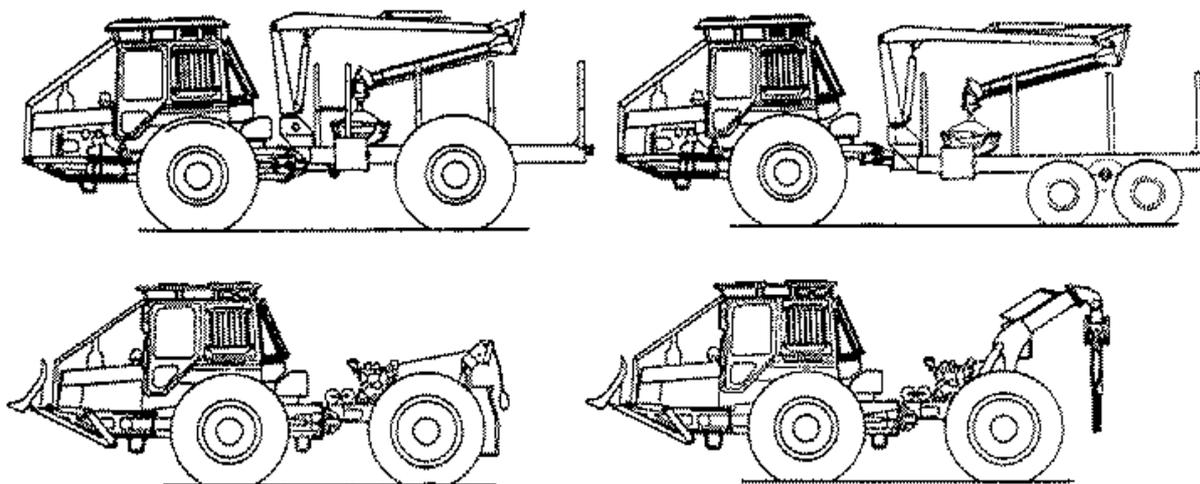


ЛЕСНЫЕ МАШИНЫ "БЕЛАРУС"



Минск БГТУ
2001

ББК 43.90я73(2Б)
УДК 630*37(476)(075.8)
Л50

Авторы:

**А.В. Жуков, А.С.Федоренчик,
В.А. Коробкин, А.Н. Бычек**

Рецензенты:

кафедра гидропневмоавтоматики и гидропневмопривода
Белорусской государственной политехнической академии;
начальник управления науки и подготовки кадров
Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь
кандидат биологических наук *В.Ф. Побирушко*

Лесные машины "Беларус": Учеб. пособие / А.В. Жуков,
Л50 А.С.Федоренчик, В.А. Коробкин, А.Н. Бычек – Мн.: БГТУ, 2001.- 149 с.

ISBN 985-434-146-1.

В учебном пособии рассмотрены вопросы современного состояния лесозаготовок и лесного машиностроения в Республике Беларусь и дано обоснование необходимости его дальнейшего развития. Изложена общая концепция создания лесных машин на базе машиностроительных предприятий страны с учетом эксплуатационных, лесохозяйственных и экологических требований. Основное внимание уделено применению на лесосечных работах новых лесных колесных машин, созданных за последние годы на Минском тракторном заводе, при проведении различных перспективных для условий нашей страны рубок леса, а также описанию их конструкции.

**ББК 43.90я73(2Б)
УДК 630*37(476)(075.8)**

ISBN 985-434-146-1

©Коллектив авторов, 2001
©Белорусский государственный
технологический университет,
2001

ЛЕСНЫЕ МАШИНЫ "БЕЛАРУС"

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов специальности
"Машины и оборудование лесного комплекса"
высших учебных заведений*

Минск БГТУ
2001

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Республике Беларусь интенсивно развивается лесное машиностроение. Это связано с необходимостью внедрения прогрессивных технологий, оснащения лесохозяйственных и лесозаготовительных предприятий новой техникой, позволяющей осуществить ведение лесного хозяйства на принципах устойчивого развития.

Данная задача осуществляется совместно Министерством лесного хозяйства РБ, концерном "Беллесбумпром", МАЗ, МТЗ, АО "Амкодор", МЗММ, Бобруйским РМЗ и другими предприятиями и организациями.

Особое место в создании лесных машин принадлежит Минскому тракторному заводу, освоившему уже выпуск целого ряда колесных машин: ТТР-401 и 402, МЛПТ-354, МЛ-126 и 127, МЛ-131. Ряд машин успешно адаптируется не только на рынке Беларуси, но и в России, странах Прибалтики, и они во многом определяют уровень развития лесозаготовок.

Успешное создание и последующее применение указанных машин предопределяется надежностью базового шасси, адекватностью его параметров и параметров технологического оборудования условиям эксплуатации, лесохозяйственным и экологическим требованиям.

Разработка типажа и обоснование параметров трелевочных тракторов, погрузочно-транспортных и других машин МТЗ проводились с участием кафедры лесных машин БГТУ, и результаты этой работы достаточно полно отражены в научных и учебно-методических изданиях университета [1, 2, 3, 4]. Что касается конструкции и использования новых колесных машин по различным технологическим схемам, то достаточно полных материалов в этом направлении не издавалось. В то же время для студентов спец. Т.05.02.00, Т.16.03.00 и Т.16.01.00 они необходимы при изучении таких дисциплин, как "Основы проектирования лесных машин", "Лесотранспортные машины", "Технология и машины лесосечных работ", "Лесоэксплуатация" и других, а также при выполнении курсовых и дипломных проектов с учетом требований сегодняшнего дня.

В учебном пособии даны необходимые для студентов сведения по современному состоянию лесозаготовок и лесного машиностроения, общей концепции создания лесных машин. Описаны конструкции лесных колесных машин Минского тракторного завода. Приведены данные по их эксплуатации, а также рациональным технологическим схемам использования в Республике Беларусь и других странах СНГ на рубках главного и промежуточного пользования. Приведенные материалы будут полезны не только студентам лесотехнических вузов и техникумов, но и инженерно-техническим работникам, организующим и реализующим

процесс лесозаготовок.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЛЕСОЗАГОТОВОК И ЛЕСНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Основным источником древесного сырья в Республике Беларусь являются местные лесные ресурсы. Общий объем растущего леса в нашей стране составляет более 1 млрд. м³. Суммарный ежегодный прирост древесины оценивается в 25...26 млн. м³, а общий объем лесозаготовок по всем видам лесопользования составляет около 10 млн. м³. На душу населения в РБ приходится около 0,84 га лесов и 110 м³ древесного запаса.

В связи с распадом СССР и необходимостью перехода на рыночные отношения перед лесным комплексом республики встал ряд серьезных проблем. К числу важнейших из них относятся: интенсификация ведения лесного хозяйства; наращивание объемов заготовки мелкотоварной древесины по всем видам пользования и расширение номенклатуры выпускаемой из нее продукции с целью максимального удовлетворения потребности внутри республики; переход на широкое использование низкотоварной древесины и отходов лесозаготовок в энергетических целях; развитие производств, обеспечивающих комплексное использование биомассы дерева.

Созданный в стране многоотраслевой лесопромышленный комплекс занимал и занимает одно из ведущих мест в ее экономике. Позиции внутреннего и внешнего рынков лесной продукции необходимо не только удержать, но и повысить их валютную эффективность. При нынешнем сохранении научно-производственного и технического потенциала лесной отрасли, кадрового и профессионального состава промышленно-производственного персонала, инженерно-технических работников на предприятиях существуют реальные возможности иметь в стране развитый лесопромышленный комплекс.

Однако необходимо отметить, что лесозаготовки Республики Беларусь до распада СССР почти полностью базировались на технике российского производства и в настоящее время техническая оснащенность лесозаготовительной отрасли ниже необходимого уровня. Износ основного производственного оборудования составляет более 70%, и парк лесозаготовительных машин требует пополнения, необходимы большие финансовые затраты. В то же время экономическое состояние лесозаготовительных и лесохозяйственных предприятий, недостаток финансовых средств, высокая стоимость зарубежного оборудования затрудняют приобретение новых машин и оборудования.

Условия лесозаготовительного производства РБ имеют свои

особенности. Лесосечный фонд характеризуется значительной изреженностью и высокой степенью заболоченности. Средний объем лесосеки по площади менее 5 га, объем хлыста – 0,21...0,24 м³. Густота лесных дорог в среднем – 1,2 км/км², а расстояние вывозки более 50 км. Применительно к лесозаготовкам все это требует использования специальных технологий и оборудования, причем с учетом критериев устойчивого ведения лесного хозяйства независимо от видов и способов рубок.

Все отрасли лесопромышленного комплекса технологически связаны между собой на основе заготовки древесного сырья и его последующего использования на деревообрабатывающих, строительных, лесохимических и мебельных предприятиях. На протяжении последних лет, в связи с кризисным финансово-экономическим положением, основное звено – лесозаготовки - снижает объемы, несмотря на необходимость экспортных поставок и внутренние потребности.

В настоящее время определились два основных направления в технологии лесосечных работ, предусматривающих вывозку хлыстами или сортиментами. Сортиментная технология, доля которой в настоящее время возрастает, является, однако, эффективной только в освоенных регионах с развитой сетью дорог общего пользования и при наличии специальной техники.

При выборе технологии лесозаготовок необходимо учитывать совокупность видов и способов рубок, влияющих на воспроизводство леса; конструктивно-технологические факторы, определяющие показатели работы лесозаготовительных машин и оборудования; количественные и качественные показатели древостоя и составляющих его пород; эффективность и рентабельность производства.

В настоящее время постоянно возникает вопрос о поиске путей рационального использования биомассы лесных ресурсов, о способах целенаправленного лесовозобновления. Лесные предприятия должны переходить на новые методы лесопользования с учетом рубок, преимущественно несплошных, с комплексной рациональной утилизацией отходов лесозаготовок и биомассы лесных ресурсов.

Выбор оптимального технологического процесса освоения лесного массива должен производиться с учетом комплекса выделов (лесосек) разной характеристики и возраста. А это, в свою очередь, требует наличия лесозаготовительной техники различного типа, отличающейся по массе, габаритам, мощности, виду технологического оборудования.

Сырье, получаемое предприятиями лесного комплекса в составе отводимого лесосечного фонда, можно подразделить на основное и дополнительное. Основное служит для выработки круглых и колотых

лесоматериалов различного назначения, хлыстов, сырья для химико-технологической переработки и древесного топлива. На отдельных фазах производства лесопродукции часть древесного сырья не используется и поступает в отходы. Количество такой древесины (отходов) составляет 30...50 % от общей биомассы, причем, в зависимости от применяемой технологии, значительная их часть образуется на лесосеке (пни, корни, ветви, кора). В связи с высокой энергоемкостью процессов по переработке отходов наиболее перспективно создание предприятий малых технологий на базе лесных предприятий с размещением их в условиях лесосеки или на нижних складах. В настоящее время существуют отдельные технологии: по производству продукции из тонкомерных деревьев, обломков вершинной части ствола, сучьев; утилизации отходов при использовании их в качестве топлива в энергетических установках для получения электрической и тепловой энергии, горячей воды, пара; использования лесной фитомассы.

Переходя к вопросам использования лесозаготовительной техники, следует отметить, что технологический процесс разработки лесосек и системы машин зависит от видов и способов рубок (рис. 1).

Устойчивое развитие в рамках лесного хозяйства как важное условие сохранения лесов подразумевает экологически ответственное лесопользование с соблюдением законов природы. Отсюда и требования, которые необходимо предъявить к лесоведам и лесозаготовителям.

Рубки ухода за лесом проводят в молодых и средневозрастных древостоях с целью улучшения их состава и качества. Рубки осветления и прочистки относятся к лесовосстановительным мероприятиям, так как древесина от них в стране не имеет сбыта. Рубки прореживания и проходные, в результате которых получают ликвидную древесину, называют рубками промежуточного пользования. Выборочные и постепенные рубки преследуют, главным образом, цели заготовки спелой древесины, а также содействия естественному возобновлению леса хозяйственно ценной древесной породой.

В связи с разными задачами рубки прореживания и проходные, выборочные и постепенные относят к разным системам. Однако с точки зрения технологии рубок по основным технологическим операциям они во многом схожи. Для обобщения этих видов рубок, в которых производится частичное удаление деревьев, используют термин "неплошные рубки".

Механизация рубок промежуточного пользования в Беларуси, а также России базируется часто на применении лесозаготовительной техники для сплошнолесосечных рубок и реже – на использовании

сельскохозяйственных тракторов. Механизация выборочных и постепенных рубок также часто основана на применении бензопил и трелевочных тракторов с чокерным оборудованием. В России применяются также валочно-пакетирующие, сучкорезные и другие многооперационные машины.



Рис. 1. Классификация видов рубок

Для сплошных рубок, помимо вышеназванных, могут применяться машины, образующие комплексы из валочно-пакетирующих, сучкорезно-раскряжевочных и транспортных (трелевочных) машин или из валочно-сучкорезно-раскряжевочных и транспортных. Они не могут использоваться на несплошных рубках, как и машины флангового действия типа ЛП-17, ЛП-49, ВМ-4А и другие машины российского и западно-европейского производства.

В настоящее время около 80% древесины в Республике Беларусь заготавливается хлыстами, для чего на предприятиях концерна “Беллесбумпром” используется около 600 гусеничных трелевочных

тракторов ТДТ-55 и ряд других (около 300 единиц) лесозаготовительных машин на их базе. В лесном комплексе Беларуси эксплуатируется более 10 тыс. бензомоторных пил, в том числе около 6,5 тыс. штук в лесхозах. На предприятиях Минлесхоза имеется около 1600 трелевочных тракторов.

К сожалению, вопросы механизации заготовки и переработки древесины в отрасли решаются весьма непросто. За последние пять лет на 13% снизилась выработка на условный трактор. Имеющиеся трелевочные тракторы и другое оборудование практически исчерпали свои ресурсы, имеет место хроническая нехватка запасных частей, отсутствует налаженно работающая ремонтная база.

Изыскивая пути выхода из создавшегося положения, лесхозы Республики Беларусь за последние годы приобрели немало дорогостоящей импортной техники: 95 тракторов ЛКТ-81, 9 харвестеров и 12 форвардеров фирмы "Valmet", 5 процессоров, 320 гидравлических манипуляторов, свыше 4 тыс. бензомоторных пил "Хускварна" и "Штиль". Однако этот путь из-за высокой стоимости техники, отсутствия налаженной базы обслуживания оборудования и обучения персонала нельзя считать полностью правильным.

Лесозаготовительная техника, которой сейчас располагает большинство предприятий лесного комплекса республики, из-за отсутствия специальных колесных машин не удовлетворяет экологическим и лесоводственным требованиям. Это не позволяет осуществить переход на перспективную для условий республики сортиментную заготовку древесины, особенно на рубках промежуточного пользования, объем которых постоянно возрастает.

Все изложенное, а также изреженность лесосечного фонда и его высокая степень заболоченности, малый средний объем лесосеки по площади (5 га), средний объем хлыста ($0,21 \text{ м}^3$), средняя густота лесных дорог (1,2 км/га), значительное среднее расстояние вывозки (52 км) требуют применительно к лесозаготовкам использования специальных технологий и оборудования.

