

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ ПРАКТИКУМ

*Рекомендовано
учебно-методическим объединением по образованию в области
природопользования и лесного хозяйства в качестве
учебно-методического пособия для студентов
учреждений высшего образования по специальности
1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса»
специализации 1-36 05 01 01 «Машины и оборудование
лесной промышленности»*

Минск 2017

УДК 630*36/37(076.5)

ББК 43.904я73

Л50

А в т о р ы :

М. К. Асмоловский, С. П. Мохов, С. Е. Арико, А. О. Германович

Р е ц е н з е н т ы :

кафедра «Тракторы» Белорусского национального
технического университета (доктор технических наук,
профессор, заведующий кафедрой *В. П. Бойков*);
доктор технических наук, заместитель генерального конструктора
ОАО «Минский тракторный завод», главный конструктор
по спецтехнике *В. А. Коробкин*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее части не может быть осуществлено без разрешения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Лесохозяйственные машины. Практикум : учеб.-метод.
Л50 пособие для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и
оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 01
«Машины и оборудование лесной промышленности» / М. К. Ас-
моловский и [др.]. – Минск : БГТУ, 2017. – 92 с.
ISBN 978-985-530-608-6.

В пособии в соответствии с целями и содержанием учебных программ раскрываются задачи механизации лесохозяйственного производства, состояние и перспективы развития технологических процессов, описываются устройства, подготовка к работе и эксплуатации машин и механизмов, их технические характеристики.

Рассматриваются эксплуатационные показатели машинно-тракторных агрегатов и показатели их использования, приводятся методики и примеры расчетов основных из них. Изложенный материал направлен на развитие у студентов инженерного мышления и готовности к принятию самостоятельных решений.

УДК 630*36/37(076.5)

ББК 43.904я73

ISBN 978-985-530-608-6 © УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2017
© Асмоловский М. К., Мохов С. П.,
Арико С. Е., Германович А. О., 2017

ПРЕДИСЛОВИЕ

Механизация в лесном хозяйстве направлена на повышение качества проведения лесохозяйственных работ – лесокультурных, лесозащитных, лесоводственных и др., на снижение затрат труда и денежных средств за счет более полного и рационального использования машин и механизмов.

В лесохозяйственном производстве выполняются различные технологические процессы: восстановление лесов после рубки, облесение трудно культивируемых земель, создание лесов на песках и других малопродуктивных землях, а также на землях, выведенных из сельхозпользования, создание защитных насаждений и защитных лесных полос, облесение поврежденных насаждений стихийными бедствиями или вредителями и болезнями леса после их вырубки и др.

За последние годы парк машин и оборудования лесного хозяйства существенно изменился, происходит постоянное его обновление в связи с развитием отечественного лесного и лесохозяйственного машиностроения и появления на рынке новых машин зарубежного производства.

В настоящее время для подготовки по новой учебной программе «Лесохозяйственные машины» инженеров-механиков отсутствует учебная литература. В учебно-методическом пособии изложены устройство, подготовка к работе и эксплуатации машин, механизмов и оборудования, оценка качества выполненных работ, которые нашли традиционное применение в отрасли, а также уделено внимание современным и перспективным машинам и механизмам и их технологиям работы.

Темы учебно-методического пособия выбраны с учетом требований учебной программы по специальности «Машины и оборудование лесного комплекса», состояния и направлений развития механизации и механизации работ в лесном хозяйстве. Технологические комплексы машин представлены как система научно обоснованных технологий выполнения всех видов лесохозяйственных работ и включают перечень машин, существующих или намеченных к производству, а также еще не разработанных, но необходимых для обеспечения механизации конкретных работ.

1. МАШИНЫ ДЛЯ РАСЧИСТКИ ЛЕСНЫХ ПЛОЩАДЕЙ

1.1. Виды расчистки площадей

Расчистка лесных площадей – это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение комплексной механизации работ в целях создания и обустройства необходимого количества посадочных мест, обустройства противопожарных разрывов и просек, трасс под осушительные каналы, линии электропередач и лесные дороги, площадей под лесные питомники.

Основными препятствиями для работы машин и орудий при лесовосстановлении являются пни, крупные корни, порубочные остатки древесины, валежник, неликвидная древесина, мелколеесь, кустарник и каменистость почв. В некоторых случаях необходимо провести расчистку лесных площадей при повреждении насаждения в результате стихийных бедствий (буреломов, ветровалов, пожаров и др.).

В настоящее время для расчистки лесных площадей (рис. 1.1) могут применяться машины для корчевки или фрезерования (понижения) пней, машины для срезания древесно-кустарниковой растительности.

Очистка лесосек, как составная часть лесосечных работ, выполняется в соответствии с лесоводственными требованиями сплошным или частичным способами. При сплошной расчистке применяются следующие способы очистки вырубок: 1) корчевка пней, сбор порубочных остатков в кучи или валы с оставлением их на перегнивание; 2) измельчение и разбрасывание порубочных остатков по площади вырубки; 3) сбор порубочных остатков в кучи или валы с последующим использованием для промышленной переработки.

Частичная очистка вырубок применяется для проведения лесовосстановительных работ. При очистке производится удаление пней на полосах шириной 2–2,5 м с оставлением нерасчищенных полос (кулис) такой же ширины. Измельченные порубочные остатки не должны занимать более 60% площади вырубки. Для очистки вырубок применяют рычажные корчеватели или лесные фрезы.



Рис. 1.1. Виды расчистки лесных площадей

Необходимость проведения полосной корчевки пней на вырубках или гарях зависит от влажности почвы и количества пней на 1 га. Так, корчевка не проводится на вырубках и гарях с дренированными (сухими) и временно переувлажненными (свежими) почвами с числом пней до 600 шт./га и на вырубках и гарях с избыточно переувлажненными (сырыми) почвами с числом пней до

500 шт./га. Если же число пней на 1 га на вырубках и гарях для соответствующей влажности почвы превышает данные значения, то должна проводиться полосная корчевка пней, которая может выполняться в любое время года, кроме зимнего периода.

1.2. Машины и орудия для расчистки площадей

Расчистка лесокультурных площадей от пней – одна из наиболее трудоемких работ среди всего комплекса лесовосстановления. Корчевка пней как правило проводится в летнее время. Сгребание выкорчеванных пней и корней осуществляется не ранее чем через 7–15 дней после корчевки. Для выполнения этих операций может применяться корчеватель МП-18, установленный на базе трактора МТЗ-1502 (рис. 1.2), на универсальную толкающую раму которого монтируется сменное рабочее оборудование – толкатель с зубьями.

Универсальная толкающая рама 6 корчевателя представляет П-образную конструкцию, в которую вварены шесть зубьев 1 на расстоянии 0,4 м друг от друга. Привод рабочего оборудования осуществляется при помощи двух гидроцилиндров 4 и обеспечивает подъем зубьев над поверхностью земли на 0,8 м, а также заглубление в почву на 0,4 м. Масса навесного оборудования составляет 1500 кг, ширина захвата – 2,3 м, производительность при поштучной корчевке – 25–29 пней/ч, а при сплошной корчевке древесно-кустарниковой растительности – 0,11–0,17 га/ч.



Рис. 1.2. Навесное оборудование корчевателя МП-18:
1 – зуб; 2 – балка; 3 – толкатель; 4 – гидроцилиндр;
5 – шарнир; 6 – универсальная толкающая рама

Расчищают полосы специально предназначенными для этого универсальными машинами, позволяющими одновременно выполнять несколько операций: полосную корчевку пней, расчистку и минерализацию почвы на полосе (МРП-2А, ОРВ-1,5 и др.). В настоящее время находит распространение машинная технология расчистки, основанная на использовании измельчителей пней и древесной растительности. Данный технологический процесс основан на фрезеровании кустарниковой растительности и включает измельчение древесины (поверхностной и погребенной) и ее перемешивание с почвой по всей глубине обработки. Для срезания и измельчения древесно-кустарниковой растительности применяют мульчеры роторного типа. Рабочий орган такой машины (рис. 1.3) представляет собой вращающийся ротор 2, конструкция которого определяется назначением, видом обрабатываемого материала и условиями работы.

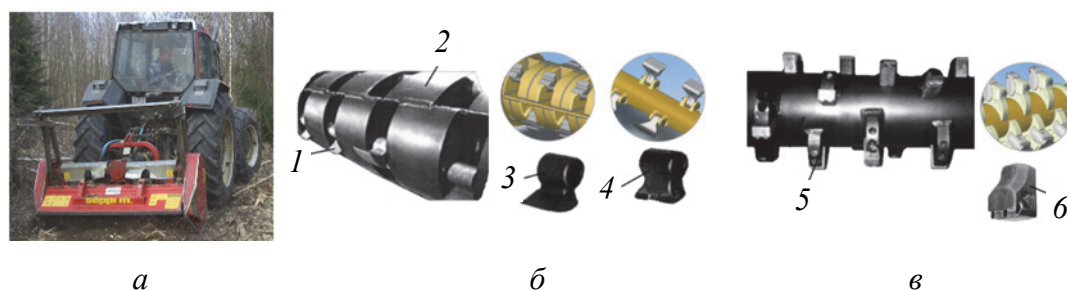


Рис. 1.3. Мульчер роторного типа:

а – общий вид; *б* – ротор с подвижными молотками; *в* – ротор Miniforst с неподвижными резцами: 1 – маятниковый зуб; 2 – ротор; 3, 4 – рубящий и дробящий наконечники (молотки); 5 – фиксированный резец; 6 – наконечник из твердого сплава

Ротор мульчера может оснащаться подвижными (шарнирно закрепленными маятниковыми) зубьями 1, измельчающими древесину за счет ударного воздействия, или неподвижными резцами 5 (жестко закрепленными с твердосплавными вставками 6), измельчающими древесину резанием. Иногда используется комбинированный вариант, когда режущие молотки выполнены в виде твердосплавных резцов с дробящими наконечниками 4. Для каждого ротора предусмотрено использование нескольких типов ножей для измельчения различных материалов.

Для измельчения пней вместе с корнями применяют дисковые лесные фрезы. Основным рабочим органом таких машин является

диск, на обеих сторонах которого закреплены с особым размещением по спирали зубья из твердосплавного материала (рис. 1.4). Лесные фрезы устанавливаются на навесную систему трактора, а также на короткую стрелу экскаватора. 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 таких измельчителей следует отнести необходимость частой смены зубьев при работе на каменистых грунтах.

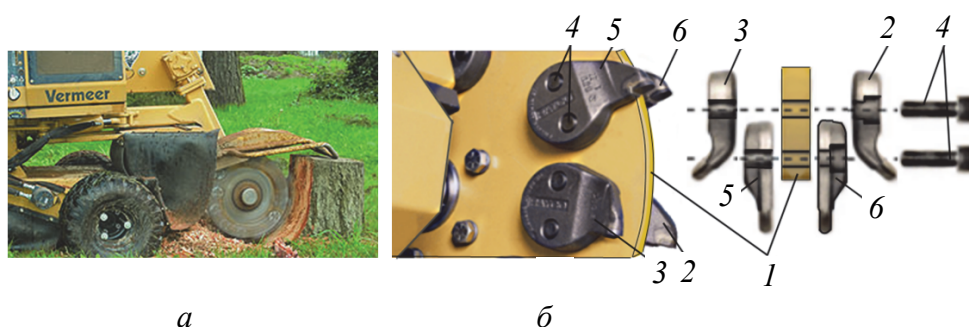


Рис. 1.4. Лесная фреза:

а – измельчение пня; *б* – рабочий орган дискового измельчителя:

1 – диск; 2, 3 – левый и правый изогнутые зубья; 4 – болты;

5, 6 – левый и правый прямые зубья

Третий тип машин (рис. 1.5) – 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 с одновременным удалением старых пней и корней.

Ротоваторы рассчитаны на работу с мощными тракторами, способны обрабатывать территории с пнями до 40 см диаметром и осуществлять одновременную обработку почвы на глубину 50 см. При этом используется ротор большого диаметра (до 1 м), вращающийся с небольшой скоростью.

Очистка мест рубок от порубочных остатков является заключительной операцией лесосечных работ. При этом комплексно использовать древесное сырье и сохранить естественное плодородие почвы можно путем применения системы машин, включающей подборочно-транспортные и измельчающие (рубительные) машины и механизмы.



Рис. 1.5. Почвенная фреза:
 а, б – обработка почвы; в – роторный рабочий орган:
 1 – ротор; 2 – нож-резец; 3 – наконечник; г – понижение пня

Для сбора порубочных остатков применяют подборщик сучьев грабельного типа (рис. 1.6), который имеет рабочий орган в виде грабель, состоящих из пяти собирающих зубьев, установленных на штангах, которые подвешены к общей раме. Подъем и опускание подборщика осуществляется гидроцилиндрами, при этом индивидуальная подвеска каждого зуба позволяет сгребать ветви на ширине 2,4 м без повреждения верхнего слоя почвы и преодолевать встречающиеся препятствия в виде пней высотой до 230 мм.

Подборщик может устанавливаться на трактора Л82.2 и Л1221 спереди или сзади на навеску, а также на толкатель трелевочных тракторов ТТР-401М и ТТР-411 и производит сбор порубочных остатков после завершения лесосечных работ для последующей обработки почвы.

Для транспортировки лесосечных отходов применяют подборщики-транспортировщики манипуляторного типа (рис. 1.7), которые имеют захват, установленный на манипуляторе, и платформу для лесосечных отходов. На манипулятор могут устанавливаться

различные сменные рабочие органы для погрузки сучьев, отходов деревообработки, сыпучих грузов и др. Данную конструкцию имеет подборщик-транспортировщик, созданный на базе погрузочно-транспортной машины МПТ-461.1 путем установки оборудования ОПЛ на полуприцеп лесовозный ПЛ-9 машины. Он имеет грузоподъемность 7 т и предназначен для сбора порубочных остатков из сформированного вала, их уплотнения и транспортировки к месту складирования.



Рис. 1.6. Подборщик сучьев грабельного типа:
а – оборудование уборочное лесохозяйственное ОУЛ-24;
б – процесс сгребания в валы



Рис. 1.7. Подборщики манипуляторного типа:
а – оборудование полуприцепа лесовозного «БЕЛАРУС» ОПЛ;
б – пакетировщик порубочных остатков LZB

Также применяют пакетировщики LZB, предназначенные для уборки порубочных остатков и упаковки их в тюки. Они устанавливаются на лесные прицепы с гидроманипулятором и включают пять прессовочных секций, расположенных на общей промежуточной раме.

Каждая секция состоит из неподвижной стенки и подвижных элементов, приводимых в действие гидравлическими сервомоторами, которые обеспечивают сжатие груза и его обвязку.

1.3. Методика выбора корчевателей

В настоящее время применяются компоновочные схемы современных корчевальных машин с передней фронтальной навеской технологического оборудования (МП-18, КМ-1, МРП-2 и др.) либо с задним расположением рабочих органов (К-2А и др.).

Механическое корчевание в зависимости от размеров и состояния корчуемых пней, характера их корневой системы, почвенных условий, наличия на участке погребенной древесины и других факторов выполняют одним из трех способов: 1) заглубление клыков и извлечение пня, используя толкающее усилие трактора; 2) заглубление клыков под пень и его извлечение толкающим усилием трактора с одновременным подъемом рабочего органа; 3) заглубление клыков двуплечих рычагов под пень и его извлечение поворотом рычага (используется принцип рычага второго рода).

Выбор корчевальной машины и способа корчевки зависит не только от диаметра пней, но и от их количества. При диаметрах пней до 30 см применяют первый и второй способы. Более крупные пни, для извлечения которых обычно недостаточно тягового усилия трактора, корчуют третьим способом.

Сущность первого способа (рис. 1.8) заключается в том, что, подъехав к пню на расстояние около 1,5 м, оператор, не останавливая машины, опускает рабочий орган. При этом клыки заглубляются в почву и по мере продвижения вперед воздействуют на пень с усилием P_r , сдвигают его с места и обрывают корни. В этом случае усилием P_r является сила тяги P_T трактора на соответствующей передаче.

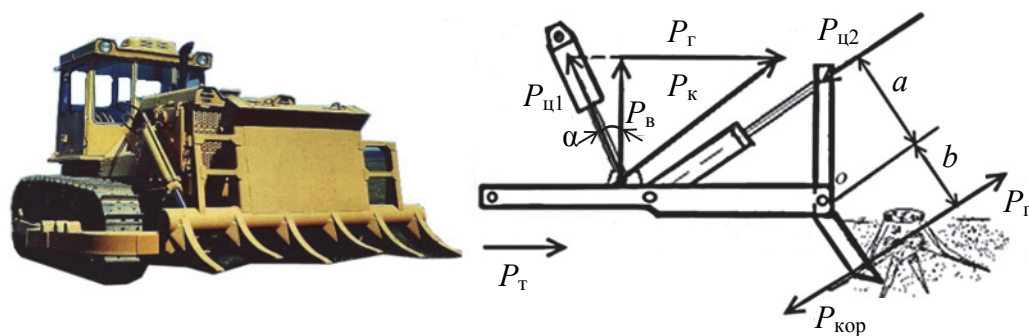


Рис. 1.8. Расчетная схема корчевки пня

Второй способ применяется для корчевки средних пней. При этом технология выполнения операций аналогична, однако в момент вхождения в контакт рабочего органа с пнем включается в работу механизм привода ($P_{ц1}$) и к пню прикладывается равнодействующая сил P_B и $P_Г$, которая приподнимает рабочий орган вверх, и усилием $P_К$ происходит извлечение пня безостановочно. В этом случае усилие, необходимое для корчевки, равно

$$P_К = \sqrt{P_Г^2 + P_B^2}.$$

Вертикальная составляющая усилия корчевания определяется

$$P_B = n \cdot P_{ц1} \cdot \cos \alpha,$$

где n – количество цилиндров привода; α – угол установки гидроцилиндра, град.

Корчевка крупных пней (третий способ) осуществляется несколькими приемами, когда предварительно обрываются корневые лапы с боковых сторон пня, включают привод клыков при неподвижном тракторе и осуществляется извлечение пня усилием $P_К$. Для этого современные корчевальные машины имеют конструкцию с подвижными клыками (зубьями) с приводом от двух гидроцилиндров ($P_{ц2}$). В этом случае усилие на клыках $P_{кор}$ определяется из уравнения моментов относительно точки O с учетом плеч приложения нагрузки a и b :

$$P_{кор} = P_{ц2} \cdot \frac{a}{b} \geq R_п.$$

Сила на штоке гидроцилиндров поворота рычага определяется как

$$P_{ц2} = p \cdot F \cdot n,$$

где p – давление в гидросистеме трактора, МПа (см. табл. 1.1); F – площадь поршня, на которую приходится давление, м^2 ; n – количество гидроцилиндров.

Площадь рабочей поверхности поршня определяется из выражения

$$F = \frac{\pi \cdot (D_{\text{п}}^2 - D_{\text{ш}}^2)}{4},$$

где $D_{\text{п}}$ – диаметр поршня гидроцилиндра, м; $D_{\text{ш}}$ – диаметр штока, м.

Для успешного извлечения пня из земли должно быть соблюдено условие, когда прикладываемая рабочим органом сила должна быть несколько больше силы сопротивления корчеванию пня: $P_{\text{кор}} > R_{\text{п}}$.

Сила сопротивления пня определяется по эмпирической формуле

$$R_{\text{п}} = 10 \cdot q \cdot \sqrt{d_{\text{п}}^3},$$

где q – опытный коэффициент (для осины (О) – 0,05, березы (Б) и пихты 0,06, сосны (С) – 0,07); $d_{\text{п}}$ – диаметр пня, см.

Для удаления каждого крупного пня при работе корчевателя требуется многократное воздействие, в связи с чем корчеватели, работающие прямым толкающим усилием, имеют интенсивный износ конструкции в результате больших ударных нагрузок циклического характера. Значительный вынос гумуса из верхнего слоя почвы (до 80%) и низкая производительность, зависящая от породы и диаметра пня, – все это вместе взятое предопределяет целесообразность их применения на корчевании небольших пней (диаметром до 20–25 см).

При выборе корчевателя следует знать, что закономерность распределения пней по диаметрам следующая: от 8 до 12 см – 28–30%; от 16 до 30 см – 48–50%; от 30 до 60 см – 20–24%.

Задание. Подобрать машину (табл. 1.1) для корчевки пней, исходя из задания (табл. 1.2) и используя методику и примеры расчета.

Пример расчета корчевки пней диаметром 45 см машиной К-2А.

Площадь поршня гидроцилиндра

$$F = \frac{3,14 \cdot (0,2^2 - 0,1^2)}{4} = 0,024 \text{ м}^2.$$

Сила на штоке гидроцилиндра

$$P_{ц2} = 10 \cdot 10^6 \cdot 0,024 \cdot 1 = 240\,000 \text{ Н.}$$

Сила на клыках корчевателя

$$P_{кор} = 240\,000 \cdot \frac{0,76}{0,48} = 380\,000 \text{ Н.}$$

Сила сопротивления пня корчеванию (сосна)

$$R_{п} = 10^4 \cdot 0,07 \cdot \sqrt{45^2} = 211\,260 \text{ Н.}$$

Так как $P_{к} > R_{п}$, то условие извлечения пня выполняется.

Таблица 1.1

Технические характеристики корчевателя

Параметр	К-2А	КМ-1	Д-513	МП-18-6	МП-18
Базовый трактор	Т-130	ТДТ-100	Т-130	МТЗ-1502	Т-170
Давление в гидросистеме, МПа	15	10	15	20	10
Количество гидроцилиндров	1	1	2	2	2
Угол установки цилиндров, α°	76	70	55	60	65
Диаметр поршня, м	0,2	0,12	0,10	0,16	0,16
Диаметр штока, м	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05
Плечо a , м	0,76	0,66	—	—	—
Плечо b , м	0,48	0,25	—	—	—

Пример расчета для машины Д-513.

Для проверки возможности использования этой машины используем расчетную схему (см. рис. 1.8):

$$P_{в} = 2 \cdot P_{ц1} \cdot \cos \alpha.$$

$$\text{Площадь } F = \frac{3,14 \cdot (0,10^2 - 0,04^2)}{4} = 0,006 \text{ м}^2.$$

Сила на штоке гидроцилиндра $P_{ц} = 10 \cdot 10^6 \cdot 0,006 = 60\,000 \text{ Н.}$

$$P_{в} = 2 \cdot 60\,000 \cdot \cos 55^\circ = 68\,880 \text{ Н.}$$

Тяговое усилие трактора (1-я передача КПП) $P_{г} = P_{т} = 90 \text{ кН.}$

Усилие корчевания $P_{к} = \sqrt{68\,880^2 + 90\,000^2} = 113\,330 \text{ Н.}$

Так как $P_{кор} < R_{п}$, то условие не выполняется.

