – до 0,1–0,2 мм/мин. Полив посевов дождеванием следует проводить в вечерние и ранние утренние часы либо в нежаркую погоду.

Подрезку корней выполняют с целью получения сеянцев с хорошо разветвленной корневой системой и улучшения соотношения надземной и корневой систем растения. Для формирования мочковатой корневой системы сеянцев используют подрезку корней в горизонтальной плоскости приспособлениями ППК-1,2 и РК-1,2 или КН-2.

Завершающая операция в технологии – выкопка сеянцев: сеянцы выкапывают скобой НВС-1,2 или машиной ВМ-1,3 и выкопочным комбайном «Эгедадь».

## Контрольные вопросы



1. Назовите машины и орудия для системы обработки почвы.
2. Какие орудия входят в состав технологических комплексов питомника?
3. На чем основан выбор машин и орудий для посевного отделения питомника?

В школьном отделении питомника также применяют систему севооборотов, технологический комплекс машин приведен в таблице. Агротехника обработки почвы аналогична посевному отделению, кроме основной обработки почвы – вспашки, которая осуществляется на глубину 27 см и более. Сеянцы из посевного отделения выкапывают и пересаживают в школьные отделения питомника с целью их доращивания до возраста 3–4 и более лет.

### Технологический комплекс машин в школьном отделении питомника

Наименование работ	Исполнитель	Состав агрегата
Дискование поля	Тракторист V р.	БНД-2,0; БДН-3,0; ЗКТ-2200Н с «БЕЛАРУС-82.1»
Вспашка плантажная	Тракторист V р.	ППН-40; ППУ-50 с «БЕЛАРУС-82.1»
Боронование	Тракторист V р.	БДН-1,3; БНД-1,7 с «БЕЛАРУС-82.1»
Культивация	Тракторист V р.	SAU-1,3 с «БЕЛАРУС-320.4»
Поделка гряд	Тракторист V р.	Грядообразователь ЗКТ с «БЕЛАРУС-320.4»
Посадка саженцев*	Тракторист V р., 3 рабочих IV р	ЗКТ UNIFOX; МЛУ-1А с «БЕЛАРУС-82.1»
Посадка сеянцев	Тракторист V р., 6 рабочих IV р	Л-218, S 237 с «БЕЛАРУС-82.1»
Полив посадок	Машинист V р.	УД-2500 и др.
Междурядная культивация	Тракторист V р.	ГС «Эгедаль» с «БЕЛАРУС-82.1»
Химическая обработка	Тракторист V р., рабочий IV р.	Опрыскиватель на ГС «Эгедаль» с «БЕЛАРУС-82.1»
Выкопка	Тракторист V р.	ВПН-2; ВМ-1,3; СВС-2 с «БЕЛАРУС-82.1»

\* При создании комбинированной школы могут использоваться однорядные лесопосадочные машины для лесовосстановления.

Саженьцы древесных пород выращивают в школьных отделениях древесных питомников, в которых закладывают уплотненные школы, чаще с ленточным размещением, а для выращивания декоративных

древесных и кустарниковых пород – школы с комбинированным размещением (комбинированные школы).

При выращивании саженцев древесных пород применяют трехрядную (50×50–50 см) или пятирядную (25×25×25×25–50 см) схемы посадки лент с шагом посадки в рядах 10–25 см.

Для посадки сеянцев в уплотненной школе используют машину Л-218 отечественного производства (рисунок). Машина оснащена посадочным аппаратом с индивидуальными захватами с шагом посадки 5 см, привод посадочного аппарата осуществляется от опорно-приводного колеса. Для посадки сеянцев и саженцев древесных и кустарниковых пород, в том числе и декоративного назначения, используются одно- и двухрядные посадочные машины – ПМ-1С, МПС-2М и посадочная машина МП-5, а также рассадопосадочные машины двухрядной комплектации или четырехрядного исполнения.



*а*



*б*



*в*



*г*



*д*

Школьные посадочные машины Л-218 (*а*); ЭМИ-3 (*б*); S-237 (*в*);  
машины для посадки саженцев ПМ-1С (*г*); МПС-2М (*д*)

В настоящее время находит применение способ выращивания саженцев, при котором предварительно нарезают посадочные щели с использованием специальных орудий – щелевателей, либо школьной лесопосадочной машины со снятым заделывающим механизмом. Последующая посадка сопровождается размещением сеянцев вручную с произвольным шагом посадки. Такая схема подходит для кустарниковых пород, в том числе декоративного назначения.

В летний период проводят механический или химический уход. Механические ухода с подкормкой осуществляются культиваторами для междурядной обработки почвы, а химические ухода – опрыскивателями. Всего выполняют 3–4 культивации и две корневые подкормки. На полях выращивания саженцев старшего возраста также проектируют культивацию и подкормку минеральными удобрениями. Саженцы четырехлетнего возраста выкапывают выкопочным плугом ВПН-2.

### Контрольные вопросы



1. Перечислите машины и оборудование для работ в питомнике.
2. Какие орудия входят в состав технологических комплексов выращивания саженцев?

### 10.1. Подготовка участков для лесовосстановления

Основными препятствиями для работы машин и орудий являются пни, крупные корни, порубочные остатки древесины, валежник, неликвидная древесина, мелколесье, кустарник и каменистость почв. Сплошную или полосную расчистку лесных площадей проводят при повреждении насаждения в результате стихийных бедствий (бурелом, ветровал, горельник и др.). Выполняют корчевку пней или их понижение, планировку поверхности, мелиорацию территории и нарезку террас на склонах.

Главная задача расчистки лесных площадей состоит в обеспечении комплексной механизации работ в целях создания и обустройства необходимого количества посадочных мест, противопожарных разрывов и просек, трасс под осушительные каналы, линий электропередач и лесных дороги, площадей под лесные питомники.

Выбор приемов работы при производстве лесных культур на вырубках зависит от наличия лесосечных отходов (порубочных остатков), древесно-кустарниковой растительности порослевого возникновения и количества пней. Для этого в технологии после завершения лесосечных работ целесообразно выполнение подготовительных операций – очистки лесосек от порубочных остатков, понижения пней, корчевки или измельчения пней и древесной растительности.

Подготовка площади включает следующие операции: обследование участка в натуре, провешивание линий будущих рядов культур или полос обработки почвы и обозначение опасных мест для работы машин; сплошная или полосная расчистка участка от валежника, камней, нежелательной древесно-кустарниковой растительности, мелких пней, стволов усохших деревьев; измельчение пней или понижение их высоты до уровня, не препятствующего движению лесокультурной техники.

Машинные технологии обеспечивают повышение производительности и снижение затрат труда при производстве работ. Машинопригодность в технологической системе «машина – объект» предъявляет определенные требования к выбору средств механизации, которые, в свою очередь, предъявляют требования к состоянию объекта механизации.



С машинопригодностью связана ущербность выполнения технологии: в технологии могут происходить интенсивные изменения технического состояния использованных машин и орудий, а также нарушения требований выполнения технологии производства и охраны окружающей среды.

## 10.2. Технология и системы машин для очистки лесосек

Очистка участка от лесосечных отходов в настоящее время может осуществляться системой машин в составе граблей ОУЛ-2,4 и подборщика-транспортировщика ОПЛ (ОПЛ М), а также становится доступной технология измельчения (мульчирования) порубочных остатков, находящихся на поверхности, в валах и отдельных кучах (рис. 10.1).

После проведения лесосечных работ на лесосеке остается значительное количество (до 50 м<sup>3</sup>/га) лесосечных отходов, зависящих от сезона выполнения работ, породного состава, почвенно-грунтовых условий, используемой системы лесосечных машин.

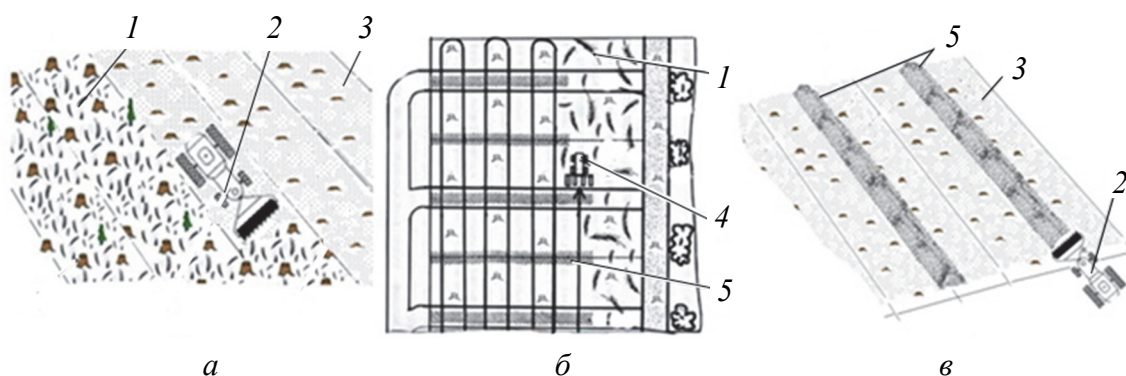


Рис. 10.1. Схема очистки вырубki от порубочных остатков:  
*а* – понижение пней и мульчирование лесосечных отходов; *б* – сгребание порубочных остатков в валы; *в* – измельчение порубочных остатков в валах;  
 1 – порубочные остатки; 2 – мульчер; 3 – очищенная полоса;  
 4 – грабли ОУЛ-2,4; 5 – вал лесосечных отходов

**Порубочные остатки** – это лесосечные отходы, состоящие из сучьев, ветвей, хвои, листьев, вершин деревьев, пней, корней, стволовых отходов.

Очистка мест РГП и сплошных санитарных рубок выполняется одновременно с рубкой леса или после ее окончания в целях своевременного проведения лесовосстановительных работ и обеспечения выполнения требований санитарных и противопожарных правил в лесах, а очистка мест рубок промежуточного пользования и прочих рубок

проводится одновременно с рубкой леса и после ее окончания в соответствии с требованиями ТКП 143 «Правила рубок леса в Республике Беларусь».

Сбор порубочных остатков для перегнивания применяется в сырых и влажных условиях местопроизрастания с укладкой их в кучи высотой до 2,5 м и диаметром до 2,5 м между пнями на свободных от подроста местах или при проведении сплошных РГП, в валы высотой до 2,5 м, шириной до 2,5 м – не ближе 10 м до стены леса.

Измельчение и разбрасывание порубочных остатков используется в сосновых и твердолиственных насаждениях на сухих и свежих песчаных почвах, а также в насаждениях на влажных, сырых и заболоченных почвах.

Измельченные порубочные остатки не должны занимать более 60% площади вырубki для обеспечения пожарной безопасности и создания условий для лесовосстановления.

### 10.3. Машины для очистки лесосек от порубочных остатков

Применяют два типа машин для очистки лесосек: для сбора сучьев, вершин, кусков стволовой древесины и других отходов лесозаготовок в условиях нераскорчеванных вырубок в валы и кучи – подборщики грабельного типа, а для подбора и транспортировки к лесовозной дороге окученных отходов – погрузчики-транспортировщики.

Наибольшее использование на лесозаготовках получили подборщики с навесным грабельным собирающим органом, расположенным сзади или спереди трактора. Собирающий орган такого подборщика состоит из основания, рамы, соединительных рычагов и собирающих зубьев. Основание крепится к раме трактора вместо толкателя или погрузочно-го щита и на него монтируются все остальные узлы собирающего органа.

Оборудование уборочное лесохозяйственное ОУЛ-24 предназначено для уборки порубочных остатков (рис. 10.2). Особенности конструкции устройства и специально подобранная кинематика движения рабочих элементов (зубьев) позволяет сгребать сучья без повреждения верхнего слоя почвы и свободно преодолевать препятствия в виде пней.

Устанавливается на тракторы «БЕЛАРУС МУЛ-82.2» или МУЛ-1221 спереди через навесное подъемное устройство либо сзади на навеску, а также вместо толкателя тракторов трелевочных ТТР-401М и ТТР-411. Ширина захвата 2,4 м, высота преодолеваемых препятствий 350 мм. Ширина 2310 мм, высота 1800 мм, длина 1200 мм, масса 650 кг. Число зубьев 5 шт., расстояние между зубьями 550 мм.



Рис. 10.2. Оборудование уборочное лесохозяйственное ОУЛ-24:  
*а* – схема устройства; *б* – процесс сгребания

**Погрузчик-транспортировщик** – это трелевочный трактор, оснащенный специальным технологическим оборудованием для погрузки окупенных отходов лесозаготовок в кузов, доставки их к лесовозной дороге и выгрузки.

Оборудование полуприцепа лесовозного «БЕЛАРУС» ОПЛ (рис. 10.3) устанавливается вместо коников на полуприцепе лесовозном ПЛ-9 машины МПТ-461.1 и предназначено для транспортировки порубочных остатков. Грузоподъемность 7000 кг, масса 1450 кг. Площадь поперечного сечения платформы при закрытых бортах 3,5 м<sup>2</sup>. Угол раскрытия подъемных бортов 115°. Габаритные размеры при закрытых бортах (транспортное положение): длина 4310 мм, ширина 2210 мм, высота 2220 мм; при открытых бортах (режим погрузки порубочных остатков): длина 4310 мм, ширина 4785 мм, высота 1565 мм.