С учетом потенциальных возможностей машиностроения республики целесообразно развитие собственного лесного машиностроения, что подтверждается программными документами Минлесхоза РБ и концерна "Беллесбумпром".

Уже сейчас на Минском тракторном заводе (МТЗ) создано мобильное энергетическое средство (МЭС) с шарнирно-сочлененной рамой на базе трактора МТЗ-82, которое является базовой машиной для создания семейства колесных лесозаготовительных машин типа 4К4 и 6К6.

В настоящее время на базе МЭС создана и серийно выпускается погрузочно-транспортная машина МЛПТ-354. Она оснащена

гидроманипулятором с пропорциональным управлением грузоподъемностью 40 кН (вылет стрелы 7 м), выпуск которого налажен и в настоящее время передан для серийного производства на Мозырский завод мелиоративных машин (МЗММ). На базе шарнирно-сочлененного шасси созданы также трелевочная машина МЛ-126 и трехосный форвардер МЛ-131.

На базе специально оборудованного серийного трактора МТЗ-82 создана также трелевочная машина ТТР-401 с чокерным оборудованием, ТТР-402 с пачковым захватом, прицепная погрузочно-транспортная машина, малогабаритный трелевочный трактор.

Проводятся работы по созданию лесозаготовительных машин в акционерном обществе "Амкодор" на базе погрузчиков ТО-18. Выпускается трелевочная машина "Амкодор-2200" с шарнирно-сочлененной рамой и тросочокерным оборудованием типа 4К4. Рейсовая нагрузка трелевочного тягача – 4 м³, тяговое усилие лебедки – 7 кН, эксплуатационная масса – 9 т, база – 2835 мм, минимальный радиус поворота – 5,5 м.

Там же созданы харвестер "Амкодор-2545", челюстной погрузчик на базе ТО-18, подъемно-транспортный агрегат ПТА-1, состоящий из балансирного прицепа грузоподъемностью 9 т с габаритными размерами 6800x2200x2800 мм, дорожным просветом 600 мм и универсального манипулятора МУ-35 (разработан на этом же предприятии). Этот агрегат предназначен для работы с тракторами МТЗ-80/82.

Ведутся работы по созданию и выпуску других видов технологического оборудования; например внедрен в производство пачковый трелевочный захват ЗТ-1 (грузоподъемность 0,8 м³) для трелевки деревьев, хлыстов и пачек сортиментов, который агрегируется с тракторами МТЗ-80/82. Проводятся дальнейшие работы по созданию валочно-сучкорезно-раскряжевочных и сучкорезно-раскряжевочных машин.

Мозырский завод мелиоративных машин первый в республике наладил серийный выпуск гидроманипуляторов грузоподъемностью 52 кН·м, которые предназначены для широкого использования как в лесном, так и в аграрно-промышленном комплексе. В настоящее время на МЗММ ведутся работы по освоению выпуска более мощных манипуляторов грузоподъемностью 75 кН·м.

В целях переработки на щепу отходов, образующихся в процессе лесозаготовок, освоен выпуск рубительных машин с возможностью агрегатирования их с серийными колесными тракторами.

В республике имеется также реальная возможность для создания лесотранспортных систем. На Минском автомобильном заводе взамен

лесовозного тягача МАЗ-509А в настоящее время серийно выпускается лесовоз МАЗ-5434. На базе прицепных средств МАЗ выпускаются магистральные сортиментовозы. Так, на МАЗе созданы и эксплуатируются прицепы и полуприцепы-сортиментовозы МАЗ-6303+8378, МАЗ-64228+93866 грузоподъемностью 34 т.

Научно-инженерным центром “Автопоезд” ПО БелавтоМАЗ разработан двухосный рессорный прицеп-ропуск грузоподъемностью 13,5 т, опытный образец которого изготовлен на Минском механическом заводе. На Минском автозаводе освоен серийный выпуск прицепа-ропуска МАЗ-9008. На Бобруйском ремонтно-механическом заводе осуществляется производство прицепов-ропусков ГКБ-9362. Минским заводом колесных машин выпущен автопоезд-сортиментовоз на базе 4-осного шасси.

Особое место на лесозаготовках, с учетом размерно-качественного состава древостоя и системы рубок, занимает малогабаритная техника. Исследования по определению эффективности использования малогабаритных тракторов в условиях Республики Беларусь проводятся в Белорусском государственном технологическом университете (БГТУ). Их использование аналогично работе лошадей на вывозке отдельных ветровальных или буреломных деревьев, подвозке сортиментов или тонкомера при проведении прореживаний, а также санитарных рубок в парках и зеленых зонах.

Следует ожидать, что развитие в республике частного сектора на лесозаготовках также вызовет повышенный интерес к данной технике. В лесном хозяйстве республики тракторы этого класса являются недостающим звеном в парке лесозаготовительных машин. В настоящее время на ПО МТЗ, ПО “Гомсельмаш” выпускаются различные модификации малогабаритных тракторов и мотоблоков. Основные характеристики некоторых из них приведены в табл. 1.

Таблица 1. Параметры малогабаритных тракторов

Показатели	АМЖК-8	МТЗ-220	МТЗ-082	МТЗ-06
Колесная формула	4к2	4к4	4к4	-
Тип двигателя	карбюраторный	карбюраторный	карбюраторный	карбюраторный
Мощность, л.с./кВт	10/7,3	15,7/11,5	10/7,3	6/4,41
Габаритные размеры, мм:				

длина	1995	2670	2500	1800
ширина	1180	1220	950	850
Масса, кг	465	1100	390	135

На МТЗ и Сморгонском агрегатном заводе уже создана малогабаритная трелевочная машина на базе трактора МТЗ-082.

Эти тракторы с использованием различного технологического оборудования вполне пригодны для создания на их базе семейства лесозаготовительных и лесохозяйственных малогабаритных машин.

2. ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛЕСНОЙ СРЕДЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЛЕСНЫМ МАШИНАМ

Механизированные рубки ухода неизбежно связаны с повреждением лесной среды [5, 6, 7]. Причем повреждаемость древостоя в значительной мере зависит от технологии работ. Так, в ельниках минимальное количество поврежденных деревьев (4 %) наблюдается после трелевки сортиментов трактором МТЗ-82А, количество неоднократно поврежденных деревьев здесь также небольшое—5 %. После трелевки хлыстов тракторами ЛКТ-81 и ТДТ-55А повреждения составляют 29 % и 21 % соответственно.

Для тяжелых колесных тракторов характерно значительное колееобразование, при котором верхние почвенные горизонты сносятся и частично перемешиваются с порубочными остатками, образуя смешанный почвенный горизонт, который через 10 лет диагностируется как гумусовый. Гусеничный трактор, оставляя меньшую колею, сминает верхние почвенные горизонты, а порубочные остатки, как правило, остаются на лесной подстилке. Таким образом, из-за различного характера воздействия на почву и повреждения корней последствия трелевки опаснее для древостоя после хлыстовой трелевки гусеничным трактором [7].

Так, наименьшая средняя глубина колеи (0,8 м) на грубогумусных суглинистых почвах наблюдается после трелевки хлыстов трактором ТДТ-55. После трелевки сортиментов легким колесным трактором МТЗ-82 средняя глубина колеи – 2,6 см и наибольшая (5,5 см) - после трелевки хлыстов на грубогумусных супесчаных почвах трактором ЛКТ-81.

Преимуществом многооперационных машин зарубежного производства (харвестеры на заготовке сортиментов и форвардеры на их вывозке) являются их высокие производительность и степень механизации труда. Колесный ход обеспечивает высокую маневренность и способность работать под пологом леса при проведении несплошных рубок. Машины

являются более легкими, лучше управляемыми, с меньшим расходом горючего на 1 м³ заготавливаемой древесины, с более высокими скоростными показателями, повышенными эргономическими качествами. Однако, несмотря на перечисленные достоинства, эти машины пока не получили достаточно широкого распространения в наших условиях, причиной чего является высокая их стоимость. Кроме того, наибольшую производительность данная техника показывает на сплошных рубках. При переходе на несплошные рубки, несмотря на значительный процент выборки по запасу (45...50 %), производительность агрегатов снижается почти вдвое. По данным испытаний, проведенных в России, контроль за процентом вырубki затруднен и фактические объемы заготовки на 40 % превышают объемы, указанные в лесорубочных билетах, а чрезмерное изреживание наблюдается на 50 % площадей обследованных рубок. Такое положение оказывает крайне негативное влияние на устойчивость остающихся на корню деревьев. Большая выборка по запасу и значительная площадь сплошной рубки под технологические коридоры могут вызвать распад древостоев, особенно в ельниках, имеющих поверхностную корневую систему на мелких каменистых и избыточно увлажненных почвах. При проведении несплошных рубок остающаяся часть насаждения получает те или иные повреждения, которые могут в дальнейшем оказать влияние на санитарное состояние насаждений.

Повреждения на 80 % представлены обдиром коры, доходящим до древесины. Половина их сосредоточена в комлевой, наиболее ценной, части стволов в пределах 1 м от земли, а 90 % повреждений не выходят за пределы 1,5-метровой зоны. Наиболее опасным повреждением является наклон ствола более 10°, что обычно сопровождается обрывом части скелетных корней. Деревья с такими повреждениями, а также часть стволов с обдиром коры переходят в отпад уже в первые три года после проведения рубки.

Как при рубке по стандартной технологии, так и при заготовке харвестерами по узкопосечной технологии характер повреждений и их локализация одинаковы. Разница лишь в том, что в последнем случае повреждений примерно в 3 раза больше.

Имеется большая связь повреждаемости древостоя с интенсивностью рубки независимо от применяемой технологической схемы.

По данным ЛТА, после проходных рубок, проведенных финнами в Ленинградской области, количество поврежденных деревьев в сосняках меняется от 2 до 9,5 % при интенсивности рубки 27...43 % по запасу, а в ельниках – от 15,3 до 41,7 % при интенсивности 35...47 %. Основное количество поврежденных деревьев (93...100 %) находится на расстоянии до 5 м от границы волока. Кстати, при хлыстовой трелевке увеличивается

вероятность повреждения деревьев на расстоянии до 15 м. В Питкярантском лесхозе повреждаемость древостоя при проходной рубке по скандинавской технологии колеблется от 1,4 до 27,9 %.

При валке деревьев бензопилой и небольшой выборке по запасу (до 30 %) рубка практически сводится к прорубке технологических коридоров. Состав и средняя высота древостоев остаются практически неизменными. Поврежденные деревья располагаются вблизи волоков, число их минимальное. При применении на валке харвестеров процент выборки повышается до 40...50 %, число поврежденных деревьев возрастает в 3 раза. Следует, конечно, иметь в виду, что процент поврежденных деревьев находится в прямой зависимости от опыта оператора харвестера и должного контроля в процессе рубки со стороны лесничего.

Наиболее частым нарушением лесоводственных требований при рубках многооперационной техникой является оставление высоких пней на делянках. Если в пасеках высота пней не имеет принципиального значения, то на волоках высокие пни вынуждают оператора делать объезды, что приводит к дополнительным повреждениям ближайших к волоку деревьев.

Оставляемые на лесосеках порубочные остатки покрывают от 40 до 50 % их площадей. На бедных песчаных почвах такое положение способствует их обогащению за счет разложения органики. Однако, поскольку «скандинавской технологией» не предусмотрены сбор, разрубка, приземление вершин и крупных сучьев, порубочные остатки могут служить очагами возникновения низовых пожаров.

Повреждаемость почвы связана с вариантом технологической схемы: широкопосечный, узкопосечный, беспосечный. Колесная техника, по сравнению с гусеничной, имеет большее давление на грунт. На практике операторы часто сокращают путь движения, проезжая по пасеке или объезжая препятствия. При прямолинейной прокладке волоков их площадь (без погрузочных площадок) не превышает 20...25 %. При криволинейной (типа "змейка") площадке площадь их превышает нормативно допустимую и доходит до 37 % (по нормативным документам площадь повреждений почвы может составлять до 30 % от площади делянки).

При 1 - 3 проходах машины почва обычно не повреждается, а с увеличением их количества в колеях волоков она уплотняется до глубины 20 см с нарушением пористости, скважности и проницаемости, приводящем к застою воды в колеях в весенне-осенний период, и восстановление водно-физических свойств почвы происходит только через 25...30 лет. Уплотнение почвы с образованием колеи зависит от целого ряда факторов: сезона заготовки, характера грунта, выборки по запасу, числа рейсов, нагрузки на рейс, расстояния трелевки. На посечных волоках

колея образуется как при отсутствии сучьев, так и при их наличии (12...15 % площади волоков повреждается, однако и глубина колеи при наличии сучьев снижается в 1,5–2 раза). Большое значение имеет равномерность распределения порубочных остатков на волоках. Использование тяжелой агрегатной техники на слабых грунтах, в частности на рубке осушенного ельника с глубиной торфа до 1 м, приводит к образованию колеи глубиной до 90 см и необходимости снижения нагрузки на рейс.

В ельниках при узкопосечной технологии на супесчаных почвах наблюдается уплотнение почвы и уменьшение мощности верхних почвенных горизонтов на волоках. Наиболее предпочтительным является беспосечный вариант с наименьшей нагрузкой на почву. Здесь меньше проходов техники по одному следу.

При оценке воздействия машин на почву сильный контраст наблюдается на зимних и летних делянках. Результаты измерения модуля деформации почвы показали, что его значения на летних делянках в колее превышают в два раза значения в пасеке и в 1,5 раза между колеями. На зимних делянках различий либо нет, либо они не достоверны, что объясняется снежным покровом и различиями почв зимних и летних делянок (супесчаные и суглинистые свежие и влажные почвы).

В целом в сосновых древостоях качество рубки существенно выше, чем в ельниках, где встречаются такие недостатки, как высокие пни, оставленные отбойные деревья, старый сухостой (до 8 % по запасу), крупные вершины и ветви лиственных пород. Одним из последствий рубок является наличие усыхающих деревьев, примерно половина которых имеет видимые повреждения.

По данным наблюдений, после проведения рубок отпад составляет до 16 %, а на отдельных местах он превышает 40 % от запаса после рубки. Основной причиной отпада является ветровал. Максимальный ветровал наблюдается на тех участках, где рубка проводилась осенью или весной и привела к образованию колеи и повреждению корней. Другой причиной ветрвала является высокая (более 30 %) интенсивность рубки, в результате чего на 2/3 участков полнота сразу после рубки оказывается ниже 0,7.

Изложенное с полной очевидностью указывает на необходимость оснащения лесозаготовительных и лесохозяйственных предприятий республики новыми машинами и оборудованием, причем их создание возможно на базе уже существующих предприятий, продукция которых близка по назначению.

3. ОБЩАЯ КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ЛЕСНЫХ МАШИН И КРИТЕРИИ ВЫБОРА ИХ ПАРАМЕТРОВ

Лесозаготовки оснащены большим количеством машин различного типа и назначения. Представляется важным иметь базовые данные по лесозаготовительным машинам, существенно отличающимся по основным параметрам и конструктивным решениям.

Уже накопленные данные позволяют обобщить технические характеристики отдельных видов машин (валочно-пакетирующих, трелевочных, форвардеров, харвестеров и др.), выявить определенные закономерности и тенденции в развитии их основных параметров, установить между ними количественные соотношения.