Таблица 1.2

Исходные данные для подбора корчевателя

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Порода	О	Б	С	О	Б	С	О	Б	С	О	Б	С	О	Б	С
Диаметр, см	30	35	40	45	50	55	30	35	40	45	50	55	30	35	40

Контрольные вопросы

1. Назовите способы и виды расчистки лесных площадей.
2. Опишите способы корчевки пня за счет силы тяги трактора.
3. Объясните принцип работы роторного и дискового измельчителей.

2. СИСТЕМА МАШИН ДЛЯ ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ И ЗЕМЛЕРОЙНЫХ РАБОТ

2.1. Мелиоративные машины

Мелиорация – это совокупность технических, экономических и организационно-хозяйственных мероприятий по коренному улучшению земель. Она подразделяется на гидротехническую, культуртехническую и химическую мелиорацию. Гидротехнические работы заключаются в регулировании водного режима путем осушения переувлажненных почв вырубкой или орошения засушливых (питомническое хозяйство).

В настоящее время обнаружилась тенденция понижения уровня подземных вод из-за изменения погодно-климатических условий, что приводит к усыханию еловых и даже сосновых лесов. Поэтому стоит задача искусственного повторного заболачивания путем строительства дамб, строительства и восстановления мелиоративных систем на территории лесного фонда и других мелиоративных процедур для удержания зимней влаги в почве.

Существуют следующие виды мелиоративных систем: оросительная, обводнительная, осушительная, а также возможны их сочетания. Необходимый водный режим почвы на полях создают и регулируют оросительной системой. Системы могут быть открытые, закрытые и комбинированные.

По виду выполняемой работы мелиоративные машины подразделяются на несколько групп: машины для культуртехнических работ (подготовительные работы с первичной обработкой почвы), для подготовки открытой мелиоративной сети (оросительной или осушительной), для эксплуатации открытой мелиоративной сети (очистка каналов, удаление растительности и т. д.), для подготовки горизонтального закрытого дренажа, для полива (трубопроводы, дождевальные машины и т. д.), а также машины для землеройных работ.

Мелиоративные машины создаются на базе промышленных тракторов с соответствующими сменными рабочими органами и оборудованием, а на базе сельскохозяйственных тракторов или колесных тягачей – машины со специальным мелиоративным обо-

рудованием. Машины большинства типов имеют рабочие органы непрерывного действия и оборудованы активными рабочими органами.

Культуртехнические работы подразделяют на предварительную подготовку поверхности почвы (устранение механических препятствий: удаление древесно-кустарниковой растительности, пней, камней, крупных кочек, а также канав, траншей) и ее первичную обработку (обработка дикого растительного покрова, ускорение разложения дернины и погребенной древесины, создание достаточно рыхлого слоя, выравнивание поверхности). В соответствии с этим используют машины: для подготовительных работ, предназначенные для срезания кустарника (кусторезы), корчевания пней и вычесывания корней, их сбора, погрузки, вывозки, а также для транспортировки камней и порубочных остатков; для первичной обработки почвы (вспашки, дискования или фрезерования верхнего слоя).

В зависимости от условий работы применяют фрезы двух типов: болотные и для глубинной подготовки почвы. Фрезы для глубинной подготовки почвы применяют при освоении участков, покрытых кустарником. Эти машины можно применять при освоении торфяно-болотистых почв, засоренных погребенной древесиной, покрытых кустарником и мелкими деревьями (диаметр до 12 см, высота до 8–10 м), а также кочками и пнями (высота – до 10 см, диаметр не более 20 см).

Плуг-канавокопатель ПКЛН-500А (рис. 2.1, а) предназначен для прокладки канав глубиной до 0,5 м на вырубках и пустырях с сырыми (избыточно увлажненными) почвами с целью осушения площадей и создания лесных культур по пластам. Ширина канавы по дну 0,3 м, ширина берм – 0,3 м. Плуг состоит из остова с навесным устройством 1, двухотвального корпуса 2 плужного типа, черенкового ножа 5, бермоочистителей 3 и ограничителя глубины – опорной лыжи.

Корпус имеет правый и левый отвалы, съемные лемеха, ножи-откосники 4, которые формируют откосы канавы под углом 45°. Черенковый нож 5 разрезает грунт и корни, облегчая этим работу корпуса, бермоочистители отодвигают и придавливают грунт по краям канавы, чтобы не происходило обратное опрокидывание пласта.

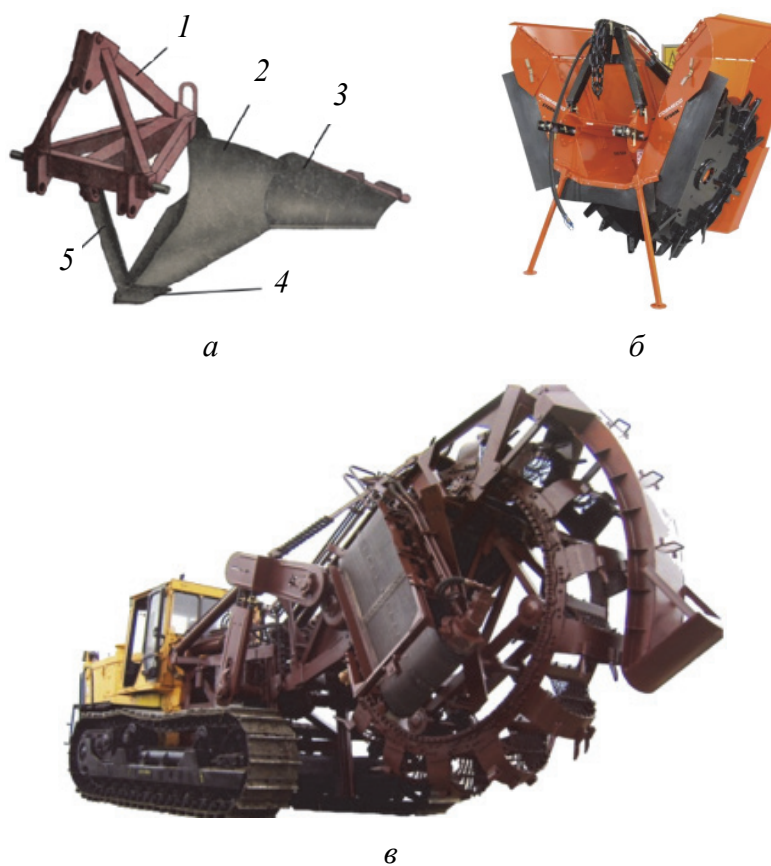


Рис. 2.1. Рабочие органы машин для регулирующей сети:

а — плуг-канавокопатель ПКЛН-500:

1 — навесное устройство; *2* — корпус; *3* — бермоочиститель;
4 — нож-откосник; *5* — черенковый нож; *б, в* — активные каналокопатели

Ротационные рабочие органы каналокопателей (фрезы и роторы) имеют привод прямого вращения (снизу вверх) и разбрасывают грунт при движении машины вдоль оси подготавливаемого канала. Активные (ротационные) рабочие органы каналокопателей в результате сложения двух движений (поступательного и вращательного) копают грунт, поднимают и удаляют его за пределы сечения канала в плоскости, перпендикулярной оси вращения. Роторы (рис. 2.1, *в*) и фрезы (рис. 2.1, *б*) измельчают вырезанный и обрушившийся грунт, обеспечивают получение более ровных каналов с гладкими стенками без местных уплотнений грунта и разрывов. Фрезы применяют при прокладке осушительных каналов в болотно-торфяных грунтах, где требуются высокие скорости для среза и измельчения растительности, торфа и разбрасывания грунта. Они работают с высокой скоростью резания (до 30 м/с).

Ножи срезают грунт тонкой стружкой, измельчают его и отбрасывают на расстояние до 20 м.

Роторы используют преимущественно как рабочие органы каналокопателей для разработки оросительных каналов в минеральных грунтах. Окружная скорость роторов не превышает 3–4 м/с, поэтому с зубьев грунт разгружается под действием сил тяжести. Грунт отбрасывается на небольшое расстояние и используется для формирования дамб.

Для подготовки каналов применяют двухфрезерные и двухроторные каналокопатели с осью вращения рабочих органов, перпендикулярной откосу разрабатываемого канала. За один проход они подготавливают канал заданного поперечного сечения со спланированным дном и откосами. Для соблюдения заданного уклона нарезаемого канала экскаваторы-каналокопатели с активными рабочими органами снабжены гидроавтоматическими системами управления.

Двухфрезерный каналокопатель КФН-1200А (рис. 2.2) предназначен для рытья осушительных каналов в переувлажненных торфяных грунтах при наличии разложившейся погребенной древесины; а также для работ в минеральных грунтах, содержащих каменистые включения диаметром не более 80 мм или промерзших на глубину до 5 см. За один проход подготавливает канал глубиной до 1,35 м, шириной по дну 0,25 м.

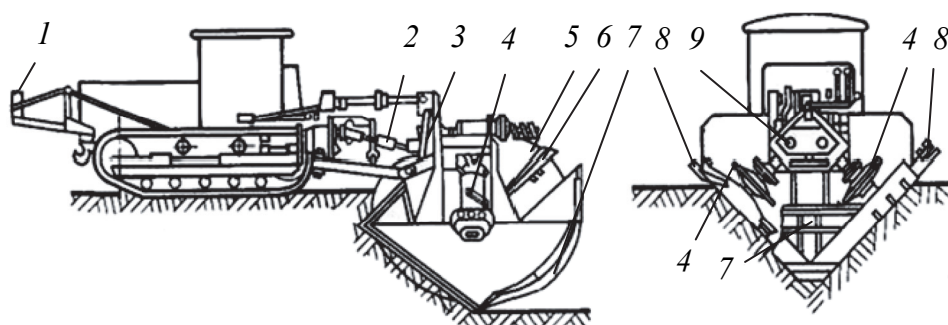


Рис. 2.2. Двухфрезерный каналокопатель:

- 1 – противовес; 2 – привод фрез; 3 – рама; 4 – рыхлитель;
5 – дисковая фреза; 6 – режущий элемент; 7 – зачистной двухсторонний
отвал; 8 – нож; 9 – гидроцилиндр регулировки уклона

Каналокопатель смонтирован на гусеничном тракторе тягового класса 10, оборудованном гидросистемой и механизмом задней навески. В передней части трактора установлен регулируемый

противовес 1. Рабочий орган машины выполнен в виде двухстороннего отвала 7 и симметрично расположенных по бокам под углом 45° к горизонту двух дисковых фрез 5 с рыхлителями 4. Отвал 7 служит для разделения грунта в выемке на две равные части, равномерной подачи его на фрезы 5, защиты открытого канала от попадания грунта и пассивного резания грунта нижней частью отвала. На наружном конусе фрезы 5 радиально приварено шесть метательных лопастей со сменными ножами, на внутреннем – лопатки без ножа для создания более ровных откосов. Рыхлители крепят к наружной трубе планетарного редуктора. Они обрушивают грунт, подрезаемый фрезами 5. Фрезы 5 приводятся в действие от ВОМ трактора. Для повышения проходимости каналокопателя по слабым болотным грунтам на звенья гусениц трактора устанавливают специальные съемные уширители. Двухфрезерный каналокопатель образует канал полного профиля за один проход и разбрасывает вынутый грунт по обе стороны канала на расстояние 10–12 м.

Плужно-роторный каналокопатель МК-17 разрабатывает канал комбинированным рабочим органом – отвалом 6 (рис. 2.3) и ротором 8. Наклонный ротор 8 расположен впереди отвала плужного типа. Он жестко закреплен на раме 3 машины. Положение рабочего органа регулируют при помощи дополнительного гидроцилиндра 2. Пассивный цилиндрический отвал 6 вырезает часть грунта и направляет его на ротор с осью вращения, перпендикулярной откосу.

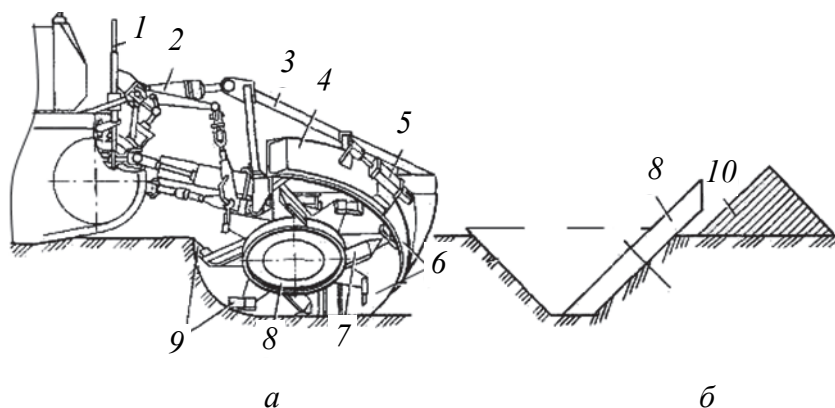


Рис. 2.3. Плужно-роторный каналокопатель МК-17:
 а – общее устройство; б – схема работы ротора; 1 – указатель глубины канала; 2 и 5 – гидроцилиндры; 3 – рама; 4 – поворотный открьлок; 6 – отвал; 7 – выбросные лопатки; 8 – ротор; 9 – режущие элементы; 10 – кавальер

Ротор разрыхляет грунт остальной части сечения, образуя опережающую щель, выносит весь грунт за пределы канала и располагает его вдоль трассы в виде кавальера 10. Глубина подготовливаемого канала 0,5 м, ширина по дну 0,35 м. Ротор вращается от ВОМ трактора. На роторе 8 расположены режущие элементы и выбросные лопатки. Дальность отброса грунта регулируют поворотным открылком 4 направляющего кожуха при помощи гидроцилиндра 5.

Машины для удаления наносов и растительности (каналоочистители) используют при эксплуатационной очистке, текущем и капитальном ремонте каналов. На таких машинах могут быть установлены рабочие органы различных типов: одноковшовые, многоковшовые, фрезерные, скребковые, шнековые, отвальные, ножевые, землесосные.

Для очистки каналов широко применяют одноковшовые универсальные экскаваторы с рабочим оборудованием в виде обратной лопаты, бокового драглайна, грейфера. Использование стандартных ковшей приводит к разрушению профиля каналов. Поэтому одноковшовые экскаваторы оснащают специальными ковшом: с профильными режущими кромками (рис. 2.4, 2, 3) или с открылками (рис. 2.4, 4), позволяющие сохранить профиль канала при продольном движении ковша; уширенные ковши (рис. 2.4, 1, 7), применяемые при поперечной очистке каналов обратной лопатой; ковши с отверстиями (рис. 2.4, 5, 6) для повышения производительности экскаваторов. В целях сохранения поверхности откосов ковши оборудуют ограничительными упорами или лыжами.

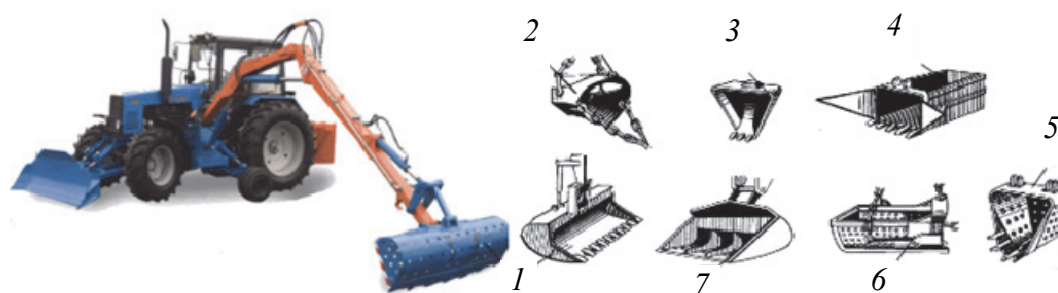


Рис. 2.4. Каналоочиститель циклического действия МР-16:
1, 7 – уширенные ковши; 2, 3 – с профильными режущими кромками;
4 – с открылками; 5, 6 – с отверстиями

Фрезерные каналочистители вырезают наносы стружкой небольшой толщины, измельчают срезанную растительность и грунт, отбрасывают их лопатками на расстояние до 5–10 м.

2.2. Машины для землеройно-планировочных работ

Составной частью мелиоративных и других работ являются земляные работы: срезание бугров, перемещение грунта, профилирование откосов каналов, выравнивание трасс для каналов, планировка полей и т. д. Для разработки грунта применяют одноковшовые экскаваторы, скреперы, для планировки участков – грейдеры и автогрейдеры, бульдозеры, а также катки.

2.2.1. Экскаваторы. Представляют собой самоходные землеройные машины, разрабатывающие грунт и перемещающие его рабочим органом с погрузкой в транспортные средства или непосредственно в отдельные валы. Различают одноковшовые (периодического действия) и многоковшовые (непрерывного действия) экскаваторы.

По типу ходовой части экскаваторы бывают гусеничные на нормальной или уширенной (болотоходный вариант) гусенице, пневмоколесные, самоходные, автомобильные и навешиваемые (монтируемые) на тракторах. По типу привода: дизельные (механические), электрические с питанием от внешней сети, дизель-электрические и дизель-гидравлические. По числу приводных двигателей – одномоторные (привод всех механизмов экскаватора от одного двигателя через механическую трансмиссию или гидрообъемную передачу) и многомоторные (привод каждого механизма экскаватора от индивидуального двигателя). По конструкции поворотной части – полноповоротные (поворот платформы с рабочим оборудованием не менее чем на 360°) и неполноповоротные (угол поворота рабочего оборудования в плане $180\text{--}270^\circ$). По степени универсальности – универсальные, имеющие до 15 видов сменного рабочего оборудования, и специальные, имеющие всего один вид рабочего оборудования – ковш. По виду управления – с рычажным (механическим), гидравлическим, пневматическим, электрическим и смешанным (комбинированным) управлением. По типу рабочего органа – прямая и обратная лопаты, драглайн, грейфер, кран, струг, скребок, копер, корчеватель (рис. 2.5).

Прямая лопата предназначена для разработки грунта выше уровня стоянки экскаватора. Обратная лопата используется преимущественно при разработке котлованов, выкопки узких и длинных канав, траншей при копании грунта ниже уровня стоянки экскаватора. Драглайн применяют для выемки грунта ниже места стоянки на глубину до 9,5 м при рытье котлованов с пологими стенками, добыче ископаемых и пр. Грейфер используют при погрузке-разгрузке песка, гравия, щебня, торфа, угля, лесных материалов.

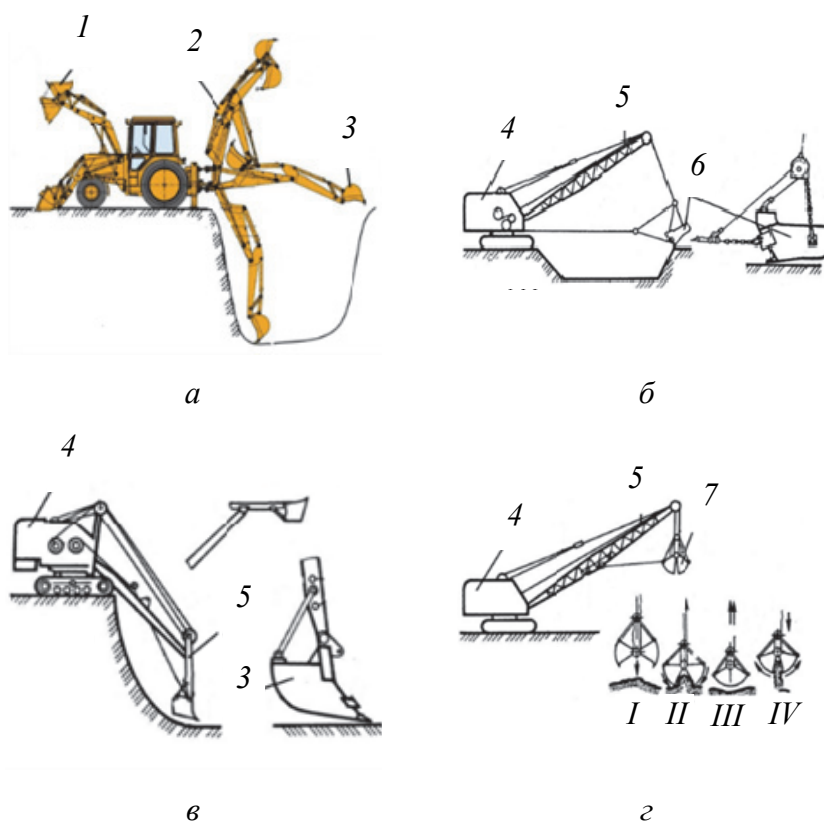


Рис. 2.5. Типы рабочих органов экскаваторов:
 а – обратная лопата; б – прямая лопата;
 в – драглайн; г – грейфер

2.2.2. Бульдозеры. Бульдозеры, навешиваемые на колесные или гусеничные тракторы, предназначены для послойного срезания (5–15 см), разравнивания и перемещения на небольшие расстояния (50–100 м) грунта, гравия, щебня и других сыпучих материалов. Их применяют при засыпке ям, котлованов и траншей, планировке поверхности участков, штабелевке сыпучих материалов,

растительной земли, песка, корчевке небольших пней, уборке валунных камней, очистке дорог от снега и др.

Классифицируют бульдозеры по способу установки отвала (неповоротные и поворотные универсальные) и виду управления (трособлочные и гидروуправляемые). Бульдозер, у которого отвал прикреплен на толкающей раме шарнирно и может поворачиваться в горизонтальной и вертикальной плоскостях, называется универсальным. При установке отвала под углом $54\text{--}65^\circ$ к продольной оси трактора грунт перемещается в сторону по отношению движения бульдозера. В настоящее время выпускают бульдозеры с гидравлическим управлением. Преимущества таких бульдозеров – возможность принудительно опускать и фиксировать положение отвала.

На Мозырском машиностроительном заводе налажен выпуск гусеничных тракторов МТЗ-1402 и МТЗ-1502 (рис. 2.6) промышленной и болотной модификаций, имеющих набор сменных рабочих органов, монтируемых на универсальную раму. Бульдозеры состоят из базового гусеничного трактора (тягача) и навесного оборудования (отвала, устройства для крепления отвала к базовой машине и системы его привода).



Рис. 2.6. Типаж гусеничных машин «БЕЛАРУС»:
а – бульдозер МТЗ-1402; б – бульдозер промышленный МТЗ-1502;
в – корчеватель МП-18-6; г – бульдозер мелиоративный МТЗ-1502

2.2.3. Грейдеры. Грейдеры используют на ремонте и отделке земляного полотна дорог, устройстве одежд дорожного покрытия, профилировании кюветов, разравнивании и перемещении грунта по полотну дороги, срезке бугров, а также на очистке дорог от снега.

Рабочий орган – отвал с ножом, расположенный между передними колесами и балансирной тележкой. При работе его устанавливают под разным углом в горизонтальной и вертикальной плоскостях или выносят в сторону. Для этого отвал смонтирован с возможностью поворота на поворотном круге.