Оборудование полуприцепа лесовозного модернизированное ОПЛ.М (рис. 10.3) устанавливается после снятия коников на полуприцеп машины «БЕЛАРУС МПТ-461.1». Порубочные остатки в процессе сбора спрессовываются поворотными бортами.



Рис. 10.3. Схема устройства подборщиков:  
*а* – ОПЛ; *б* – ОПЛ.М

Объем перевозимых порубочных остатков в сжатом состоянии 20 м<sup>3</sup>, угол раскрытия подъемных бортов 110°. Масса 1800 кг.

## 10.4 Машины для срезания древесной растительности

Первыми машинами для технологии срезания нежелательной древесно-кустарниковой растительности и ее дробления в Республике Беларусь были специальные лесные фрезерные кусторезы (фрезы-мульчеры) итальянского производства Serpi M (рис. 10.4) в агрегате с тракторами, оборудованными понижающим редуктором и ходоуменьшителем.

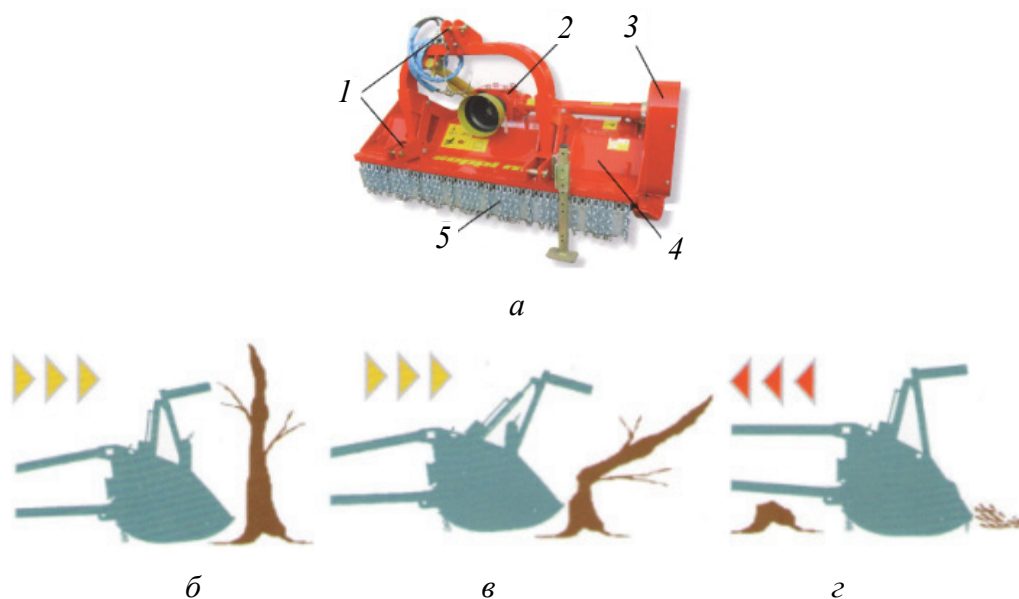


Рис. 10.4. Схема работы фрезерного кустореза MF-200:  
*a* – общий вид; *б* – приближение к дереву; *в* – срезание стволов и сталкивание дерева;  
*г* – движение в обратном направлении и измельчение древесины;  
*1* – навесная система; *2* – редуктор; *3* – ременная передача; *4* – капот;  
*5* – шторка с цепями

Работа фрезерного кустореза выполняется в два прохода. Сначала срезаются стволы древесно-кустарниковой растительности (рис. 10.4, *в*). Вторым проходом фреза измельчает и перемешивает древесную массу с верхним горизонтом почвы – мульчирует.

Для успешной работы фрезерного кустореза необходим трактор с мощностью двигателя 120 л. с. и более и диапазоном скорости от 0,3 до 3 км/ч. Скорость выбирается в зависимости от размера древесно-кустарниковой растительности и густоты. Чем больше эти параметры, тем ниже должна быть скорость движения агрегата, следовательно, и производительность.

ООО «Завод коммунальной техники» начал выпуск технологического комплекса машин и оборудования для лесовосстановления.

Мульчер ZKT-2300 MERICRUSHER (рис. 10.5) предназначен для измельчения порубочных остатков, древесно-кустарниковой растительности диаметром 7–30 см.



Рис. 10.5. Мульчер ZKT-2300 MERICRUSHER:  
а – общий вид; б – измельчение порубочных остатков;  
в – мульчирование почвы

Агрегатируется с тракторами мощностью двигателя 150–300 л. с., имеет рабочую ширину захвата 2,3 м.

## 10.5. Машины для измельчения (высверливания) пней

Расчистка лесокультурных площадей от пней – один из наиболее трудоемких видов работ среди всего комплекса лесовосстановления.

Выбор полосной корчевки пней на вырубках или гарях зависит от количества пней на 1 га и их диаметра. При выборе того или иного корчевателя до 90-х гг XX в. руководствовались тем, что по большинству вырубок лесной зоны закономерность распределения пней по диаметрам была следующая: от 8 до 12 см – примерно 28–30%; от 16 до 30 см – 48–50%; от 30 до 60 см – 20–24%. Ранее полосная корчевка рекомендовалась начиная с количества 600 пней/га. В настоящее время полосную корчевку не проводят на вырубках и гарях с дренированными сухими, свежими и временно переувлажненными почвами, а также на вырубках и гарях с избыточно переувлажненными (сырыми) почвами с числом пней до 500 шт./га. В остальных случаях на свежих вырубках с количеством пней более 500 шт./га, а также при создании плантационных лесных культур выполняют полосную расчистку коридоров для обеспечения беспрепятственного и более прямолинейного проезда агрегатов – это является одним из основных требований технологии механизированных работ.

Для измельчения пня вместе с корнями используют лесные фрезы – с роторным или дисковым рабочим органом либо механические ножевые



измельчители. Основным рабочим органом таких машин, работающих по дисковой технологии Rotary Disc Mulching Technology (RDMT), является диск, на обеих сторонах которого закреплены с особым размещением по спирали зубья из твердосплавного материала (рис. 10.6). Лесные фрезы, как правило, устанавливаются на короткой стреле экскаватора или трактора.

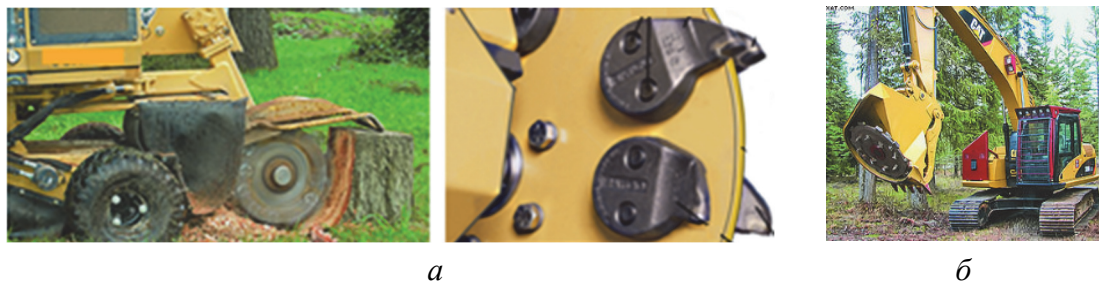


Рис. 10.6. Лесная фреза для измельчения пня с навесным дисковым рабочим органом (а) и с монтируемым на стреле манипулятора (б)

Привод дисковой фрезы осуществляется от гидромотора, подключенного к гидросистеме трактора. Площадь работы дисковых измельчителей невелика, но по сравнению с роторными они имеют относительно невысокую стоимость. К недостаткам следует отнести необходимость частой смены зубьев при работе на каменистых грунтах.

Одним из методов удаления пней является высверливание. Механический измельчитель пней ZKT серии «КРОТ» (рис. 10.7) полностью уничтожает пень и всю его корневую систему на глубине до 1 м. Это оборудование работает на пнях любого диаметра и древесине любого типа. Работа механического измельчителя пней ZKT серии «КРОТ» показана на рис. 10.7, а. Основной рабочий орган – бур, диаметр которого может быть 550, 700, 850 и 1000 мм, с возможностью изменять угол атаки. Бур слоями срезает древесину пня и корневой системы. При этом скорость измельчения составляет от 20 до 120 с в зависимости от модели. Ножевой измельчитель имеет механический привод от ВОМ трактора и агрегируется с тракторами мощностью 80–250 л. с.

Измельчители пней ZKT-DIPPERFOX (рис. 10.7, б) работают от гидравлического привода экскаватора или харвестера. Благодаря широкому выбору базовых машин (погрузчики, харвестеры, форвардеры, экскаваторы), эта модель является универсальной. Скорость измельчения пня составляет от 20 до 60 с. Рабочий диаметр бура 600 мм, 850 мм.





*а*



*б*

Рис. 10.7. Измельчители пней:  
*а* – ZKT серии «КРОТ»; *б* – ZKT-DIPPERFOX

Использование технологии мульчирования при подготовке участков вырубок к лесовосстановлению и при проведении работ по реконструкции малоценных насаждений позволяет снизить себестоимость не только лесозаготовительных работ за счет исключения очистки мест рубок, но и уменьшить расходы на уходы за лесными культурами, и самое главное – повысить приживаемость лесных культур и качество лесовосстановления.

### Контрольные вопросы



1. Какие существуют способы и виды расчистки лесных площадей?
2. Объясните принцип работы роторного измельчителя.
3. В чем состоит принцип работы дискового измельчителя?
4. Поясните принцип работы измельчителей пней.

### 11.1. Способы обработки почвы под лесные культуры

В настоящее время внедряются новые технологии и машины, механизмы и агрегаты на их основе для механизации лесовосстановительных работ, обеспечивающие очистку мест рубок и подготовку лесокультурных площадей с соблюдением прямолинейности рядов при обработке почвы, посадки лесных культур, проведения последующих агротехнических и химических уходов, рубок осветления и прочисток.

Воспроизводство лесных ресурсов в настоящее время осуществляется по трем основным направлениям: естественное, искусственное (создание лесных культур) и комбинированное. В связи с тем, что на территории Республики Беларусь лесное хозяйство ведется по интенсивной технологии, решающая роль принадлежит искусственному лесовосстановлению, которое обеспечивает равномерное размещение деревьев по площади; оптимальную густоту; формирование насаждений хозяйственно ценных для данных условий местопроизрастания пород, исключая нежелательную смену пород. Кроме этого, при создании насаждений искусственного происхождения появляется возможность использования селекционного посевного и посадочного материала.

В настоящее время рекомендуются для практического применения несколько способов обработки почвы под посадку лесных культур – вспашкой, глубоким рыхлением, дискованием, фрезерованием, культивацией. Подготовка посадочных мест может осуществляться в виде нарезки борозд, микроповышений, пластов, поделки посадочных гряд. Способ обработки почвы определяется категорией лесокультурной площади или категорией земель, на которых может проводиться сплошная либо частичная обработка с использованием различных орудий.

*Сплошную обработку* почвы выполняют на глубину 15–25 см с использованием плугов общего назначения, в первую очередь при создании особо ценных или плантационных лесных культур в свежих условиях местопроизрастания на площадях без наличия пней и естественного возобновления. На слабо задернелых почвах применяются дисковые бороны (БДТ-3,0; БНД-2/2,5) или фрезы.

*Частичная обработка* является основным способом обработки почвы под лесные культуры и осуществляется, как правило, в летне-осенний период. Применяется на нераскорчеванных вырубках, вырубках с недостаточным количеством благонадежного подроста и самосева главных пород, на площадях, заросших листовенным молодняком и кустарником, на избыточно увлажненных площадях, на которых должны создаваться микроповышения (категории лесокультурных площадей «б», «в» и «г»). К частичной обработке относятся: полосная вспашка и фрезерование, нарезка плужных борозд, создание микроповышений (пластов, валов, холмиков), устройство площадок, выкопка ям.

В лесокультурной практике Республики Беларусь оборот пласта распространен при бороздовой обработке почвы, при которой посев или посадка растений осуществляется в образованные плугом борозды либо в опрокинутые дерниной вниз пласты. Для этого применяют лесные плуги ПКЛ-70Д, Л-134, ЗКТ-2.

Орудия с приводным рабочим органом (АП-1, ЗКТ-2 АКТИВ) при работе практически не отваливают пластов, а лишь сдвигают верхний слой почвы и образуют корытообразную борозду.

Дисковые плуги применяют для обработки почвы на вырубках, сухих уплотненных и переувлажненных почвах.

Нарезка пластов и образование микроповышений на поверхности почвы осуществляется на влажных и временно переувлажняемых землях. Для этих целей предназначен плуг ЗКТ-2 POWER.

Избыточно увлажненные почвы рекомендуется обрабатывать с обеспечением временного отвода излишней влаги с участка и улучшения таким образом проходимости машинно-тракторных агрегатов.

На свежих вырубках с дренированными почвами, как правило, обработка почвы осуществляется плугами ПКЛ-70Д, Л-134, ЗКТ-2, при этом лемеха заглубляются минимально (до 15 см), обеспечивая удаление дернины с посадочного места при максимально возможном сохранении в нем плодородного слоя почвы.