На кафедре лесных машин и технологии лесозаготовок БГТУ проведена работа по систематизации этих данных с целью их использования при решении задач по созданию новых машин, что в связи с развитием лесного машиностроения в РБ имеет важное значение.

Мощность. Для ВПМ манипуляторного типа характерно преобладание машин высокой мощности, более 50 % из них имеют мощность 120...160 кВт, 25 % – 170...190 кВт. ВПМ фронтального типа также имеют высокие мощности – 140...160 кВт (45 %).

Трелевочные тракторы с тросочкерной оснасткой имеют значительный разброс мощностей: 20 % – 40...70 кВт; 20% – 120...150 кВт и 60 % – 70...120 кВт. Наиболее часто встречаются модели мощностью около 70 кВт. Для трелевочных тракторов с пачковым захватом: 35 % – 65...100 кВт; 35 % – 100...130 кВт и 30 % – 130...165 кВт.

Мощность харвестеров в зависимости от сферы применения изменяется от 20 до 160 кВт. Причем харвестеры с двигателем мощностью от 20 до 50 кВт составляют 5 % ,а от 120 до до 160 кВт – 10 %.

Форвардеры также имеют большой разброс мощности: на 50 % из них устанавливаются двигатели мощностью 70...90 кВт и только на 18 % – 120 кВт.

Собственная масса. Масса ВПМ манипуляторного типа, как правило, значительная. Почти 90 % моделей имеют массу свыше 20 т , а более 40 % – 26 т. Масса ВПМ фронтального типа ниже и не превышает 16 т. Наиболее часто встречающиеся модели имеют массу 8 (28 %) и 14 т (22 %).

Масса трелевочных машин с тросочкерной оснасткой 7...16 т, однако около 20 % из них имеют массу 5 т. У 80 % трелевщиков с пачковым захватом пределы изменения собственной массы составляют 10...16 т.

Харвестеры по собственной массе имеют большой разброс – от легких (3 т) до тяжелых гусеничных машин (25 т). Форвардеры выпускают массой от 7 до 16 т, причем около 25 % из них имеют собственную массу 10 т.

Грузоподъемность. Данный показатель наиболее важен для форвардеров и трелевщиков, особенно в соответствии с величиной их мощности. Полученная в результате статистической оценки моделей форвардеров зависимость между грузоподъемностью Q и мощностью N_e имеет вид

$$N_e = 0,094 Q^{0.745}.$$

Для форвардеров грузоподъемность распределяется следующим образом: до 8 т – 20 %; 8...12 т – 60 %, свыше 12т – 20 %.

Грузоподъемность форвардеров, помимо мощностных показателей и собственной массы, зависит также от площади проема между стойками коника. Установлено, что загрузка их соответствует 2,7 тонны древесины на 1 м³ площади загружаемого проема.

Значительный разброс имеют размерные параметры машины. Так, например, у трехосных форвардеров база изменяется в пределах от 3340 до 5385 мм, габаритная длина – от 5200 до 9650 мм. Габаритная ширина по задним колесам составляет 2235...2800 мм, а угол излома рамы – 39...45°.

У машин с шарнирно сочлененной рамой расположение оси шарнира в наибольшей степени влияет на радиус поворота и ширину полосы движения. При угле разворота секции 40...45° внутренний радиус разворота обычно составляет 7...8,5 м.

Можно сделать вывод о том, что в условиях Республики Беларусь применение стандартной тяжелой техники на несплошных рубках и особенно промежуточного пользования в большинстве случаев приводит к отрицательному лесоводственному результату. Одна из причин этого состоит в широком спектре условий работы и низкой степени подготовленности наших лесов для эксплуатации. Это, кстати, относится и к другим видам рубок с использованием тракторов ТДТ-55, ЛТ-171, ЛКТ-81 и др. Во всех случаях наибольшее количество повреждений наблюдается в насаждениях сложной структуры. Главный вывод – на рубках ухода необходимо использовать более легкую технику.

Причем если для проведения сплошных рубок, а также выборочных и постепенных используется одна и та же техника, то она входит в нишу семейства машин средней мощности (до 80 л.с.). Это обосновывает и оправдывает практику создания колесных лесных машин на базе узлов сельскохозяйственных тракторов типа МТЗ-82. Для применения их на сплошных рубках необходимо создание машин повышенной мощности (до 100...120 л.с.).

Однако для эффективного проведения работ на рубках промежуточного пользования, а также проведения лесохозяйственных

работ по осветлению и прочисткам необходимы тракторы малой массы и ограниченной мощности, что и ставит задачу создания лесного шасси, имеющего мощность 30...35 л.с. и массу 2...2,6 т.

Успешная эксплуатация указанной техники немыслима без учета требований экологии и устойчивого управления лесами. Поэтому для Республики Беларусь, серьезно пострадавшей от последствий аварии на ЧАЭС, первостепенное значение приобретает экологическая сертификация, начальным этапом которой является оценка вредного воздействия лесной техники и технологии на окружающую среду.

Все это требует разработки научно обоснованных методов оценки уплотняющего воздействия и других вредных последствий, имеющих место при эксплуатации лесных машин, и разработку мероприятий для их снижения. Причем эти мероприятия должны рассматриваться комплексно с учетом эксплуатационных условий, особенностей технологического характера, типа и параметров применяемых машин.

Очевидно, что имеется необходимость оснащения лесозаготовительных и лесохозяйственных предприятий республики новыми машинами и оборудованием, причем их создание возможно на базе уже существующих предприятий, продукция которых близка по назначению.

Основные направления развития лесного комплекса Республики Беларусь предусматривают создание лесного машиностроения и выпуск лесохозяйственных и лесозаготовительных машин на ведущих машиностроительных предприятиях и ряде предприятий системы лесного комплекса.

Общими приоритетными направлениями лесного машиностроения следует считать создание групп машин и оборудования для обеспечения рубок главного пользования, включая несплошные, и рубок ухода с заготовкой сортиментов в лесу с учетом возрастания их масштабов. Это моторные инструменты, трелевочные, погрузочно-транспортные, погрузочные машины на базе колесных шасси с соответствующим технологическим оборудованием, лесовозные автопоезда, магистральные сортиментовозы, щеповозы, прицепы и полуприцепы различного типа. Следует особо выделить специальные системы машин, исключаящие ручной труд, для заготовки древесины на зараженной радионуклидами местности: харвестеры, форвардеры, процессоры, мобильные окорочные установки.

Основными принципами построения самоходных агрегатов на базе энергетического модуля является жесткая его стыковка с технологическим модулем и возможность перестройки агрегата. Энергетическая часть – в виде одноосного модуля со стыковочным узлом и отбором мощности;

технологическая часть – одноосное или двухосное шасси с постоянным или сменным рабочим оборудованием.

Следует отметить, что выявление резервов использования энергонасыщенных тракторов существующих компоновочных схем является наиболее экономичным решением обеспечения роста производительности машин. В частности, задача создания эффективного энергонасыщенного лесного колесного трактора должна решаться реализацией мощности путем агрегатирования энергетического модуля с активной прицепной осью (осями), а также применением более совершенных двигателей.

Наиболее целесообразно эту задачу решать на основе уже отработанных моделей тракторов с использованием серийно выпускаемых узлов, максимально следуя принципам унификации.

Для машин любого типа эффективность их применения определяется комплексно по следующим группам факторов: объем выполняемой работы; время, необходимое для выполнения работы; суммарные затраты; воздействие на окружающую среду.

Количественная оценка эффективности достаточно сложна и неопределенна, и в разных отраслях она может отличаться в зависимости от назначения машины. Следует отметить, что если оценки по объему выполняемой работы, времени и суммарным затратам относительно определены, то воздействие на окружающую среду свести к единому качественному показателю сложно. На практике используют разные критерии эффективности, причем в зависимости от назначения и вида выполняемой работы не все, а только наиболее важные для данной машины.

С точки зрения создания лесных машин путем агрегатирования можно выделить следующие группы машин, отличающихся по роду выполняемой работы, конструктивным признакам и соответственно по критериям эффективности: машины, выполняющие большую часть рабочего цикла тягово-транспортные функции + погрузочно-разгрузочно-пакетирующие операции (трелевочные машины, форвадеры); машины, преобладающая часть рабочего цикла которых состоит из технологических операций и транспортных операций только для смены рабочих позиций (валочные, валочно-пакетирующие, сучкорезные машины, процессоры, форвадеры, погрузочно-разгрузочные, рубильные машины).

В соответствии с такой разбивкой имеются различия по критериям эффективности их использования. Если для машин 1-ой группы на первом месте следует рассматривать тягово-скоростные показатели базового шасси, то для машин 2-ой группы – скоростные и силовые показатели органов технологического оборудования. Как в первом, так и во втором

случае должна производиться оценка по производительности, которая находится в прямой зависимости от указанных показателей, а кроме того – по затратам топлива, проходимости, устойчивости маневренности. Для тягово-транспортных машин типа лесовозных автопоездов, магистральных сортиментов, щеповозов, форвардеров и трелёвочных машин важное значение имеет оценка эффективности по скоростным показателям.

Эффективность же использования лесной машины зависит также от затрат времени на выполнение рабочих операций по погрузке-разгрузке, пакетированию деревьев и т.д. Это, в свою очередь, отражается на производительности, которая является необходимым критерием при оценке эффективности. Помимо оценки по производительности, особенно при оценке эффективности многоцелевого лесного шасси, важной является оценка по приведенным затратам с учетом уровня выполняемой той или иной машиной транспортно-тяговых и технологических функций или их комплекса.

На основе длительного изучения опыта применения различных типов лесных машин на лесозаготовках разработаны главные лесотехнические требования на их создание [5, 6]. В соответствии с ними лесная машина, обеспечивая при необходимой производительности высокие тягово-сцепные, скоростные и другие технико-эксплуатационные показатели, должна удовлетворять лесохозяйственным и экологическим критериям, соответствовать эргономическим требованиям. Машина должна иметь минимальную численность обслуживающего персонала, возможность маневрировать в условиях лесосеки, работать в узких трассах с минимальным повреждением лесной среды, обеспечением безопасности оператора. Мощность двигателя машины должна быть достаточной как для обеспечения транспортных операций на повышенных рабочих скоростях, так и операций по обработке предмета труда (валка, пакетирование, погрузка, раскряжевка, обрезка сучьев, окорка, измельчение на щепу и т.д.).

Конструкция машин, предназначенных для проведения несплошных рубок, должна предусматривать их работу под пологом леса. Экологичность машины в основном определяется степенью повреждений подроста, стволовой части деревьев и их корневых систем, а также воздействием движителей на лесные почвогрунты [3]. С учетом этого предпочтительным для осуществления лесозаготовительных и лесохозяйственных работ является применение короткобазных или шарнирно-сочлененных колесных машин или машин, движители которых оснащены высокоэластичными гусеничными лентами.

Системы однооперационных и многооперационных машин, осуществляющих комплекс операций по заготовке древесины, отличаются многообразием, и формирование их состава определяется как факторами производственных условий, так и факторами, обусловленными применяемыми видами рубок, схемой разработки лесосек, требуемой производительностью.

Для лесозаготовок характерно рассматривать две основные фазы работ: лесосечные и лесотранспортные и, в соответствии с этим, две группы или системы машин, существенно отличающиеся друг от друга.

В создавшихся условиях с учетом задач, стоящих перед лесным комплексом республики по внедрению новых ресурсосберегающих технологий, исключительно важным является обоснование параметров базовых шасси по группам лесных машин и четкое представление общей концепции их разработки. При решении вопроса обоснования базовых шасси для специальных лесозаготовительных машин различных групп следует рассматривать возможности их агрегатирования с различным технологическим оборудованием и максимальной унификации с узлами и агрегатами отработанной и выпускаемой серийно продукции, причем с учетом лесных условий эксплуатации и тяжелых нагрузочных режимов.

Концепция разработки лесной машины должна учитывать тягово-энергетическую концепцию базового трактора. В этом случае мощность двигателя должна соответствовать возможностям выполнения как транспортных операций, так и других операций технологического процесса.

Форма, размерные параметры, масса машины и технологического оборудования принимаются с учетом существующих ограничений и возможности обеспечения необходимых вылетов рабочих органов, кинематики их перемещений, компоновки, что имеет большое значение для маневренности машины при движении по лесосеке и в узких коридорах.

Лесозаготовительная машина может рассматриваться (рис. 2) как система, включающая: энергетический модуль (ЭМ) - двигатель, трансмиссия, ходовая часть, пост управления; технологический модуль (СТМ) - рабочее оборудование; энергообразующий технологический модуль (ЭТМ) - гидронасосная станция с приводом от трансмиссии трактора. Формально ЭТМ входит в состав технологического оборудования, но его все же целесообразно выделить, так как принципиально один и тот же энергообразующий орган может

использоваться с различным технологическим оборудованием.

Концепция создания лесной машины предполагает установление проектных параметров шасси и специализированного технологического модуля СТМ, а также элементов привода рабочего оборудования ЭТМ.

Параметры составной сложной динамической системы лесозаготовительной машины, состоящей из подсистем, могут быть получены в результате рассмотрения всей системы и взаимосвязи ее элементов с предметом труда и средой.

При формировании семейства машин на основе одного базового шасси структурная схема, приведенная на рис. 2, характеризуется тем, что элементы на концах заранее определены, т.е. известны параметры базового шасси, а также параметры рабочей среды и предмета труда. В такой постановке возникает задача установления параметров рабочих органов и привода. Учитывая особенности взаимной связи отдельных подсистем при установлении их проектных параметров, целесообразно на первом этапе рассмотрение частной системы "предмет труда – рабочий орган" для установления характеристик внешних сопротивлений при выполнении операций с предметом труда. Определение параметров привода требует рассмотрения подсистемы "двигатель – трансмиссия – рабочий орган", в которой к рабочему органу прикладываются силовые внешние воздействия, установленные ранее, а приводной момент двигателя с учетом возможностей его регулирования известен из паспортных данных.

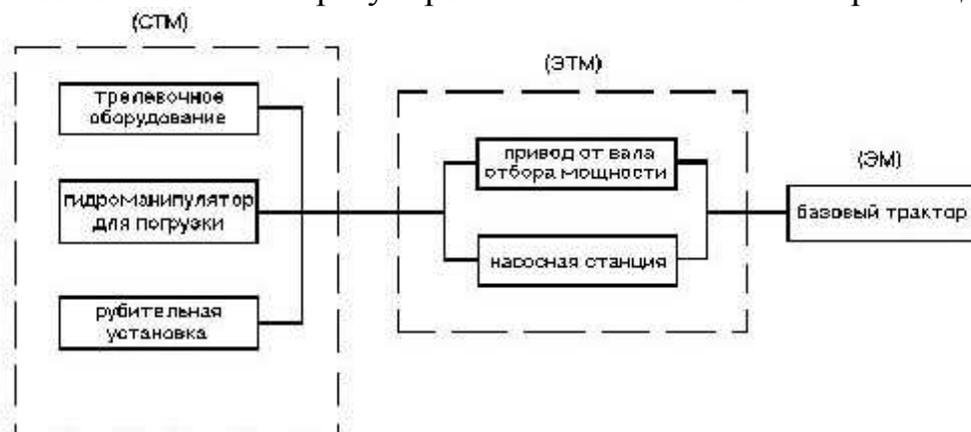


Рис. 2. Структурная схема специализированной лесной машины

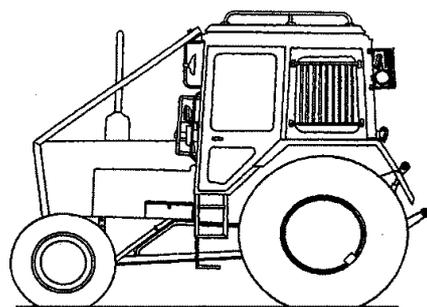
При выполнении транспортных операций рассматриваемая система должна включать шасси, на вход которого прикладывается внешнее воздействие от неровностей поверхности движения, а при одновременном выполнении погрузочных операций добавляется воздействие на рабочий орган. В таком виде динамическая система может использоваться для установления пригодности шасси как базового для создания семейства лесозаготовительных машин.