Прицепные грейдеры в зависимости от размера рабочего органа подразделяются на тяжелые (с отвалом длиной 3,5–4,5 м) и среднего типа (с отвалом длиной 2,5–3,0 м). Грейдер лесной V4-240 является прицепным и предназначен для текущего ремонта лесных грунтовых дорог, проездов и подъездов к противопожарным пунктам, водозаборным скважинам и т. п. шириной 3,0–6,0 м.

Автогрейдер ДЗ-99-1-4 (рис. 2.7) – самоходный легкого типа, предназначен для планировочных работ в мягких, чаще насыпных грунтах при строительстве, содержании и ремонте автомобильных и лесных дорог, а также для очистки площадок и дорог от рыхлого и лежащего небольшим слоем снега. Автогрейдер состоит из основной хребтовой рамы, силовой установки с трансмиссией, ходовой части, кабины машиниста с пультом и рычагами управления и рабочего органа, представляющего собой отвал с ножом, поворотный круг и тяговую раму. Имеет дополнительное бульдозерное оборудование, гидросистему управления ходовой частью и рабочими органами.



Рис. 2.7. Автогрейдер ДЗ-99-1-4

Для копирования поверхности пути автогрейдер снабжен передним балансирным мостом с двумя управляемыми колесами, установленными с некоторым схождением и возможностью

наклона в поперечной плоскости, и задним ведущим балансирным или тандемным мостом. Основной полноповоротный рабочий орган (отвал с нижними и боковыми ножами) подвешен между передними и задними колесами и может быть вынесен за раму машины. Навесное бульдозерное оборудование закреплено на переднем мосту перед колесами и имеет два съемных ножа. Бульдозерное оборудование предназначено для разравнивания грунта, засыпки рвов, ям, траншей, распределения строительных материалов.

2.2.4. Скреперы. Скреперы используют для послойного среза грунта с планировкой площади, устройства выемок и насыпей с перемещением грунта. Оптимальная глубина резания скреперами на песчаных и супесчаных грунтах составляет 15–25 см, на более плотных грунтах – не более 10 см. Различают скреперы по способу передвижения (прицепные, полуприцепные и самоходные) и по способу разгрузки (свободная, полупринудительная и принудительная), системе управления (гидравлическая и трособлочная) и вместимости ковша (малая до 3 м³, средняя 4–11 м³, большая – более 12 м³). Рабочий цикл скрепера (рис. 2.8) состоит из следующих последовательных операций: срезка грунта с одновременным заполнением ковша; транспортировка грунта; разгрузка грунта; транспортировка порожнего ковша; установка ковша в исходное положение.

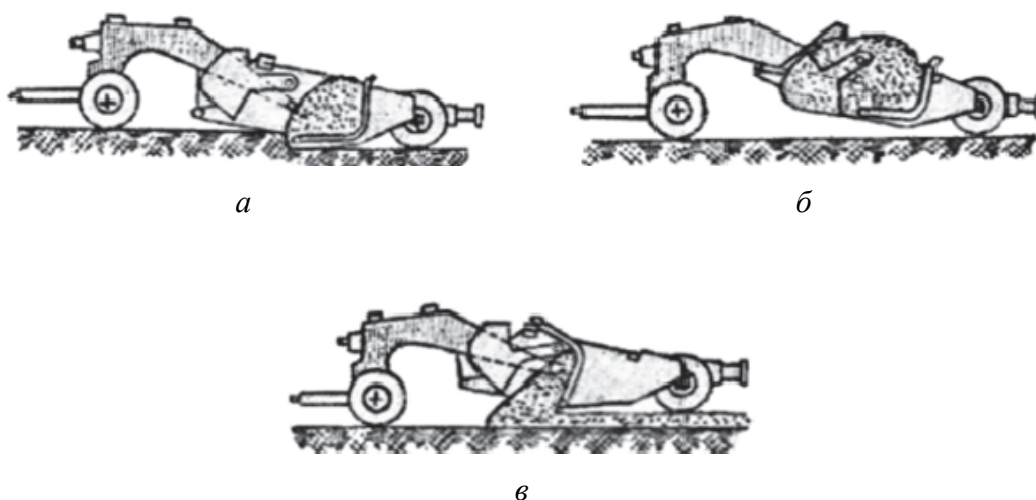


Рис. 2.8. Схемы устройства и работы скреперов:
а – загрузка; б – транспортное положение; в – разгрузка

Скрепер прицепной лесохозяйственный предназначен для послойного срезания горизонтальными слоями грунтов, транспортировки и отсыпки их в земляное полотно заданной толщины. Ширина ножа 2,3 м, высота ковша 1,5 м, мощность тягового трактора 80 л. с.

2.2.5. Дорожные катки. При сооружении дорог и площадок для уплотнения их основания и верхнего покрытия применяются моторные (самоходные) или прицепные катки и виброплиты.

Наибольшее распространение получили моторные катки с гладкими вальцами, а также катки на пневматических шинах и реже прицепные кулачковые катки. Все уплотняющие машины многократно проходят по одному следу до окончательного уплотнения. В зависимости от физико-механических свойств уплотняемых материалов, условий работы и производительности используют два различных уплотняющих воздействия на материал – статическое и динамическое.

Самоходные катки с гладкими вальцами различаются по массе, удельному линейному давлению, числу колес, их взаимному расположению, способу привода валцов и типу двигателя.

Самоходные катки на пневматических шинах используются для уплотнения дорожных оснований и покрытий из гравийных и щебеночных материалов с вяжущими материалами. Основными узлами катков являются рама, двигатель, вальцы, трансмиссия, приспособление для смачивания и очистки валцов. Рабочая скорость катков находится в диапазоне 0–9,6 км/ч.

Задание. Определить производительность катка ($\text{м}^3/\text{ч}$) по следующей формуле исходя из исходных данных (таблица):

$$\Pi_{\text{э}} = \frac{3600 \cdot L \cdot (B - a) \cdot h \cdot K_{\text{в}}}{\left(\frac{L}{v} + t\right) \cdot n},$$

где L , B – длина и ширина укатываемого участка, м; a – ширина перекрытия при последующих проходах (0,2–0,25 м); h – толщина укатываемого грунта, м; $K_{\text{в}}$ – коэффициент использования машины по времени, $K_{\text{в}} = 0,80–0,85$; v – рабочая скорость движения катка, м/с; t – время, затрачиваемое на разворот в конце участка (при реверсировании 5–15 с, при развороте – 90–120 с); n – число проходов катка по одному следу.

Исходные данные

Показатели	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина укатываемого участка, м	100	200	300	400	500	600	700	800	900	950
Ширина укатываемой полосы, м	1,8	2,0	2,5	2,8	3,0	3,2	3,3	3,5	3,6	3,0
Рабочая скорость катка, м/с	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Толщина укатываемого слоя, м	0,20	0,22	0,25	0,30	0,35	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Число проходов	2	3	4	5	6	5	4	2	3	3

Контрольные вопросы

1. Устройство и принцип работы мелиоративных машин.
2. Назначение и работа плужных канавокопателей.
3. Устройство одноковшового экскаватора.
4. Скреперы. Автогрейдеры. Бульдозеры. Назначение и конструктивные особенности.

3. МАШИНЫ И ОРУДИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Почва в лесном хозяйстве обрабатывается в лесных питомниках для выращивания посадочного материала, при создании лесных культур на вырубках, облесении овражно-балочных и горных склонов, создании полезащитных, лесных насаждений, при противопожарном обустройстве лесных массивов и других видах работ и может проводиться на всей лесокультурной площади, тогда она называется сплошной, или на ее части (частичной), с целью обеспечить благоприятные условия для приживаемости и роста культивируемых растений.

Различают следующие способы обработки почвы: вспашка, глубокое рыхление, дискование, фрезерование, культивация, боронование, прикатывание, подготовка посадочных мест (нарезка борозд, пластов, микроповышений, поделка гряд, копка посадочных ям, аэрация и др.).

3.1. Орудия для сплошной обработки почвы

Плуги общего назначения применяются для сплошной обработки почвы старопахотных и окультуренных почв в питомнике, при полезащитном лесоразведении и при обработке участков, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования.

Плуг ПЛН-3-35П (рис. 3.1, *а*) предназначен для вспашки различных почв под технические культуры на глубину до 27 см, не засоренных камнями, с удельным сопротивлением до 90 кПа. Плуг агрегируется с тракторами класса тяги 14 кН, его производительность составляет 0,5–0,7 га/ч, рабочая скорость 5–7 км/ч, рабочая ширина захвата 1,05 м, масса плуга 460 кг, дорожный просвет не менее 250 мм.

Особенностью конструкции плуга ПЛН-3-35П является наличие на отвале удлинителя 4, а на корпусе углоснима 8, которые в совокупности обеспечивают высокое качество вспашки – без образования на поверхности вспаханного поля высоких гребней и крупных глыб, при этом обеспечивается также качественная заделка остатков растительности.

Плуги ПКМ-3-35В и ПГП-3-40Б-2 предназначены для вспашки почв с удельным сопротивлением до 90 кПа, средне засоренных камнями, на глубину до 27 см. Плуги оснащены пружинными (ПКМ-3-35) или рессорными (ПКМ-4-35В) предохранителями (рис. 3.1), которые обеспечивают выглубление корпуса при наезде на препятствие (камни и другие предметы) и последующее автоматическое заглубление после преодоления препятствия.

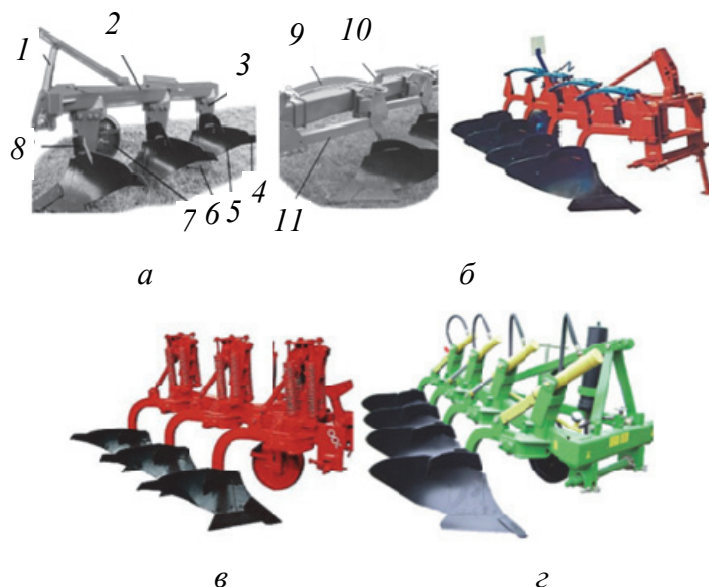


Рис. 3.1. Плуг лемешной навесной:

- а* – ПЛН-3-35П; *б* – ПКМ-4-35В с рессорными предохранителями;
в – ПКМ-3-35 с пружинными предохранителями;
г – ПГП-3-40Б-2 с гидравлическими предохранителями:
1 – навеска; *2* – рама; *3* – стойка; *4* – удлинитель; *5* – полувинтовой отвал;
б – лемех; *7* – опорное колесо; *8* – углосним; *9* – подвеска корпуса;
10 – кронштейн; *11* – рессора

3.2. Плуги лесные

Специальные лесные плуги применяют: для обработки почвы в виде борозд на площадях с легкими дренированными почвами (ПКЛ-70А, ПЛ-1, Л-134); для образования микроповышений в виде гряд или в виде пластов на площадях с временно переувлажняемыми почвами, не требующими осушительной мелиорации (ПЛМ-1,5; ПДВ-1,5; ПЛД-1,2; ПЛП-135); для образования мощных пластов и осушительных канав на площадях постоянного, избыточного ув-

лажнения (ПКЛН-500, ПЛО-400); плуги, производящие обработку без оборота пластов рыхлением и перемешиванием (АП-1, ПД-0,7).

Наибольшее распространение находят плуги лемешные и дисковые.

Плуг лесной ПКЛ-70А применяется для нарезки борозд шириной 0,7 м на глубину до 15 см. Плуг (рис. 3.2) агрегатируется с тракторами классов тяги 14–30 кН через навесное устройство 2, которое обеспечивает регулировку глубины обработки при помощи отверстий в кронштейнах, а также положением продольных тяг трактора и регулировочным винтом центральной тяги механизма навески трактора. Основными элементами конструкции плуга являются дисковый подрезной нож 4 и корпус, состоящий из стойки с двумя отвалами 8, лемехами 6 и ножа корпуса 5, предохранителя 7. Глубина хода дискового ножа 4 регулируется отверстиями в креплении кронштейна дискового ножа 3 к раме плуга. Отвалы имеют винтовую поверхность для обеспечения полного оборота пластов на угол 180° , при этом производительность составляет 3,0–5,7 км борозд в час.

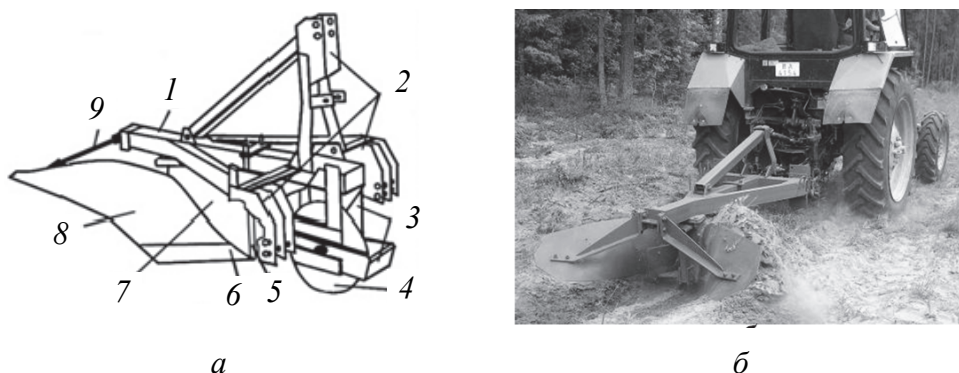


Рис. 3.2. Плуг лесной ПКЛ-70А:

- а* – схема устройства; *б* – в работе; 1 – рама; 2 – навесное устройство;
3 – кронштейн дискового ножа; 4 – дисковый подрезной нож;
5 – нож корпуса; 6 – лемех; 7 – предохранитель; 8 – отвал;
9 – распорка отвалов

Плуг лемешный для микроповышений ПЛМ-1,5 предназначен для обработки почвы в виде гряд под посадку лесных культур на временно переувлажненных вырубках, не возобновившихся мягколиственными породами или после расчистки площади от пней, порубочных остатков и нежелательной древесины полосами шириной не менее 2 м (рис. 3.3).

Плуг состоит из рамы с навесной системой 1, выполненной из двух продольных боковых брусьев, связанных спереди поперечным брусом 2, а сзади косым брусом 3. Рама имеет устройство с опорами-подставками для удобства соединения его с тракторами классов тяги 30–60 кН. К раме снизу крепятся лево- 8 и правооборачивающие 4 корпуса со смещением относительно друг друга в продольном направлении, к которым с тыльной стороны прикреплены опорные лыжи 5, а также профилировщики 6 и 7, выполненные в виде пластины для сдвигания подрезаемой корпусами почвы в центр полосы и образования таким образом микроповышения в виде гряды высотой до 25 см и шириной на уровне необработанной поверхности почвы 80–90 см. Ширина захвата плуга 1,5 м, производительность за 1 ч основного времени 2,6 км (10–15 км в смену). Диаметр перерезаемых плугом корней не более 8 см.

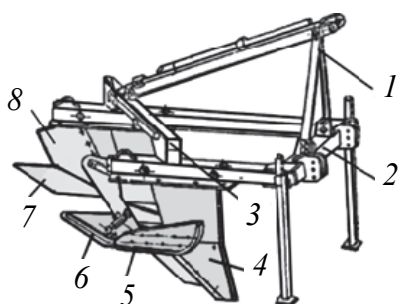


Рис. 3.3. Плуг лесной ПЛМ-1,5:

- 1 – навесная система;
- 2 – передний поперечный брус;
- 3 – задний косой брус; 4 – правый корпус;
- 5 – опорная лыжа;
- 6 – профилировщик правого корпуса;
- 7 – профилировщик левого корпуса;
- 8 – левый корпус

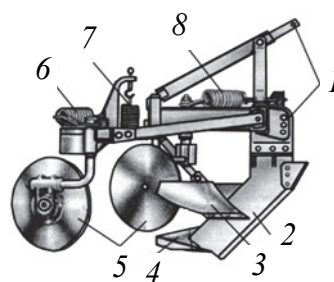


Рис. 3.4. Плуг лесной ПЛД-1,2:

- 1 – навесная система; 2 – черенковый подрезной нож; 3 – дерносниг;
- 4 – лемех-лапа; 5 – дисковые секции; 6 – пружинный амортизатор правого диска;
- 7 – предохранитель задней секции корпуса плуга;
- 8 – амортизатор левого диска

Плуг лесной дисковый ПЛД-1,2 (ПДВ-1,5) с шириной захвата 1,2 (1,5) м предназначен для обработки почвы с образованием микроповышений посередине полосы (рис. 3.4). Применяют его на вырубках с количеством пней до 600 шт./га. При большем числе пней и сильном захламлении вырубок необходима предварительная расчистка полос от пней, валежника и порубочных остатков. Рабочие органы: покровосдиратель, состоящий из черенкового подрезного ножа 2 с двумя, левым и правым, дерноснигами 3 в виде предплужников и лемеха-лапы 4; дисковые секции 5, уста-

новленные на передней секции вразвал под углом 20° и на задней – всвал. Диски имеют пружинные амортизаторы 6, 8 и крепятся шарнирно. При встрече с препятствием они могут поворачиваться в горизонтальной плоскости, а после преодоления препятствия возвращаются в рабочее положение. Предохранитель 7 обеспечивает копирование поверхности и преодоление препятствий.

При работе черенковый подрезной нож 2 разрезает почвенный покров и корни, лапа рыхлит середину обрабатываемой полосы на глубину 25 см, дерноснимы и передние диски отваливают в стороны верхний задернелый слой почвы толщиной 5–8 см на полосе 1,2 м. Задние диски, работающие всвал, на образовавшейся полосе формируют микроповышение в виде гряды высотой 10–20 см, шириной около 80 см и две дренирующие борозды глубиной до 15 см. Производительность плуга составляет 3,2–3,6 км/ч.

3.3. Почвенные фрезы

Почвенные фрезы – это ротационные машины активного действия, выполняющие одновременно рыхление, перемешивание разрыхленного слоя и выравнивание поверхности. В лесном хозяйстве их используют для основной обработки почвы полосами на вырубках под посадку лесных культур, содействия естественному возобновлению леса, подновления противопожарных полос, а также для поверхностной обработки для разделки пластов дернины после вспашки болотными плугами, ухода за междурядьями культур. Ножевые фрезы имеют рабочий орган – барабан с установленными на нем ножами. Режущие ножи применяются для обработки почвы с растительными остатками (включениями). Рыхлящие ножи применяются для обработки минеральных почв. К ним относятся рыхлящие долота, зубья, лапы, крючки и кирки. Фрезерный почвенный плуг ФПП-1 (АП-1) (рис. 3.5) предназначен для образования борозд под посадку лесных и плантационных культур на вырубках с количеством пней до 500 шт./га и средней захламленностью. Форма борозды корытообразная с шириной 0,4–0,6 м и глубиной 10–20 см.

Зубчатый диск, приводящийся в действие от гидромотора, при работе не разрушает структуру почвы (раздвигает почву), хорошо преодолевает препятствия в виде пней на своем пути. Ступенчатая

регулировка угла рабочего положения 17° , 32° , 47° дает возможность регулировки параметров борозды. Посадочными местами при такой обработке почвы может служить основание или вершина на насыпной части пласта, а также выемочная часть борозды.

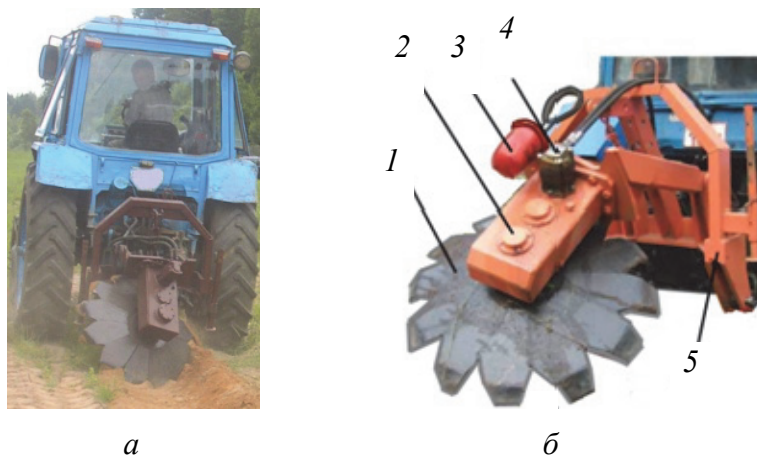


Рис. 3.5. Почвенные фрезы:
а – ФПП-1; *б* – АП-1: 1 – ножевой диск;
 2 – редуктор; 3 – гидроаккумулятор;
 4 – гидромотор; 5 – рама

Рабочая скорость с трактором МТЗ-82 составляет 1,9–3,0 км/ч, при этом производительность составляет 0,2 га/ч, масса навесного оборудования 400 кг.

В условиях вырубок для обработки почвы и измельчения древесных включений (пни, валежник, порубочные остатки и подрост) могут использоваться «лесные косилки» или «лесные измельчители» («ротоваторы»). Ротоваторы (лесные фрезы) рассчитаны на работу с мощными тракторами, способны обрабатывать территории с пнями диаметром до 40 см и погружаться в грунт до 50 см, обеспечивая одновременно глубокую обработку почвы. При этом может использоваться и ротор диаметром до 1 м, вращающийся с небольшой скоростью.

Фреза лесная FC-045 (рис. 3.6) служит для измельчения корней, порубочных остатков и обработки лесных почв. Она агрегируется с тракторами мощностью 70–130 л. с., которые оборудованы гидроходоуменьшителем. Ширина захвата 45 см, привод от вала отбора мощности трактора при 1000 об./мин. На барабане неразъемно установлены режущие ножи со съемными резцами из твердосплавного материала.