При создании частичных лесных культур на площадях с отсутствием достаточного количества экземпляров хвойных и твердолиственных древесных пород и на вырубках с количеством пней более 500 шт. на 1 га может применяться частичная обработка путем устройства площадок или выкопки ям. Размер площадок от 0,2 м<sup>2</sup> на бедных до 1,0 м<sup>2</sup> на богатых и сильно задернелых почвах. Для посадки крупного посадочного материала в ямы глубиной 0,3–0,6 м и диаметром 0,2–1,0 м и при создании культур на дренированных почвах могут быть использованы ямокопатели.

## 11.2. Комплекс машин и орудий для обработки почвы

Обработка почвы под лесные культуры осуществляется специальными лесными плугами. Способ обработки зависит от механического состава и влажности почвы. При выборе орудия для обработки почвы на вырубке учитывается качество выполнения подготовки участка, высота, диаметр и количество пней на участке (таблица).

На дренированных сухих и свежих почвах предусматривается нарезка борозд. Для этой цели используются лемешные плуги ПКЛ-70Д, Л-134, ЗКТ-2 и активные плуги АП-1, ЗКТ-2 АКТИВ.

**Технологические комплексы орудий обработки почвы на вырубке  
в зависимости от количества пней на 1 га**

Количество	300–400	500–600	Более 600	
Марка орудий	ПКЛ-70Д	Л-134; ЗКТ-2; ЗКТ-2 АКТИВ	ЗКТ-2; ЗКТ-2 АКТИВ; МЖН-0,8; МЖН-1,2	ЗКТ-2 POWER; ЗКТ-700

Плуг лесной ПКЛ-70Д (рис. 11.1) применяется для обработки почвы в виде борозд под посадку лесных культур на не покрытых лесом землях различной степени задернения или на вырубках, обеспечивающих проходимость машинно-тракторного агрегата, а также по расчищенным полосам; для проведения противопожарных минерализованных полос.

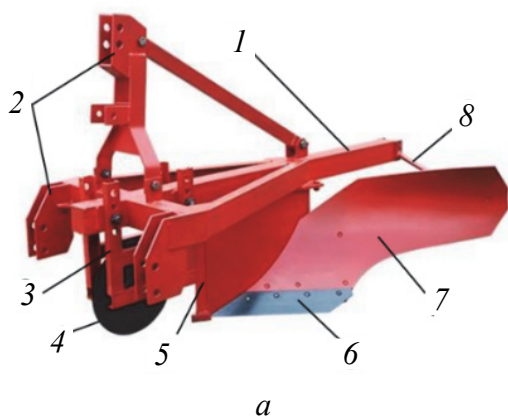


Рис. 11.1. Плуг лесной ПКЛ-70Д:

*а* – схема устройства; *б* – общий вид агрегата;

*1* – рама; *2* – навеска; *3* – кронштейн; *4* – дисковый подрезной нож;

*5* – нож корпуса; *6* – лемех; *7* – отвал; *8* – распорка отвалов

Плуг агрегируется с тракторами тяговых классов 14–30 кН. Навесное устройство обеспечивает регулировку глубины обработки

с помощью отверстий в кронштейнах, положением продольных тяг и регулировочным винтом центральной тяги механизма навески трактора. Производительность за 1 ч основного времени 2,5–5,7 км борозд. Ширина борозды под посадку 60–80 см. Ширина полосы не менее 120 см. Масса 500 кг.

На площадях, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования, почва в необрабатываемом горизонте имеет уплотненную структуру – подпахотную подошву, которая затрудняет проникновение корней культивируемых растений в нижележащие почвенные горизонты. В таких условиях рекомендуется применять более глубокое рыхление, которое может осуществляться как одновременно со вспашкой, так и отдельным приемом. Поэтому в конструкции лесных плугов (Л-134, ЗКТ-2 и др.) используют почвоуглубитель, глубина хода которого регулируется съемными грузами и прикатывающими катками (рис. 11.2). Спереди корпус имеет предохранительный элемент, который приподнимает всю конструкцию при встрече с пнем.

Плуг двухотвальный Л-134 предназначен для осенней обработки почвы (вспашка, рыхление), а после демонтажа почвоуглубителя также и для весенней нарезки борозд. Одновременное использование плуга и почвоуглубителя обеспечивает лучшее качество обработки почвы путем рыхления дна борозды. Тем самым создаются оптимальные условия для накопления влаги в осенне-зимний период. Конструкция плуга обеспечивает прямолинейность борозд, что облегчает дальнейший механический уход.

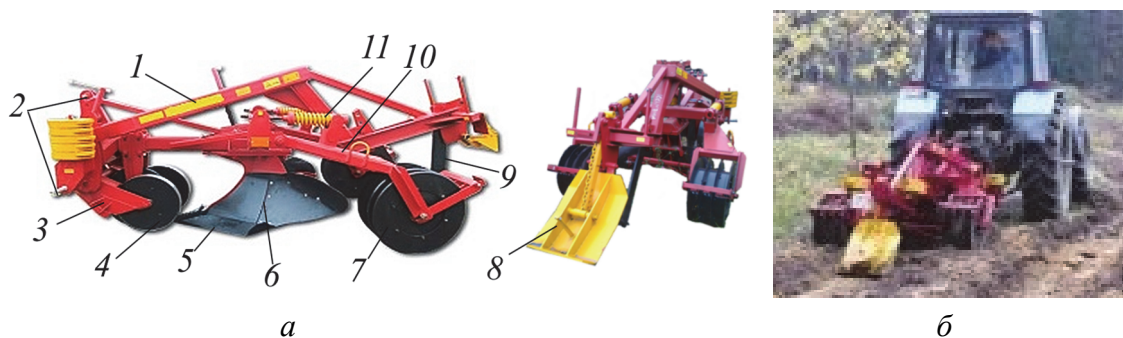


Рис. 11.2. Плуг лесной Л-134:

*а* – схема устройства; *б* – общий вид агрегата;

*1* – рама; *2* – навеска; *3* – предохранитель; *4* – катки предохранителя; *5* – лемех;

*6* – отвал; *7* – секции прикатывающих катков; *8* – лыжа; *9* – почвоуглубитель;

*10* – подвижная рамка; *11* – пружинный механизм

Масса плуга (с грузами около 200 кг) – 1260 кг. Мощность трактора 86 кВт (115 л. с.), глубина вспашки 50–150 мм, ширина захвата до



700 мм, глубина рыхления до 500 мм, ширина рыхления почвоуглубителя 260 мм. Производительность 2,5–5,2 км за 1 ч основного времени.

Плуг лесной двухотвальный ЗКТ-2 (рис. 11.3) предназначен для обработки почвы в виде борозд на вырубках под посев или посадку лесных культур, прокладки противопожарных минерализованных полос, а также обработки лесной почвы с большой степенью задернения. Представляет аналогичную конструкцию с плугом Л-134, но имеет регулировку заглубления и эффективно работает как на весенних, так и осенних влажных почвах вырубков, также обеспечена независимая работа корпуса плуга и почвоуглубителя, имеет усиленную конструкцию – отвал изготовлен из износостойкой стали. Регулировка глубины обработки почвы осуществляется с помощью гидравлического цилиндра, а не с помощью винта, как в типовых конструкциях.



*а*

*б*

Рис. 11.3. Плуг лесной двухотвальный ЗКТ-2:  
*а* – вид сбоку; *б* – вид сзади

Ширина захвата корпуса до 650 мм. Глубина обработки до 150 мм. Ширина отвала до 500 мм. Масса 900–1150 кг. Мощность трактора от 115 л. с.

Плуг лесной двухотвальный ЗКТ-2 POWER (рис. 11.4) предназначен для обработки влажной почвы на нераскорчеванных вырубках под посев или высадку лесных культур с созданием микроповышения на мостике между пластом почвы и бороздой.



*а*

*б*

*в*

Рис. 11.4. Плуг лесной двухотвальный ЗКТ-2 POWER:  
*а* – вид сбоку; *б* – вид сзади; *в* – формирование микроповышения



Передний диск плуга эффективно разрезает корни и позволяет без зацепов переезжать пни. Устройство микроповышения обеспечивает дополнительное удаление почвы из борозды в боковой отвал, благодаря чему при работе образовывается холм для посадки лесных культур, что позволяет высаживать культуры в низинах и заболоченных участках. Плуг имеет регулировку заглубления и обеспечивается пропорциональное перемещение грунта из борозды в два боковых отвала. Лемеха расположены под специальным углом, что дает возможность подрезать пласт грунта на определенной глубине, а винтообразная форма отвала переворачивает грунт, не позволяя ему вернуться обратно. За отвалами установлены катки, которые с регулируемым усилием придавливают перевернутый дерн.

ZKT-2 POWER имеет модульную конструкцию, что делает его ремонтпригодным, позволяя производить полную замену износившихся деталей корпуса плуга. Мощность трактора от 120 л. с., ширина захвата плуга до 800 мм, глубина вспашки до 250 мм. Длина 3645 мм с прикапывающим катком. Масса 1450 кг.

Плуг лесной активный ZKT-2 ACTIVE (рис. 11.5, а) предназначен для комплексной обработки почвы, он объединяет достоинства активного плуга и обработки поверхности почвоуглубителем. Плуг образует борозду (рис. 11.5, б) в результате вращательного движения дискового рабочего органа. Мощность трактора от 80 л. с., гидравлический расход масла 40 л/мин, глубина борозды до 250 мм, ширина борозды до 600 мм, углы работы фрезерного диска; 17°, 32°, 47°. Диаметр фрезерного диска 900 мм, полная масса не более 850 кг

Плуг с активным рабочим органом (АП-1) (рис. 11.5, в) предназначен для образования борозд под посадку лесных и плантационных культур на вырубках средней захламленности. Форма борозды – корытообразная с шириной 0,4–0,6 м и глубиной 10–20 см (рис. 11.5, г).

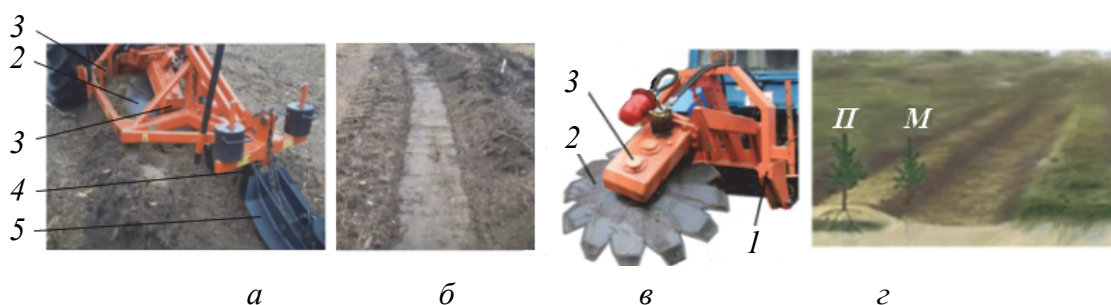


Рис. 11.5. Фрезерные почвенные плуги:  
 а – ZKT-2 ACTIVE; б – плуг активный АП-1; в – полоса обработки; г – схема посадки;  
 1 – рама; 2 – ножевой диск; 3 – редуктор; 4 – почвоуглубитель; 5 – лыжа;  
 П – посадка в пласт; М – посадка на мостике

Зубчатый диск, приводящийся в действие от гидромотора, при работе не разрушает структуру почвы (раздвигает почву), хорошо преодолевает препятствия на своем пути в виде пней. Ступенчатая регулировка угла положения рабочего органа в  $17^\circ$ ,  $32^\circ$ ,  $47^\circ$  дает возможность регулировки параметров борозды. Посадочными местами при такой обработке почвы может служить основание или вершина насыпной части пласта (Н), а также выемочная часть борозды (М). Рабочая скорость агрегата с трактором «БЕЛАРУС-82.1» составляет 1,9–3,0 км/ч, производительность 0,2 га за 1 ч основного времени, масса навесного оборудования – 400 кг.

Почвенные фрезы (ротоваторы) позволяют одновременно измельчать корни, пни и разрыхлять почву. Такие машины подходят для создания противопожарных полос, восстановления заброшенных территорий, расчистки участков после лесозаготовок, корчевания, разрыхления почвы перед посадкой лесных культур. Ротоваторы рассчитаны на работу с мощными тракторами, способны обрабатывать территории с пнями до 40–65 см диаметром и погружаться в грунт до 50 см, обеспечивая одновременно глубокую обработку почвы. При этом используется ротор большого диаметра (до 1 м), но меньшей ширины, вращающийся с небольшой скоростью.

Навесные фрезы с механическим или с гидравлическим приводом – измельчители пней ZKT-MERICRUSHER модели MJH-0.8, MJH-1.2 и ZKT-700 (рис. 11.6) можно использовать для измельчения древесных остатков и обработки почвы под посадку. За счет более узкого ротора увеличивается скорость обработки полос глубиной до 30 см.