Совокупность математических моделей, отражающих рабочий процесс, является универсальным инструментом для оптимизации параметров базового шасси, локальных подсистем и возможных вариантов семейства лесозаготовительных машин.

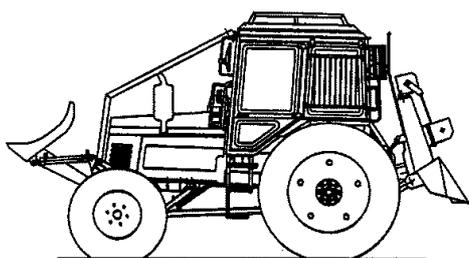
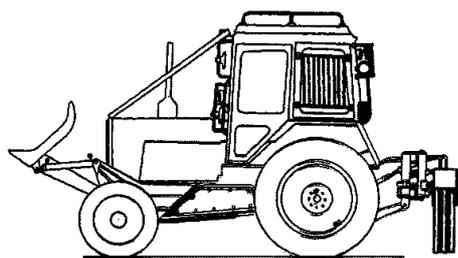
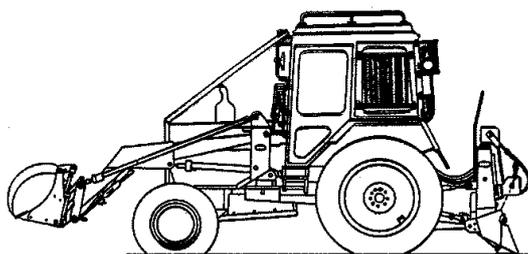
Особенности концепции разработки лесозаготовительной машины, строящейся по блочно-модульному принципу, дают возможность декомпозиции сложной структуры и используются при создании новых лесных машин МТЗ.

Возможность применения энергетического модуля МТЗ и базового шасси на его основе для лесного трактора оценивалась при рассмотрении общей системы "базовый трактор – технологическое оборудование" с учетом указанных ранее наиболее важных признаков эффективности, способности нести технологические нагрузки, устойчивости при работе, реверсивности движения, обзорности рабочей зоны, тягово-сцепных свойств, проходимости, маневренности, плавности хода, степени повреждаемости почвы, способности проезда по дорогам общего пользования и др.

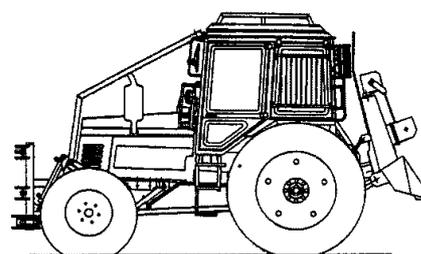
Оценка эффективности лесного шасси как базы для машин, входящих в типаж (рис. 3 и 4), производилась также с учетом энергетического критерия, определяемого из выражения полезной работы, совершенной трактором с технологическим оборудованием в единицу времени с учетом составляющих рабочего цикла. Конкретный вид выражения для определения энергетического критерия зависит от вида переместительных операций и типа рабочего оборудования [8].



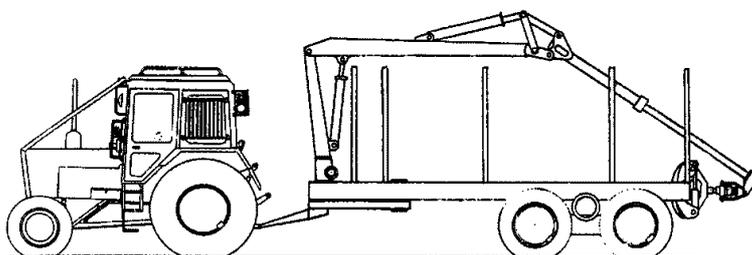
Трактор лесохозяйственный

Трактор трелевочный
с тросочерным оборудованиемТрактор трелевочный
с пачковым захватом

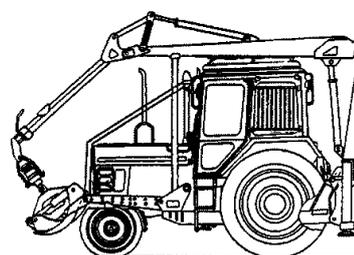
Машина трелевочно-погрузочная



Машина валочно-трелевочная



Машина погрузочно-транспортная



Машина погрузочно-разгрузочная

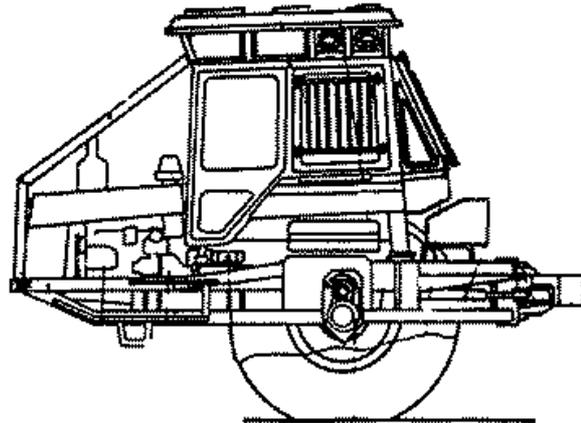
Рис. 3. Семейство машин с жесткой рамой

В общем случае энергетический потенциал производительности $A = P_{кр} v_p \tau$, где $P_{кр}$ – развиваемое тяговое усилие; v_p – скорость рабочего хода машины; τ – коэффициент использования времени, $\tau = T_{рх} / T_{ц}$ ($T_{рх}$ –

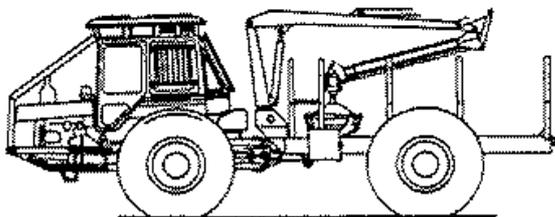
время рабочего хода, $T_{ц}$ – время цикла).

Полученные выражения для энергетического потенциала производительности для валочных, валочно-пакетирующих, трелевочных машин, процессоров, форвардеров и харвестеров позволили установить параметры приводов технологического оборудования, соответствующие затраты мощности и оценить возможности использования этих машин в рассматриваемых условиях эксплуатации.

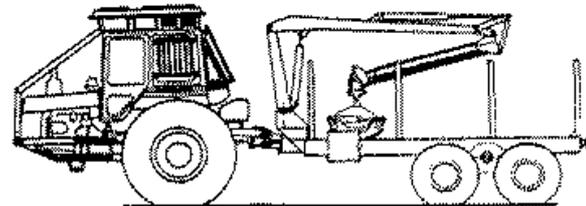
Базовый энергетический модуль



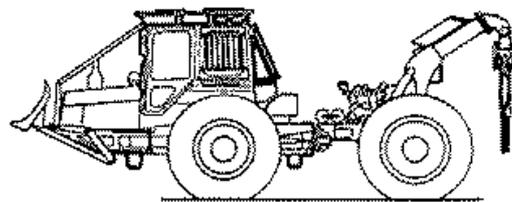
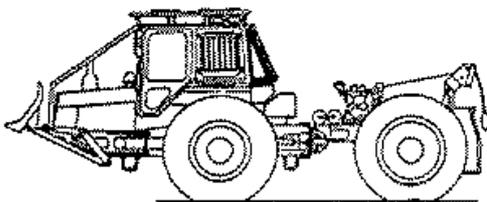
Форвардер 4К4



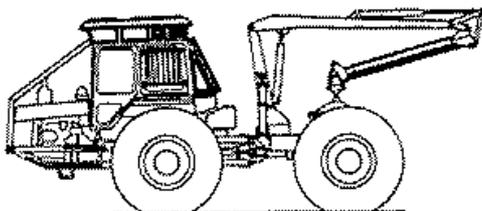
Форвардер 6К6



Трелевщики



Сортировщик



Харвестер



Рис. 4. Семейство машин с шарнирно-сочлененной рамой

В настоящее время осуществляются работы по накоплению банка данных по природно-производственным, лесозаготовительным условиям, техническим и технологическим показателям, а также нормативным требованиям, учитывающим лесозаготовительно-экологические ограничения.

4. ОБЩИЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕСНЫХ МАШИН

Механизация лесохозяйственного и лесопромышленного производства призвана значительно обеспечить и обезопасить труд работников леса, существенно поднять производительность труда, сократить агротехнические сроки выполнения технологических процессов, повысить их качество. В конечном итоге основной базой хозяйства должна стать система машин, представляющая совокупность технических средств, взаимосвязанных по своим технико-экономическим показателям, и обеспечивающая последовательное выполнение основных и дополнительных операций экологически чистых циклов с учетом энерго- и ресурсосбережения.

В этой связи при разработке машин должны учитываться следующие предстоящие в отрасли изменения и особенности:

- урбанизация лесов, усиление экологических требований, расширение объемов рубок на лесосеках малых размеров и "неправильной формы", увеличение объемов несплошных рубок главного пользования и рубок ухода;

- перенос лесозаготовок на экономически плохо доступные леса, применение технологий и систем машин (в том числе малогабаритных) на колесном ходу, необходимость использования лесосечных отходов, мягколиственной и маломерной древесины;

- использование автодорог общего назначения, что ограничивает вывозку хлыстов и деревьев, содействие естественному лесовозобновлению за счет обоснованного выбора технологий рубок леса, типажа машин как лесозаготовительного, так и лесохозяйственного назначения;

- акционирование и приватизация предприятий, продажа леса с аукционов, включение в лесозаготовительные производства мелких фирм, передача машин в аренду рабочим и применение находящихся в их личной собственности машин;

- контроль за деятельностью лесных предприятий путем применения добровольной и обязательной сертификации и многое другое.

Ожидается, что доминирующими станут природоохраняющие технологии, базирующиеся на заготовке древесины в сортиментах, полухлыстах, в виде щепы, а из зон, загрязненных радионуклидами, – в

виде пиломатериалов и шпал. Начнется заготовка древесины или ее биомассы, полученной с использованием интенсивных технологий целевого плантационного выращивания с сокращенным оборотом рубки. При использовании бензиномоторных пил начнется переход на одиночную валку леса, сопровождаемый обеспечением вальщика средствами оперативной связи, спецодеждой и необходимыми приспособлениями.

Разработанная и выпускаемая в настоящее время в Беларуси лесозаготовительная техника в основном соответствует мировым тенденциям технического обеспечения лесохозяйственных и лесозаготовительных процессов. На ее базе уже сегодня можно реализовать требуемые технологии лесозаготовок как на рубках главного, так и промежуточного пользования, используя дополнительно бензиномоторные пилы, харвестеры, процессоры, валочно-пакетирующие и рубительные машины. Учитывая различные природно-производственные условия и технические характеристики машин, условия их предпочтительного применения выразим через коэффициенты применимости, представленные в табл. 2.

Таблица 2. Коэффициенты применимости машин

Марки машин и механизмов	Значение коэффициента в зависимости от природных условий								
	Рельеф местности		Категория почвенно-грунтовых условий				Крупномерность леса		
	равнинный	горный	I	II	III	IV	мелкий	средний	крупный
ТТР-401	1	0**	1	1	1	0	1	1	0
ТТР-402	1	0	1	1	0	0	1	1	0
МТП-441	1	0**	1	1	1	0	1	1	0
МТП-441-01	1	0	1	1	0	0	1	1	0
МЛ-126, 127	1	1	1	1	1	0*	0*	1	1
МТЗ-320Т	1	0	1	1	0	0	1	0	0
МЛПТ-354	1	0**	1	1	0*	0	1	1	0
МЛ-131	1	1	1	1	1	0*	0	1	1
МЛПР-394	1	1	1	1	0*	0	0*	1	1
МПР-371	1	0	1	1	0*	0	1	1	0

Примечание: 1 – работа возможна без ограничений; 0 – работа не возможна; 0* – работа возможна, но малоэффективна; 0** – работа возможна с ограничениями по силе тяги и по устойчивости.

Классификация природных условий в табл. 2 отвечает общепринятой в СНГ [11], за исключением крупномерности леса. К мелким относятся насаждения со средним объемом хлыста до $0,2 \text{ м}^3$, к средним – с объемом $0,21 \dots 0,5 \text{ м}^3$, к крупным – с объемом хлыста более $0,5 \text{ м}^3$.

Почвенно-грунтовые условия включают следующие категории: I – "сухие почвы" (сухие пески, каменная почва); II – "свежие почвы" (супесчаные почвы, мелкие суглинки, глинистые пески); III – "влажные почвы" (суглинистые и глинистые почвы, супеси с глинистыми прослойками); IV – "сырые почвы" (торфяно-болотистые, перегнойно-глебовые).

Рельеф местности с крутизной склонов до 15^0 относится к равнинному, свыше 15^0 – к горному. При этом полагается, что если машина не имеет ограничений в пределах рассматриваемой градации условий, то коэффициент применимости будет равным 1. Если ее работа невозможна, то этот коэффициент будет равен 0.

Следует отметить, что совершенствование планирования рубок по кварталам года, практика зимней разработки заболоченных лесосек, применение технологий, обеспечивающих выстилку волоков порубочными остатками, и другое расширяют объемы возможного применения большинства рассматриваемых машин.

Приняв во внимание степень обоснованности изложенных рекомендаций, обеспеченность в стране техникой и потребности в новых технологиях, а также характеристику лесосечного фонда, можно утверждать, что лесные машины на базе тракторов МТЗ позволяют скомпоновать целый ряд систем лесозаготовительных машин, обеспечивающих заготовку и вывозку деревьев, хлыстов и сортиментов.

5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕСНЫХ МАШИН

5.1. Разработка лесосек с применением трелевочных тракторов, оборудованных канатно-чокерной оснасткой

Применение трелевочных тракторов ТТР-401, МТП-441, МЛ-126/127, несмотря на различие в конструкции, позволяет осуществить трелевку хлыстов (полухлыстов) или деревьев за вершину или комель в полупогруженном положении. Наличие канатно-чокерной оснастки предопределяет их наиболее эффективную работу после валки деревьев бензиномоторными пилами. В зависимости от предъявляемых требований,

природно-производственных условий, системы применяемых машин и вида трелемой и вывозимой древесины, размеров отпускаемых лесосек и др. они могут работать по целому ряду технологических схем, в том числе с параллельным, веерным и диагональным расположением волоков.