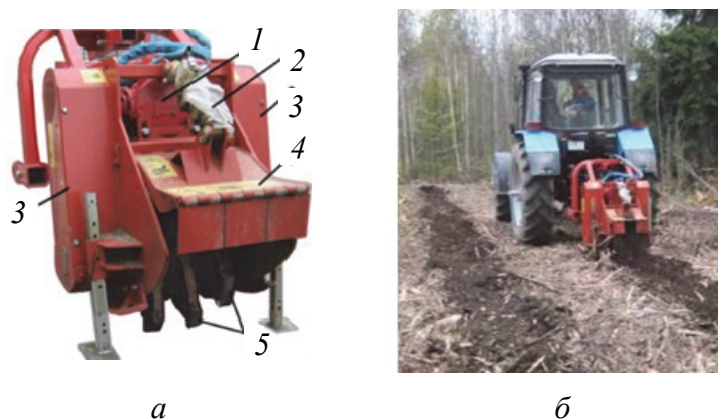


Рис. 3.6. Фреза почвенная FC-045:

1 – редуктор; 2 – гидроцилиндр;

3 – ременная передача;

4 – регулируемый защитный экран; 5 – нож-резец

Задание. Провести расчет по комплектованию плужного агрегата. Сопротивление лемешного плуга в работе определяется по формуле

$$R_{\text{пл}} = Q_{\text{пл}} \cdot f + k \cdot a \cdot b + \zeta \cdot a \cdot b \cdot v^2 + \Delta \cdot q \cdot a \cdot b,$$

где $Q_{\text{пл}}$ – вес плуга, кН; f – коэффициент трения корпуса плуга (табл. 3.1); k – коэффициент удельного сопротивления почвы (табл. 3.2); a – глубина обработки почвы, м; b – ширина захвата плуга, м; ζ – коэффициент пропорциональности, $1,5\text{--}3,0 \text{ кН} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$; v – скорость движения агрегата, км/ч; Δ – часть площади пласта, занятая корневой системой, $0,01\text{--}0,05$; q – удельное сопротивление резания древесной растительности в почве, $2000\text{--}3000 \text{ кН}/\text{м}^2$.

Таблица 3.1

**Значения коэффициента трения корпуса плуга
о дно и стенки борозды**

Тип почвы	Влажность почвы, %	Значение коэффициента
Супесчаная	3,0–5,5	0,26
Супесчаная	6,6–7,7	0,31
Суглинок	5,0	0,30
Суглинок	13,0	0,40
Лесная	–	0,50–0,76
Тяжелая глинистая	11	0,55–0,60

Таблица 3.2

Удельное сопротивление лесных плугов

Глубина борозды, см	Удельное сопротивление, кН/м ²					
	Открытые целинные и залежные участки без пней	Старые невозобновившиеся вырубки	Свежие нераскорчеванные вырубки			
			Количество пней на 1 га, шт.			
			До 200	201–400	401–600	Более 600
10	55	65	67	71	82	85
15	58	68	78	82	100	113
20	64	70	95	100	115	116
25	69	77	–	–	–	–

Тяговое сопротивление навесного агрегата

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{пл}} + Q_{\text{агр}} \cdot (f \pm i),$$

где $Q_{\text{агр}}$ – вес агрегата, кН; i – уклон местности; f – коэффициент сопротивления движения агрегата (при движении по вырубке 0,12–0,2).

Оценка загрузки трактора в работе

$$\eta = \frac{R_{\text{агр}}}{P_{\text{кр}}},$$

где $P_{\text{кр}}$ – тяговое усилие трактора на соответствующей передаче, кН.

Задания для самостоятельных расчетов приведены в табл. 3.4. Необходимо скомплектовать агрегат для обработки почвы под посадку сеянцев на участке с полосной корчевкой пней. Ширина полос, на которых предварительно произведена корчевка пней и вычесывание корней, – 3 м.

Таблица 3.3

Краткие технические характеристики тракторов

Показатели	МТЗ-Л122.1	ШУ-356	МТЗ-122.1	МТЗ-Л82.1	МТЗ-82.1	Т-25А
Тяговый класс	2,0	2,0	2,0	1,4	1,4	0,6
Тяговое усилие, кН / скорость на передачах, км/ч:						
I	19,7/2,1	20,8/2,5	22,1/2,1	16,5/1,89	14,0/1,89	7,74/6,4
II	18,1/4,26	20,1/4,26	21,1/4,2	16,5/4,26	14,0/3,22	5,76/8,1
III	14,9/7,6	16,9/7,25	17,9/7,2	16,5/7,24	14,0/5,48	4,70/9,4
IV	12,0/9,0	14,0/8,9	15,0/9,0	16,5/8,9	14,0/6,73	3,38/11,9
V	10,1/11,1	12,1/11,1	13,1/11,1	13,5/10,5	11,5/7,97	2,36/14,9
VI	8,0/19,0	10,0/19,0	11,0/19,0	11,5/12,3	9,5/9,33	–
Вес, кН	64,3	51,0	58,0	41,2	40,0	20,5

Таблица 3.4

Исходные данные

Показатели	Номер варианта														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Уклон местности	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
Орудие	ППП-3-35			ПКЛ-70			ПЛ-1			ПЛН-3-35			ФЛУ-0,8		
Глубина обработки, м	20			15			20			25			20		
Категория площади	вырубка			вырубка			вырубка			сельскохозяйственная			вырубка		
Вес, кН	7,95			4,85			7,00			4,75			7,5		

Контрольные вопросы

1. Назовите марки плугов и сферу их применения.
2. Перечислите орудия, которые применяют для обработки почвы под лесные культуры на вырубках.
3. Приведите марки лесных фрез.

4. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СБОРА ЛЕСНЫХ СЕМЯН

Потребность в качественном лесосеменном материале с каждым годом возрастает. Каждый год заготавливается 500–600 т шишек сосны и ели. Из каждой тонны шишек выход семян составляет 1–1,3%.

4.1. Технологический процесс заготовки семян

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

Шишки хвойных пород собирают с поваленных или со стоящих деревьев с использованием для этого различных съемных приспособлений и устройств для подъема сборщиков в крону дерева. Из шишек семена извлекают путем их искусственной просушки в специальных стационарных или передвижных установках, которые называются шишкосушилками, и последующей отбивкой в барабанах. Трудно извлекаемые семена добывают из плодов путем механического воздействия – измельчения, дробления, высверливания и т. д. Обескрыливание, очистку и сортировку полученной массы семян проводят специальными семяочистительными установками и машинами.

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

Существует несколько способов заготовки семян древесно-кустарниковых пород: сбор шишек с деревьев, срубленных во время лесозаготовок; сбор опавших на землю семян и плодов (дуб, бук, клен и т. д.); заготовка шишек (семян) с растущих деревьев.

При сборе шишек с поваленных деревьев в районах деятельности лесозаготовительных предприятий технологию лесосечных работ необходимо увязывать с технологией заготовок (способ валки деревьев, время для безопасной и эффективной работы сборщика)

и урожаем. Со срубленных деревьев собирают шишки сосны обыкновенной, ели и лиственницы, плоды некоторых лиственных пород (ясеня, клена) при рубке главного, реже промежуточного пользования. Это наиболее простой и дешевый способ заготовки лесосеменного сырья.

Глубокий снег затрудняет заготовку шишек и плодов, и собирать их следует в основном до глубокого снежного покрова. Кроме того, при валке деревьев на лесосеке теряется от 16 до 51% шишек, а при трелевке на верхний склад – еще от 12 до 36%. Поэтому, в случае трелевки деревьев шишки следует собирать только на лесосеках, на месте валки деревьев.

Заготовка шишек (семян) с растущих деревьев может осуществляться с помощью специальных устройств. Для заготовки шишек при подъеме сборщиков в кроны деревьев созданы различные механизмы и приспособления. В настоящее время находят применение следующие способы подъема: подъем по стволу с использованием специальных древолазных приспособлений; подъем по приставным (прикрепленным) или телескопическим лестницам; подъем с помощью различных подъемных механизмов (подъемников).

4.2. Лестницы для подъема в крону

Для сбора семян, плодов и шишек с невысоких деревьев широко применяют лестницы различных конструкций (рис. 4.1), в том числе машинные выдвижные пожарные лестницы АП-17 на базе автомобилей ГАЗ-53, АКП-30, УРАЛ-375М и МАЗ. Пригодность их определяется длиной, легкостью, удобством переноски и простотой изготовления.

Широкое распространение получили шарнирные телескопические лестницы (рис. 4.1, б), которые оснащены четырьмя 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, что позволяет использовать лестницу на неровных поверхностях. Она может перемещаться одним рабочим – сборщиком шишек. Высота подъема составляет 6,35 м, длина в сложенном состоянии – 1,6 м, вес – 18 кг.

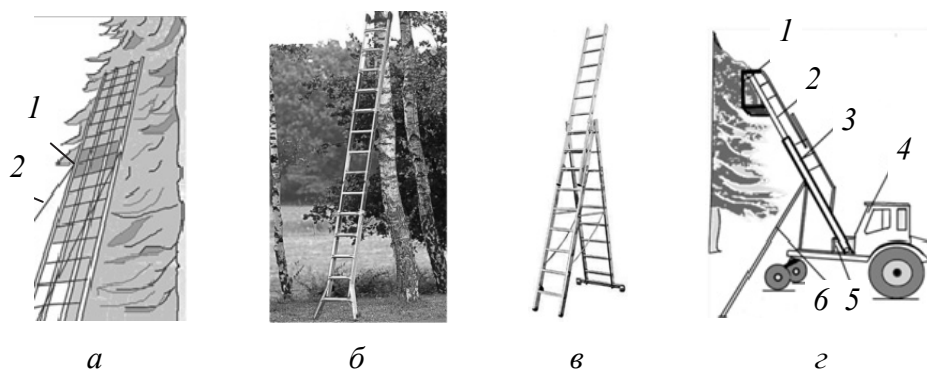


Рис. 4.1. Подъемные приспособления и устройства:
 а, б, в – приставные лестницы: 1 – удлинитель; 2 – упор;
 г – подъемник ОСШ-1: 1 – люлька; 2 – выдвижная
 верхняя секция; 3 – нижняя секция;
 4 – шасси Т-16М Т-20); 5 – механизм управления; 6 – упоры

Лестница-стремянка (рис. 4.1, в) обеспечивает высоту подъема на дерево 9,4 м, при длине в транспортном состоянии 4,11 м и весе 37 кг.

На шасси Т-16М монтируется подъемник ОСШ-1 (рис. 4.1, г), который имеет телескопически выдвижную поворотную лестницу, состоящую из двух выдвижных секций (верхняя 2 и нижняя 3). На верхней секции 2 установлена люлька 1 для сборщиков шишек. Трактор 4 устанавливают в непосредственной близости к обрабатываемому дереву, лестница с помощью механизма 5 переводится в рабочее положение, а секции лестницы раздвигаются с помощью лебедки и люлька подводится к кроне дерева. Для устойчивого положения лестницы при работе имеются упоры 6. Высота подъема люльки достигает 7 м, производительность до 7 кг/ч, масса оборудования 300 кг.

4.3. Автотракторные подъемники

В редкостойных древостоях, расположенных на площадях с относительно ровным рельефом, на лесосеменных плантациях хорошо зарекомендовали себя механические и гидравлические подъемники и вышки для приближения сборщиков к кроне деревьев, высота которых не превышает 20–25 м.

В настоящее время применяются созданные на базе тракторных шасси специальные подъемники для сбора шишек ОПТ-9195

(рис. 4.2, а), БЛ-09. Особенностью конструкции этих машин является складывающаяся мачта, состоящая из двух шарнирно соединенных колен. Гидроподъемники оснащены люльками для рабочих, обеспечивают подъем вверх и поворот в сторону под любым углом.

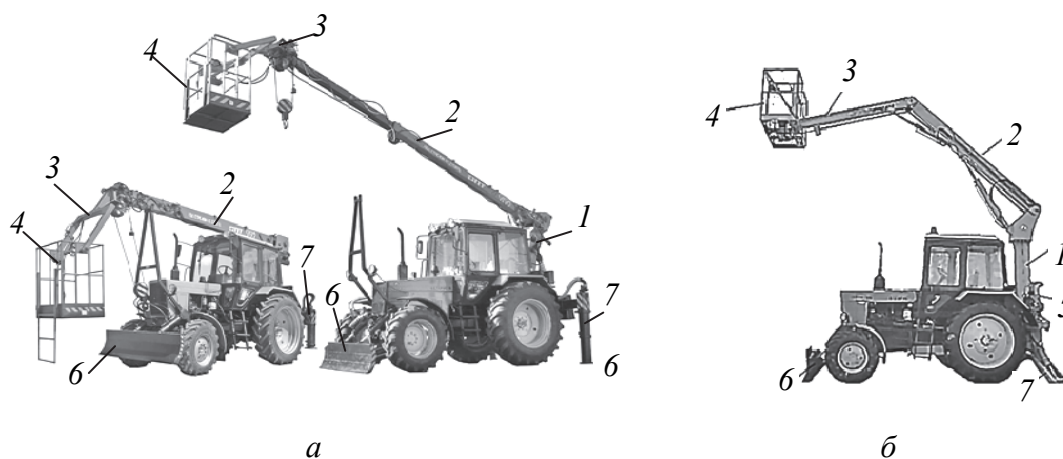


Рис. 4.2. Подъемники тракторные:

а – ОПТ-9195; б – БЛ-09: 1 – колонна; 2 – стрела; 3 – рукоять;
4 – люлька; 5 – органы управления (пульт); 6 – толкатель (отвал);
7 – выносные опоры (аутригеры)

Подъемник ОПТ-9195 (рис. 4.2, а) монтируется на трактор МТЗ. Состоит из люльки 4 с органом управления 5, П-образной рукояти 3, стрелы 2, колонны 1, выносных опор 7 и толкателя 6. Грузоподъемность на максимальном вылете стрелы 120 кг, высота подъема 7,8 м.

Подъемник монтажный специальный БЛ-09 (рис. 4.2, б) является основным механизмом для сбора шишек на плантациях и предназначен для подъема двух рабочих в крону при заготовке шишек на высоте до 11 м с использованием шишкосъемных ручных приспособлений. Управление подъемником осуществляется с земли пультом 5. Угол поворота стрелы в горизонтальной плоскости 220° , наибольший радиус обслуживания 7 м, грузоподъемность 300 кг. Подъемник может использоваться при скорости ветра не более 10 м/с.

Подъемник оборудован устройствами безопасности: устройством против перегрузки подъемника; следящей системой ориентации люльки в вертикальном положении; ограничителем зоны

обслуживания по прочности или устойчивости; системой блокировки подъема и поворота стрелы при не выставленных опорах подъемника; устройством блокировки подъема опор при рабочем положении стрелы; системой аварийного опускания люльки при отказе гидросистемы или двигателя машины; устройством, предохраняющим выносные опоры (аутригеры) подъемника от самопроизвольного выдвижения во время движения подъемника; указателем угла наклона подъемника; гидрозамками гидроцилиндров для удержания гидроцилиндров в исходном положении при обрыве шлангов и трубопроводов гидросистемы; страховочными цепями для крепления отвала и гидроопор в транспортном положении; фиксатором для крепления стрелы в транспортном положении.

С более высоких деревьев шишки можно заготавливать при подъеме с помощью телескопических автоподъемников, строительных или монтажных вышек АПТ-14, АГП-18, ВТУ-12, ВТ-1, ВС-18 и др.

Автоподъемник телескопический АПТ-14 (рис. 4.3) является компактной и маневренной машиной на базе автомобиля ГАЗ-3308 или МАЗ-437040-81.

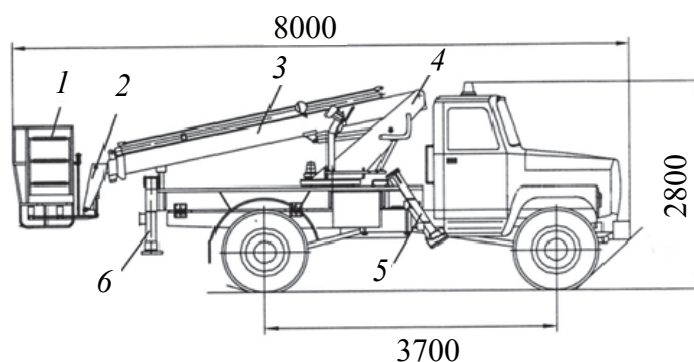


Рис. 4.3. Схема автомобильного подъемника АПТ-14:

1 – люлька; 2 – подвеска; 3 – стрела; 4 – колонна;
5 и 6 – выносные опоры (аутригеры)

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 в зависимости от базового автомобиля составляет 5810 или 6500 кг.

Задание. Оценить устойчивость подъемника и определить грузоподъемность люльки, используя рис. 4.4 и исходные параметры, приведенные в таблице.

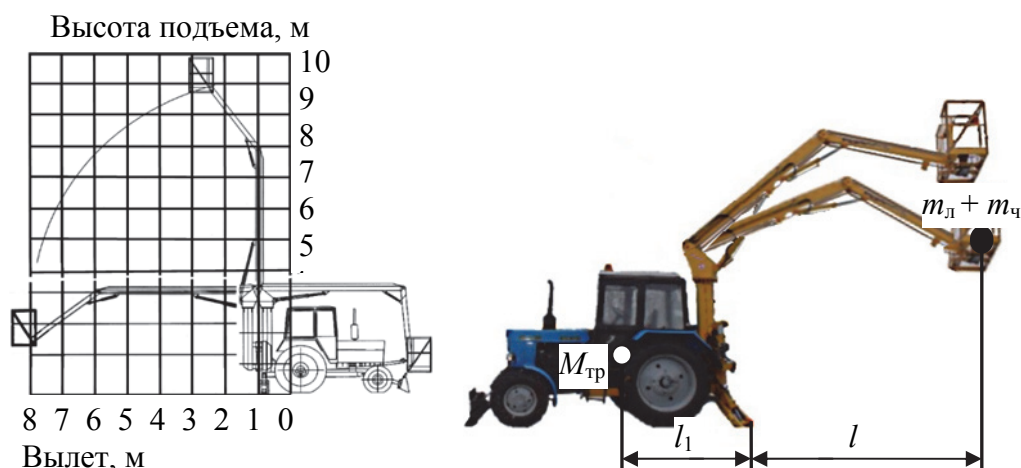


Рис. 4.4. Расчетная схема

Исходные данные

Показатель	Номер варианта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Масса трактора, кг	4100	4200	4300	4400	4500	4700	4800	4100
Расстояние l_1 , м	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,0	1,2
Расстояние l , м	7,5	7,6	7,7	7,8	8,0	8,1	8,2	8,3

Окончание таблицы

Показатель	Номер варианта						
	9	10	11	12	13	14	15
Масса трактора, кг	4200	4300	4400	4500	4700	4800	4100
Расстояние l_1 , м	1,5	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Расстояние l , м	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	7,5

Для решения необходимо составить уравнение равновесия, записав сумму моментов сил относительно точки контакта аутригеров:

$$\Sigma M = 0;$$

$$M_{\text{тр}} \cdot l_1 = (m_{\text{л}} + m_{\text{ч}}) \cdot l,$$

где $M_{\text{тр}}$ – масса трактора, кг; l_1 – расстояние от точки опрокидывания (аутригеров) до центра тяжести трактора, м; $m_{\text{л}}$ – масса люльки (200 кг); $m_{\text{чел}}$ – масса человека с грузом (грузоподъемность), кг;

l_1 – расстояние от точки опрокидывания (аутригеров) до центра тяжести люльки, м.

Откуда

$$(m_{\text{л}} + m_{\text{ч}}) = M_{\text{тр}} \cdot \frac{b}{l}.$$

Контрольные вопросы

1. Назовите основные операции техпроцесса заготовки лесных семян.
2. Охарактеризуйте особенности конструкции автомобильных и тракторных подъемников.
3. Опишите принцип работы подъемника БЛ-09.
4. Изложите общее устройство автомобильного подъемника.

5. МАШИНЫ И ОРУДИЯ ДЛЯ РАБОТ В ПИТОМНИКЕ

В лесных питомниках выращивается различный посадочный материал – сеянцы и саженцы с использованием передовых технологий, основанной на комплексной механизации работ.

В посевном отделении питомника почву обрабатывают плугами общего назначения (ПЛН-3-35, ПЛН-4-35), плугами для каменистых почв (ПКМ-3-35, ПГП-3-40, ПКУ-3-35) и оборотными (ПНО-3-40).

Для осенней или весенней вспашки почвы (рис. 5.1, *а*) используются плуги общего назначения ПЛН-2-35 или ПЛН-3-35 в агрегате с трактором МТЗ-82.1. Весеннее боронование (рис. 5.1, *б*) осуществляется с целью рыхления верхнего слоя почвы при помощи дисковой лесной бороны БДН-1,7 в составе агрегата с трактором МТЗ-82.1.



а



б

Рис. 5.1. Обработка почвы в питомнике вспашкой ПЛН-2-35 (*а*) и дискованием бороной БДН-1,7 (*б*) с трактором МТЗ-82.1

Под школьные отделения более глубокую вспашку осуществляют прицепными (ППУ-50А) и навесными (ППН-40) плантажными плугами.

Для предпосевной обработки почвы применяют фрезерные орудия (КФП-1,4 и ФП-1,3), которые одновременно с поверхностной обработкой могут формировать гряды высотой до 20 см, а также культиваторы для гряд (КПН-2, SAU-1,3, КРН-1,4М, Л-127).

Одним из биологических процессов, осуществляющихся в питомнике, является производство компостов, в которых микроорганизмы превращают органические вещества (листья, навоз, торфяную крошку, щепу, перегной, опилки, солому) в почвенный материал, называемый гумусом. В процессе создания компоста в призмах происходит нагрев смеси, что приводит к циркуляции влаги и ее

испарению, а также к уничтожению патогенных образований и семян сорняков. Оптимальная 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.

Для перемешивания компоста в призмах высотой до 1,5 м и шириной до 2,5 м применяется прицепная машина К-250 (рис. 5.2). Устройство агрегатируется 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. В конструкции машины функцию стабилизации движения выполняет приводная тележка 4 массой 750 кг. Подъем секции ротора 3 в транспортное положение осуществляется посредством сервомотора, подключенного к гидросистеме трактора. Диаметр ротора составляет 720 мм, обеспечивая производительность 500 м³/ч.



Рис. 5.2. Прицепная машина для перемешивания компоста К-250:

1 — буксировочный крюк; 2 — защитный экран;
3 — ротор; 4 — приводная тележка

Внесение твердых минеральных удобрений в посевном отделеении осуществляется приставкой для внесения гранулированных удобрений к культиватору ГС «Эгедаль» (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Культиватор ГС «Эгедаль»
с приставкой для минеральных удобрений

Наиболее рациональным является осуществление предпосевной обработки почвы культиватором для питомников (рис. 5.4). В состав агрегата входит культиватор SAU-1.3 (Л-127) и трактор Т-25А. За счет комбинации рабочих органов (отвал-выравниватель, рыхлящие лапы на пружинной стойке и струнный барабан) обеспечивается рыхление и выравнивание почвы на посевной ленте.



а



б

Рис. 5.4. Предпосевная культивация (*а*) и прикатывание (*б*) почвы

Для создания благоприятных условий для появления всходов применяют операцию прикатывания почвы. Для этого используется каток гладкий водоналивной КВГ-1,4 (рис. 5.4, *б*).

В посевных отделениях питомника применяют безрядковый, рядковый, рядовой (строчный), ленточный и строчно-ленточный посевы. Для этого используются специальные и универсальные лесопитомниковые сеялки «Литва-25», СЛП-М, СЛШ-4М, СПН-4, СЛН-5/9, сеялка фирмы «Эгедаль» (модели 83) (рис. 5.5, *а*).