*a*



*б*

Рис. 11.6. Ротоваторы ZKT в работе:  
*a* – MJH-0.8, MJH-1.2; *б* – ZKT-700

Ротаватор ZKT-700 предназначен для проведения работ по рекультивации земель, а также применяется в качестве измельчителя пней с заглублением до 30 см. Прикатывающий каток обеспечивает дополнительное уплотнение поверхности после прохода ротаватора. Благодаря различным вариантам лыж имеется возможность регулировать глубину обработки. Мощность трактора: 150–260 л. с., масса 1670 кг, рабочая ширина не менее 650 мм, рабочая глубина обработки до 300 мм, количество зубьев на роторе 16 шт., диаметр ротора 700 мм, скорость вращения ВОМ – 1000 об/мин.

### Контрольные вопросы



1. В чем отличия плугов ПКЛ-70Д, Л-134, ZKT-2?
2. В чем сущность работы лесной фрезы-ротаватора?

### 12.1. Этапы механизации лесопосадочных работ

Посадка леса является основным методом создания лесных культур. На слабо задернелых, легких свежих и влажных песчаных и супесчаных почвах в условиях местопроизрастания  $A_2-A_3$ ,  $B_2-B_3$  лесные культуры сосны обыкновенной могут создаваться посевом.

Посадкой создаются лесные культуры на очень сухих и сухих почвах, быстро теряющих влагу в пахотном горизонте; на избыточно увлажненных и влажных почвах, на которых возможно выживание всходов и растений; на наиболее плодородных почвах, быстро зарастающих травянистой растительностью и малоценными древесно-кустарниковыми породами; на участках, подверженных водной и ветровой эрозии. Посадку осуществляют механизированным, автоматизированным или ручным способами. Способ создания лесных культур выбирается в зависимости от лесорастительных условий, категории лесокультурной площади, биологических особенностей культивируемых пород, а также экономических условий лесхоза.

Сосна обыкновенная является одной из основных лесообразующих пород в Республике Беларусь, ее формация в покрытых лесом землях, находящихся в ведении Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, занимает 51,2% их общей площади. Под культуры сосны в большинстве случаев используют наименее благоприятные условия местопроизрастания: песчаные и супесчаные почвы, так как эта порода нетребовательна к почве и успешно переносит сухость климата.

В условиях Беларуси еловые насаждения произрастают преимущественно на дерново-подзолистых супесчаных и суглинистых почвах. Главным образом еловые древостои формируются в условиях повышенного атмосферного увлажнения. Так как основная часть корневой системы ели расположена в верхней части почвы, то гранулометрический состав должен быть представлен супесчаными и суглинистыми горизонтами, и режим влажности почвы наиболее важен в ее верхних горизонтах.

При создании лесных культур саженцами ели европейской важно обеспечивать прямолинейность рядов, что значительно облегчает процесс проведения уходов, которые являются крайне необходимым мероприятием, особенно в богатых условиях произрастания.

Посадка саженцев ели европейской может выполняться как ручным, так и механизированным способом. Механизированная посадка

саженцев минимизирует вероятность некачественной посадки саженцев вследствие неквалифицированных действий работников по сравнению с ручной посадкой.

Для повышения технико-экономической эффективности производства лесных культур на вырубках, площадях с порубочными остатками и каменистыми почвами одним из направлений было создание и применение различных лесопосадочных машин, обеспечивавших подготовку непрерывной посадочной щели и оснащавшихся сошниками с острым или тупым углом вхождения в почву или устройствами для преодоления препятствий. Другим направлением являлась разработка и применение машин дискретного действия, обеспечивающих подготовку локально расположенных посадочных мест в равнинных и горных условиях.

Разнообразие условий эксплуатации – лесокультурных площадей, а также технологических задач по лесоразведению и лесовосстановлению определили этапы развития способов и соответствующих им устройств для подготовки посадочных мест в виде непрерывной щели или локально расположенных лунок с ручной механической или автоматической подачей посадочного материала в посадочное место (лучевых, качающихся, транспортерных, дисковых посадочных аппаратов), заделки корней почвой дискретно или непрерывно действующими рабочими органами (катками и др.).

Механизация посадки леса зародилась в начале 30-х гг. прошлого века, тогда была разработана лесопосадочная машина ЛП-1. В лесхозах в то время производство лесных культур на вырубках осуществляли путем нарезки борозд шириной около 30 см конными плугами, посадку семян под меч, а уход за этими культурами производился мотыгами.

С этого времени в СССР и за рубежом конструирование лесопосадочных машин проходило в направлении использования их на площадях, свободных от пней со вспаханной почвой (СЛЧ-1, СЛН-1, PFI-3F, A-821, Manhardt, Smalford и др.).

В послевоенные годы перед лесным хозяйством стояла задача по обеспечению воспроизводства лесов хозяйственно ценными лесными породами на вырубках и других площадях. Проведение лесовосстановления на обширных площадях потребовало привлечения значительного количества рабочих и средств труда. К концу пятидесятых годов, когда начались активные исследования по данному направлению, уровень оснащенности лесного хозяйства машинами для производства лесных культур был еще низким. На протяжении следующих десятилетий в стране активно происходил процесс разработки, выпуска и использования лесопосадочных машин. Центрами научных исследований являлись БелНИИЛХ, УкрНИИЛХ, ЛенНИИЛХ и др.



В Белорусском научно-исследовательском институте лесного хозяйства (БелНИИЛХ), в настоящее время Институт леса Национальной академии наук Республики Беларусь (ИЛ НАН РБ), с 1958 по 1963 г. была разработана конструкция лесопосадочной машины ЛМД-1 для технологии посадки на нераскорчеванных вырубках (В. С. Давиденко) с выпуском машин на Кировском механическом заводе в 1964 г. Впоследствии под руководством В. С. Давыденко будет создан целый ряд конструкций машин марки ЛМД.

Результатом дальнейшей работы на протяжении 1967–1972 гг. стали исследования в отделе механизации БелНИИЛХа, в итоге чего была разработана конструкция лесопосадочной машины МЛ-1 (выпуск опытной партии – Лубенский завод «Лесмаш»). Лесопосадочная машина МЛ-1 обеспечивала посадку семян и саженцев лиственных пород с высотой надземной части до 1,4 м, а саженцев хвойных пород – высотой до 60 см на выработанных торфяниках, осушенных болотах и вырубках (шаг посадки 1 и 2 м).

К 80-м гг. прошлого века насчитывалось значительное количество освоенных к производству лесопосадочных машин, предназначенных для рядовой посадки семян или саженцев хвойных и лиственных пород на вырубках и других лесных площадях: ЛМД-1 (для однорядной посадки семян одно-трехлетнего возраста в дно борозды на вырубках с наличием до 1000–1500 пней на 1 га, а на легких незадернелых почвах – без обработки почвы); ССН-1 (для посадки семян при полезащитном лесоразведении); СБН-1 (для посадки 2–3-летних семян по дну борозды двухотвального плуга, глубина хода сошника 25 см, шаг посадки 50, 75, 100, 150 см); СБН-1А (для посадки семян (саженцев) на вырубках с количеством пней до 600 шт./га); СПУ-1 (посадка для поливных условий); СЛН-1 (с шагом посадки семян 0,5; 0,75 и 1 м); СЛПН-1 (для однорядной посадки семян); СЛН-2 (для посадки одно- двухлетних семян на равнинных открытых площадях и работы на склонах крутизной до 20°); СЛ-2 (для двухрядной посадки семян); ЛМГ-2 (для посадки семян при облесении горных склонов, приовражных полос и полезащитных насаждений); СЛП-2 (для двухрядной посадки семян по плужным пластам, подготовленным на переувлажненных почвах лесными плугами и канавокопателями, состоит из двух секций для междурядий 1,5–2,5 м, присоединенных к общему брусу, шаг посадки произвольный); СЛГ-1 (для посадки 2–3-летних семян по микроповышениям и грядам на вырубках с временно переувлажненными почвами, шаг посадки 50, 75, 100 и 150 см); МЛБ-1 (для посадки саженцев на песках); СЛНУ-1 (для посадки семян на террасах); ЛМБ-1 (для посадки семян)



с закрытой корневой системой (ЗКС) без обработки почвы); ЛМБ-2 (для посадки сеянцев ЗКС); СКЛ-1 (для рядовой посадки крупномерных саженцев хвойных пород на вырубках с количеством пней до 600 шт./га); МПП-1 (для обработки и рыхления почвы на глубину 45 см с посадкой сеянцев); МЛП-1 (для посадки саженцев с устройством пневматической подачи); МЛУ-1 (для рядовой посадки сеянцев хвойных и лиственных пород с высотой надземной части 10–40 см, саженцев хвойных пород с высотой надземной части 20–50 см и длиной корней 30 см на вырубках с количеством пней до 600 шт./га; МЛУ-1А (модернизированная лесопосадочная машина с дисковым посадочным аппаратом); СЛ-2А (для посадки сеянцев и саженцев хвойных пород по микроповышениям); лесопосадочная машина «Квиквуд», Австрия (для посадки лесных культур точечным способом без обработки почвы; лесопосадочный агрегат ЛПА-1 (посадка сеянцев и саженцев лесных и плодовых культур по террасам), автомат АПА-1 (для подачи сеянцев в захваты высаживающего аппарата лесопосадочных машин).

Одновременно проводились работы по созданию лесопитомниковых посадочных машин – СШН-3 (для посадки лесных и плодовых сеянцев в школу питомников с шагом посадки от 0,2 до 3 м, глубина хода сошников до 30 см), а также СШН-3/5, ЭМИ-5, ССЧ-3/5, Л-218 и др.

С 1980 по 2000 г. работы проводились в направлении автоматизации посадки сеянцев, совершенствования конструкций машин для посадки саженцев, а также механизированной посадки сеянцев ЗКС. В результате был налажен выпуск приспособления лесопосадочного автоматического ПЛА-1 к плугу ПКЛ-70 для посадки сеянцев по дну борозды; автоматических лесопосадочных машин МЛА-1 для посадки сеянцев (1986) и МЛА-1А «ИЛАНА» (1999 г.), машины с электроприводом посадочного аппарата – ЛМД-21, а также ЛМД-81 (для посадки крупномерных саженцев хвойных на не раскорчеванных вырубках, шаг посадки 0,8–1,0 м) (1989 г.), машин МПС-1 (для посадки крупномерных саженцев) и ЛМД-2 (с ручной подачей сеянцев).

## **12.2. Машины для посадки сеянцев и саженцев древесных и кустарниковых пород**

В настоящее время в Республике Беларусь и в Российской Федерации продолжается выпуск лесопосадочных машин. В наличии имеются лесопосадочные машины, из которых основную массу составляют механизмы различных модификаций МЛУ-1, МП-5, SZ, ЛМД-2 и др.

Для посадки саженцев древесных и кустарниковых пород, в том числе в питомнике, налажен выпуск однорядных лесопосадочных машин МП-5 и УП-1 (рис. 12.1).



*а*



*б*



*в*

Рис. 12.1. Машины для посадки:  
*а* – МП-5; *б* – УП-1; *в* – SZ (МЛП-1)

*Лесопосадочная машина МП-5* (рис. 12.1, *а*) предназначена для посадки семян и саженцев как на неподготовленных, так и на окультуренных площадях. Высота посадочного материала от 10 до 150 см, максимальная глубина посадки до 40 см. Агрегатируется с тракторами класса 14–20 кН.

Машины лесопосадочные SZ (МЛП-1) обслуживаются одним сажалщиком, предназначены для механизированной посадки семян хвойных и лиственных пород с открытой и закрытой корневыми системами на непереувлажненных, очищенных от порубочных остатков и подготовленных участках.

*Лесопосадочная машина МЛУ-1А* (рис. 12.2) предназначена для посадки семян и саженцев хвойных пород лесных культур на вырубках и других площадях. Может применяться на свежих, слабо и средне задернелых нераскорчеванных вырубках с количеством пней до 600 шт. на 1 га. При наличии большего количества пней на 1 га на вырубке должна быть расчищена полоса шириной не менее 2,5 м.

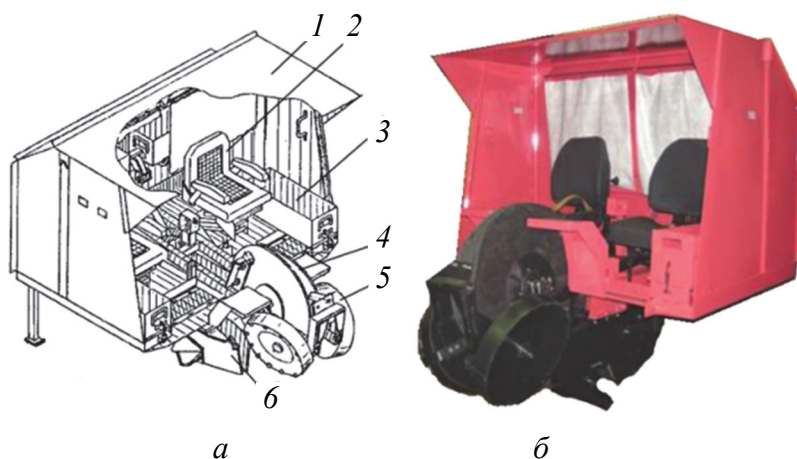


Рис. 12.2. Машина лесопосадочная МЛУ-1А:

*а* – схема устройства; *б* – общий вид агрегата;

*1* – рама с ограждением; *2* – сиденье; *3* – ящик для посадочного материала; *4* – тележка с дисковым посадочным аппаратом; *5* – прижимные катки; *б* – сошник

Производительность 2,17–2,45 км за 1 ч основного времени, глубина посадочной щели не менее 30 см, масса машины 900 кг.