Процесс трелевки включает холостой ход трактора, формирование пачек деревьев или хлыстов (оттягивание собирающего каната, чокеровку, стопорение чокеров пальцем, подтягивание деревьев или хлыстов к трактору, натаскивание одного конца пачки на трелевочный щит), их подъем, рабочий ход и снятие чокеров на лесопогрузочном пункте. Тракторы на лесопогрузочном пункте с помощью отвала-торцевателя или специального оборудования (МТП-441) могут выровнять комли хлыстов (иногда деревьев), окучить их или сформировать небольшой штабель.

При использовании трелевочных тракторов с канатно-чокерным оборудованием в странах СНГ наиболее часто применяются схемы валки деревьев на пасаках, изображенные на рис. 5.

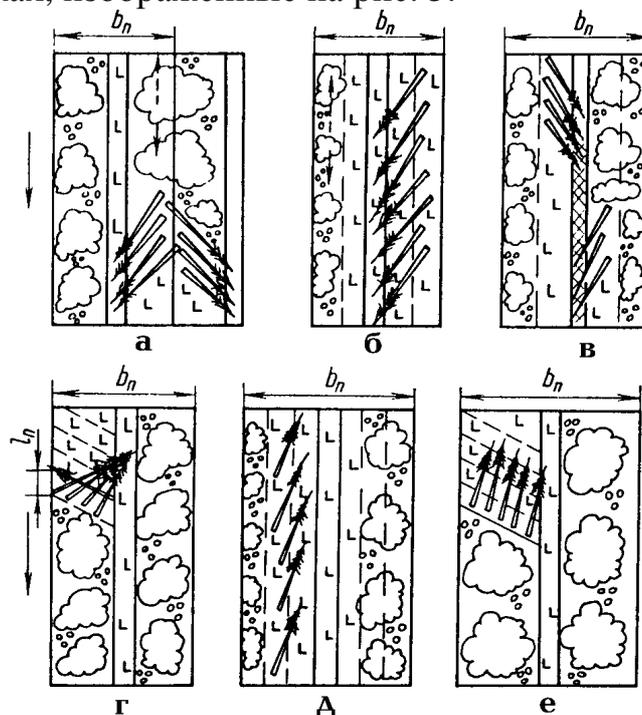


Рис. 5. Схемы валки деревьев на пасаках: а, б, в – при трелевке хлыстов (деревьев) вершинами вперед; г, д, е – при трелевке деревьев комлями вперед

Схема, изображенная на рис. 5,а, применяется для разработки лесосек методом узких пасек при трелевке деревьев и хлыстов вершинами вперед на лесосеках с наличием жизнеспособного подроста хвойных пород.

Ширина пасеки определяется из выражения

$$b_{\Pi} = 2 \cdot H \cdot \sin \alpha + b_{\text{В}},$$

где H – средняя высота деревьев на лесосеке, м; α – максимальный угол между осями дерева и волока (30°); $b_{\text{В}}$ – ширина волока, м.

При трелевке деревьев в один прием их валят для одной пачки, трелюемой трактором, после чего цикл работ повторяется.

На рис. 5,б представлена схема валки деревьев узкими лентами, расположенными вдоль волока. По окончании валки деревьев на ленте производят их очистку от сучьев, а затем трелевку хлыстов. Так как трелюются хлысты, а не деревья, обеспечиваются лучшие условия для сохранения подроста.

На рис. 5,в показана схема валки деревьев в два заруба. Расстояние между зарубами не менее 50 м. В одном зарубе производится валка деревьев, в другом – очистка деревьев от сучьев и трелевка хлыстов. Дальше следует переход.

На рис. 5,г показана схема валки деревьев на подкладочное дерево, которое валится под углом около 45° к волоку. Затем на него валят деревья с участка длиной $l_{\Pi} \leq 7$ м, расположенного параллельно подкладочному дереву. Их комли оказываются приподнятыми, что облегчает чокеровку и позволяет сохранить до 65 % подроста, имеющегося на лесосеке высотой до 1 м зимой и до 0,7 м – летом. Максимальный объем формируемой пачки определяется из выражения

$$M = \frac{7 \cdot q \cdot \Delta}{10^4},$$

где M – объем пачки, м^3 ; q – ликвидный запас на 1 га, м^3 ; Δ – ширина ленты леса, м.

При трелевке деревьев комлями вперед эффективными могут быть схемы валки, представленные на рис. 5, д, е. Деревья валят вершинами в сторону, противоположную направлению трелевки. В первом случае узкими лентами, расположенными вдоль волока, во втором – под углом, меньшим 90° к волоку. Для формирования пачки трактор в первом случае сходит с волока на ленту, во втором – формирует пачку не сходя с волока, но при этом нельзя создать запас сваленных деревьев.

В Скандинавских странах на рубках главного пользования в местности, позволяющей трелевку хлыстов за вершины, часто используют метод, представленный на рис. 6. В этом случае стволы деревьев при обрезке сучьев располагаются на удобной рабочей высоте. На волоке образуется настил из веток и вершин. Вершины хлыстов удобно группируются для их захвата чокером. Вначале производится планирование. Выбирается направление волока, ширина пасеки, которая не

может превышать двойной высоты древостоя. Валка деревьев начинается с одной стороны пасечного волока вершинами в сторону магистрального (рис. 6,а).

В первый прием валится два-три рядом стоящих дерева. На поваленных деревьях обрезаются сучья и на такую же глубину валятся деревья с противоположной стороны волока (рис. 6,б). В результате формируется пасечный волок.

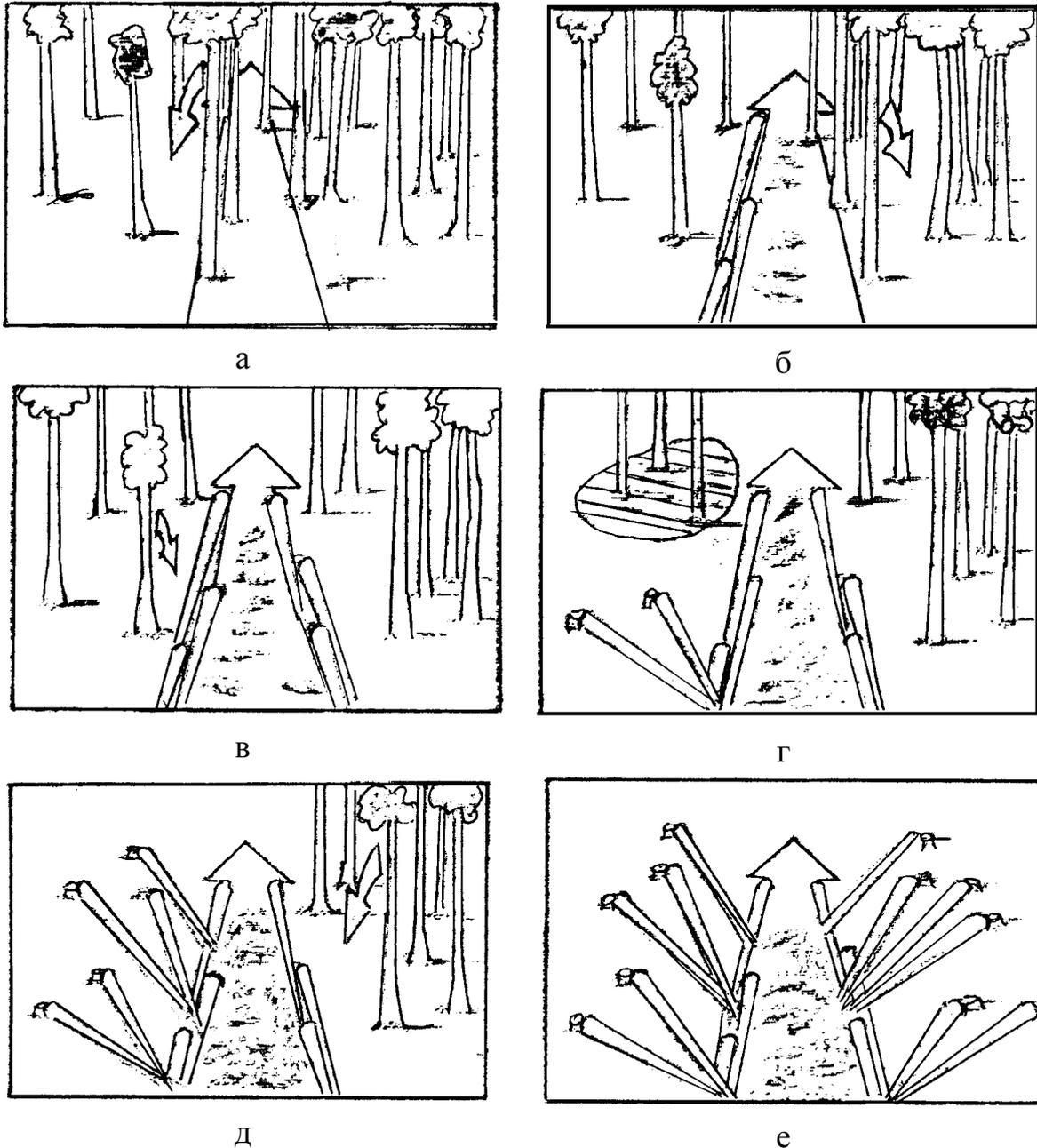


Рис. 6. Заготовка и трелевка хлыстов

Далее с одной стороны волока, на полупасеке производится валка деревьев в виде "елочки" вершинами по направлению к волоку (рис. 6,в). В первую очередь валятся близстоящие деревья, которые используют в качестве опорных. Затем работы переносятся вглубь древостоя. При

направленной валке группируется как можно больше вершин хлыстов вместе. Аналогичные работы продолжаются на полупасеке до конца вырубке по направлению в глубь от магистрального волока (рис. 6,г). Закончив работы на одной полупасеке, переходят на вторую, где валка деревьев повторяется в том же порядке с ближнего конца волока (рис. 6,д). После завершения валки деревьев на пасеке и обрезки сучьев хлысты вершинами вперед вытрелевываются на погрузочную площадку или верхний склад (рис. 6,е). Для облегчения захвата чокерами хлыстов на них с вершинного конца оставляется несколько укороченных веток.

С учетом основных схем валки деревьев на пасеках рассмотрим ряд схем разработки лесосек системами машин, включающими бензиномоторную пилу + трактор с канатно-чокерной оснасткой и другую лесозаготовительную технику. Данные технологические схемы разработки лесосек, как и последующие, наиболее прогрессивны и характерны для условий нашей республики.

Несплошные рубки главного пользования. На рис. 7 приведена схема разработки лесосеки при выборочных и постепенных рубках с равномерным разреживанием древостоя.

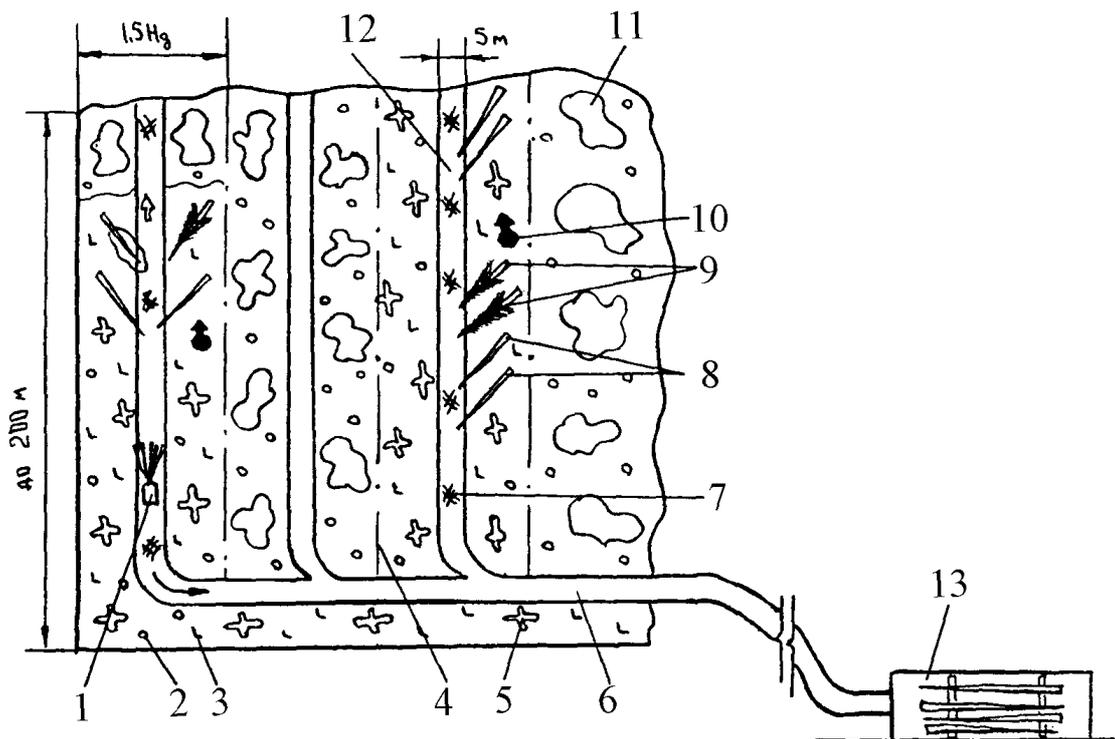


Рис. 7. Схема разработки лесосеки с применением на трелевке леса тракторов с канатно-чокерной оснасткой: 1 – трелевочный трактор; 2 – подрост; 3 – пни; 4 - граница пасеки; 5 - деревья, вырубемые во второй и последующие приемы; 6 - магистральный трелевочный волок; 7 - порубочные остатки; 8 - хлысты; 9 - деревья; 10 - вальщик;

11-

растущий лес; 12 - пасечный волок; 13 - погрузочный пункт

Разработку лесосеки начинают с разработки погрузочных площадок и магистральных волоков. Далее разрабатывается пасечный волок, затем поочередно за 1-2 захода - полупасеки. При разработке полупасеки за два прохода сначала ведут валку деревьев на ленте шириной 7...10 м, примыкающей к волоку. После ее разработки (обрезка сучьев и вытрелевка хлыстов) проводится валка на удаленной от волока ленте под углом 25...45°. Валка деревьев на лентах полупасек начинается с ближнего конца лесосеки. На волоке проводится сплошная заготовка деревьев, на полупасеках – выборочная (заготавливаются намеченные в рубку деревья).

Валка леса при несплошных рубках проводится вдвоем. Валку ведут таким образом, чтобы повреждение подроста и оставляемых на доращивание деревьев было минимальным. Деревья валят в просветы. Для образования просвета вначале проводится валка ближайших к волоку клейменных деревьев. Деревья, которые нельзя повалить вершиной в сторону направления трелевки, валят в том направлении, из которого легче обеспечить вытаскивание хлыста на волоки.

Очистка деревьев от сучьев по данной технологии проводится легкими бензиномоторными пилами (при их отсутствии допускается применение ручной обрубки сучьев топорами).