Посев сидератов (люпина) выполняется сеялкой «Эгедаль» (модели 83), оснащенной приставкой для сплошного (ленточного) посева (рис. 5.5, *б*).



а



б

Рис. 5.5. Посев семян (а) и сидератов (б) сеялкой «Эгедадь» модели 83

Посевы в питомнике также мульчируют. Применение опилок при выращивании хвойных пород является предпочтительным, так как они не содержат семян сорняков и тем самым не засоряют почву. Рекомендуется проводить сплошное мульчирование посевных лент. Толщина покрытия должна быть 0,5–1 см. Для мульчирования посевов применяют машины МСН-0,75 и МСН-1.

Для борьбы с сорной растительностью применяют гербициды, которыми проводят обработку площадей с помощью опрыскивателя на культиваторе ГС «Эгедадь».

Саженцы древесных и кустарниковых пород в лесных питомниках выращивают путем посадки сеянцев в школьное отделение питомника. Для этого рекомендуется применять посадочные машины СШП-5/3, ЭМИ-5М, Л-218 и др. (рис. 5.6).



а



б

Рис. 5.6. Процесс посадки машинами:
а – Л-218; б – ЭМИ-5М

Для формирования мочковатой корневой системы сеянцев применяют операцию подрезки в горизонтальной плоскости при помощи приспособлений ППК-1,2 и РК-1,2 или КН-2. Междурядная обработка и подкормки осуществляются пропашными культиваторами и культиваторами-растениепитателями КФУ-2,8, АПК-2,8, КРН-1,4МО, ГС «Эгедадь» и Л-127.

Выращенный посадочный материал выкапывают скобой НВС-1,2, выкопочным плугом ВПН-2, машиной ВМ-1,3 или WK-1,2. В лесных питомниках в качестве основных энергетических средств рекомендуется использовать колесные тракторы тягового класса 6–14 кН: МТЗ-320, МТЗ-422, МТЗ-622, МТЗ-82.1 «Беларус».

Одним из условий эффективности применения дождевания является соблюдение правильного соотношения между поливной нормой, интенсивностью дождя и влаговпитывающей способностью почвы.

Интенсивность дождевания (q) – количество воды в литрах, выпадающее на 1 м^2 орошаемой площади в течение 1 мин, не должна превышать влаговпитывающей способности почвы. В противном случае будет происходить нарушение структуры почвы и образование на поверхности луж. Кроме того, на качество дождевания влияет размер капель дождя. При слишком крупнокапельном поливе происходит уплотнение поверхности почвы.

Влаговпитывающая способность зависит от механического состава почвы и характеризуется данными: для песчаных почв – 1,5; супесей – 1,0; легких суглинков – 0,8; средних – 0,6; тяжелых – 0,2 л/мин на 1 м^2 . Почвы различного механического состава могут впитывать и удерживать в своем объеме разное количество воды (песчаные – до 100, а суглинки около 400 л/м^3). Необходимая глубина увлажнения в лесных питомниках составляет от 0,1 м в период появления всходов и до 0,3 м в период выкопки посадочного материала. Норма разового полива (q_1) (количество воды, которое следует подавать на поверхность орошаемой площади в течение работы дождевальной установки на одной позиции) зависит от почвенных условий и глубины смачивания почвы (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Норма полива q_1 , $\text{м}^3/\text{га}$ (мм)

Почва	Глубина увлажняемого слоя, см		
	10	20	30
Песчаная	60(6)	110(11)	170(17)
Супесчаная	100(10)	150(15)	230(23)
Легкосуглинистая	130(13)	270(27)	360(36)
Среднесуглинистая	170(17)	290(29)	430(43)
Тяжелосуглинистая	190(19)	310(31)	470(47)

Для дождевальных установок средняя интенсивность дождя q (мм/мин) на 1 м^2 определяется из выражения

$$q = \frac{60 \cdot Q}{F},$$

где Q – расход воды дождевальной установкой, л/с; F – площадь полива с одной позиции, м^2 .

Время нахождения дождевальной установки на одной позиции или время разового полива определяется нормой полива (дождевания) q_1 и интенсивностью дождя q :

$$t = \frac{q_1}{q}.$$

Наибольшее распространение в питомниках получил полив методом искусственного дождевания при помощи специальных установок, при этом вода подается на поверхность почвы сверху, в виде дождя.

Искусственное орошение, кроме основного назначения – обеспечения водой, вместе с поливной водой вносит удобрения, полив перед выкапыванием обеспечивает хорошее отделение корневой системы и снижает вероятность просыхания корневой системы посадочного материала.

Для организации полива растений в засушливый период и перед выкопкой сеянцев или саженцев используются передвижные дождевальные установки барабанного типа (рис. 5.7). Установка может работать от гидранта закрытой оросительной сети, от автономной дизель-насосной станции или водяного насоса (мотопомпы), установленного возле водоема. Вода подается на гидропривод установки с давлением не ниже 2 атм. От напора нагнетаемой воды турбина гидропривода приводится во вращение и через редуктор передает вращение барабану посредством цепной передачи. На барабан может наматываться до 450 м полиэтиленовой трубы диаметром до 90 мм, по которой вода подается непосредственно к дальнеструйному аппарату (распылителю). Полиэтиленовая труба является тяговым элементом, обеспечивающим перемещение распылителя.

Скорость сматывания полиэтиленовой трубы на барабан, а значит и скорость перемещения механизма распыления (дожде-

вальной пушки) по полю, может изменяться от 10 до 150 м/ч за счет направления части потока воды от нагнетающего насоса мимо турбины через обводную дросселирующую магистраль. Полив осуществляется по кругу или сектору при перемещении дождевального распылителя вдоль рядов растений.

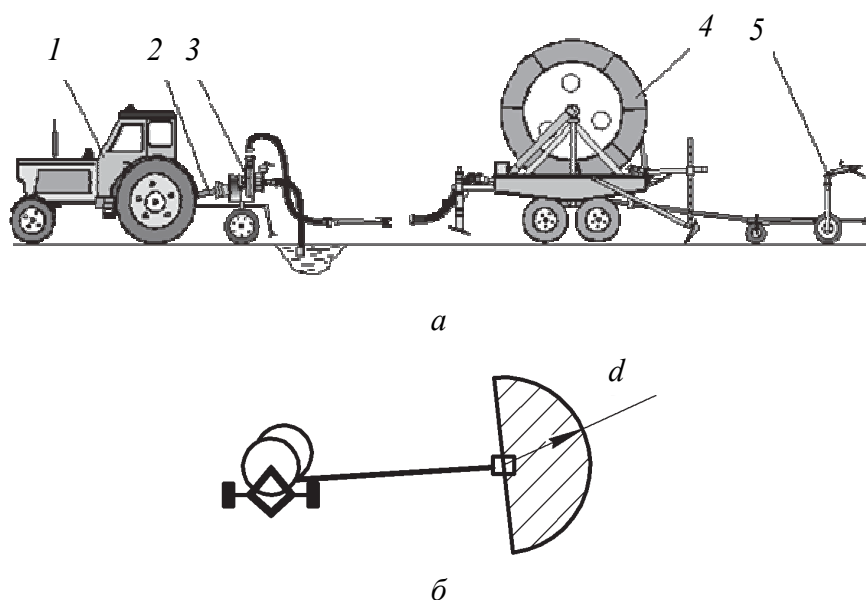


Рис. 5.7. Дождевальная установка УД-2500:

a – из открытого водоема, *б* – площадь полива: 1 – трактор;
2 – карданный вал; 3 – насосная станция; 4 – барабан-машина;
5 – оросительная тележка с дождевальной пушкой;

Задача. Определить диаметр, интенсивность полива для супесчаной почвы и продолжительность работы установки на одной позиции, исходные данные приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Исходные данные

Показатель	Номер варианта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Почва: песчаная (П), супесчаная (С), легкосуглинистая (ЛС), среднесуглинистая (СС), тяжелосуглинистая (ТС)	П	С	ЛС	СС	ТС	П	С	ЛС
Глубина увлажняемого слоя, см	10	20	30	10	20	30	10	20
Подача насоса, л/мин	500	600	700	525	625	725	575	675
Площадь полива с одной стоянки, м ²	600	650	700	750	800	850	900	950

Окончание табл. 5.2

Показатель	Номер варианта						
	9	10	11	12	13	14	15
Почва: песчаная (П), супесчаная (С), легкосуглинистая (ЛС), среднесуглинистая (СС), тяжелосуглинистая (ТС)	СС	ТС	П	С	ЛС	СС	ТС
Глубина увлажняемого слоя, см	30	10	20	30	10	20	30
Подача насоса, л/мин	775	550	650	750	600	700	800
Площадь полива с одной стоянки, м ²	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300

При этом диаметр определяется по формуле

$$d = \sqrt{\frac{8 \cdot F}{\pi}}.$$

Контрольные вопросы

1. Какие машины и орудия применяются для выполнения механизированных работ в питомнике?
2. Перечислите машины и оборудование для работ в посевном отделении питомника.
3. Назовите машины и оборудование для работ в школьном отделении питомника.

6. МАШИНЫ ДЛЯ ПОСЕВА И ПОСАДКИ КУЛЬТУР

6.1. Посевные машины

Семена древесных и кустарниковых пород на лесокультурных площадях высевают строчным, строчно-луночным или разбросным способами. Разбросной посев применяют при облесении больших площадей песчаных почв, а также гарей (хвойные породы) и земель, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования.

Сеялки классифицируют по назначению (рис. 6.1): сельскохозяйственные, питомниковые, специальные (лесные, газонные, жемчужные). Специальные сеялки предназначены для посева семян одного или ограниченного вида древесно-кустарниковых пород.

По способу посева сеялки бывают рядовые, гнездовые, луночные, групповые, разбросные.



Рис. 6.1. Сеялки: тачечная (а), ручная (б), лесная (в), сельскохозяйственная (г), лесопитомниковая (д)

Универсальные сеялки используются для посева семян различных древесных и кустарниковых пород. Они считаются наиболее экономичными, т. к. при их использовании облегчается эксплуатация, увеличивается рабочая нагрузка. Сеялки, имеющие туковысевающие аппараты, называются комбинированными. Основными частями любой сеялки являются ящики для семян, высевающие аппараты, семяпроводы, сошники, заделывающие устройства, опорные и приводные колеса.

Сеялка к плугу ПКЛ-70 (рис. 6.2) предназначена для строчно-луночного посева семян хвойных древесных пород в дно борозды одновременно со вспашкой почвы двухотвальным корпусом. Сеялка входит в комплект плуга ПКЛ-70. Узлы сеялки монтируются на раме, которая шарнирно присоединяется к заднему корпусу рамы плуга. С целью создания для высеваемых семян уплотненного

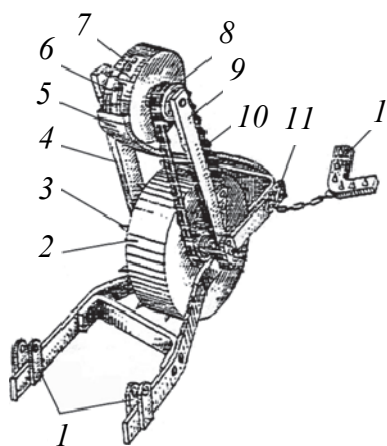


Рис. 6.2. Высевающее приспособление к плугу ПКЛ-70:

- 1 – кронштейны крепления к корпусу плуга;
- 2 – опорно-приводной каток;
- 3 – грунтозацеп; 4, 9 – левая и правая траверсы;
- 5 – направляющий лоток;
- 6 – семенной барабан; 7 – лючок;
- 8 – звездочка; 10 – цепь привода;
- 11 – башмак; 12 – гребенка

ложа на раме установлен цилиндрический опорно-приводной каток. Над катком на двух вертикальных стойках смонтирован семенной барабан с встроенными в него двумя высевающими аппаратами лабиринтного типа. Привод семенного барабана осуществляется от катка посредством цепной передачи. Для направления высеваемых семян под семенным барабаном установлен лоток, по которому семена скатываются на дно борозды. Заделка семян производится волокушей.

Сеялка для питомников модель 83 «Эгедаль» (рис. 6.3) предназначена для точного строчного или сплошного высева семян в лесных питомниках.

Сеялкой высеваются семена различных пород и размеров, начиная от семян шиповника до бука, для чего имеется возможность установки 160 комбинаций норм высева и ряд других регулировок для обеспечения посева различного рода семян.

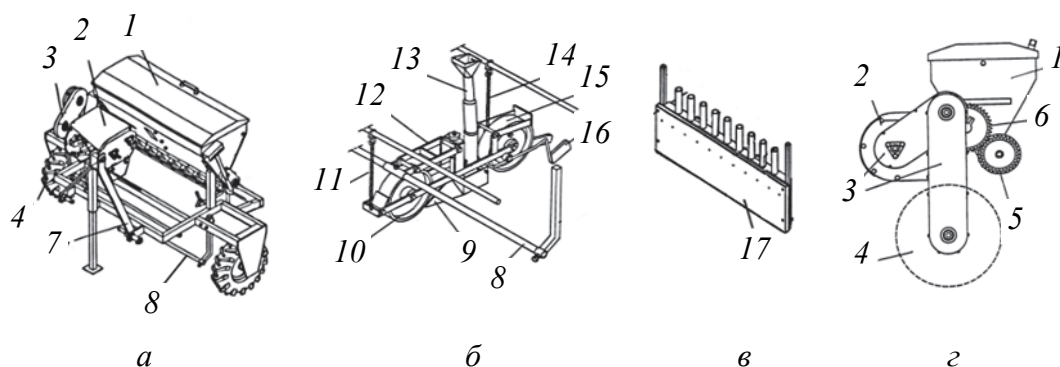


Рис. 6.3. Основные узлы сеялки «Эгедаль»:

- а* – общий вид; *б* – высевающая секция; *в* – приставка для сплошного высева семян; *г* – схема привода высевающего аппарата:
- 1 – бункер для семян; 2 – многоступенчатый редуктор с 20 передачами; 3 – цепные передачи; 4 – правое приводное колесо; 5 – шестерня вала высевающих аппаратов; 6 – связующая шестерня двухступенчатой зубчатой передачи; 7 – рама с навеской; 8 – стояк с валиком; 9 – сошник; 10 – копирующее колесо; 11 – передняя ограничительная цепка; 12 – тяговая рамка с механизмом установки глубины хода сошника; 13 – семяпровод; 14 – задняя ограничительная цепка; 15 – прикатывающий каток; 16 – загортачи; 17 – коробка

Основными частями сеялки являются: опорно-приводные пневмоколеса, цепные передачи, редуктор, пара шестерен для точной установки нормы высева, вал высевающих аппаратов и бункер.

Рама сеялки изготовлена из стального профиля и имеет трехточечную навеску для агрегатирования с тракторами класса тяги 6–14 кН. Бункер для семян – это металлическая емкость, закрываемая сверху крышкой. Внутри бункера имеются съемные емкости малого объема для высева очень мелких семян или их малого количества, а также при установке нормы высева. Привод сеялки состоит из целого ряда элементов и передач из неметаллических материалов. Передача движения осуществляется от правого опорного пневматического колеса к высевающим аппаратам и ворошилке. Приводное колесо, перекачиваясь по почве, передает вращательное движение на цепные передачи, которые в свою очередь передают его многоступенчатому редуктору. Далее через двухступенчатую передачу движение передается на приводной вал, на котором находятся дозирующие и высевающие элементы. Цепные передачи выполнены в виде кассет, внутри которых находятся звездочки с цепями. Эти кассеты имеют цифровые обозначения,

показывающие число зубьев звездочек. Передача, которая передает вращение от колеса, обозначена цифрами 30 и 17, а другая, передающая вращение на редуктор, – 30 и 21.

Положение кассет на хвостовиках валов можно менять местами, в результате чего можно понижать либо увеличивать обороты. Во время установки нормы высева устанавливают одну из четырех возможных комбинаций. Многоступенчатая шестеренчатая передача (цилиндрический редуктор) обеспечивает одно из 20 возможных передаточных чисел (на передней стенке корпуса редуктора имеются отверстия с обозначениями от 1 до 10 и от 11 до 20).

Для выбора нужного передаточного отношения необходимо на передней стенке корпуса редуктора открыть крышку, нажать зажим на рычаге с шестерней и освободить стопорную кнопку из отверстия. Затем, перемещая рычаг влево или вправо, ввести шестерню в зацепление в заданном положении и, отпустив зажим, зафиксировать стопорной кнопкой. Вал с высевающими элементами помещен в дне бункера. Вращаясь, катушки захватывают семена из бункера и направляют в семяпроводы. Ворошилка обеспечивает равномерность подачи семян на катушки.

Высевающие секции (9 шт.) – съемные, крепятся к раме сеялки при помощи стояков с валиком 8 (рис. 6.3). Для ограничения провисания секций при холостых переездах, секции подвешиваются на цепках с таким расчетом, чтобы свободно копировать микрорельеф поля.

В зависимости от схемы посева (пятистрочная и т. д.) лишние высевающие секции могут быть сняты, а остальные распределяются на валике на одинаковом расстоянии одна от другой. Для фиксации секции имеется контрящий болт. Установку глубины высева осуществляют винтом, которым опускают или поднимают сошник относительно тяговой рамки секции. Регулировка высевающих секций выполняется заблаговременно до работы. В задней стенке бункера имеются заслонки для регулировки количества подаваемых семян из бункера к высевающему аппарату и для блокировки подачи семян в перерыве между посевом. В комплект сеялки входит поддон, который закрывает высевающие аппараты и служит емкостью при определении нормы высева семян и для сбора оставшихся после сева семян.

Приставка для сплошного высева – это коробка (рис. 6.3, в), внутри которой установлены клинышки для равномерного рас-

пределения семян по ширине ленты. Размер щели, устанавливаемый с помощью рычага 3 (рис. 6.4), зависит от размера семян: отверстия 1–7 – для мелких семян; 8–14 – для грубых семян. Опорожнение бункера осуществляется путем перемещения рычага 3.

Задание. Определить сменную производительность посевного агрегата, га:

$$W_{\text{см}} = 0,1 \cdot B \cdot v \cdot T \times \\ \times K_{\text{в}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_t \cdot K_{\alpha},$$

где B – ширина посевной ленты (1,5 м); v – скорость движения агрегата, км/ч; T – продолжительность смены (8 ч); $K_{\text{в}}$ – коэффициент использования ширины захвата (1,0); $K_{\text{в}}$ – коэффициент использования скорости (0,85); K_t – коэффициент использования времени смены (0,65); K_{α} – коэффициент, учитывающий влияние рельефа (при $i \leq 0,017$, $K_{\alpha} = 1,0$; при $i = 0,018–0,08$, $K_{\alpha} = 0,96$; при $i = 0,081–0,12$, $K_{\alpha} = 0,92$; при $i = 0,121–0,15$, $K_{\alpha} = 0,84$).

Исходные данные приведены в таблице.

Исходные данные

Показатель	Номер варианта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Скорость движения при посеве, км/ч	3,6	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2
Уклон местности	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12

Окончание таблицы

Показатель	Номер варианта							
	9	10	11	12	13	14	15	
Скорость движения при посеве, км/ч	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	7,2	
Уклон местности	0,13	0,15	0,07	0,10	0,13	0,05	0,15	

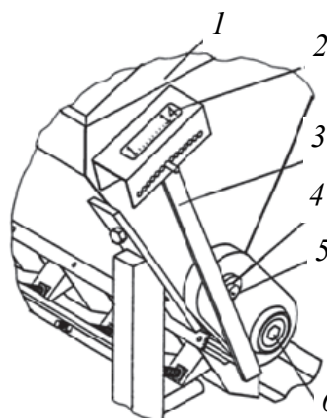


Рис. 6.4. Органы настройки сеялки «Эгедаль»:

- 1 – семенной бункер;
- 2 – шкала крупности семян;
- 3 – рычаг регулировки размера щели высевящего аппарата;
- 4 – шпилька включения ворошилки семян;
- 5 – вал ворошилки;
- 6 – вал высевящих аппаратов

6.2. Лесопосадочные машины

В процессе работы лесопосадочная машина образует посадочную щель или лунку для размещения корневой системы посадочного материала, осуществляет перенос подаваемых человеком или автоматическим устройством в посадочный аппарат семян или саженцев, засыпает корневую систему и уплотняет почву вдоль ряда высаженных культур.

Лесопосадочная машина (рис. 6.5) состоит из неподвижных элементов – кабины 1, рамы с навесным устройством 2, сиденья 3, сошника 4; подвижной части – подвижной рамки с подвеской 5 и посадочного аппарата 6, приемного столика, прикатывающего и приводного катков.

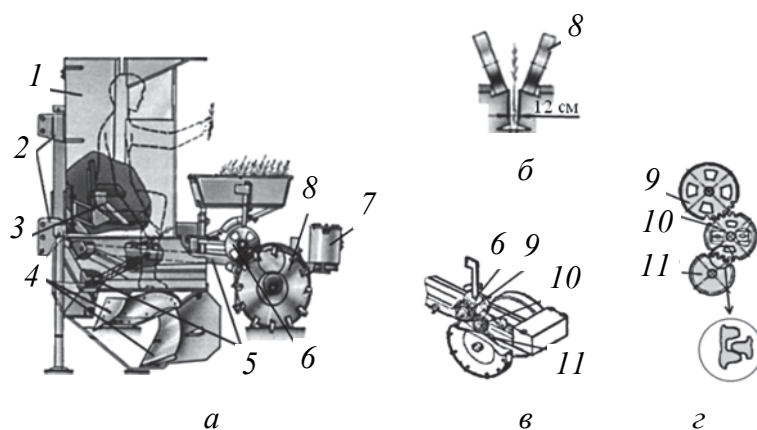


Рис. 6.5. Процесс работы лесопосадочной машины:

- а* – общее устройство лесопосадочной машины;
- б* – заделывающее устройство; *в* – подвижная рамка;
- г* – схема привода: 1 – кабина; 2 – рама с навесным устройством;
- 3 – сиденье; 4 – сошник; 5 – подвижная рамка с подвеской;
- 6 – посадочный аппарат; 7 – балластный ящик;
- 8 – прикатывающе-приводной каток; 9 – ведомое зубчатое колесо;
- 10 – промежуточное зубчатое колесо;
- 11 – ведущее зубчатое колесо на приводном катке

Подвижная рамка 5 с пружинной подвеской и натяжным механизмом обеспечивает копирование неровностей при движении машины, а также непрерывный контакт с почвой прикатывающе-приводных катков 8.

Уплотняющие катки цилиндрической формы предназначены для заделки высаживаемых растений в почву и осуществляют привод посадочного аппарата. Они установлены наклонно к по-

верхности почвы. Один из катков для лучшего сцепления с почвой оборудован почвозацепами и при движении осуществляет передачу вращения через зубчатую передачу посадочному аппарату (рис. 6.5, б). Зубчатая передача состоит из трех шестерен, одна из которых является ведущей и закреплена на прикатывающем катке. Через промежуточную шестерню от ведущей вращение передается на ведомое зубчатое колесо 9, установленное на одной оси с посадочным аппаратом 6.