Лесопосадочная машина ZKT UNIFOX 1 (рис. 12.3) оборудована посадочным аппаратом с 10 захватами, что позволяет сажать растения с открытой корневой системой на регулируемом расстоянии 27–80 см друг от друга. Производительность на ровной подготовленной поверхности до 1500 сеянцев в час.



Рис. 12.4. Лесопосадочные машины:

*а* – ZKT UNIFOX 1 в исполнении для школ питомника;

*б* – ZKT UNIFOX 2 для посадки лесных культур на лесокультурных площадях

Лесопосадочная машина ZKT UNIFOX 2 позволяют сажать растения высотой до 50 см с открытой корневой и закрытой корневой системами с регулируемым шагом посадки 450–2700 мм. Средняя производительность составляет 0,5–1,5 га/см за 8-часовую рабочую смену.

Работает на непереувлаженных, очищенных от порубочных остатков и подготовленных участках с понижением пней, а также на бывших сельскохозяйственных участках. Агрегируется с трактором мощностью от 80 л. с.

### Контрольные вопросы



1. Какие существуют способы посадки лесных культур?
2. Опишите технологический процесс работы лесопосадочной машины.
3. Перечислите машины для посадки семян и посадки саженцев.

### 13.1. Агротехнический уход

*Уход за лесными культурами* – комплекс приемов, направленных на улучшение условий для приживаемости и роста культивируемых деревьев и кустарников путем рыхления почвы, уничтожения сорняков, оправки растений от засыпания листвой и почвой, внесение удобрений.

Успешность роста и продуцирования лесных культур определяется не только эффективностью мероприятий по их производству, но и проводимыми за ними уходами, особенно в молодом возрасте, когда посадки могут угнетаться травянистым покровом, мягколиственными породами и кустарником. Основными задачами уходов является создание благоприятных экологических условий для роста и развития лесных культур, а также сокращение периода завершения лесокультурного производства. Это достигается путем проведения агротехнических и лесоводственных уходов в раннем возрасте, которые позволяют целенаправленно изменять водный, воздушный, тепловой и питательный режимы почв, а также микроклимат приземных слоев атмосферы и режим освещенности лесных культур.

Агротехнические уходы проводятся на первых годах роста культур и включают в себя следующие приемы:

- 1) оправка посадочного материала после механизированной посадки;
- 2) рыхление почвы с одновременным уничтожением травянистой растительности, а также нежелательной древесной растительности;
- 3) скашивание травянистой растительности в рядах и междурядьях;
- 4) сплошное или направленное нанесение растворов гербицидов на травянистую растительность.

Наибольшее применение в настоящее время в лесном хозяйстве имеют второй и третий приемы. Могут проводиться ручным или механизированным способами путем рыхления почвы с одновременным уничтожением сорной травянистой и мелкой древесно-кустарниковой растительности.

Количество и время проведения уходов определяют в зависимости от степени зарастания культур травянистой растительностью и мягколиственными породами. Глубина рыхления почвы при механизированном уходе за лесными культурами ограничивается месторасположением их корневых систем.

При проведении агротехнических уходов основное внимание должно уделяться лесным культурам светолюбивых пород (сосна, лиственница и др.) на относительно богатых почвах (орляковая, кисличная, снытевая и другие серии типов леса). Основные агротехнические уходы проводят в первой половине вегетационного периода и по его окончанию, а заканчивают в зависимости от состояния культур на 2–4-й год после их создания. Уничтожение нежелательных видов древесно-кустарниковой растительности, возобновившихся естественным путем, может осуществляться до перевода участков лесных культур в земли, покрытые лесом.

В настоящее время стоит задача кардинального улучшения всех фаз производства лесных культур, в том числе междурядной обработки почвы в культурах или проведения механизированного ухода за культурами на первых годах жизнедеятельности, после их посадки на лесокультурных площадях.

Агротехнические уходы проводятся до 3–5 лет с момента создания лесных культур, далее необходимо осуществлять лесоводственные уходы, направленные на борьбу с нежелательной древесно-кустарниковой растительностью.

Скашивание травянистой растительности в рядах и междурядах лесных культур выполняется главным образом мотокосами и, несмотря на высокое качество уходов, этот способ имеет существенный недостаток – значительные трудозатраты на единицу площади. Более выгодным экономически является рыхление почвы в междурядах с одновременным уничтожением травянистой, а также нежелательной древесной растительности.

В последнее время наметилась тенденция применения на лесоводственных уходах машин с активными рабочими органами, имеющими ряд преимуществ: более тщательное удаление нежелательной растительности, ее измельчение и перемешивание с почвой, чем ускоряется ее разложение. Таким образом, культуры получают дополнительно органику, а также улучшается пожарная безопасность.

Достичь высокого качества агротехнических уходов с используемыми в настоящее время главным образом КЛБ-1,7 (рис. 13.1) не удается. В основном такое неудовлетворительное проведение уходов происходит по причине несовершенства применяемого оборудования. Главный минус применяемых в настоящее время машин – слабое копирование поверхности почвы, поэтому особенно на нераскорчеванных вырубках, а также на сильно завалуненных почвах при наезде рабочего органа на препятствие происходит его смещение, которое часто ведет к повреждению ряда культур.

Выбор вида агротехнического ухода зависит в основном от способа обработки почвы. При сплошной обработке почвы в междурядах



проводится уход механизированным способом методом «седлания» ряда. С каждой стороны ряда лесных культур при таком уходе оставляется защитная полоса шириной 25–30 см. При полосной обработке почвы проводится механизированный уход лишь в пределах обработанной полосы.

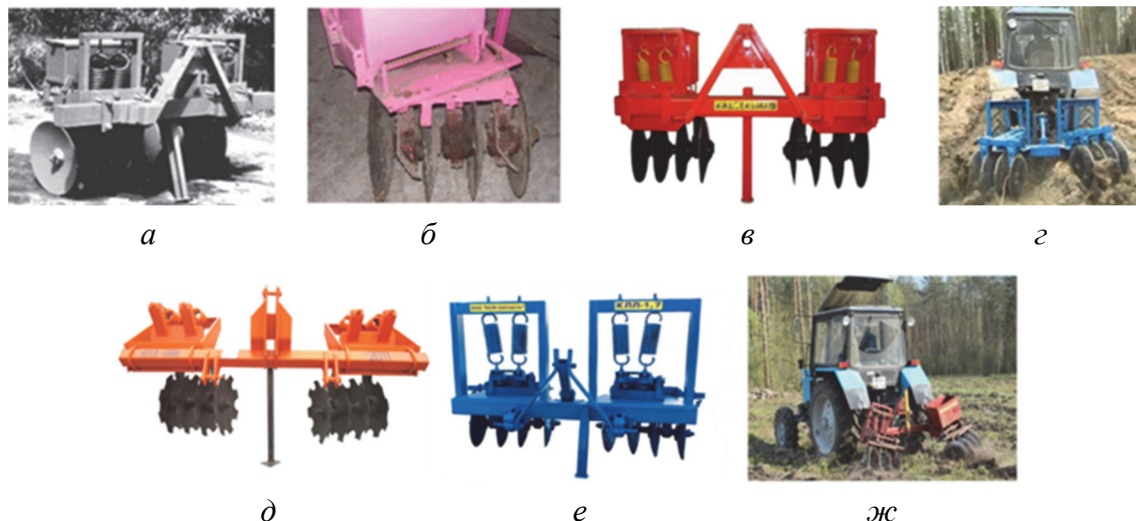


Рис. 13.1. Культиваторы для агротехнического ухода за лесными культурами:  
*а, б* – лесной бороздной КЛБ-1,7; *в* – Л-129; *г* – КЛП-1,7;  
*д* – КЛД-1,8М; *е, ж* – КЛЛ-1,7

В различных конструкциях лесных орудий в качестве рабочих органов используют сферические диски. Например, культиватор лесной бороздной КЛБ-1,7 (ширина захвата 1,7 м) (рис. 13.1), широко используемый при уходе за лесными культурами, созданными на вырубках по дну плужных борозд или полосам, состоит из двух дисковых батарей, закрепленных на общем бруске рамы. В каждой батарее имеется четыре сферических диска диаметром 510 мм, насаженных на ось квадратного сечения, которая вращается в подшипниках стоек. Стойки каждой батареи приварены к нижней горизонтальной плите, соединенной с верхней плитой при помощи шарнирного и фиксирующего болтов.

Однорядная дисковая борона ЗКТ-2500 Л-1Ф (рис. 13.2) предназначена для ухода за лесными насаждениями в одно-, пятилетних культурах, разрыхления почвы, подготовки почвы в питомниках, уничтожения сорной и нежелательной растительности в междурядьях, выравнивания почвы, а также ухода за противопожарными полосами. Диски серповидной формы диаметром 660 мм внедряются в грунт, перемалывая корни и ветки, уничтожая корневую систему. Угол атаки меняется в диапазоне 0–20°. Небольшие габариты и маленький вес позволяют эффективно работать на труднодоступных площадях.

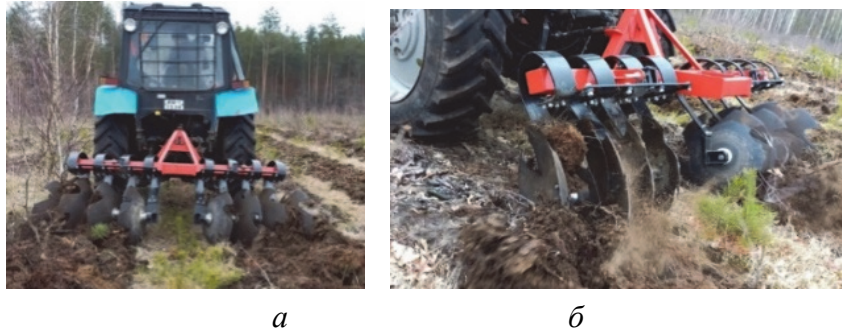


Рис. 13.2. Однорядная дисковая борона ZKT-2500 Л-1Ф:  
*а* – общий вид; *б* – дисковые секции

Каждый диск расположен на индивидуальной стойке. Исключается наматывание растительности и забивание дисков. При наезде на препятствие стойка отклоняется в сторону, а после преодоления принимает прежнюю форму, при этом не деформируется стойка, рама, не ломается диск и т. д. На легких почвах рекомендуется работа в плавающем положении гидрораспределителя, а на тяжелых, заросших ягодником или кустарником почвах с принудительным заглублением дисков в почву и фиксацией положения – в режиме «заперто». Может использоваться для сплошной обработки, а при демонтаже центральных рабочих органов и для обработки междурядий.

Мощность трактора от 80 л. с.; рабочая ширина 2600 мм; рабочая глубина до 170 мм; ширина междурядья 400 мм; количество дисков 6+2 диаметром 660 мм; конструкционная масса 300 кг.

Дисковая двухрядная борона ZKT-2500 Л-2 (рис. 13.3) предназначена для проведения уходов за лесными насаждениями в культурах, разрыхления почвы, подготовки почвы в питомниках, уничтожения сорняков на междурядьях, а также поддержания противопожарных и минеральных полос.



Рис. 13.3. Двухрядная дисковая борона ZKT-2500 Л-2:  
*а* – общий вид; *б* – дисковые секции

Особенностью конструкции является гидравлическая регулировка ширины междурядья. Каждый диск расположен на индивидуальной стойке и исключается наматывание растительности на вал и забивание дисков. При наезде на препятствие стойка отклоняется в сторону, а после преодоления принимает прежнюю форму, при этом исключается деформация стойки и рамы и поломки. Шарнирное сочленение рамы с секциями рабочих органов позволяет проводить обработку почвы без пропусков. Имеется возможность дополнительно нагружать борону для более глубокой обработки на твердых почвах.

Мощность трактора от 80 л. с.; масса 600 кг; рабочая ширина 2000–2800 мм; рабочая глубина до 170 мм; ширина междурядья до 800 мм; тип стойки диска – пружинная S-образная; количество дисков 16 шт.; диаметр дисков 560 мм.

*Борона лесная кольчатая ZKT-2500K* (рис. 13.4) используется для междурядной обработки лесных культур, созданных на категориях лесокультурных площадей «а» и «б». Благодаря особенностям конструкции рабочих секций вал с легкостью преодолевает препятствия в виде пней, корней и порубочных остатков.



*а*

*б*

Рис. 13.4. Борона лесная кольчатая ZKT-2500K («вал Кроковского»):  
*а* – общий вид; *б* – кольчатые секции

Шарнирное сочленение рамы бороны с секциями рабочих органов позволяет проводить обработку почвы без пропусков. Борона оснащена гидравлической регулировкой ширины междурядья, что позволяет легко приспособиться к условиям эксплуатации. При уходе за лесными культурами на вырубках глубина рыхления почвы составляет до 15 см. Мощность трактора от 80 л. с.; производительность 1,5–2 га за 8-часовую смену; масса 750 кг.