При всех способах рубок трелевка леса тракторами проводится только по волокам. Пачка собирается за несколько приемов. За один прием сбор хлыстов ведется с одной из полупасек. В целях предотвращения уширения волоков, сохранения подроста на поворотах пасечных, разворотах магистральных волоков следует оставлять отбойные деревья из числа назначенных в рубку, которые вырубятся после завершения работ на пасеке. Неправильно поваленные деревья, крупные хлысты во избежание повреждений молодняка и подроста вытаскивают на волок по одному. Деревья, поваленные под углом к волоку более 45°, раскряжевывают и вытаскивают по частям. Ширина пасек должна быть не более полуторной высоты древостоя — 30...35 м.

Технология разработки лесосек на участках с подростом, предусматривающая комбинированную технологию, представлена на рис. 8. Средняя лента полосы разрабатывается валочно-пакетирующей машиной, а боковые - по традиционной технологии бензопилами с

привалом деревьев к волоку, проложенному валочно-пакетирующей машиной на средней ленте, и последующей трелевкой хлыстов трелевочным трактором. Обрезка сучьев производится легкими бензиномоторными пилами на месте валки. Сучья укладываются на волок. Вначале подготавливают волок шириной 5 м: спиливают заподлицо все деревья и вырубает подрост. Далее разрабатывается средняя лента. После вытрелевки хлыстов поочередно разрабатываются боковые ленты. Деревья валят на изреженную часть пасеки вершиной на волок. Ширина пасек должна быть не более 30...35 м, что обеспечивает валку деревьев вершиной на волок под углом не более 35° . Это сохраняет подрост при вытрелевывании хлыстов на волок и формировании пачек.

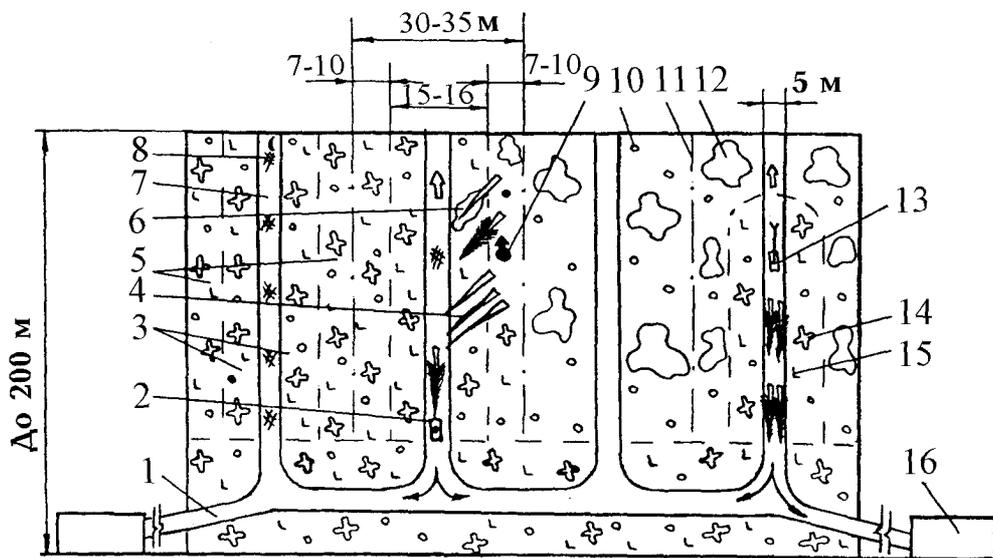


Рис. 8. Схема разработки лесосеки с сохранением подроста по комбинированной технологии на базе ВПМ: 1 - магистральный трелевочный волок; 2 — трелевочный трактор; 3 — ленты, разработанные валочно-пакетирующей машиной; 4 — хлысты; 5 — ленты, разработанные по традиционной технологии; 6 — деревья; 7 - пасечный волок; 8 — порубочные остатки; 9 — вальщик; 10 — подрост; 11 — граница пасеки; 12 - растущий лес; 13 — валочно-пакетирующая машина; 14 — деревья, вырубаемые во второй и последующие приемы; 15 — пни; 16 — погрузочный пункт; ← — направление валки; ← — направление трелевки

При группово-постепенных рубках разработка лесосек ведется по технологическим схемам, где на валке леса и очистке деревьев от сучьев применяют бензиномоторные пилы. Первоначально разрубает волоки. После вытрелевки леса с волоков приступают к валке деревьев в "окна" и "лесовозобновительных кольцах". Деревья валят вершинами в

направлении трелевки в сторону "окна". Очистка деревьев от сучьев производится на лесосеке легкими пилами, сучья укладываются на волок, хлысты трелюют за вершину.

В сосняках с наличием группового подроста сосны разработка лесосеки ведется по схеме, приведенной на рис. 9, а. Пасечные волоки прорубают так, чтобы они проходили с двух сторон "окна". В сосняках на песчаных почвах без наличия подроста разработка лесосеки ведется по схеме, приведенной на рис. 9, б. Расстояние между пасечными трелевочными волоками 50...60 м. "Окна" с "лесовозобновительными кольцами" закладывают с таким расчетом, чтобы волок проходил через середину "окна". В первый прием проводят разработку "окон" и разреживание "лесовозобновительных колец". В последующие приемы "окна" расширяют до полной вырубki материнского полога леса.

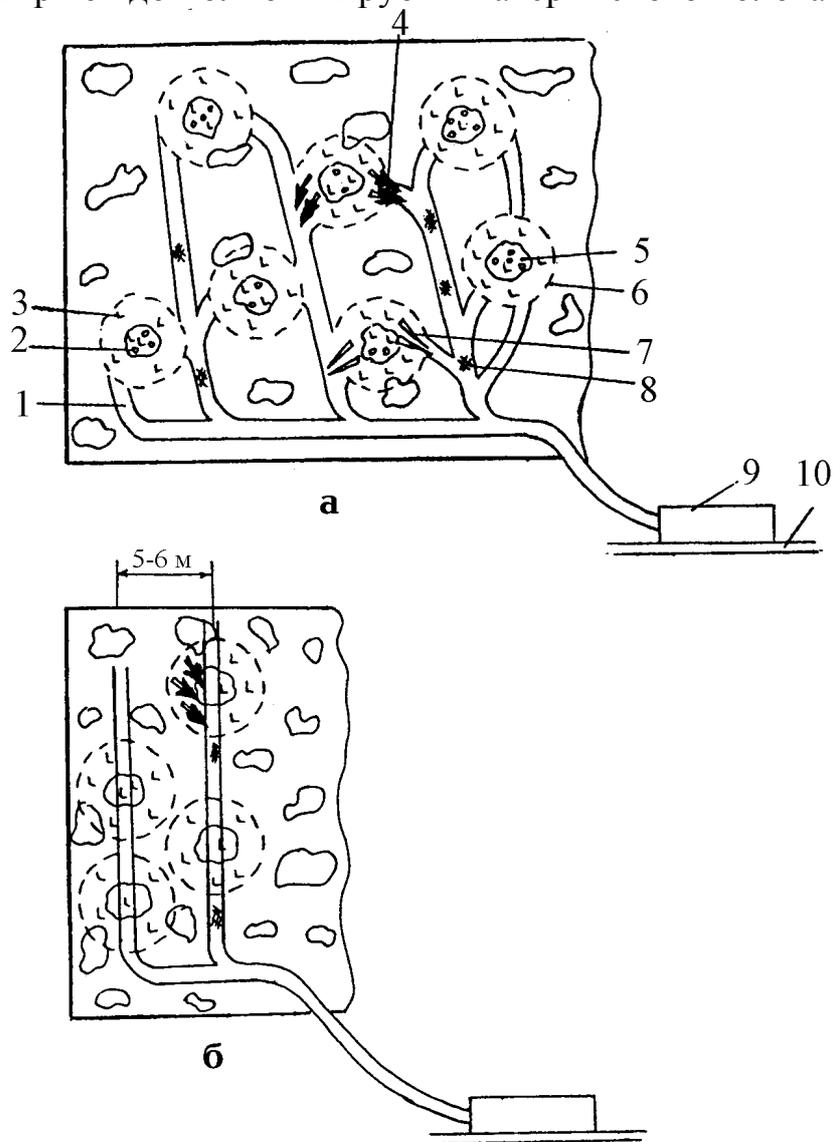


Рис. 9. Схема разработки лесосек при группово-постепенных рубках с групповым подростом сосны (а) и без подроста (б): 1 – трелевочный

волок; 2 – подрост; 3 – пень; 4 – поваленное дерево; 5 – окно; 6 – лесовозобновительное кольцо; 7 – хлыст; 8 – порубочные остатки; 9 – погрузочная площадка; 10 – лесовозная дорога

С использованием трелевочных тракторов ТТР-401 (МТП-441), МЛ-126/127 могут проводиться полосно-постепенные рубки, особенно в насаждениях со вторым ярусом и крупным подростом хвойных пород. Схемы их проведения с применением на валке деревьев и очистке стволов от сучьев бензиномоторных пил приведены на рис. 10.

Древостой на лесосеке вырубается в два-три приема. За один прием проводится сплошная заготовка деревьев на полосах, предназначенных в рубку. Волок устраивается в средней части полосы. В порослевых лиственных древостоях предпочтительнее иметь два волокa, прокладываемые по границам полосы.

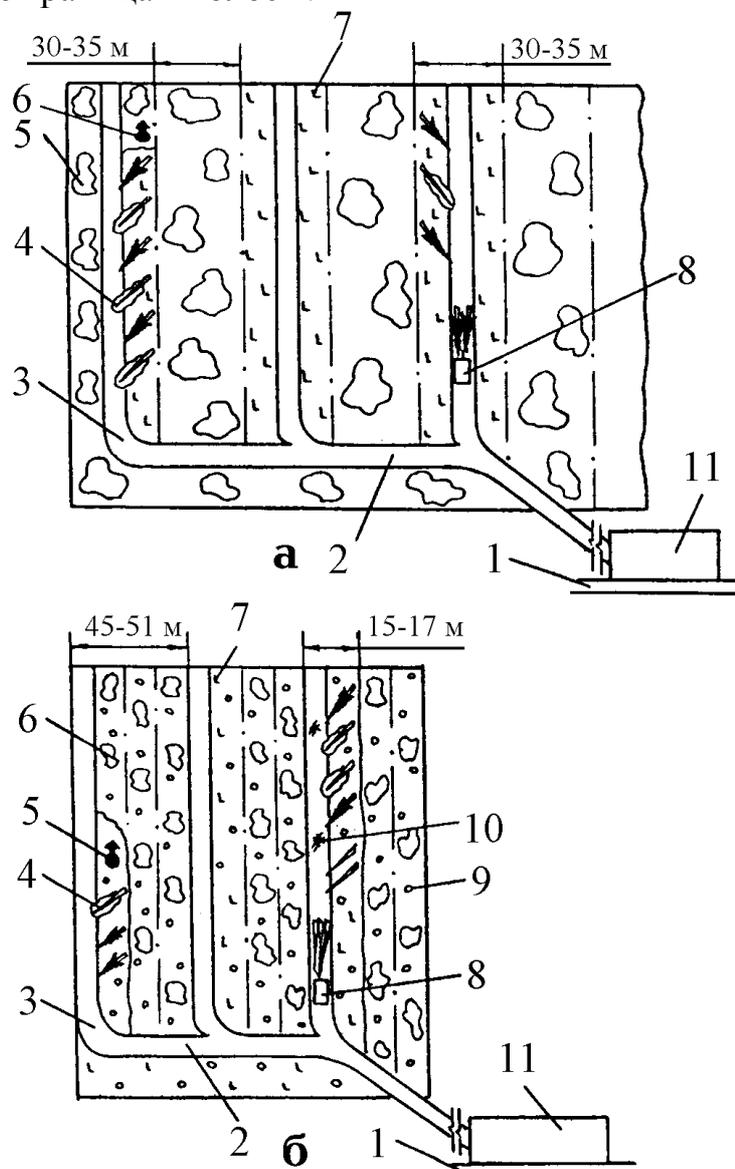


Рис. 10. Схема разработки лесосек при полосно-постепенных рубках

(первый прием): 1 – лесовозный ус; 2 – магистральный волок; 3 – пасечный волок; 4 – поваленные деревья; 5 – растущий лес; 6 – вальщик; 7 – пни; 8 – трактор; 9 – подрост; 10 – порубочные остатки; 11 – погрузочный пункт (а – двухприемные рубки без сохранения подроста; б – трехприемные рубки с сохранением подроста)

б – трехприемные рубки с сохранением подроста)

На полосах шириной 15 - 17 м подготавливается один волок по одной из их границ. Полосы разрабатываются узкопасечным методом: валка деревьев ведется вершинами к волоку в направлении трелевки, очистка деревьев от сучьев на полосе, сучья укладываются на волок, хлысты трелюются вершинами вперед.

Сплошные рубки главного пользования. Схема разработки лесосек с сохранением подроста при валке деревьев на подкладочное дерево бензиномоторной пилой и их трелевке тракторами МЛ-126/127 приведена на рис. 11. Рекомендуется к применению в сосновых насаждениях со средним объемом хлыста до $0,5 \text{ м}^3$ при наличии жизнеспособного подроста главной породы более 4000 шт./га. Если очистка деревьев от сучьев выполняется сучкорезной машиной типа ЛП-30Б, а погрузка хлыстов на лесовозный транспорт челюстным лесопогрузчиком, то погрузочные пункты размером 40х60 м размещаются вдоль лесовозного уса из условия обеспечения нужного направления комлей хлыстов для вывозки и среднего расстояния трелевки.

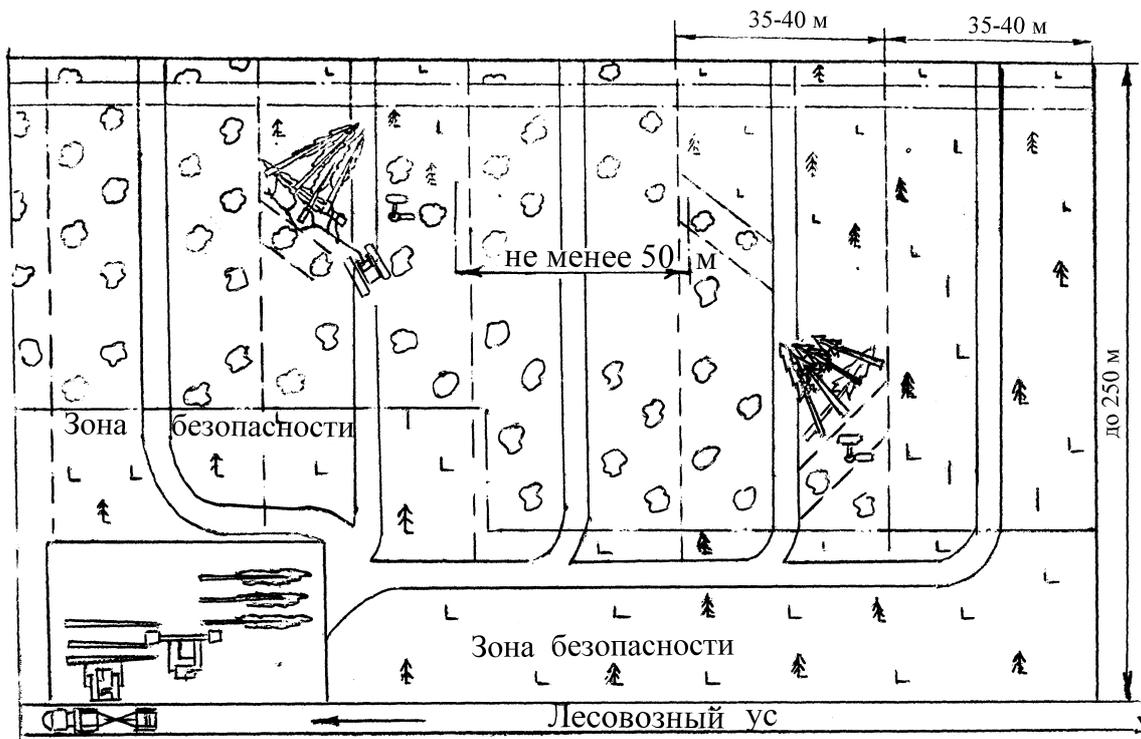


Рис. 11. Схема разработки лесосек с сохранением подроста при валке

леса на подкладочное дерево бензопилой и трелевке тракторами
МЛ-126/127

В первую очередь разрабатывается 50-метровая зона безопасности. Лесосека (делянка) разбивается на пасеки шириной 35...40 м. Пасечные волоки шириной 4...5 м прокладываются посередине. Валка деревьев начинается с дальнего конца. Расстояние между одновременно разрабатываемыми пасеками должно быть не менее 50 м.