Плотность заделки растений зависит от нагрузки на катки, величину которой регулируют натяжением пружин, поджимающих подвижную раму с катками к почве или загрузкой балластного ящика 7 дополнительным грузом.

Рабочий процесс механизированной посадки заключается в поочередной подаче сеянца двумя рабочими-сажальщиками к приемному столику, где захват посадочного аппарата, подходя к приемному столику, зажимает сеянец и переносит его в посадочную щель, образованную сошником в почве. В нижнем положении своего движения захват раскрывается, освобождая ствол сеянца.

В результате осыпания почвы со стенок бороздки корневая система прихватывается, а при накатывании катков происходит уплотнение почвы и корневой системы сеянца или саженца. Основным условием исключения пропусков при посадке является выбор такого скоростного режима, когда рабочий успевает поместить сеянец у приемного столика для его последующего зажима в захвате и переносе в образованное сошником посадочное место (щель в почве). Такой принцип работы накладывает ограничения, связанные с невозможностью повышения производительности работы на площадях, свободных от пней, в лесных питомниках и т. д. Одним из показателей лесопосадочной машины, влияющим на качество и экономичность работы, является шаг посадки.

Шаг посадки t устанавливается в соответствии с лесокультурными требованиями и теоретически его можно определить по выражению (м):

$$t_{\Pi} = \frac{2\pi r_{\Pi.a}}{n_3},$$

где $2\pi r_{\Pi.a}$ — длина окружности вращения зажимов (захватов) посадочного аппарата, м; n_3 — количество захватов; $r_{\Pi.a}$ — радиус окружности вращения захватов посадочного аппарата, м.

При посадке лесных культур на вырубке принято производить посадку с шагом 0,50; 0,75; 1,00; 1,50 м. В этом случае, для кинематического соответствия длину окружности вращения захватов выбирают равной 3,00 м и для получения нужного шага посадки устанавливают на машине 6, 4, 3 и 2 захвата.

Величина $r_{п.а}$ должна удовлетворять следующим конструктивным параметрам (рис. 6.6):

$$r_{п.а} = h + \Delta h - h_3,$$

где h – расстояние между горизонтальной осью рамы и поверхностью почвы (0,5 м); Δh – расстояние между осями рамы и посадочного устройства (0,01 м); h_3 – расстояние между нижней кромкой захвата и поверхностью почвы (0,03–0,05 м).

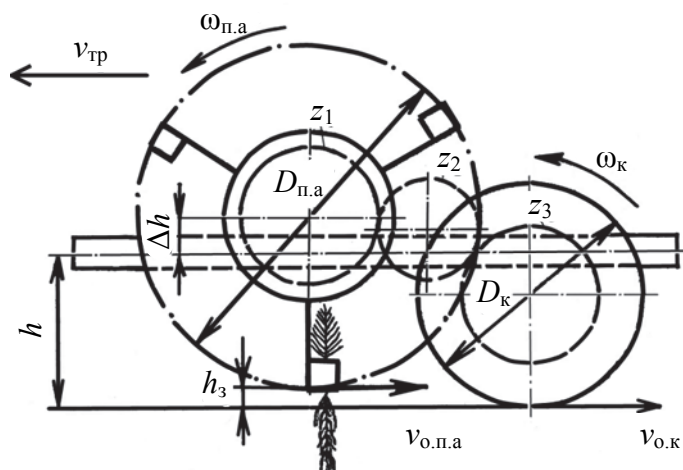


Рис. 6.6. Привод посадочного механизма:

Z_1 – число зубьев шестерни посадочного аппарата;

Z_2 – число зубьев промежуточной шестерни;

Z_3 – число зубьев шестерни приводного катка

В момент опускания сеянца или саженца в подготовленное сошником место скорость движения захвата относительно почвы должна быть равна нулю. Это условие обеспечивает вертикальность расположения сеянца при посадке, без подворота корней. Такая работа возможна, если окружная скорость захвата $v_{о.п.а}$ равна по величине, но противоположно направлена скорости поступательного движения трактора $v_{тр}$, тогда можно записать $v_{тр} = -v_{о.п.а}$ (рис. 6.6).

Используя известные зависимости определения передаточного числа привода, а также угловой и линейной скоростей движения,

можно установить такт подачи сеянца рабочим при посадке, в зависимости от скорости поступательного движения агрегата:

$$\left(\begin{array}{l} i_{\text{пр}} = \frac{z_3}{z_2} \cdot \frac{z_2}{z_1} = \frac{z_3}{z_1} \\ v_{\text{о.п.а}} = \omega_{\text{п.а}} \cdot r_{\text{п.а}} \end{array} \right),$$

где $\omega_{\text{п.а}}$ – частота вращения посадочного аппарата, с^{-1} .

Известно, что скорость движения при работе большинства машин с лучевым посадочным аппаратом находится в диапазоне от 0,8 до 4,0 км/ч.

Такт посадки, или время, отведенное на перехват сеянца одной рукой из пучка, находящегося в другой руке, и перенос его к приемному столику, т. е. в зону зажима захватом при минимальном шаге посадки 0,5 м, составляет от 2 до 0,9 с при рабочей скорости движения машины от 2,0 до 2,9 км/ч.

Такт посадки также изменяется пропорционально количеству захватов в посадочном аппарате. Экспериментально установлено, что величина такта у опытного рабочего составляет 1–1,5 с, что практически исключает возникновение пропусков при посадке и необходимости последующего дополнения культур при обслуживании лесопосадочной машины двумя рабочими-сажальщиками. Однако при этом может наблюдаться высокая утомляемость. Поэтому в настоящее время лучевые посадочные аппараты стали заменять дисковыми.

Лесопосадочная машина МЛУ-1А (рис. 6.8) предназначена для посадки сеянцев и саженцев хвойных пород лесных культур на вырубках и других площадях, вышедших из-под леса. Ее применяют 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.

Отличительной особенностью конструкции является наличие дерноснама, который обеспечивает сдвигание верхнего слоя почвы (5–8 см) при ширине захвата 0,5 м, а также дискового посадочного аппарата. Сошник коробчатой формы с тупым углом вхождения в почву. Диски посадочного аппарата выполнены из листовой резины с классическим приводом от прикатывающего катка.

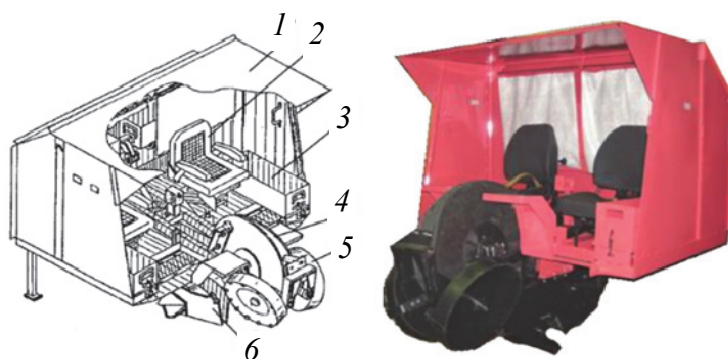


Рис. 6.8. Лесопосадочная машина МЛУ-1А:

- 1 – рама с ограждением; 2 – сиденья;
3 – ящик для посадочного материала; 4 – тележка
с дисковым посадочным аппаратом;
5 – прижимные катки; 6 – сошник

Обслуживают агрегат тракторист, два сажальщика и оправщик саженцев. Часовая производительность машины составляет 2,17–2,45 км/ч, глубина посадочной щели – не менее 30 см, масса машины – 900 кг.

Контрольные вопросы

1. Способы создания лесных культур.
2. Способы посева и классификация машин.
3. Посевные приспособления для создания лесных культур.
4. Посевные машины для питомника.
5. Норма посева, порядок ее установки и контроля.
6. Технологический процесс работы посадочной машины.
7. Устройство лесопосадочных машин.
8. Охарактеризовать конструкцию и принцип работы лесопосадочной машины МЛА-1.
10. Особенности конструкции и принципа работы лесопосадочных машин ЛМД-21 и МЛУ-1.
11. Отличия конструкции и принципа работы лесопосадочных машин ССЧ 5/3 и ЭМИ-5М.

7. МАШИНЫ И АППАРАТЫ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

В настоящее время жидкие препараты пестицидов в виде растворов, суспензий и эмульсий можно наносить на поверхность лесных насаждений с помощью вентиляторных или штанговых опрыскивателей. Для этих целей существуют ручные (РЛО-М и ОРУ-20, РЖ-12), ранцевые (ОМР-2, ОРР-1А «Эра», SR-420, ОЗГ-120М), тракторные навесные (ОМ-630, опрыскиватель-культиватор ГС «Egedal») и прицепные (ОПМ-2000, ОПВ-1200), а также монтируемые на летательных аппаратах (АУ-5000 фирмы «Микронэйр») опрыскиватели.

Сущность процесса опрыскивания состоит в дроблении струи жидкости (диспергирование) и подачи воздушно-капельной смеси на обрабатываемый объект (поверхность листьев, хвои).

Опрыскиватель-культиватор ГС «Egedal» (рис. 7.1) предназначен для борьбы с сорной и нежелательной растительностью в междурядьях или в полосах с одновременным предохранением культурных растений от повреждения препаратом, а также для борьбы с болезнями и вредителями.

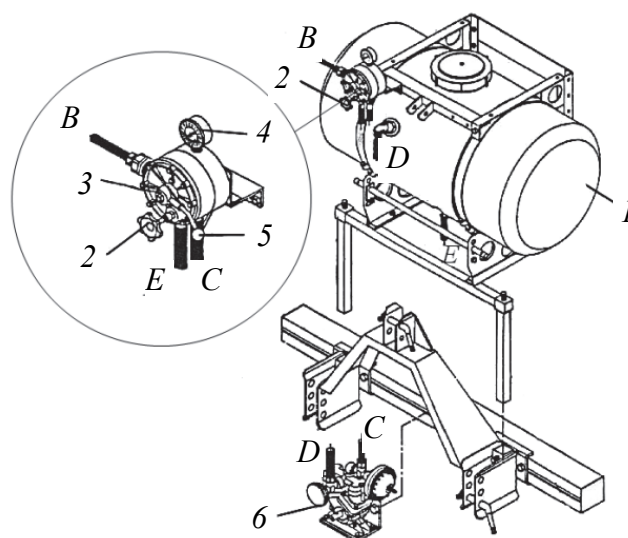


Рис. 7.1. Рабочие узлы опрыскивателя «Egedal»:

- 1 – резервуар; 2 – кран регулирования давления насоса;
3 – распределительный кран; 4 – манометр; 5 – рычаг включения
подачи жидкости; 6 – насос; B, C, E, D – трубопровод

Аппарат можно использовать и для внекорневой подкормки в отделениях питомника. Опрыскиватель установлен на раме культиватора ГС и состоит из неметаллической емкости *1*, внутри которой находится фильтр, соединенный гибким трубопроводом с насосом *б*. В верхней части имеется отверстие с фильтрующим элементом очистки препарата при заливке в бак. Насос *б* прикрепляется на несущей балке рамы культиватора при помощи болтов и приводится в действие от вала отбора мощности трактора при помощи карданной передачи. Распределительным краном *3* регулируют подачу жидкости, давление при помощи моховичка *2* и ручки *5*, контролируя манометром *4*.

Излишки жидкости направляются обратно в резервуар (линия слива *Е*), и обеспечивается непрерывное перемешивание препарата. Запорный кран *1* (рис. 7.2) служит для прекращения подачи жидкости к опрыскивающим форсункам во время поворота агрегата. Кран *2* точной регулировки давления на форсунках обеспечивает установку окончательной нормы расхода препарата на выходе из форсунок. Опрыскивающая секция закреплена на держателе рабочей секции культиватора и состоит из форсунки *б* и экранированной заслонки *7*, ширина которой выбирается исходя из ширины междурядья. В комплект опрыскивателя входит пять заслонок шириной 16, 18, 20, 22 и 24 см. Они устанавливаются таким образом, чтобы факел распыливания жидкости с форсунки не попадал на культурные растения.

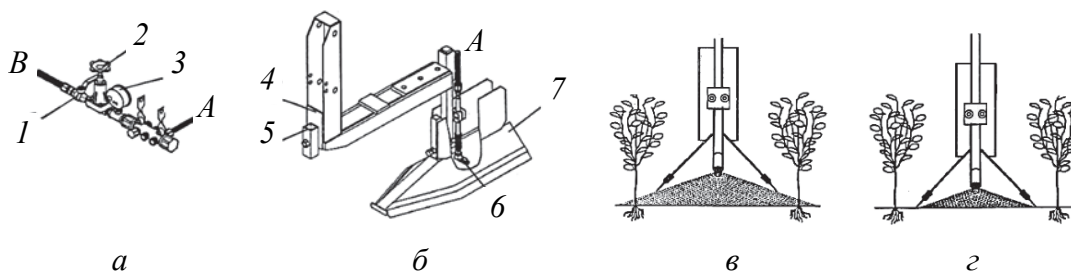


Рис. 7.2. Культиватор «Egedal»:

- a* – регулирующая аппаратура: *1* – запорный вентиль;
- 2* – кран регулировки давления в форсунках; *3* – манометр;
- б* – рабочая секция: *4* – рабочая секция культиватора;
- 5* – место установки опорного колеса секции; *б* – форсунка с фильтрующим элементом; *7* – экранирующая заслонка;
- г* – неправильная регулировка заслонки;
- в* – правильная регулировка заслонки; *A, B* – трубопровод

Подготовка опрыскивателя «Egedal» к работе: смонтировать оборудование опрыскивателя на раме культиватора и закрепить емкость и насос на раме; соединить трубопроводами емкость, распределительный кран, насос и форсунки, установить при необходимости рабочие органы культиватора; навесить собранный культиватор на трактор и подсоединить карданную передачу; наполнить емкость небольшой порцией воды и включить привод; рычаг 5 (рис. 7.1) распределительного вала перевести в рабочее положение и проверить плотность соединений на подтеки жидкости; повернуть кран 2 и отрегулировать рабочее давление 3–5 кгс/см² (атм.) в распределительном кране по манометру 4 и на форсунках в пределах 0,4–1,0 кгс/см² при помощи вентиля 2 (рис. 7.2) и манометра 3; проверить правильность установки форсунок относительно заслонок и заслонок относительно поверхности почвы. Ширина факела из форсунки не должна выходить за пределы заслонок, а расположение заслонок по высоте от земли должно быть в пределах 1,5–2,0 см (высота установки заслонок зависит от неровностей почвы и размера растений); установить норму внесения рабочей жидкости.

Для изменения расхода жидкости через брандспойт можно установить форсунки с разным диаметром отверстия: чем больше диаметр отверстия, тем больше расход жидкости (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Примерный расход жидкости через распылитель q (л/мин) в зависимости от давления жидкости и диаметра отверстия

Давление, МПа	Диаметр отверстия шайбы распылителя, мм				
	1	3	4	5	6
1,0	0,5	11,4	20,5	26,5	29,6
1,5	0,7	14,5	26,2	34,0	37
2,0	0,9	16,0	28,5	37,5	40

Расход рабочей жидкости через распылитель определяют исходя из заданной нормы расхода (дозы) препарата на 1 га.

При обработке опрыскивателем широкорядных полос определяют путь работы с одной заправкой резервуара L (м):

$$L = \frac{10^4 \cdot W}{B \cdot Q},$$

где W – вместимость бака, л; B – ширина обрабатываемой полосы, м; Q – норма расхода рабочей жидкости, л/га.

В случае проведения обработки заданной площади сплошным способом минутный расход рабочей жидкости через брандспойт q (л/мин) для выбранного такта движения t (с/м) определяют по формуле

$$q = \frac{b \cdot l \cdot Q}{10^4} = \frac{0,06 \cdot Q \cdot b}{t},$$

где l – длина участка, м; Q – норма внесения препарата, л/га; b – расстояние между рядами, м; t – такт движения рабочего, с/м.

При обработке отдельных деревьев или кустарников рассчитывается время обработки дерева с одной позиции:

$$t_1 = \frac{60 \cdot Q \cdot a \cdot b}{q \cdot 10^4},$$

где a – шаг посадки, м.

Для регулировки расхода препарата на единицу площади тракторным опрыскивателем необходимо определить количество жидкости, которое должен выбросить опрыскиватель за 1 мин. Зная ширину рабочего захвата B (м), скорость движения при обработке насаждений V (км/ч) и норму внесения препарата Q (л/га), можно определить минутный расход рабочей жидкости q (л/мин) через форсунки:

$$q = \frac{B \cdot V \cdot Q}{600}.$$

Фактический расход жидкости определяют следующим образом: заправляют некоторое количество воды и включением в работу неподвижного опрыскивателя замеряется количество выброшенной через форсунки воды за промежуток времени.

Делением собранной воды на время выброса и получают фактический расход. При несовпадении полученного фактического расхода с требуемым (q) необходимо отрегулировать давление впрыскивания форсунок и опять проверить фактический расход.

Задание. Необходимо настроить опрыскиватель на обработку полей питомника (рис. 7.3) при ширине ленты 1,5 м, исходя из задания (табл. 7.2). Выбрать скорость движения агрегата по полю и вычислить минутный расход, по его величине выбрать диаметр шайбы распылителей по табл. 7.1.



Рис. 7.3. Обработка посевов
в питомнике

Таблица 7.2

Исходные данные

Показатель	Номер варианта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Норма внесения препарата, л/га	150	160	170	180	190	200	210	220
Скорость движения, км/ч	Принять в диапазоне 3–5 км/ч							

Окончание табл. 7.2

Показатель	Номер варианта						
	9	10	11	12	13	14	15
Норма внесения препарата, л/га	230	240	250	260	270	280	290
Скорость движения, км/ч	Принять в диапазоне 3–5 км/ч						

Контрольные вопросы

1. Изложите принцип работы и устройство вентиляторных опрыскивателей.
2. Опишите принцип работы и устройства опрыскивателей, работающих по принципу гидравлического дробления жидкости.
3. Факторы, влияющие на расход рабочей жидкости.

8. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БОРЬБЫ С ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ

8.1. Виды лесных пожаров и методы борьбы с ними

В зависимости от вида возгорания на лесной местности различают пожары трех видов: низовые (наземные); верховые и торфяные (подземные почвенные) лесные пожары.

При *беглом наземном (низовом) пожаре* огонь распространяется под кронами деревьев, повреждая напочвенный покров, подрост, подлесок, нижний ярус и часть стволов, обнаженные корни и низко расположенные ветви деревьев. Скорость такого пожара составляет от 2 до 30 км/сут.

При *верховом, или повальном, пожаре* огонь охватывает насаждение по всей его высоте, частично или полностью уничтожая кроны деревьев. Скорость движения верхового пожара от 3 до 20 км/ч.

При *подземном (торфяном) пожаре* огонь распространяется под землей в достаточно мощном торфяном слое за счет горения торфа вместе с корнями и древесными остатками. Скорость распространения такого пожара – несколько метров в сутки, за исключением засушливого периода, когда при благоприятных условиях скорость распространения может достигать до 5 км/сут.

Существуют следующие методы борьбы с лесными пожарами: почвообрабатывающий, водный, химический и огневой.

Почвообрабатывающий метод применяют при тушении низового лесного пожара. При этом на пути распространения огня прокладывают заградительные минерализованные полосы. Метод успешно применяется при отсутствии источников воды или когда доступ к ним затруднен. Для прокладки минерализованных полос используют специальные лесные плуги и землеройные машины.

Водный метод заключается в тушении огня водой при помощи пожарных насосов – ранцевых опрыскивателей, мотопомп и автоцистерн.

Химический метод основан на использовании при тушении огня или создании заградительных полос различных химических

реагентов, чаще всего это 25%-ный раствор кальция хлорида. В качестве основного химиката применяется также огнетушащий состав ОС-5 многоцелевого назначения, обладающий высокими огнегасящими свойствами и огнезащитной способностью. ОС-5 используется в виде 10–15%-ного водного раствора для активного тушения огня на кромке лесных низовых пожаров различной интенсивности, создания заградительных и опорных полос, а также для тушения лесных торфяных пожаров. Горючие материалы (древесина, листва, сухая трава, хвоя и др.), обработанные рабочим раствором состава, теряют способность гореть длительное время (до первого дождя). Рекомендуемый расход раствора при активном тушении – 0,3–0,5 л/м², при создании заградительных полос – 0,5–2,0 л/м², при тушении торфяных пожаров – 10,0–120,0 л/м².

Огневой метод заключается в пуске движущемуся огню встречного огня. Для этого создают огнезащитный барьер в виде искусственной широкой минерализованной полосы или просеки либо используют естественные барьеры (дороги, реки) и от них навстречу пожару пускают огонь. Такой метод борьбы с верховыми лесными пожарами применяют сравнительно редко.

Процесс борьбы с лесным пожаром включает следующие операции: остановку огня, локализацию, устранение оставшихся очагов горения (тушение огня) и присмотр за пожарищем.

Тушение лесных пожаров осуществляют захлестыванием огня по кромке пожара ветвями; засыпкой кромки пожара грунтом при помощи лопат, грунтометов или полосопрокладывателей; прокладкой на пути распространения пожара заградительных минерализованных полос и канав; производством отжига; тушением горящей кромки водой или растворами химических веществ; искусственным вызыванием осадков из облаков.

Надежность защиты лесов от пожаров обеспечивается многоуровневой системой предупреждения и раннего их обнаружения, включающей следующие этапы:

- *профилактические мероприятия* – предупредительные и запретительные меры по ограничению посещения лесных угодий в пожароопасный период;
- *противопожарное обустройство* лесных территорий;
- *оперативную систему обнаружения* возгораний – наземными и авиационными средствами обнаружения лесных пожаров;
- *локализацию* очагов возгорания и *тушение* огня.

К противопожарным мероприятиям в лесу относится создание и подновление защитных противопожарных разрывов и полос. Основными разрывами являются магистральные, барьерные, кварталные и лесокультурные разрывы, которые служат наиболее надежным препятствием распространению низовых или верховых пожаров и являются опорной линией для работ по локализации и тушению пожара.

Прокладку и подновление полос осуществляют специальными лесными плугами, фрезами, дисковыми боронами и культиваторами.

Кроме противопожарного обустройства лесов, для своевременного обнаружения и оперативного оповещения пожарных служб лесхозов организуются круглосуточное дежурство и наблюдение в пожароопасный период. Для наземного обнаружения и визирования лесных пожаров используют пожарные вышки и пожарные наблюдательные мачты различных конструкций (МПН, МПН-40), промышленные телевизионные установки. Мачта пожарная наблюдательная МПН предназначена для осматривания местности с высоты в целях выявления и визирования возникших лесных пожаров наблюдателем или с помощью телевизионной установки, смонтированной на ее площадке.