*Двухрядная дисковая борона ZKT-2500Л* (рис. 13.6) хорошо уничтожает сорняки на междурядьях, выравнивает поверхность после вспашки. При этом каждый диск расположен на индивидуальной стойке и легко меняется в случае его поломки либо износа.



Каждая стойка с рабочим органом защищена резиновыми амортизаторами, которые также обеспечивают безопасную эксплуатацию и защиту рамы бороны и трактора от перегрузок. Присутствует гидравлическая регулировка ширины междурядья.



*а*

*б*

Рис. 13.5. Двухрядная дисковая борона ZKT-2500Л:  
*а* – общий вид; *б* – седлание ряда культур

Мощность трактора от 80 л. с.; рабочая ширина 2000–2800 мм; рабочая глубина до 170 мм; ширина междурядья 0–800 мм.

## 13.2. Химический уход

В случае применения обработки почвы и после ручной посадки лесных культур, когда нет возможности прямолинейного прохода машин, нежелательная и сорная растительность может уничтожаться механическим путем в междурядьях и рядах культур с применением ручного моторизованного инструмента или химическим способом.

Для этих целей можно использовать ручной штанговый опрыскиватель MANKAR HQ-45 с ультрамалообъемной (УМО) технологией опрыскивания (рис. 13.6), который позволяет распределять гербицид в чистом виде, без разбавления его водой.

Защитный экран имеет возможность поворота в вертикальной и горизонтальной плоскости, а его форма и размеры позволяют использовать опрыскиватель в рядах и междурядьях культур, обеспечивая копирование неровной поверхности. Ширина захвата (обработки) регулируется в диапазоне от 15 до 45 см с помощью рычага регулировки дозировки. Контроль работой ручного опрыскивателя осуществляется по свечению индикатора в стеклянном окошке корпуса предохранителя.

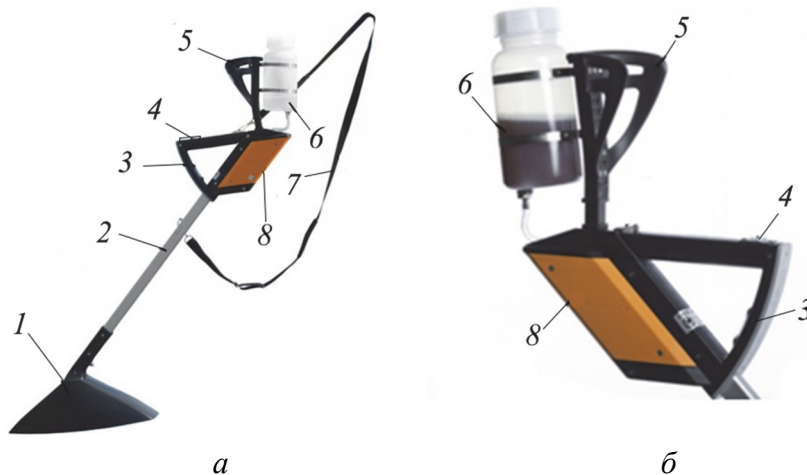


Рис. 13.6. Ручной опрыскиватель MANKAR HQ-45 с УМО технологией:  
*а* – общий вид; *б* – узел управления;  
 1 – защитный экран; 2 – штанга; 3 – рукоятка; 4 – кнопка включения; 5 – подлокотник;  
 6 – бачок для рабочей жидкости; 7 – ремень; 8 – силовой блок

Для включения подачи рабочей жидкости имеется клапан с маркировкой **1** (включено) – **0** (выключено). Опрыскиватель предназначен для внесения гербицидов (Раундап, Баста, Грамаксон и др.) и обеспечивает высокую производительность обработки, точное ультрамалообъемное нанесение и безопасное использование в период вегетации, снижение затрат времени, расхода гербицидов от 0,5 до 4,0 л/га. Время работы устройства на одной зарядке аккумулятора – 8 ч. Емкость бака составляет 1000 мл; площадь покрытия до 1 га; вес 2,6 кг.

### 13.3 Лесоводственный уход

*Косилка-измельчитель роторная ZKT-250* (рис. 13.7) применяется для ухода за лесными насаждениями от однолетних до пятилетних культур на вырубках с большим количеством пней и порубочных остатков.



Рис. 13.7. Косилка-измельчитель роторная ZKT-250:  
*а* – общий вид; *б* – обработка культур

Косилка состоит из рамы, выполняющей роль гидробака, объемом 200 л и двух подвижных секций, имеет свою автономную гидросистему, включающую насос, гидромотор, систему безопасности. Каждая секция снабжена ротором с подвижными молотками-битами. Обе секции работают независимо друг от друга. Масса не более 950 кг; рабочая ширина – 2200–2720 мм.

Одним из направлений срезания поросли является применение сверхлегких харвестеров Usewood и Vimek 404 T6 (рис. 13.8), на стрелу манипулятора которых может устанавливаться валочная головка.

Валочная головка UW180S специально разработана для установки на небольшие лесозаготовительные машины Usewood и имеет быстрый и надежный пильный агрегат, который предназначен для резки стеблей диаметром до 22 см.



Рис. 13.8. Машина Usewood с валочной головкой UW180S (а) и Vimek 404 T6 с валочной головкой UW50 (б)

Валочная головка для хвороста UW50 на харвестере Vimek 404 T6 обеспечивает срезание хвороста диаметром 30 мм или меньше. Это лезвие 80 см в диаметре, может резать хворост со всех сторон.

### Контрольные вопросы



1. Перечислите орудия для агротехнического (механического и химического) ухода за лесными культурами.
2. Что собой представляют лесные культиваторы и лесные бороны?
3. Перечислите основные отличительные особенности конструкции лесных орудий междурядной обработки.
4. Какие машины применяются для лесоводственного ухода?



### 14.1. Технологические комплексы машин производства лесных культур на вырубках и гарях

Основным методом создания лесных культур является посадка леса. Посадкой создаются лесные культуры в следующих случаях: на очень сухих и сухих почвах, быстро теряющих влагу в пахотном горизонте; на избыточно увлажненных и влажных почвах, где возможно выжимание всходов и растений; на плодородных почвах, быстро зарастающих травянистой растительностью и малоценными древесно-кустарниковыми породами; на участках, подверженных водной и ветровой эрозии. На слабозадернелых, легких и влажных песчаных и супесчаных почвах в условиях местопроизрастания  $A_2-A_3$ ,  $B_2-B_3$  лесные культуры сосны обыкновенной могут создаваться посевом. Одновременно с нарезкой неглубоких борозд может осуществляться посев строчно-луночным способом 2–5 семян в лунке с равномерным шагом посадки. Глубина заделки семян хвойных пород составляет 0,5–1,8 см, желудей 5–8 см. Посев семян древесных пород допускается только на слабо задернелых почвах, предварительно обработанных лесными фрезами, дисковыми боронами, плугами и др. Высеваются семена ранней весной рядовым, строчно-луночным или гнездовым способами.

Машинные технологии обеспечивают повышение производительности и снижение затрат труда при производстве работ. Применение машинных способов зависит от машинопригодности объектов выполнения технологических процессов. Машинопригодность в технологической системе «машина – объект» предъявляет определенные требования к выбору средств механизации, а те, в свою очередь, – к состоянию объекта механизации.

Успешность реализации машинной технологии зависит, с одной стороны, от показателей тягово-сцепных свойств машины или машинно-тракторного агрегата, а также от показателей проходимости (опорной и геометрической) и устойчивости, в том числе прямолинейного движения, а с другой – от условий эксплуатации, обусловленных рельефом местности, наличием препятствий и т. д.

ОАО «Завод коммунальной техники» выпускает машины и орудия для производства лесных культур машинным способом, включая подготовку участков вырубок, обеспечивающих измельчение порубочных

остатков и пней мульчером ZKT-2300, измельчение пней и обработку почвы лесной фрезой ZKT-700, МЖ-1,2; измельчение пней высверливанием навесным оборудованием на трактор ZKT серии «КРОТ» (ZKT-ROTOR-M, ZKT-ROTOR-G); навесным оборудованием на стрелу манипулятора ZKT-DIPPERFOX SC850, производительностью 180 пней/ч; ZKT-DIPPERFOX SC600 с «АМКОДОР-2551» с производительностью 60 пней/ч; нарезку микроповышений плугами ZKT-2 POWER или борозд ZKT-2; посадку семян ОКС и ЗКС машинами ZKT-UNIFOX 2 и ZKT WOLF. Агро-технический уход может осуществляться косилкой-измельчителем ZKT-2500 или бородами – кольчатой ZKT-2500К, дисковыми – ZKT-2500Л, ZKT-2500Л1, ZKT-2500Л2). На базе этих устройств является целесообразным формировать технологические комплексы (таблица).

По технико-эксплуатационным показателям критериям машинопригодности на вырубках соответствуют конструкции лесохозяйственных тракторов («БЕЛАРУС МУЛ-82.1», МУЛ-122.1) и лесных машин («БЕЛАРУС», «АМКОДОР», БТЗ-180К и др.)

#### Технологические комплексы машин производства лесных культур на вырубке

Технологическая операция	Комплексы машин при количестве пней/га		
	300–500	500–600	Более 600
Сгребание порубочных остатков	ОУЛ-2,4+ОПЛ		
Измельчение пней и порубочных остатков на полосах	ФИД-2,3		ZKT-2,3 ZKT-600 «КРОТ», ZKT-DIPPERFOX
Обработка почвы бороздами	ПКЛ-70Д	Л-134, ZKT-2	ZKT-2 ZKT-2
Обработка почвы полосами	МЖ-0,8		МЖ-1,2 ZKT-700
Обработка почвы пластами	ZKT-2 POWER		
Посадка семян ОКС	ZKT-UNIFOX 2, SZ		
Посадка семян ЗКС	ZKT-UNIFOX 1, ZKT WOLF, SZ		
Посадка саженцев ОКС	МЛУ-1А		
Уход за лесными культурами	ZKT-2500, ZKT-2500К, ZKT-2500Л, ZKT-2500Л1		

Выбор приемов работы при производстве лесных культур на вырубках зависит от наличия лесосечных отходов (порубочных остатков), древесно-кустарниковой растительности порослевого возникновения и количества пней. Для этого после завершения лесосечных работ целесообразно выполнение подготовительных операций – очистки лесосек от порубочных остатков, понижения пней, измельчения пней и древесной растительности на полосах 2,2–2,5 м.

Наиболее неблагоприятным вариантом по машинопригодности будет количество пней на вырубке более 600 шт./га. Распространенным приемом первичной обработки почвы под лесные культуры является нарезка борозд плужным агрегатом (ПКЛ-70Д и др.). Искривление

траектории при объезде пней делает невозможным копирование ее при машинной посадке.

При количестве пней 300–400 шт./га кривизна траектории при нарезке борозд не будет оказывать существенного влияния. Применение лемешных плугов с приставками для дополнительной обработки пластов с рыхлением подпахотного слоя почвы, а также предохранения корпуса от встречи с пнем (Л-134, ЗКТ-2) уменьшают криволинейность траектории движения. На полосах при таком приеме обработки почвы будет выдерживаться практически прямолинейность движения с образованием лишь пропусков при встрече с пнями. Технология уместна при общем количестве 400–500 пней на 1 га вырубке.

В случае наличия на вырубке пней более чем 600 шт./га целесообразно применение измельчения или понижения пней. Для полосной обработки почвы применяют мульчеры-ротоваторы, которые осуществляют измельчение порубочных остатков, древесно-кустарниковой растительности и пней и перемешивание измельченной массы с почвой на глубину до 30 см.

## 14.2. Реконструкция насаждений

Реконструкция лесокультурными методами проводится в малоценных молодняках и средневозрастных насаждениях, которые по своему составу, полноте, ожидаемой к возрасту спелости, продуктивности и выполняемым функциям не соответствуют лесорастительным условиям и целевому назначению лесов. Сюда относятся кустарниковые заросли на участках, пригодных для выращивания продуктивных древостоев (за исключением кустарников, эффективно выполняющих защитные функции на землях, подверженных водной и ветровой эрозии, в поймах рек); мягколиственные порослевые молодняки при различной полноте, а также средневозрастные порослевые мягколиственные насаждения с полнотой 0,4 и ниже; молодняки и средневозрастные насаждения, не соответствующие по своим биологическим особенностям почвенным условиям; молодняки и средневозрастные насаждения ольхи серой, ивы, граба, порослевой осины и березы, имеющие низкую качественную (преимущественно дровяную) древесину.

В зависимости от состава и высоты малоценных насаждений, равномерности распределения деревьев главной породы на территории участков используют коридорный, куртинно-групповой или сплошной способ реконструкции насаждений.

Коридорный или сплошной способы реконструкции малоценных насаждений осуществляются после проведения рубки в соответствии

с источником с равномерной укладкой срубленных деревьев и порубочных остатков в валы либо кучи вдоль коридоров.

Реконструкция же коридорным способом на основе технологии срезания и измельчения нежелательной древесно-кустарниковой растительности выполняется в насаждениях малоценных пород и кустарниковых зарослей (рисунок) и является наиболее перспективной.