На рис. 12 представлена схема разработки лесосек методом узких пасек с сохранением подроста. После валки деревьев и обрезки сучьев бензиномоторной пилой трелевка хлыстов осуществляется за вершины. Данная технология рекомендуется в насаждениях со средним объемом хлыста до $0,5 \text{ м}^3$, с преобладанием ели, где имеется жизнеспособный подрост хвойных и других ценных пород высотой более 1 м в количестве не менее 1500 шт./га.

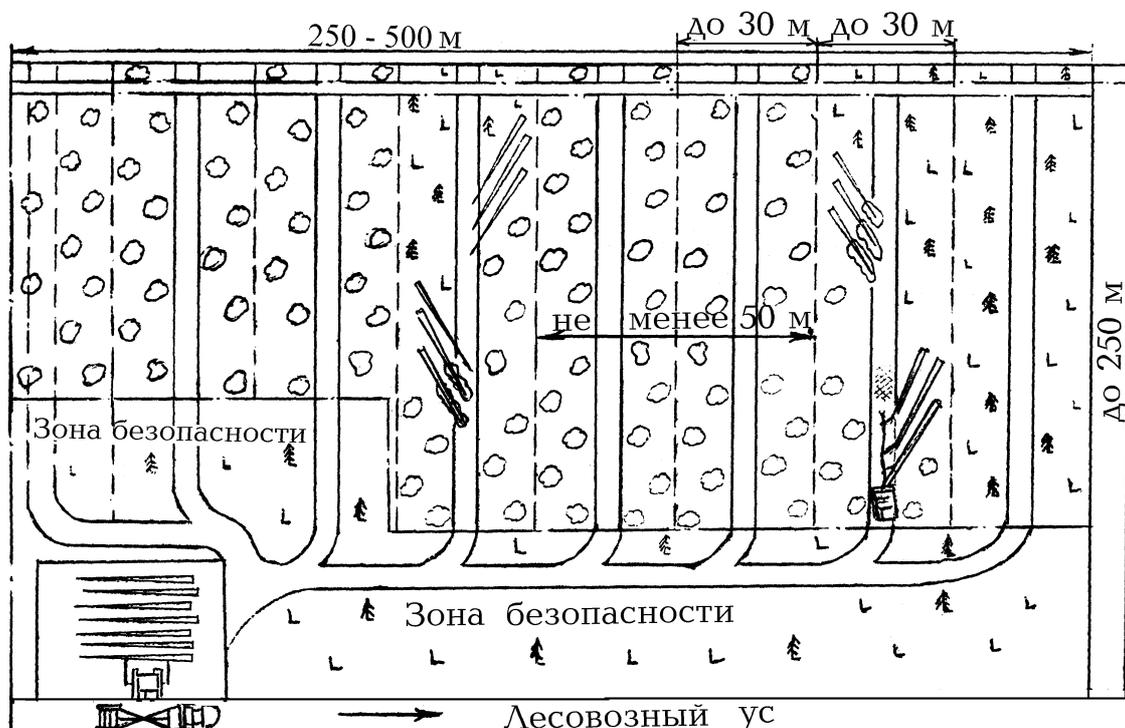


Рис. 12. Схема разработки лесосек методом узких лент с сохранением подроста при валке деревьев бензопилой и трелевке хлыстов тракторами

Почвенно-грунтовые условия должны обеспечивать проходимость трелевочного трактора по волоку, укрепленному порубочными остатками. Размеры погрузочного пункта 30x40 м. Ширина пасек 25...30 м.

Разработку полупасек, после прорубки волоков, начинают с ближнего конца. При работе двумя трелевочными тракторами и достаточных размерах лесосеки возможна организация работ по

челночному способу.

На рис. 13 приведена схема разработки лесосек порослевого происхождения. Она рекомендуется в черноольховых, березовых и других насаждениях, растущих гнездами (группы сросшихся между собой деревьев, от двух до девяти штук от одного корневища) и имеющих развилки на высоте около 1,5 м от поверхности почвы.

В этом случае работы выполняются по правилам разработки буреломно-ветровалных лесосек методом постепенно-выборочной рубки. Очередность валки групп растущих деревьев определяется исходя из конкретных условий.

Разработку лесосеки ведет бригада в составе двух-трех валочно-сучкорезных звеньев, обслуживающих один трелевочный трактор. Вальщики работают на разных пасеках одновременно, соблюдая очередность разработки и 50-метровую зону безопасности.

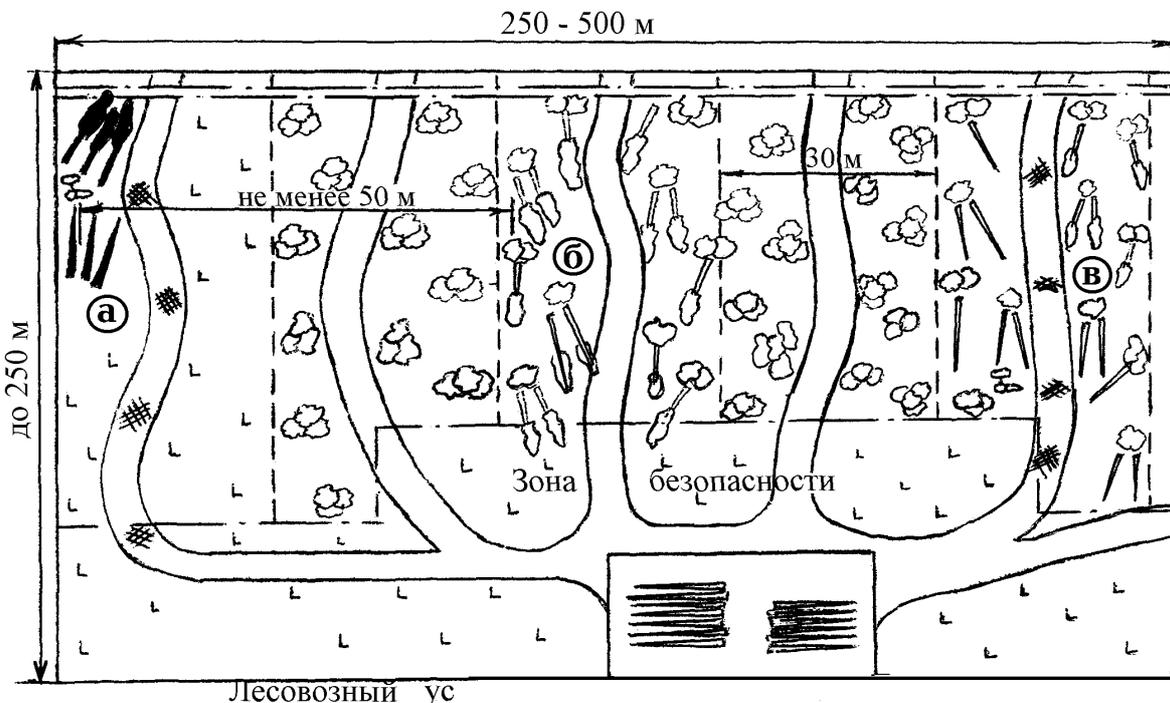


Рис. 13. Схема разработки лесосек порослевого происхождения при валке леса бензопилами и трелевке тракторами

Трелевка хлыстов осуществляется как за комель, так и за вершину. Волоки проходят посередине пасек и могут быть криволинейными, поскольку они прокладываются в направлении наибольших просветов между корневищами. На криволинейных участках ширина волока должна быть не менее 7 м.

Разработка пасек звеном, как правило, начинается с того места, где имеются наибольшие просветы между кронами деревьев или отсутствует стена леса. Деревья в гнездах вырубает за два приема. Сначала

вырубаются деревья, имеющие естественный наклон стволов в сторону погрузочного пункта (рис. 13,б). Звено может осуществить одновременную валку всех таких стволов на пасеке или чередовать валку деревьев с обрезкой сучьев (рис. 13,в). При подходе трактора звено участвует в чокеровке хлыстов, которые трелюются за вершину. Во второй прием в этих же гнездах валят оставшиеся стволы в сторону естественного наклона комлями по направлению трелевки. Как и при выполнении первого приема постепенной рубки, может осуществляться последовательная валка всех оставшихся стволов на пасеке или чередование валки с обрезкой сучьев (рис. 13,а). При этом трелевка осуществляется за комель. От каждого звена трелевка хлыстов осуществляется поочередно.

Технология лесосечных работ с заготовкой хлыстов и технологической щепы представлена на рис. 14. Данную технологию целесообразно применять при разработке разновозрастных, двухъярусных лесонасаждений со средним объемом хлыста больше или равным $0,2 \text{ м}^3$. Суть технологии заключается в том, что в процессе трелевки производят подсортировку деревьев на две сортгруппы. В первую включают деревья, подлежащие очистке от сучьев и вывозке хлыстами на лесные склады (крупномерные), а во вторую – тонкомерные деревья, не пригодные для заготовки деловых сортиментов.

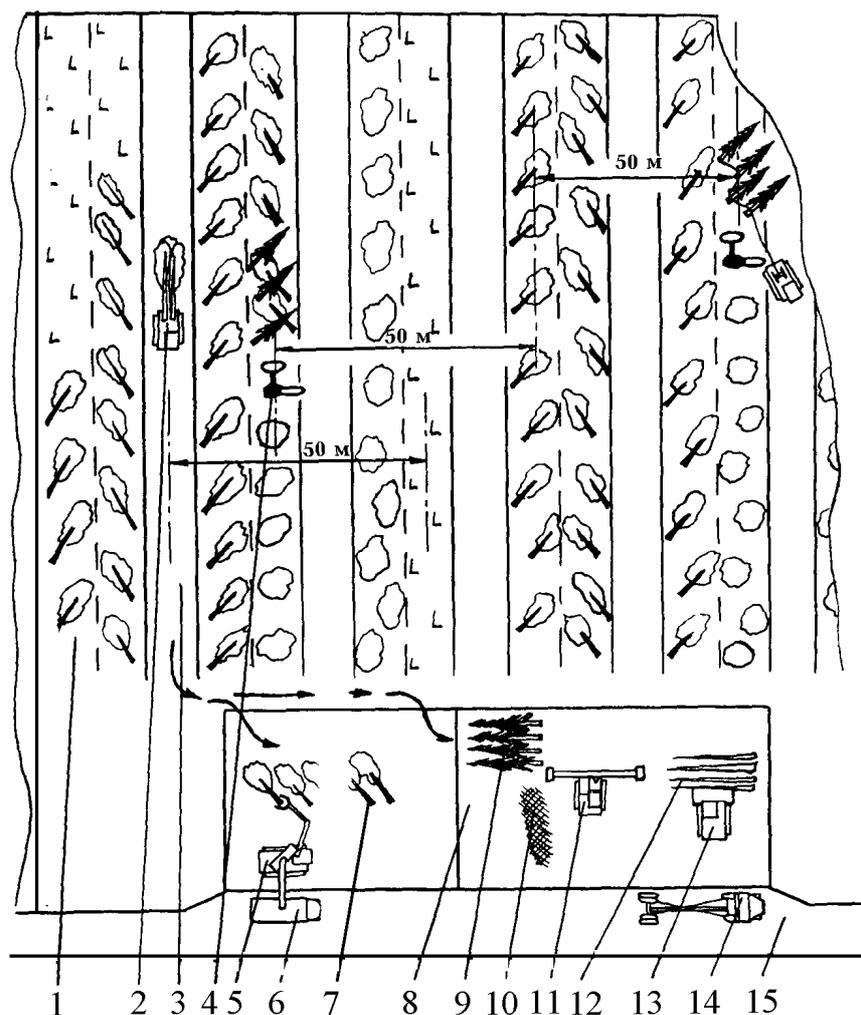


Рис. 14. Схема разработки лесосек с заготовкой хлыстов и технологической щепы: 1 - пасека; 2 - трелевочный трактор; 3 - трелевочный волок; 4 - бензиномоторная пила; 5 - рубительная машина; 6 - щеповоз; 7 - тонкомерные и низкокачественные деревья, подлежащие переработке на щепу; 8 - погрузочный пункт; 9 - деревья, подлежащие вывозке в хлыстах; 10 - отходы; 11 - сучкорезная машина ЛП-3ОВ; 12 - хлысты; 13 - челюстной погрузчик; 14 -

лесовозный автопоезд; 15 - лесовозный ус

Лесосека разбивается на пасеки шириной 35...40 м. На них прокладывается волок шириной 4...5 м. Валка деревьев на полупасеках производится в два приема: сначала валятся тонкомерные деревья вершинами от волока под углом $20...30^{\circ}$ к нему, затем на них, как на подкладочные, валятся крупномерные деревья вершинами к волоку под тем же углом. В результате крупномерные деревья будут лежать по отношению к тонкомерным под углом $40...60^{\circ}$. После валки в объеме рейсовой нагрузки трактора крупномерные деревья вытрелевываются на

погрузочный пункт к сучкорезной машине, где очищаются от сучьев. Полученные хлысты отгружаются челюстным лесопогрузчиком.

Тонкомерные деревья (вторая сортгруппа) вытрелевываются в последнюю очередь, когда будет обеспечено безопасное расстояние от зоны валки. Они располагаются перпендикулярно или под некоторым углом в отдельном штабеле на свободной части погрузочной площадки и в последующем измельчаются вместе с кусковыми лесосечными отходами на щепу. Полученная щепа по щепопроводу подается непосредственно в кузов автощеповоза.

Приведенные технологические схемы не ограничивают возможности применения трелевочных тракторов ТТР-401, МТП-441, МЛ-126/127. На их базе возможны технологии заготовки не только хлыстов или деревьев, но и полухлыстов, частей деревьев, а также сортиментов. Например, одна из технологий получения сортиментов с использованием ТТР-401 в Телеханском лесхозе состоит в следующем. Пачка деревьев за комель вытрелевывается на магистральный волок. На нем, не отцепляя чокеры, производится обрубка сучьев. Далее хлысты трелюются на верхний склад, где раскряжевываются на сортименты по схемам, приведенным в [15, 16].