Телевизионные установки с видеокамерой, которую устанавливают на мачтах и вышках, что обеспечивает автоматизацию наблюдения и исключает необходимость подъема наблюдателя на вышку. В таком случае наблюдатель находится в помещении и с помощью дистанционного пульта осуществляет управление камерой. Зная заранее о постоянно дымящихся объектах на местности, наблюдатель периодически осматривает прилегающую территорию. При появлении нового дымящегося объекта он с помощью координатной привязки видимых объектов на карте и азимута задымления определяет координаты пожара.

8.2. Ранцевая аппаратура для локализации и тушения пожаров

Огнетушитель ранцевый химического действия ОРХ-ЗМ (рис. 8.1, а) состоит из резервуара 2, гидропульта 5, наспинника и заплечных ремней. Крышка резервуара герметически закрывает заливную горловину и обеспечивает своим прокалывающим устрой-

ством разрезание оболочки аэрозольной упаковки с целью выпустить из нее сжиженный газ – хладон. Гидропульт предназначен для выброса распыленной или сосредоточенной струи огнетушащей жидкости под давлением в требуемом направлении. Объем резервуара составляет 19 л, максимальное рабочее давление – 0,6 МПа, длина компактной струи – не менее 10 м, распыленной – не менее 6 м, ширина захвата распыленной струи на расстоянии 1 м от сопла – не менее 0,5 м, масса огнетушителя 6,5 кг.

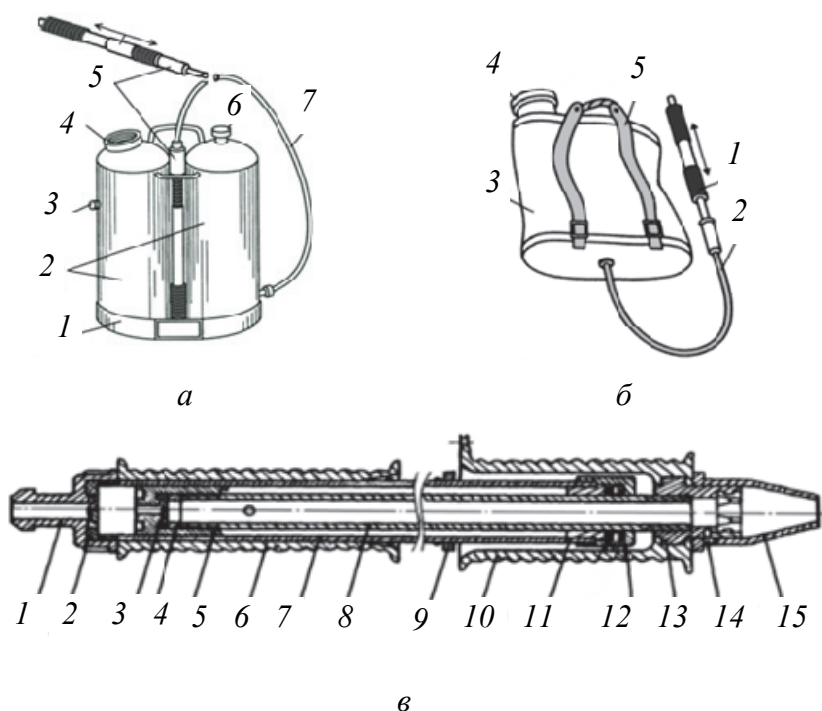


Рис. 8.1. Ранцевая аппаратура:

- а* – огнетушитель ранцевый химического действия ОРХ-ЗМ:
 1 – основание; 2 – резервуар; 3 – кран; 4 – заливная горловина;
 5 – гидропульт; 6 – клапан; 7 – шланг; *б* – ранцевый лесной
 опрыскиватель РЛО-М: 1 – гидропульт; 2 – резиновый шланг;
 3 – мешок; 4 – горловина мешка; 5 – ремень; *в* – схема гидропульта:
 1 – штуцер; 2 – основной клапан; 3 – клапан цилиндра;
 4 – втулка штока; 5 – поршень; 6 – ручка-держатель; 7 – цилиндр;
 8 – шток; 9 – ограничитель; 10 – ручка-распылитель; 11 – втулка цилиндра;
 12 – гайка уплотнителя; 13 – наконечник; 14 – колпачок;
 15 – винтовой фиксатор

Ранцевый лесной опрыскиватель РЛО-М (рис. 8.1, *б*) предназначен для тушения низовых очагов лесных пожаров водой и водными растворами неагрессивных химикатов. Он включает мешок 3,

выполненный из прорезиненной ткани. В верхней части имеется горловина 4 с фильтром, закрываемая крышкой, которая выполнена в виде стакана объемом 0,35 л. Для переноса за плечами мешок имеет регулируемые по длине ремни 5.

Гидропульт (рис. 8.1, в) представляет собой ручной поршневой насос двойного действия, состоящий из цилиндра 7 с ручкой 6 и штока 8. На цилиндр со стороны ручки накручен штуцер 1 с клапаном 2. В другой конец цилиндра вставлена втулка 11, в проточку которой устанавливается уплотнитель с поджимающим кольцом. Поджатие уплотнителя производится гайкой 12. На шток со стороны, имеющей два поперечных отверстия, накручен поршень 5 с клапаном 3. Для предохранения клапана от деформации при накручивании поршня на шток между клапаном и штоком установлена втулка 4. На другой конец штока накручивается ручка-распылитель 10, на наконечник 13 надевается колпачок 14, фиксируемый винтом 15. Колпачок служит для регулирования дальности распыления струи. Гидропульт приводится в действие возвратно-поступательным движением штока относительно цилиндра.

8.3. Пожарные насосы и мотопомпы

Мотопомпы используются для тушения лесных пожаров водой из водоемов и других источников при помощи пожарных рукавов.

Мотопомпа – это агрегат, состоящий из двигателя, насоса, всасывающей и напорной линий. К работе мотопомп предъявляются следующие требования: автономность двигателя при их работе (независимость от источников энергии); хорошие пусковые качества; небольшие размеры и масса; надежность в работе и универсальность применения; простота и удобство обслуживания и применения.

Мотопомпы подразделяются на два типа: малогабаритные (переносимые одним человеком) – массой до 20 кг, и средние (масса до 80 кг), требуют их транспортировки к источнику воды, выгрузки и установки командой, состоящей из четырех человек.

Насосы, применяемые на мотопомпах и пожарных автомобилях, по принципу работы бывают объемные и динамические.

Объемные насосы работают по принципу перемещения жидкости за счет периодического изменения объема камеры, за-

нимаемого ею, попеременно сообщаемой с входом и выходом из насоса. К ним относятся поршневые, плунжерные, крыльчатые и шестеренные.

Динамические насосы работают по принципу перемещения жидкости под воздействием силовых факторов в камере, имеющей постоянное сообщение с входом и выходом из насоса. К такому типу насосов относят лопастные, вихревые, струйные, вибрационные и др.

Преобладающее применение находят насосы из группы объемных – роторные или шестеренные, а из группы динамических – центробежные.

Шестеренные насосы реверсивные, имеют хорошее и надежное самовсасывание, простоту изготовления. Недостатки: пульсации потока жидкости (неуравновешенность внутренних усилий); повышенная шумность и вибрация при работе; быстрый износ рабочих органов и поверхностей уплотнения при работе с загрязненными жидкостями.

Преимущества центробежных насосов: высокий КПД; использование для привода высокооборотистых двигателей; хорошая уравновешенность и плавность подачи; невысокий уровень шумов; небольшое число движущихся и трущихся частей; перекачивание загрязненных жидкостей. Основным недостатком таких насосов является отсутствие самовсасывающей способности.

Мотопомпа лесопожарная МЛН-3,0/0,35 У1 (ПМП-Л1) (рис. 8.2, а) используется для заправки водой пожарных емкостей и подачи воды по напорному рукаву к месту тушения пожара. Мотопомпа состоит из рамы-бака 1, двигателя 2 от моторной пилы «Урал-2Т Электрон», центробежного насоса 3, напорного рукава 4, кулачковой муфты 5, водозаборного рукава 10 с фильтром 12 и осевым лопастным насосом 11. Водозаборный рукав представляет собой механизм, работающий по принципу нагнетания воды в корпус центробежного насоса при помощи осевого насоса 11, установленного на конце водозаборного рукава, внутри корпуса фильтра 12. Осевого насос приводится в действие от гибкого вала 9, соединяемого с центробежным насосом посредством кулачковой муфты 5, отключаемой при помощи ручки переключателя 6. При повороте ручки 6 кулачковая муфта 5 перемещается в осевом направлении в сторону центробежного насоса, преодолевая усилие пружины 7, и входит в зацепление.

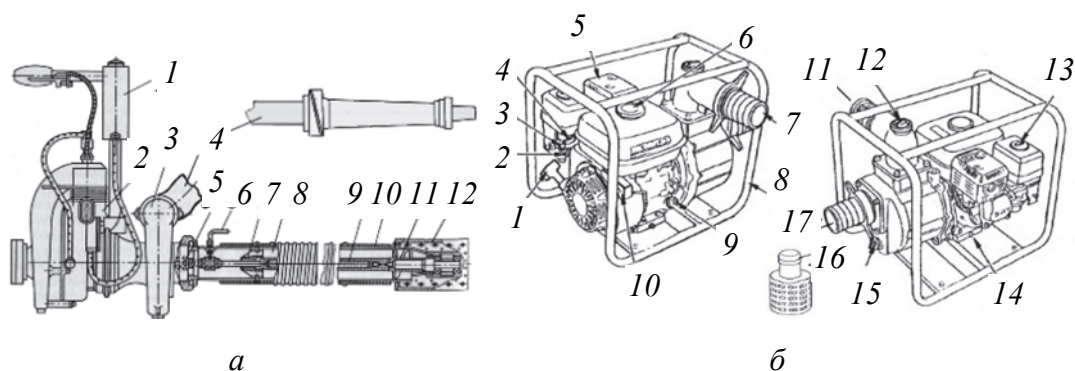


Рис. 8.2. Лесопожарные мотопомпы:

- a* – МЛН-3/0,35У1: 1 – рама-бак; 2 – двигатель внутреннего сгорания; 3 – центробежный насос; 4 – напорный рукав; 5 – кулачковая муфта; 6 – ручка-переключатель; 7 – пружина; 8 – полость рукава; 9 – гибкий вал; 10 – водозаборный рукав; 11 – осевой насос; 12 – фильтр; *б* – WH-20X «HONDA»: 1 – стартер; 2 – топливный кран; 3 – рычаг воздушной заслонки; 4 – рычаг дроссельной заслонки; 5 – глушитель; 6 – топливный бак; 7 – нагнетательный патрубок; 8 – рама; 9 – пробка отверстия для заливки масла; 10 – выключатель двигателя; 11 – всасывающий патрубок; 12 – пробка отверстия для заполнения насоса водой при пуске; 13 – воздушный фильтр двигателя; 14 – пробка отверстия для слива масла из картера; 15 – пробка отверстия для слива воды из корпуса насоса; 16 – фильтр-заборник; 17 – напорная линия

Преимущества такого способа водозабора и подачи в том, что отпадает необходимость предварительного заливания воды во всасывающую магистраль перед пуском, как это предусмотрено у большинства мотопомп. По этой причине отпадает необходимость тщательной герметизации соединений во всасывающей линии и обеспечивается быстрый пуск мотопомпы в работу. Мотопомпа обеспечивает дальность подачи воды 350 м, давление на номинальном режиме (высота всасывания 1,5 м) – 0,35 МПа, при массе в сборе 57 кг.

Мотопомпа WH-20X «HONDA» (рис. 8.2, б) представляет собой агрегатный узел, состоящий из четырехтактного двигателя с верхним расположением клапанов с удельным часовым расходом топлива 230 г/л. с. · ч, и центробежного насоса с напором 50 м при нулевой подаче и высотой всасывания 8 м. Высокая производительность (до 500 л/мин) насоса обеспечивает высокую эффективность применения помпы при подаче воды на расстояние до 2 км.

8.4. Лесопожарные автомобили и автоцистерны

Лесопожарные автомобили и автоцистерны являются основной единицей техники, которой оснащены службы охраны леса в лесхозе.

В зависимости от грузоподъемности базового автомобиля и объема устанавливаемых емкостей пожарные автоцистерны подразделяются на три основные группы.

Легкого класса – объем цистерн до 2 м³. К этой группе относятся автоцистерны АЦ-30-146 (ГАЗ-66-01), АЦ-30-106А (ГАЗ-53А), АЦ-0,8-4 (КАМАЗ-4327.20), АЦ-1,8-4 (КАМАЗ-5310), АЦ-2,0-4 (КАМАЗ-5301).

Среднего класса – объем цистерн 2–4 м³. К ним относятся АЦ-40-63Б (ЗИЛ-130), АЦ-40-137А (ЗИЛ-131), АЦ-40 (УРАЛ-375) старого периода выпуска и АЦ-2,5-40 (КАМАЗ-33092), АЦ-4-40 (КАМАЗ-433104).

Тяжелые – объем цистерн для воды более 4 м³. Представлены марками АЦ-40 (МАЗ-5337), АЦ-40 (МАЗ-54342), «Белкоммунмаш» АЦ-5-40 (МАЗ-4925) и др.

На рис. 8.3 приведена схема автоцистерны АЦ-40, которая находит применение в пожарно-химических станциях лесхозов Республики Беларусь. Автоцистерна сконструирована на базе шасси автомобиля ЗИЛ-131 и включает двигатель внутреннего сгорания с устройством обогрева цистерны и насосного отсека отработавшими газами, газоструйный вакуум-аппарат, пожарный насос с водопенными коммуникациями, дублированную систему управления двигателем из кабины и насосного отсека. В кузове помещены емкости для воды и пенообразователя, а также имеются боковые отсеки для размещения пожаротехнических средств, пеналы на специальных кронштейнах для напорно-всасывающих рукавов, размещенные на крыше.

Автоцистерны АЦ-30 и АЦ-40 созданы на базе шасси МАЗ-5334 и МАЗ-5337. Автоцистерна АЦ-30 предназначена для тушения пожаров, обеспечения доставки огнегасящих средств, команды из шести человек и подачи к очагу возгорания воды или воздушно-механической пены. Полноприводное шасси и установленный на нем двухступенчатый центробежный, с автоматической системой забора воды и пеносмешения, пожарный насос NH-20 или NH-30 австрийской фирмы «Розенбауер» с рукавной катушкой

и рукавом высокого давления, цистерной для воды и баком для пенообразователя обеспечивают эффективное использование автомобиля при тушении пожаров в лесу.

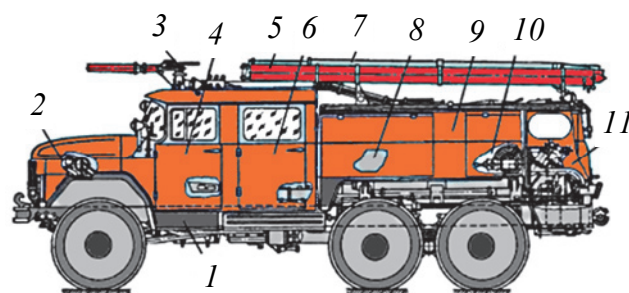


Рис. 8.3. Автоцистерна АЦ-40 (ЗИЛ-131):
 1 – шасси; 2 – двигатель; 3 – лафетный ствол;
 4 – кабина водителя; 5 – пеналы; 6 – кабина
 боевого расчета; 7 – лестница трехколенная;
 9 – кузовные отсеки; 8 – цистерна;
 10 – кузов пожарного оборудования;
 11 – насосная станция

Помпы имеют традиционное устройство и обеспечивают полную подачу воды (напор H) в соответствии с характеристикой, приведенной на рис. 8.4.

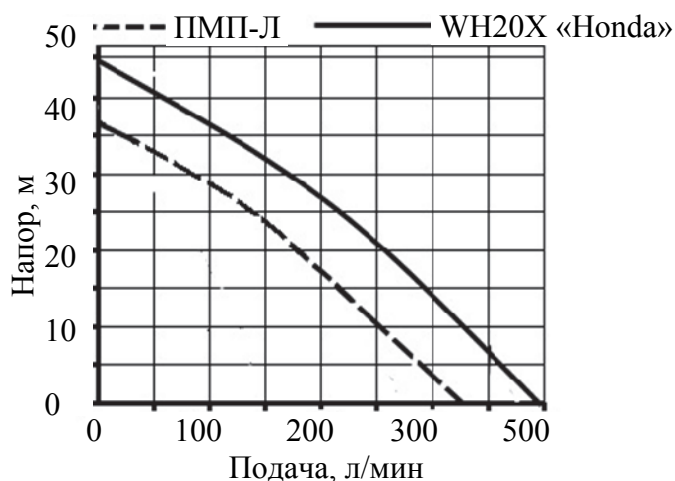


Рис. 8.4. Эффективная характеристика подачи мотопомп

В дождевальных установках и в конструкциях пожарных мотопомп и автоцистерн широко применяются центробежные насосы. Величину необходимой полной подачи, или высоту подъема воды, можно представить в виде формулы:

$$H = h + h_1 + h_2 + h_3 + h_4,$$

где h – геометрическая высота подъема воды до уровня насадки (ствола), м; h_1 – потери напора в трубопроводах, м; h_2 – потери напора в насадках для разбрызгивания воды, м; h_3 – потери напора в фасонных частях трубопровода (тройники, отводы), м; h_4 – дополнительный напор для обеспечения качественного дробления струи воды в насадках (для короткоструйных насадок принимается не менее 10 м).

Чтобы определить мощность двигателя для привода центробежного насоса, необходимо установить все составляющие. В настоящее время потери напора в фасонных соединениях и трубопроводах в зависимости от их вида, диаметра и длины определены и приводятся в готовом виде в таблицах специальной технической литературы. При ориентировочных расчетах обычно не подсчитывают все местные потери в трубопроводе детально, а ограничиваются диапазоном их значений, суммарно принимаемым равным 10% потерь напора, вычисленных для прямых участков, т. е. $\Delta h = 0,1 \cdot h_1$.

Мощность двигателя для приведения в действие центробежного насоса определяется по формуле

$$N_{\text{дв}} = \frac{H \cdot Q}{60 \cdot 102 \cdot \eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{мех}}}, \text{ кВт},$$

где Q – подача воды, л/мин; $\eta_{\text{н}}$ – коэффициент полезного действия насоса (0,5–0,7); $\eta_{\text{мех}}$ – механический КПД передачи (0,9–0,95).

Задание. Вычислить мощность двигателя на привод центробежного насоса при исходных данных, приведенных в таблице.

Исходные данные

Показатель	Номер варианта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Подача воды, л/мин	100	115	130	145	160	175	180	205
Полная высота подъема воды, м	10	15	20	25	30	10	15	20

Окончание таблицы

Показатель	Номер варианта							
	9	10	11	12	13	14	15	
Подача воды, л/мин	220	235	240	255	270	285	300	
Полная высота подъема воды, м	25	30	10	15	20	25	30	

Контрольные вопросы

1. Назовите виды лесных пожаров и методы борьбы с ними.
2. Особенности конструкции наблюдательных мачт и вышек.
3. Основные узлы огнетушителей и ранцевых опрыскивателей.
4. Объясните устройство автоцистерны.
5. Расскажите о принципе действия мотопомпы.
6. Опишите, как работают огнетушители.

9. МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ РУБОК УХОДА ЗА ЛЕСОМ

9.1. Виды рубок промежуточного пользования лесом (РПП)

Рубки промежуточного пользования лесом (рубки ухода за лесом) являются важнейшим лесохозяйственным мероприятием, направленным на выращивание хозяйственно ценных, высокопродуктивных, устойчивых насаждений и улучшение других полезных свойств леса. Они заключаются в периодической вырубке из насаждений нежелательных деревьев и кустарников для создания благоприятных условий роста лучшим деревьям главных пород и служат источником получения древесины и другого сырья.

В зависимости от возраста в насаждениях проводятся осветления, прочистки, прореживания и проходные рубки (табл. 9.1). К уходу за лесом также относят обрезку сучьев, уход за подростом, удаление подлеска, уход в опушках, рубки формирования ландшафта, выборочные санитарные рубки, рубки переформирования и обновления насаждений.

Таблица 9.1

Виды рубок ухода

Вид рубок ухода	Возраст насаждений, лет			
	хвойных	лиственных		
		дуба, ясеня, клена различного происхождения	березы, ольхи черной, липы, граба	тополя, осины, ольхи серой
Осветление	3–10	3–10	3–10	до 5
Прочистка	11–20	11–20	11–20	6–10
Прореживание	21–40	21–40	21–30	11–20
Проходная рубка	41 и выше	41 и выше	31 и выше	21 и выше

Повторяемость рубок ухода – это период времени, через который в насаждении проводится повторный уход. Она зависит от лесоводственно-таксационной характеристики насаждения и его общего состояния. Чем выше интенсивность отдельных приемов рубок, тем реже их повторяемость. Период повторяемости рубок

ухода устанавливается для ухода в молодняках 3–10 лет, прореживаний в хвойных насаждениях 10–20 лет, а в лиственных 5–15 лет. Интенсивность рубок ухода устанавливается в зависимости от целевого назначения насаждения, его полноты, состава, возраста, класса бонитета, состояния. В насаждениях с полнотой 1,0 устанавливается следующая интенсивность: очень слабая – 10% от запаса до рубки, слабая – 11–20%, умеренная – 21–35%, сильная – 36–50%, очень сильная – свыше 50%.

Рубки ухода в молодняках разделены на рубки осветления (в возрасте до 10 лет), прочистки (в возрасте 10–20 лет). При проведении первых двух типов рубок (осветления и прочистки), имеющих лесоводственное значение, получается в основном хворост (диаметр деревьев на высоте 1,3 м до 10 см).

Основными объектами рубок осветления являются участки смешанных по составу хозяйственно ценных хвойных или твердолиственных молодняков. Интенсивность осветления изменяется в широких пределах. При небольшом участии деревьев нежелательных пород выборка их может составлять 15–25% по запасу. Если деревья ценных хвойных, твердолиственных пород оказываются под пологом мягколиственных, то интенсивность осветления может составлять до 70–90% общего запаса. Повторяемость осветления от 3 до 5 лет, но на начальном этапе формирования насаждений уход целесообразно проводить и чаще. Отбор деревьев в рубку осуществляется обычно по образцу на пробных площадях, создаваемому при отводе участков под осветление.

При значительном количестве деревьев хвойных и твердолиственных пород и сильном угнетении их мягколиственными на больших участках молодняков естественного происхождения возможно сочетание рубки деревьев узкими полосами с выборочным удалением в сформированных технологических полосах нежелательных деревьев. Такой уход обеспечивает снижение затрат на проведение осветления и формирование технологической сети участка для проведения последующих уходов.