Ширина коридора зависит от высоты насаждения, подлежащего реконструкции, группы типов леса, биологических особенностей вводимой древесной породы. Ориентировочно ширина коридоров должна быть не менее, а ширина кулис – не более показателя высоты реконструируемого насаждения.



Коридорный способ реконструкции

Для образования коридоров целесообразно использовать фрезерные орудия – мульчеры. Обработка почвы в коридорах может проводиться в виде нарезки плужных борозд, рыхлением (фрезерованием), а на влажных и сырых почвах – образованием пластов. Размещение посадочных мест в рядах, типы смешения, технология посадки, уход за лесными культурами при реконструкции малоценных насаждений в основном аналогичны как при лесовосстановлении.

### Контрольные вопросы



1. Сформируйте системы машин для лесовосстановления вырубок.
2. Какие существуют способы реконструкции лесных насаждений?
3. Назовите марки мульчеров, пригодных для технологии прорубки коридоров при реконструкции.

### 15.1. Лесоразведение на землях из-под сельскохозяйственного пользования

Отличительной особенностью данного вида лесокультурной площади является наличие на поверхности почвы мощного пласта смеси трав (луговое, злаковое разнотравье, пожнивные остатки и т. д.), которые могут оказывать негативное влияние на лесные культуры в первые годы их роста и развития. Поэтому рекомендуется вначале проведение мероприятий, уменьшающих это влияние, например обработка полос гербицидами, разрешенными к применению в лесном хозяйстве либо дискование почвы с целью разделки мощных пластов дернины.

Для комплексной механизации работ по созданию лесных культур формируется технологический комплекс агрегатов и приводится технология работ в зависимости от объекта проектирования с указанием выполняемых операций, марки орудия (машины) и трактора, а также оговариваются сроки проведения работ. Устанавливают способ и время обработки почвы (сплошная, полосами, бороздами, террасирование, площадками), глубину обработки или высоту микроповышений, схему размещения площадок, террас, полос, борозд, размеры площадок, ширину полос и борозд, состав, возраст, площадь и вид расчистки, метод и способ производства культур (посадка или посев), расстояние между рядами и в рядах, схема смешения пород, главную породу, вид посадочного материала (вид, возраст), вид и количество агротехнических, химических и лесоводственных уходов по годам.

Участки на сельскохозяйственных землях отличаются отсутствием каких-либо препятствий для выполнения механизированных работ. Поэтому технология работ должна состоять из обработки почвы, непосредственной посадки и агротехнического ухода за лесными культурами.

На дренированных почвах производят вспашку плугами сельскохозяйственного назначения ПЛН-2-35 или ПЛН-3-35 или глубокое безотвальное рыхление специальными орудиями на глубину 40 см и более. На свежих песчаных и супесчаных почвах обработку осуществляют плугами Л-134, ПКЛ-70Д или бороной БНД-2,0.

Выбор лесопосадочной машины зависит от вида посадочного материала и способа обработки почвы (нарезка борозд, создание свального гребня и т. д.). Посадку сеянцев или саженцев в дно борозды (на сухих,



дренированных почвах) рекомендуется выполнять лесопосадочными машинами ZKT-UNIFOX, SZ, ZKT WOLF, МЛЮ-1А. На открытых площадях с дренированными почвами можно использовать лесопосадочные машины ЛМД-2, МП-5 с ручной подачей семян в посадочную щель.

Уход за лесными культурами, посаженными в дно борозды или в свальный гребень, следует выполнять культиваторами с различными рабочими органами.

Вариант технологического комплекса машин для лесоразведения приведен в табл. 15.1.

Таблица 15.1

**Технологический комплекс машин и орудий для создания чистых культур сосны обыкновенной на землях, выведенных из сельхозпользования. Почвы сухие, свежие различного механического состава**

Наименование работ	Исполнитель	Марка машин и орудий
Обработка гербицидами	Тракторист V р., рабочий V р.	Опрыскиватель «Зубр» НШ с «БЕЛАРУС-МУЛ-82.2»
Дискование поля	Тракторист V р.	БДН-3,0 с «БЕЛАРУС-122.1»
Нарезка борозд	Тракторист V р.	ZKT-2; Л-134; ПКЛ-70Д; «БЕЛАРУС-122.1»
Посадка семян, саженцев	Тракторист V р., 3 рабочих IV р.	ZKT-UNIFOX 1; ZKT WOLF; SZ МЛЮ-1А с «БЕЛАРУС-82.1»
Уход за лесными культурами	Тракторист V р.	ZKT-2500К; ZKT-2500Л с «БЕЛАРУС-122.1»

При посадке семян или саженцев с открытой корневой системой с целью микоризации и защиты от личинок майского хруща корневые системы обмакивают составом, который включает почву из лесных насаждений и химический препарат.

## 15.2. Технологический комплекс машин и орудия для лесоразведения на выработанных торфяниках и осушенных болотах

Выработанные торфяники подразделяются на карьеры и поля. Карьеры и затопляемые поля малопригодны для создания лесных культур. Создавать лесные культуры на торфяных выработках рекомендуется в первые 2–3 года после прекращения добычи торфа, до появления задернения почвы и обильного возобновления второстепенных древесных пород (ивняков и пр.). Технологический комплекс машин для лесоразведения на выработанных площадях торфяных месторождений, осушенных землях приведен в табл. 15.2.

**Технологический комплекс машин и орудий для производства  
лесных культур на осушенных торфяниках и болотах**

Наименование работ	Марка машин и орудий
Обработка почвы в виде неглубоких борозд	ПКЛ-70Д; Л-134; ЗКТ-2; ЗКТ-2 АКТИВ; «БЕЛАРУС-82.2»; 122.1
Обработка почвы в виде пластов (повышений) или дискретных повышений	ЗКТ-2 АКТИВ; ЗКТ-2 POWER, ОДП-0,6; «БЕЛАРУС-1502»; 202.1*
Внесение удобрений на полосах Р <sub>70</sub> К <sub>120</sub> , кг (д. в.)	Л-116; Л-415; «БЕЛАРУС-МУЛ-1221»*; «БЕЛАРУС-1502»
Дискование торфяно-глеевой почвы	БДТ-2,5; ЗКТ-2000; БДН-3,0; «БЕЛАРУС-МУЛ-1221»*; «БЕЛАРУС-1502»
Фрезерование почвы	FC 060; «БЕЛАРУС-МУЛ-82.2»; «БЕЛАРУС-МУЛ-1221»*; «БЕЛАРУС-1502»
Посадка лесных культур	ЗКТ-UNIFOX 1; ЗКТ WOLF; SZ; МЛУ-1А «БЕЛАРУС-МУЛ-1221»
Дополнение культур (10%)	Вручную, под меч Колесова
Агротехнический уход	ЗКТ-2500Л; ЗКТ-2500Л1; ЗКТ-2500К; «БЕЛАРУС-82.1»; «БЕЛАРУС-122.1»
Лесоводственный уход	Мотокусторез, ЗКТ-250; «БЕЛАРУС-122.1»

\* Трактор со сдвоенными колесами заднего моста.

В технологический комплекс могут быть включены также машины и орудия для осуществления некоторых операций технологии производства лесных культур.

На низких полях обработка почвы производится созданием микроповышений двухотвальными плугами. На средних и высоких полях, невыработанных окраинах лучше выполнять сплошную вспашку плугами общего назначения с последующим дискованием почвы. Незадернелые участки следует только дисковать, но допускается также нарезка борозд.

Посадка лесных культур выполняется в гребни валов и пласты обычно вручную и реже – лесопосадочными машинами по обработанной почве.

Агротехнический уход производится только за культурами сосны и частично ели, посаженных сеянцами, при покрытии почвы травянистой растительностью более 50%. При посадке в вал и пласт уход выполняется вручную, на обработанной (вспашка, дискование, нарезка плужных борозд) и необработанной почве механизированно – культиваторами и боронами. Допускается химический уход за культурами при однократном опрыскивании междурядий весной в год посадки.

При глубине торфа 5–20 см и слабом возобновлении мягколиственных породами со средним задернением возможно применение машинных кусторезов-мульчеров.

При глубине слоя торфа до 5 см и отсутствии задернения осуществляется посадка культур без обработки почвы.

На низинных полях (уровень грунтовых вод 0,1–0,3 м) и со слоем торфа более 15 см нарезают пласты.

Посадка выполняется в гребни валов и пласты лесопосадочными машинами. На участках с хорошо разложившимся торфом допускается механизированная посадка без обработки почвы.

На осушенных участках, характеризующихся наличием кочек, для их срезания используют лесные фрезы. Выбор способа обработки почвы и посадки осуществляется в зависимости от влажности почвы аналогично технологии лесовосстановления на вырубках.

### 15.3. Лесоразведение на землях, нарушенных добычей нерудных ископаемых и на овражно-балочных склонах

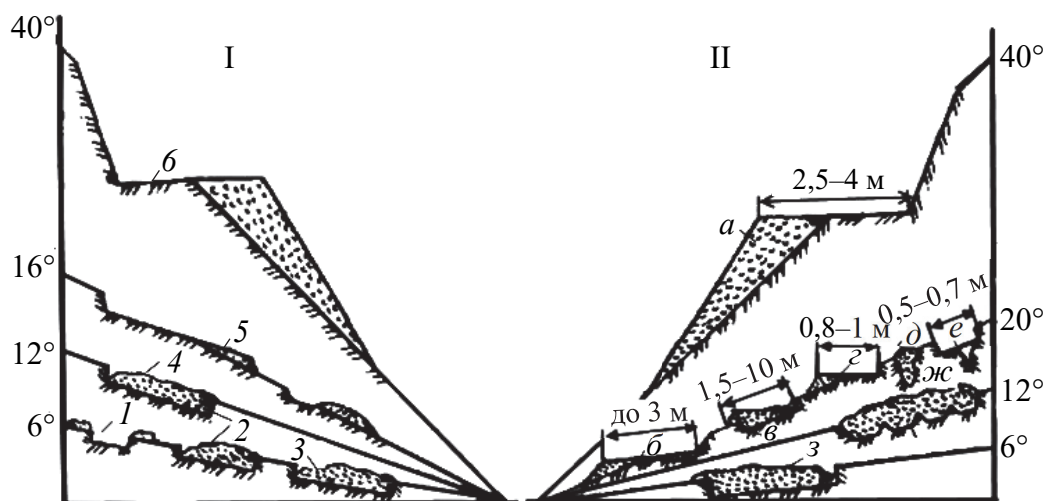
Земли, нарушенные добычей песка, мела, глины, гравия, представлены карьерными выемками с одноступными крутыми склонами и неровным дном. После прекращения добычи строительных и прочих материалов на всех карьерах производится выколачивание откосов и технический этап рекультивации земель.

По признакам пригодности и степени трудности освоения карьеров методом лесной рекультивации выделяют следующие категории: пригодные (30–40% гравия, до 15% карбонатов, от 6 до 10% физической глины, уклон до 12°); малопригодные (гравия более 50%, карбонатов от 20 до 40%, склоны от 13 до 40° и карьеры, подтопляемые водой); непригодные (гравия более 80%, склоны неустойчивые, карьеры, затопляемые водой). У карьерных выработок различают нижнюю, среднюю и верхнюю части откосов, а также бровки карьера. Днища бывают ровные и волнистые, а откосы с разным уклоном. Выположенные откосы песчаных карьеров должны иметь склоны до 5°, гравийных – до 12°, а глинистых и меловых – до 40° (рисунок). При создании культур на склонах от 3 до 10° предусмотрена нарезка борозд глубиной 8–12 см плугом ПЛС-0,6; Л-134; ЗКТ-2; ЗКТ-2 ROVER; ЗКТ-2 АКТИВ с рыхлением дна борозды.

На склонах крутизной 5–12° обработка почвы производится поперек склона для предотвращения развития эрозионных процессов. На участках с сырыми почвами для отвода воды более глубокие борозды должны быть непрерывными и направленными вдоль склона или под углом к направлению склона.

На песчаных, гравийных и гравийно-песчаных карьерах создают культуры сосны. Обработка почвы на днищах и откосах крутизной до

5° выполняется плугом ПКЛ-70Д путем нарезки мелких борозд поперек склонов. Посадка культур густотой не менее 7 тыс. шт./га осуществляется лесопосадочными машинами.



Схемы обработки почвы на склоне:

- I – на горных вырубках: 1 – борозды;  
 2 – полосная вспашка или рыхление; 3 – сплошная вспашка; 4 – площадки;  
 5 – полосы с уменьшенной крутизной склона; 6 – террасы;  
 II – на безлесных склонах: а – ступенчатые террасы;  
 б – напашные террасы; в – полосная вспашка; г – площадки; д – щелевание;  
 е – борозда с рыхлением дна; ж – полосное рыхление;  
 з – сплошная вспашка или рыхление

На склонах возможна и сплошная обработка почвы. Ее проводят плугами общего назначения и плугами для каменистых почв. Вспашку следует выполнять в сентябре – октябре. Весной производят боронование дисковыми боронами или культиваторами.

Посадку лесных культур выполняют весной лесопосадочными машинами, например ЗКТ UNIFOX 2 позволяет сажать растения высотой до 50 см с открытой корневой или закрытой корневой системами на регулируемом расстоянии друг от друга. Средняя производительность составляет не менее 0,5 га за 8-часовую рабочую смену.

На откосах крутизной 6–12° почва обрабатывается путем нарезки глубоких борозд поперек склонов или напашкой террас одноотвальными плугами с опрокидыванием пласта вниз по откосу (обычно два пласта). Расстояние между бороздами и террасами 2–3 м.

Обработка почвы ведется напашкой пластов одно или двухотвальными плугами, ПКЛ-70Д, ПЛС-0,6, Л-134, ЗКТ-2, ЗКТ-2 ROVER, ЗКТ-2 АКТИВ. Посадка культур осуществляется в пласты. Полосную обработку почвы лучше выполнять осенью, до образования снежного

покрова. Весной производят посадку лесных культур лесопосадочными машинами МЛУ-1А, SZ; ZKT WOLF; ZKT-UNIFOX и др.

Таблица 15.3

**Технология производства лесных культур на отработанных карьерах и овражно-балочных склонах более 10°**

Наименование работ	Исполнитель	Марка машин и орудий
Подготовка террас	Тракторист VI р.	ТС-2,5; ТК-4; ТР-2А; «БЕЛАРУС-1502»
Обработка почвы сплошная	Тракторист VI р.	ПЛН-3-35; «БЕЛАРУС-1502»; «БЕЛАРУС МУЛ-1221»
Обработка почвы полосная	Тракторист VI р.	Ротаваторы ZKT-700; ZKT-МЖ 0,8 и 1,2; с «БЕЛАРУС-1502»; «БЕЛАРУС МУЛ-1221»
Нарезка борозд и пластов	Тракторист V р.	ПЛС-0,6; Л-134; ZKT-2; ZKT-2 POVER; ZKT-2 АКТИВ; «БЕЛАРУС-1502»; «БЕЛАРУС МУЛ-1221»
Рыхление террасы на глубину 40 см	Тракторист V р.	РН-40; ОРН-2,5; «БЕЛАРУС-1502»; «БЕЛАРУС МУЛ-1221»
Дискование полос (террас)	Тракторист V р.	БНД-2,5; БДН-3,0; «БЕЛАРУС-1502»; «БЕЛАРУС МУЛ-1221»
Посадка культур	Тракторист V р., 2 рабочих IV р., оправщик II р.	SZ; ZKT WOLF; ZKT-UNIFOX; МЛА-1А; МЛУ-1А; ЛМД-21; «БЕЛАРУС МУЛ-82.2»; «БЕЛАРУС МУЛ-1221»; «БЕЛАРУС-1502»;
Агротехнический уход	Тракторист V р.	ZKT-2500Л; ZKT-2500К; ZKT-250; «БЕЛАРУС МУЛ-1221»

При крутизне откосов более 12° выполняют террасирование склонов. При отсутствии промоин устраивают напашные террасы плугами общего назначения. При наличии промоин нарезают террасы с помощью ТК-4, ТС-2,5 в агрегате с гусеничными тракторами. Весной высаживаются лесные культуры лесопосадочными машинами. Летом осуществляют агротехнический уход.

### Контрольные вопросы



1. Какие машины и орудия применяются при лесоразведении на землях из-под сельскохозяйственного пользования?
2. Составьте системы машин при лесоразведении на выработанных торфяниках и осушенных болотах и на землях, нарушенных добычей нерудных ископаемых и на овражно-балочных склонах.



Технологии на основе использования посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС) в лесокультурном производстве также определяются условиями местопроизрастания. От режима увлажнения зависят организация и особенности формирования посадочного места (микроповышение, в уровень поверхности почвы или микропонижение). Технология начинается проведением работ с мая по сентябрь. На расчищенных от порубочных остатков полосах обозначаются проходы для работы агрегатов. Густота посадки культур обеспечивается расстоянием между растениями в ряду (шагом посадки). При наличии пней более 500 шт. на 1 га единичные пни, находящиеся в провешенных линиях, убирают путем понижения пня фрезерованием или спиливанием (высверливанием) заподлицо с поверхностью. В каменистых и лишайниковых типах условий местопроизрастания, на завалуненных участках для подготовки посадочных мест предпочтительно использование ямокопателей ZKT-1300, мотобуров (рисунок) или орудий дискретной обработки почвы ОРМ-1,5; ОДП-0,6.

Ручной посадочный инструмент ЗКС применяется на площадях, на которых работа лесопосадочных машин невозможна или нецелесообразна из-за большого количества пней и камней, на горных склонах и небольших площадях без предварительной подготовки почвы. Для механизированной посадки рекомендованы лесопосадочные машины «ТТС Плантор» (Финляндия), «Квиквуд» (Австрия), комплексные посадочные агрегаты Bracke P11.a, EcoPlanter (Швеция), лесопосадочный агрегат ZKT-M-PLANTER-120/240 и машины ЛМБ-1, САБ-1, а также SZ; ZKT WOLF; ZKT-UNIFOX.

Лесопосадочный агрегат ZKT-M-PLANTER-120/240 позволяет силами одного оператора (одной машины) выполнять полный комплекс лесовосстановительных работ. Машина подготавливает почву и осуществляет посадку в любых лесорастительных условиях (легкие плодородные почвы; каменистые участки, загрязненные порубочными отходами). В богатых по влажности условиях посадочный агрегат формирует посадочный холм (дискретное микроповышение) с перевернутым дерном, прижимает его и высаживает сеянец. В сухих условиях произрастания ковш посадочного агрегата снимает верхний слой почвы или высадка саженца производится сразу в минеральный грунт (дискретное микропонижение).



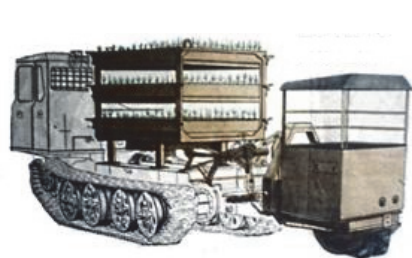
*а*



*б*



*в*



*г*



*д*



*е*



*ж*



*з*

Машины, механизмы и орудия для посадки ЗКС:

*а* – мотобур; *б* – ручные приспособления для посадки;

*в* – машина «Квиквуд»; *г* – машина ЛМБ-1;

*д, е* – комплексные посадочные агрегаты; *ж* – ZKT-UNIFOX; *з* – ZKT WOLF

При создании лесных культур сеянцами ЗКС, как правило, расстояние между отдельными гонами не должно превышать 2,5 м. В этом случае на 1 га площади будет располагаться около 2,6 тыс. микроповышений, пригодных для посадки. Микроповышения, образованные плугами, должны иметь ширину не менее  $55 \pm 5$  см, высоту – не менее  $25 \pm 5$  см. Протяженность микроповышений на 1 га – 2,8–3,0 км. Посадка культур может проводиться машиной с ручной подачей сеянцев, которая в агрегате с трактором движется по микроповышениям. Сошник образует непрерывную бороздку, ширина которой 5–15 см, глубина  $14 \pm 3$  см. В бороздку рабочий помещает ЗКС, слегка придерживая его примерно в течение доли секунды до момента встречи сеянца ЗКС с заделывающим устройством.

## Контрольные вопросы



1. Какие существуют способы посадки лесных культур посадочным материалом с закрытой корневой системой?
2. Приведите технологический комплекс машин создания лесных культур с использованием сеянцев ЗКС.

1. Машины, механизмы и оборудование лесного хозяйства: справочник / В. Н. Винокуров [и др.]. – М.: МГУЛ, 2002. – 268 с.
2. Асмоловский, М. К. Механизация лесного и садово-паркового хозяйства: учеб. пособие / М. К. Асмоловский, В. Н. Лой, А. В. Жуков. Минск: БГТУ, 2004. – 506 с.
3. Система машин в лесном хозяйстве: учеб. для вузов / В. Н. Винокуров, Н. В. Еремин; под ред. В. Н. Винокурова. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – 320 с.
4. Набатов, Н. М. Лесные культуры и механизация лесохозяйственных работ: учеб. пособие / Н. М. Набатов, В. В. Ильяков. – М.: МГУЛ, 2003. – 207 с.
5. Механизация лесохозяйственных работ. Тракторы и автомобили: учеб. пособие / М. К. Асмоловский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2007. – 254 с.
6. Устойчивое лесопользование и лесопользование. Наставление по лесовосстановлению и лесоразведению в Республике Беларусь: ТКП 047-2009 (02080). – Введ. 15.08.09. – Минск: Ин-т леса Нац. акад. наук Респ. Беларусь, 2009. – 116 с.
7. Асмоловский, М. К. Механизация лесохозяйственных работ: учеб. пособие / М. К. Асмоловский, С. Н. Пищов. – Минск: РИПО, 2013. – 300 с.
8. Механизация лесохозяйственных работ. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие / М. К. Асмоловский, С. Н. Пищов, С. Е. Арико. – Минск: БГТУ, 2014. – 86 с.
9. Асмоловский, М. К. Механизация лесного хозяйства: учеб. пособие / М. К. Асмоловский, С. Е. Арико, С. А. Голякевич. – Минск: РИПО, 2020. – 355 с.
10. Применение фрезерных орудий PRINOTH (АНWI) в Республике Беларусь // Лесозаготовительное производство: проблемы и решения: материалы II Междунар. науч.-техн. конф. – Минск: БГТУ, 2021. – С. 25–29.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
1. КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ....	4
1.1. Требования к системе машин .....	4
1.2. Принципы формирования систем машин.....	5
2. КОМПЛЕКС МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ШИШЕК .....	9
2.1. Технология и комплекс машин и установок для заготовки шишек.....	9
2.2. Устройства для подъема в крону.....	10
3. СИСТЕМА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СЕМЯН .....	13
3.1. Виды лесосеменных цехов.....	13
3.2. Технологический комплекс установок для извлечения семян.....	17
4. СИСТЕМА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ СЕМЯН.....	20
5. КОМПЛЕКС МАШИН И УСТАНОВОК ДЛЯ СОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ СЕМЯН.....	28
6. СИСТЕМА МАШИН И МЕХАНИЗМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ .....	33
6.1. Цех высева семян и комплекс оборудования.....	33
6.2. Теплица для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой .....	38
7. СИСТЕМА МАШИН ДЛЯ РАБОТ В ПИТОМНИКЕ .....	41
7.1. Система машин и орудий для поддержания плодородия почвы в питомнике.....	41
7.2. Технология производства и внесения компоста.....	42
7.3. Технология внесения минеральных удобрений .....	45
8. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС МАШИН И ОРУДИЙ ДЛЯ РАБОТ В ПОСЕВНОМ ОТДЕЛЕНИИ ПИТОМНИКА.....	47
9. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС МАШИН И ОРУДИЙ ДЛЯ РАБОТ В ШКОЛЬНОМ ОТДЕЛЕНИИ ПИТОМНИКА.....	51

10. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ РАСЧИСТКИ ЛЕСНЫХ ПЛОЩАДЕЙ .....	54
10.1. Подготовка участков для лесовосстановления .....	54
10.2. Технология и системы машин для очистки лесосек .....	55
10.3. Машины для очистки лесосек от порубочных остатков .....	56
10.4. Машины для срезания древесной растительности .....	58
10.5. Машины для измельчения (высверливания) пней .....	59
11. КОМПЛЕКС МАШИН И ОРУДИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ .....	62
11.1. Способы обработки почвы под лесные культуры .....	62
11.2. Комплекс машин и орудий для обработки почвы .....	64
12. КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ ПОСАДКИ КУЛЬТУР .....	70
12.1. Этапы механизации лесопосадочных культур .....	70
12.2. Машины для посадки семян и саженцев древесных и кустарниковых пород .....	73
13. КОМПЛЕКС ОРУДИЙ ДЛЯ УХОДА ЗА ЛЕСНЫМИ КУЛЬТУРАМИ .....	77
13.1. Агротехнический уход .....	77
13.2. Химический уход .....	82
13.3. Лесоводственный уход .....	83
14. КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ НАСАЖДЕНИЙ .....	85
14.1. Технологические комплексы машин производства лесных культур на вырубках и гарях .....	85
14.2. Реконструкция насаждений .....	87
15. КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ .....	89
15.1. Лесоразведение на землях из-под сельскохозяйственного пользования .....	89
15.2. Технологический комплекс машин и орудия для лесоразведения на выработанных торфяниках и осушенных болотах .....	90
15.3. Лесоразведение на землях, нарушенных добычей нерудных ископаемых и на овражно-балочных склонах .....	92
16. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС МАШИН СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СЕЯНЦАМИ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ .....	95
ЛИТЕРАТУРА .....	97



Учебное издание

Асмоловский Михаил Корнеевич

# СИСТЕМЫ МАШИН В ЛЕСОКУЛЬТУРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Тексты лекций

Редактор *Е. И. Гоман*

Компьютерная верстка *Е. В. Ильченко*

Корректор *Е. И. Гоман*

Издатель и полиграфическое исполнение:  
УО «Белорусский государственный технологический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/227 от 20.03.2014.  
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.