При осветлении насаждений применяют следующие технологии рубок: беспасечные на базе моторизованных инструментов; линейно- и узкопасечные, а также куртинно-пасечные на базе кусторезов, катков осветлителей фронтального типа (для прокладки полос-коридоров) и мотоинструментов (для выборки деревьев в рядах, полосах, куртинах).

Прочистка проводится с целью улучшения состава, регулирования густоты и размещения деревьев в насаждении. Прочистка обеспечивает преобладание и равномерное размещение деревьев главных пород по площади, а также сохранение полезных для роста подгоночных пород. При проведении прочисток формируется структура будущего древостоя и регулируется количественное соотношение между отдельными породами. Прочистка проводится в чистых и смешанных молодняках. В чистых сосняках прочистку назначают в возрасте 12–15 лет при появлении резкого различия деревьев по высоте. Из насаждения удаляют отставшие в росте, сильно разросшиеся, больные и поврежденные деревья. В культурах густоты более 10 тыс. шт./га с шириной междурядий 1–1,5 м допускается вырубка сосны рядами. Однако сильное изреживание чистых сосняков в этом возрасте недопустимо, так как уменьшится текущий прирост.

В смешанных молодняках при проведении прочистки продолжают освобождение сосны от угнетения ее второстепенными породами. Вырубают лиственные породы и кустарники. При механизированном уходе за лесными культурами используется линейное изреживание, когда удаляют определенные ряды или полосы целиком (рис. 9.1, а).

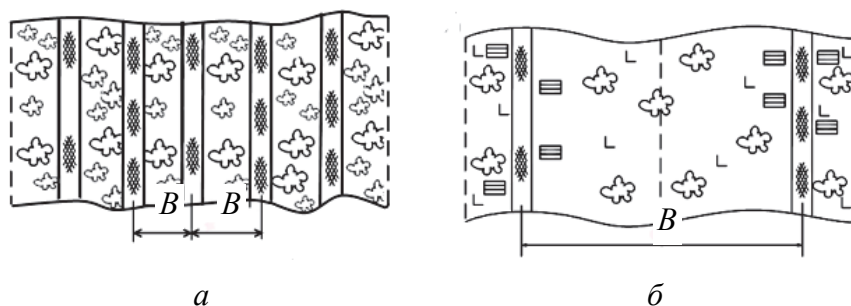


Рис. 9.1. Схемы разработки пасек при рубках ухода:

- а* – при линейных осветлениях и прочистках с измельчением древесины;
- б* – при прореживаниях и проходных рубках с заготовкой сортиментов

Прореживание проводится в период с 21 года до 40 лет, а проходные рубки – с 41 года. Прекращаются рубки ухода за 10 лет до рубки главного пользования.

Прореживание проводится с целью создания в насаждении благоприятных условий для формирования стволов и крон лучших деревьев, ухода за составом, формирования второго яруса в сложных

древостоях. Проходная рубка проводится в целях создания в насаждении благоприятных условий для увеличения прироста лучших деревьев. При проходной рубке вырубает деревья, отставшие в росте или мешающие лучшим, ведется уход за вторым ярусом, подростом, создаются условия для естественного возобновления леса. Снижают долю мягколиственных пород во влажных типах леса до 20%, в свежих и сухих типах – до 5–10%. Срок повторяемости – 10–15 лет.

В смешанных насаждениях вырубку нежелательных, сопутствующих и главных пород производят со всех частей полога. В сложных, преимущественно дубовых и хвойных насаждениях, в первом ярусе в первую очередь удаляются деревья нежелательных пород, а также нежизнеспособные экземпляры главных и второстепенных пород из второго яруса. В сосновых насаждениях проводятся достаточно интенсивные рубки ухода: от 25 до 40% в зависимости от типов леса и вида рубки ухода. В насаждениях, созданных на старопахотных землях, к возрасту 40 лет должна сохраняться примесь лиственных пород до 30%. При прореживаниях в основном заготавливают тонкомерные лесоматериалы диаметром 6–14 см.

Промышленная заготовка древесины при рубках ухода в настоящее время ведется по двум основным технологиям: хлыстовой и сортиментной. В зависимости от этого на лесосеке могут применяться различные системы машин для выполнения лесосечных работ. На рубках ухода по условиям сохранения корневых систем оставляемых деревьев рекомендуется использовать колесные тракторы, имеющие небольшие массу и габаритный размер.

Наиболее распространенными технологическими процессами заготовки хлыстов являются два из них (табл. 9.2): по первому (2ТП-Х1) хлысты заготавливаются на верхнем складе, а по второму (2ТП-Х2) – непосредственно на пасеке или пасечном трелевочном волоке. В первом случае осуществляется трелевка деревьев, во втором – хлыстов. Осуществляют заготовку хлыстов с применением следующих комплексов машин и оборудования: «бензиномоторная пила – трелевочный трактор с канатно-чокерным оборудованием», «бензиномоторная пила – трелевочный трактор с гидроманипулятором и зажимным коником», а также «бензиномоторная пила – трелевочная канатная установка».

Таблица 9.2

Технологические процессы заготовки хлыстов и сортиментов

Обозначение	Варианты технологических процессов
2ТП-Х1	$X \rightarrow \frac{B}{L} + TД + \frac{OC}{BC} + \frac{ШХ}{BC} + \frac{ПХ}{BC}$
2ТП-Х2	$X \rightarrow \frac{B}{L} + \frac{OC}{L} + TX + \frac{ШХ}{BC} + \frac{ПХ}{BC}$
3ТП-С1	$X \rightarrow \frac{B}{L} + \frac{OC}{L} + TX + \frac{P}{BC} + \frac{ШС}{BC} + \frac{ПС}{BC}$
3ТП-С2	$C \rightarrow \frac{B(БП) + OC(БП) + P(БП)}{L} + TC(ПТМ) + \frac{ШС}{BC} + \frac{ПС}{BC}$
3ТП-С3	$C \rightarrow \frac{(B + OC + P)(BCPM)}{L} + TC(ПТМ) + \frac{ШС}{BC} + \frac{ПС}{BC}$

Примечание: Д – деревья; Х – хлысты; С – сортименты; В – валка; ОС – очистка деревьев от сучьев; Р – раскряжевка хлыстов; Т – трелевка; Ш – штабелевка; П – погрузка; Л – лесосека; ВС – верхний склад; БП – бензопила; ПТМ – погрузочно-транспортная машина; ВСРМ – валочно-сучкорезно-раскряжеочная машина.

Сортиментная технология является более перспективной для Республики Беларусь. Реализация данной технологии возможна различными комплексами машин и оборудования: «бензиномоторная пила – форвардер» и «харвестер – форвардер», причем последний способ является более перспективным с точки зрения производительности и безопасности.

Валочно-сучкорезно-раскряжеочной машиной (харвестером) или бензиномоторными пилами осуществляют валку деревьев, обрезку сучьев и раскряжевку хлыстов на сортименты вдоль технологического коридора, а погрузочно-транспортная машина (ПТМ) или форвардер подбирает сортименты и перемещает их с лесосеки на погрузочную площадку.

При проведении рубок ухода лесосеки могут разрабатываться одним из следующих способов (рис. 9.2–9.3): узкими пасаками (ширина 20–30 м), пасаками средней ширины (35–50 м), широкими пасаками (60–100 м). Выбирая способ разработки лесосеки, следует учитывать, что с уменьшением ширины пасаки увеличиваются площади леса, занимаемые первичными путями транспорта – пасечными и магистральными волоками.

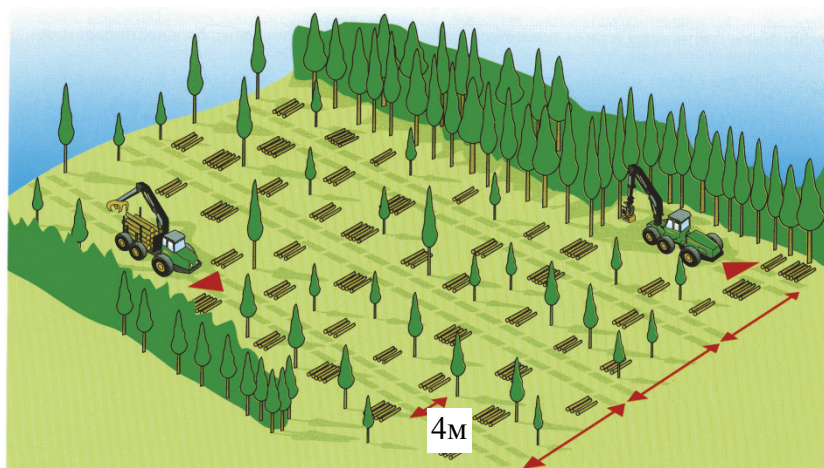


Рис. 9.2. Схема работы системы машин «харвестер – форвардер»

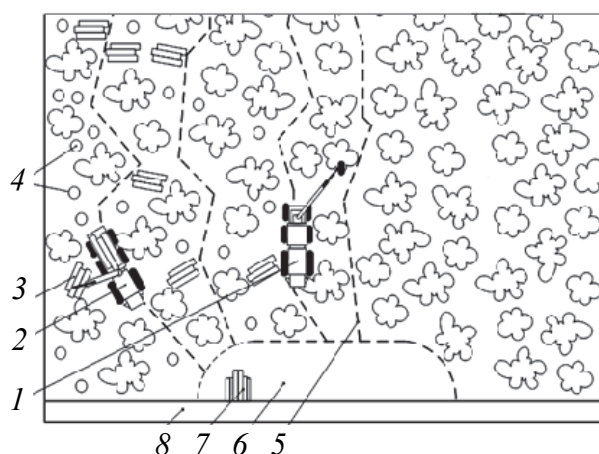


Рис. 9.3. Технология разработки лесосеки при рубках ухода:
 1 – харвестер; 2 – форвардер; 3 – пачка сортиментов;
 4 – пни; 5 – граница движения машин; 6 – погрузочная площадка;
 7 – склад сортиментов; 8 – лесовозный ус (дорога)

9.2. Машины и механизмы для рубок промежуточного пользования

Бензиномоторный инструмент (бензопилы, мотокосы или мотокусторезы, мотопомпы, мотокультиваторы и мотоопрыскиватели, мотобуры) благодаря небольшой массе, транспортабельности, легкости управления и обслуживания, низким эксплуатационным затратам, повсеместно применяется в организациях лесной промышленности и лесного хозяйства.

В настоящее время предпочтение отдается бензиномоторным пилам с достаточной мощностью, небольшой массой и эргономично сбалансированной формой, предотвращающей усталость в течение всего рабочего дня.

Ведущими фирмами, производящими универсальные пилы, являются «Штиль», «Хускварна», «Партнер», а также российские производители специализированных пил с высоким расположением рукояток управления МП-5 «Урал-2 Электрон» и безредукторных «Урал-3», «Тайга-245», «Крона-202», М-228. В небольших количествах представлены универсальные пилы марок «Соло», «Дольмар» (Германия), «Альпина» (Италия), «Мотор Сич» (Украина). Российско-шведское предприятие «Химки-Хускварна» выпускает универсальные пилы и пилы с высокими рукоятками марки «Husqvarna 262 ХРН».

Для получения сортиментов на лесосеке машинным способом применяется система машин, состоящая из харвестера (для получения сортиментов на лесосеке) и форвардера (для сбора и транспортирования сортиментов).

Харвестер является многооперационной машиной, которая осуществляет направленную валку дерева, обрезку сучьев, с высокой точностью отмер сортиментов (по длине и диаметру) и распиловку хлыста на отдельные части (раскряжевка на сортименты), а также подсортировку сортиментов. Базой для харвестера служат гусеничные или колесные лесные тракторы, также могут использоваться экскаваторы, дорожно-строительные и грузоподъемные машины или специализированные шарнирно-сочлененные колесные шасси. На харвестерах используется электрогидравлическая или гидростатическая трансмиссия, которая существенно облегчает работу оператора и значительно повышает проходимость машины на лесосеке. Харвестеры могут применяться как на рубках главного, так и промежуточного пользования; бывают узкозахватными и широкозахватными.

Технологическое оборудование харвестера может размещаться с фланга или фронта. Если валочно-сучкорезно-раскряжевочная головка размещена на рукояти манипулятора, тогда это одномодульный харвестер. Двухмодульные харвестеры – машины, предназначенные для обработки крупных деревьев, на манипуляторе которых находится захватно-срезающее устройство (ЗСУ), а процессор (сучкорезно-раскряжевочное устройство) смонтирован на раме машины.

В настоящее время выпуск харвестеров освоен ОАО «Минский тракторный завод» (табл. 9.3), а также на ОАО «Амкодор» – управляющая компания холдинга (рис. 9.4, 9.5).

Таблица 9.3

Технические характеристики харвестеров «БЕЛАРУС» МТЗ

Показатели	Значения по маркам		
	МЛХ-414	МЛХ-424	МЛХ-434
Марка двигателя	Д245.2С2	Д260.1.283	Д260.1.283.1
Мощность двигателя, кВт	90	114	114
Коробка передач	механическая	механическая	автомат
Трансмиссия	механическая	механическая	гидромеханическая
Колесная формула	4К4	6К6	6К6
Дорожный просвет, мм	570	600	600
Гидроманипулятор	Foresteri 1395H	Cranab CRH 12	Cranab
Максимальный вылет, м	9,5	8,8	10,1
Грузовой момент, кН · м	132	134	171,8
Диаметр обрабатываемого дерева, мм	330–520	430–600	430–630
Скорость протаскивания дерева, м/с	до 5	до 5	до 5
Масса, кг	12 000	15 000	15 500



Рис. 9.4. Харвестеры:
а – «БЕЛАРУС МЛХ-414»; *б* – «БЕЛАРУС МЛХ-424»; *в* – МТЗ-1046

Для рубок промежуточного пользования создана валочно-сучкорезно-раскряжевая машина «БЕЛАРУС МЛХ-414» (рис. 9.5, *а*), которая предназначена для валки деревьев, обрезки сучьев и раскряжевки хлыстов на сортименты длиной 2,0; 4,0; 6,0 и 6,5 м. На харвестере установлен гидроманипулятор «Foresteri 1395H» параллельного типа с харвестерной головкой «Foresteri 20RH».



Рис. 9.5. Лесные машины «АМКОДОР»:

а – харвестер 2541; *б* – харвестер 2551;*в* – форвардер 2662; *г* – форвардер 2682

Форвардер «АМКОДОР 2661-01» имеет грузоподъемность 12 т или 18 м^3 , колесная формула 6К6, собирает сортименты и грузит их в удлиненный семиметровый грузовой отсек (шаг перемещения коников 190 мм). Он оснащен полноповоротным гидроманипулятором Kesla Foresteri 600-1 (700.2) с подъемным моментом $60 \text{ (96) кН} \cdot \text{м}$, грузоподъемностью 840 (500) кг на вылете 8,2 (10,3) м. Расход топлива составляет 14,1 л/ч ($0,5\text{--}0,6 \text{ л/м}^3$).

Форвардер «АМКОДОР 2662-01» (рис. 9.5) предназначен для сбора, погрузки и транспортировки по территории лесосек, волокам и лесовозным дорогам сортиментов и других круглых лесоматериалов, а также для выполнения погрузочно-разгрузочных работ, операций сортировки и складирования древесины. Удлиненный грузовой отсек обеспечивает грузоподъемность 14 т. Благодаря гидромеханической коробке передач с гидротрансформатором машина способна перемещаться на значительные расстояния своим ходом со скоростью до 28 км/ч.

Перспективными моделями являются машины 8К8, которые в меньшей степени воздействуют на окружающую среду. Так, фор-

вардер АМКООР 2682-01 имеет колесную формулу 8К8, грузо-подъемность 15 т и предназначен для сбора, погрузки и транспортировки по территории лесосек, волокам и лесовозным дорогам сортиментов и других круглых лесоматериалов, а также для выполнения погрузочно-разгрузочных работ, операций сортировки и складирования древесины.

Задание. Определить производительность системы машин «харвестер – форвардер» при следующих условиях (табл. 9.4).

Таблица 9.4

Индивидуальное задание

Показатель	Номер варианта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Средний объем хлыста, м ³	0,10	0,19	0,33	0,15	0,25	0,35	0,17	0,31
Объем трелюемой пачки, м ³	5	10	12	6	11	12	7	10

Окончание табл. 9.4

Показатель	Номер варианта							
	9	10	11	12	13	14	15	
Средний объем хлыста, м ³	0,43	0,10	0,25	0,43	0,15	0,31	0,33	
Объем трелюемой пачки, м ³	15	7	9	12	5	12	15	

Сменную производительность для всех машин и механизмов можно определить по формуле

$$\Pi_{\text{см}} = \Pi_{\text{ч}} \cdot (T_{\text{см}} - t_{\text{р}}),$$

где $T_{\text{см}}$ – рабочее время смены, 8 ч; $t_{\text{р}}$ – время регламентированных простоев, ч (при работе лесозаготовительных и лесотранспортных машин 1,3 ч); $\Pi_{\text{ч}}$ – часовая производительность, м³/ч.

Производительность при машинной заготовке сортиментов

Часовая производительность харвестера $\Pi_{\text{ч}}$ (м³/ч)

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot V_{\text{х}}}{T_{\text{ц}}},$$

где $V_{\text{х}}$ – объем единицы продукции (средний объем хлыста); $T_{\text{ц}}$ – время цикла (табл. 9.5).

Таблица 9.5

Объем хлыста для различных рубок

Величина	Сплошнолесосечная рубка	Комплексная рубка	Рубки ухода
$V_x, \text{м}^3$	0,32–0,43	0,21–0,32	0,10–0,21
$T_{\text{ц}}$ (харвестер)	71,2	66,6	61,0
$T_{\text{ц}}$ (форвардер)	4 394	4 755	12 000

Производительность при машинной трелевке сортиментов
 Часовая производительность форвардера ($\text{м}^3/\text{ч}$) определяется как

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot Q_{\text{п}} \cdot K}{T_{\text{ц}}},$$

где $Q_{\text{п}}$ – объем трелюемой пачки, м^3 ; K – коэффициент использования расчетного объема пачки, 0,8; $T_{\text{ц}}$ – время цикла трелевки сортиментов, с.

Контрольные вопросы

1. Виды рубок ухода.
2. Технологические процессы лесозаготовок.
3. Машины и механизмы для проведения рубок главного и промежуточного пользования.
4. Конструктивные особенности харвестеров и форвардеров.
5. Опишите рабочие циклы фарвестера и форвардера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Асмоловский, М. К. Механизация лесного и садово-паркового хозяйства: учебное пособие / М. К. Асмоловский, А. В. Жуков, В. Н. Лой. – Минск: БГТУ, 2004. – 506 с.
2. Механизация лесохозяйственных работ. Автомобили и тракторы: учебное пособие / М. К. Асмоловский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2007. – 254 с.
3. Лой, В. Н. Бензиномоторные пилы: методическое пособие / В. Н. Лой, Д. В. Клоков. – Минск: БГТУ, 2001. – 65 с.
4. Лесные машины «Беларус»: учебное пособие / А. В. Жуков [и др.]. – Минск: БГТУ, 2001. – 150 с.
5. Машины, механизмы и оборудование лесного хозяйства: справочник / В. Н. Винокуров [и др.]. – М.: МГУЛ, 2002. – 439 с.
6. Асмоловский, М. К. Механизация лесохозяйственных работ: учебное пособие / М. К. Асмоловский, С. Н. Пищов. – Минск: РИПО, 2013. – 300 с.
7. Машины, механизмы и оборудование лесного хозяйства: справочник / В. Н. Винокуров [и др.]. – М.: МГУЛ, 2002. – 439 с.
8. Асмоловский, М. К. Механизация лесохозяйственных работ. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие / М. К. Асмоловский, С. Н. Пищов, С. Е. Арико. – Минск: БГТУ, 2014. – 86 с.
9. Матвейко, А. П. Технология и машины лесосечных работ: учебник / А. П. Матвейко, А. С. Федоренчик. – Минск: УП «Технопринт», 2002. – 478 с.
10. Федоренчик, А. С. Харвестеры: учебное пособие / А. С. Федоренчик, И. В. Турлай. – Минск: БГТУ, 2002. – 172 с.
11. Устойчивое лесопользование и лесопользование. Наставление по лесовосстановлению и лесоразведению в Республике Беларусь = Устойлівае лесакіраванне і лесакарыстанне. Настаўленне па лесааднаўленню і лесаразвядзенню ў Рэспубліцы Беларусь: ТКП 047–2009. – Введ. 15.08.09. – Минск: Ин-т леса Нац. акад. наук Беларуси, 2009. – 116 с.
12. Правила рубок леса в Республике Беларусь: ТКП 143-2008 (02080). – Введ. 01.01.09. – Минск: М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 2014. – 130 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. МАШИНЫ ДЛЯ РАСЧИСТКИ ЛЕСНЫХ ПЛОЩАДЕЙ	4
1.1. Виды расчистки площадей	4
1.2. Машины и орудия для расчистки площадей	6
1.3. Методика выбора корчевателей	11
2. СИСТЕМА МАШИН ДЛЯ ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ И ЗЕМЛЕРОЙНЫХ РАБОТ	16
2.1. Мелиоративные машины	16
2.2. Машины для землеройно-планировочных работ	22
3. МАШИНЫ И ОРУДИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	29
3.1. Орудия для сплошной обработки почвы	29
3.2. Плуги лесные	30
3.3. Почвенные фрезы	33
4. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СБОРА ЛЕСНЫХ СЕМЯН	38
4.1. Технологический процесс заготовки семян	38
4.2. Лестницы для подъема в крону	39
4.3. Автотракторные подъемники	40
5. МАШИНЫ И ОРУДИЯ ДЛЯ РАБОТ В ПИТОМНИКЕ	45
6. МАШИНЫ ДЛЯ ПОСЕВА И ПОСАДКИ КУЛЬТУР	53
6.1. Посевные машины	53
6.2. Лесопосадочные машины	58
7. МАШИНЫ И АППАРАТЫ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ	63
8. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БОРЬБЫ С ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ	68
8.1. Виды лесных пожаров и методы борьбы с ними	68
8.2. Ранцевая аппаратура для локализации и тушения по- жаров	70

8.3. Пожарные насосы и мотопомпы	72
8.4. Лесопожарные автомобили и автоцистерны	75
9. МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ РУБОК УХОДА ЗА ЛЕСОМ	79
9.1. Виды рубок промежуточного пользования лесом (РПП)	79
9.2. Машины и механизмы для рубок промежуточного пользования	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	90

Учебное издание

Асмоловский Михаил Корнеевич

Мохов Сергей Петрович

Арико Сергей Евгеньевич

Германович Александр Олегович

ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ ПРАКТИКУМ

Учебно-методическое пособие

Редактор *Ю. Д. Нежикова*

Компьютерная верстка *С. С. Белявская*

Корректор *Ю. Д. Нежикова*

Подписано в печать 17.05.2017. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 5,4. Уч.-изд. л. 5,5.
Тираж 40 экз. Заказ .

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.