5.2. Технологические схемы разработки лесосек с применением погрузочно-транспортных машин

Применение погрузочно-транспортных машин на базе специализированного шасси МЛПТ-354 и МЛ-131, как и прицепных к трактору МТЗ 80/82, несмотря на различие в конструкции, позволяет осуществлять сбор, подсортировку, подвозку (при расстояниях не более 12 км прямую вывозку потребителю) и штабелевку сортиментов у лесовозной дороги. Наличие гидроманипулятора предопределяет их работу с сортиментами, которые могут быть заготовлены бензиномоторными пилами, процессорами или харвестерами. В зависимости от вида рубки, места выпиливания сортиментов на лесосеке, системы машин, природно-производственных условий и др. они могут работать по целому ряду технологических схем.

Для условий Беларуси как на рубках промежуточного, так и главного пользования наиболее целесообразны системы машин, где заготовка сортиментов осуществляется либо с помощью бензиномоторных пил, либо харвестерами (машинная заготовка). Полностью машинная заготовка сортиментов, учитывая высокую стоимость харвестеров, получит перспективное применение в стране после освоения их серийного выпуска отечественным машиностроением. В настоящее же время основным механизмом, обеспечивающим заготовку сортиментов на лесосеке, является бензиномоторная пила. Учитывая эти обстоятельства,

наметившийся в Беларуси переход на одиночную валку деревьев и то, что эффективность работы форвардеров во многом определяется качеством валки деревьев, местом и характером расположения сортиментов на лесосеке, рассмотрим ряд прогрессивных для наших условий технологических схем.

Полосная валка. В состав системы машин входят безредукторная бензиномоторная пила и погрузочно-транспортная машина, оснащенная гидроманипулятором с радиусом действия не менее 8 м. Метод подходит для прореживаний и заготовки сортиментов различной длины в лесонасаждениях с преобладанием в них стволов объемом до $0,12 \text{ м}^3$, обеспечивает эффективное производство без ненужного ручного пакетирования и предотвращает повреждение почвы.

Суть метода представлена на рис. 15.

Вначале (рис. 15,а) производится планирование. Выбирается направление валки, ширина разрабатываемой полосы (пасеки), которая определяется зоной досягаемости гидроманипулятора, но не должна быть менее 25 м. Намечаются оставляемые на доращивание деревья. Далее - волок очищается от поросли (рис. 15,б). Прореживание начинается на любой из полупасек на участке длиной 15...20 м. В первую очередь валят деревья, стоящие по краям волока под углом 90^0 к нему. Когда другое дерево мешает выбранному направлению падения, применяется обходная валка.

Место падения самого большого дерева определяет место пакетирования первого штабеля сортиментов (рис. 15,в). Дерево валят поперек лежащего (рис. 15,г), оставляя ствол на удобной для обрезки сучьев и раскряжевки высоте. Валка-пакетирование при этом выполняется как одна операция, т.к. пакетировать небольшие деревья легко. Делаются два перекрывающих друг друга подпила на разной высоте (первый выше и со стороны, куда необходимо повалить дерево). Убирается пила, дерево наклоняют, направляя его свободное падение. Для облегчения пакетирования часто дерево валится так, чтобы вершина повисла на чем-нибудь. Ствол обхватывается клещами и относится к пачке. Закончив прореживание вокруг пачки в зоне действия манипулятора, срезают деревья, стоящие на волоке (рис. 15,д). Далее планируется место под новую пачку и работы повторяются в том же порядке. Закончив валку на одной полупасеке (рис. 15,е), выполняют прореживание в такой же последовательности на второй (рис. 15,ж). После его окончания сортименты уложены в пачки и готовы к погрузке и вывозке форвардером.

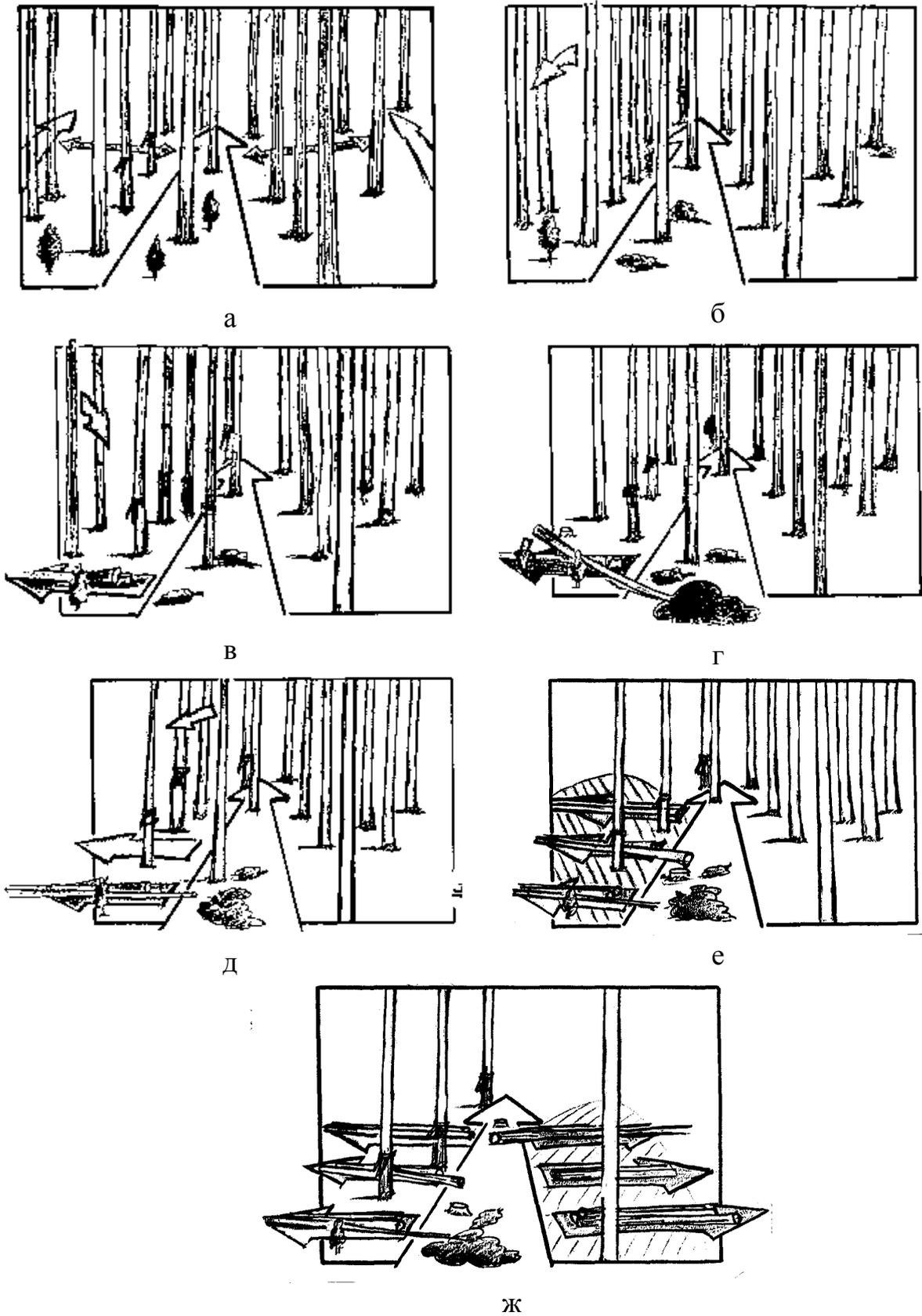


Рис. 15. Полосная валка

Короткомерный метод. Данный метод более подходит при проведении прореживаний бензопилой в насаждениях со средним объемом

более $0,19 \text{ м}^3$ для получения пиловочника и балансовой древесины стандартной длины. В результате работы по этому методу обеспечивается удобная рабочая высота, которая облегчает обрезку сучьев и снимает нагрузку на спину. Большая часть образующихся в результате вырубki деревьев сучьев и веток остается на волоке, создавая защитное покрытие корням деревьев и облегчая движение форвардеров на грунтах со слабой несущей способностью.

Порядок работы по этому методу представлен на рис. 16.

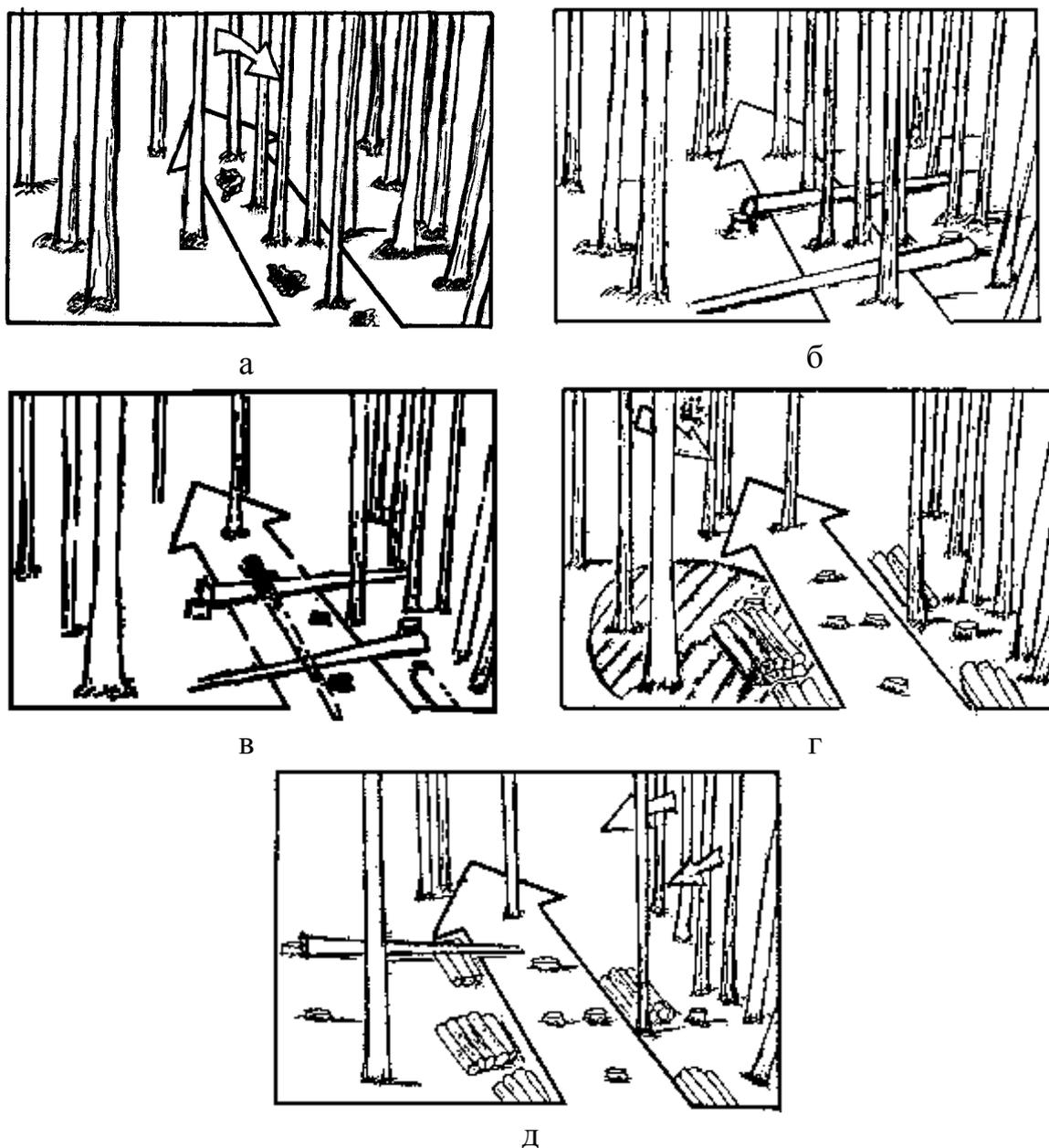


Рис. 16. Короткомерный метод

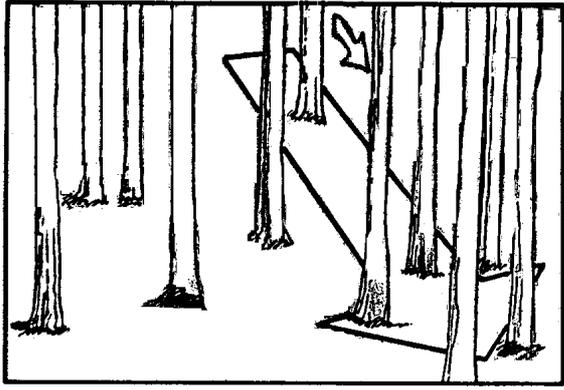
Вначале выбирается направление валки, и на пути его прохождения на участке, равным приблизительно длине двух деревьев, обрезаются ветки и подлесок (рис. 16,а). Для прореживания на этом участке сначала

валят одно или два так называемых "дерева-платформы" (рис. 16,б). Эти деревья будут служить опорой для следующих поваленных деревьев, располагая их на удобной высоте и облегчая как обрезку сучьев, так и раскряжевку хлыстов. Иногда вместо "дерева-платформы" используют естественные особенности местности, например, возвышенность. В ряде случаев в качестве опорного служит толстое дерево, которое после подпила на высоте около 0,5 м наклоняют на землю, оставляя комель на пне ("дерево-скамейка").

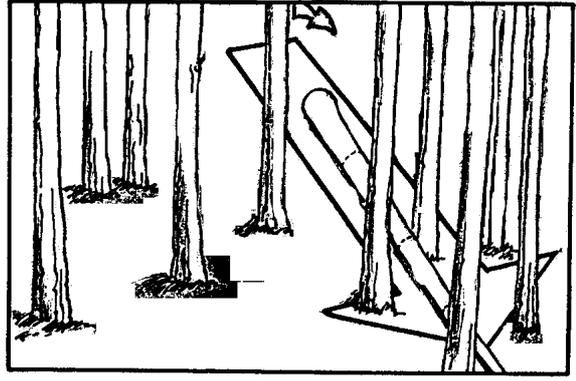
На подкладочные вначале валят стоящие на волоке деревья назад по направлению к вырубленному участку волока (рис. 16,в). После обрезки сучьев и раскряжевки их на сортименты последние раскатывают вправо и влево за габариты волока на сортиментные полосы, прилегающие к нему. Ширина полос должна соответствовать вылету манипулятора форвардера. Для облегчения работы оператора форвардера целесообразно балансы и пиловочник не смешивать, а укладывать в разные штабеля. Однотипные штабеля должны быть уложены вдоль волока в одном направлении, например поперек.

После разработки волока выполняется прореживание на прилегающей к нему половине полупасеки (рис. 16,г). Валка деревьев производится в направлении вперед и назад так, чтобы они лежали как можно ближе к пачкам сортиментов, которые можно использовать для поддержания стволов на удобной высоте. Закончив прореживание на прилегающей к волоку половине полупасеки, приступают к разработке дальней ее половины. Деревья валят так, чтобы они падали по направлению к волоку и на сформированные пачки сортиментов (рис. 16,д). В аналогичной последовательности разрабатывается вторая полупасека, расположенная по другую сторону волока.

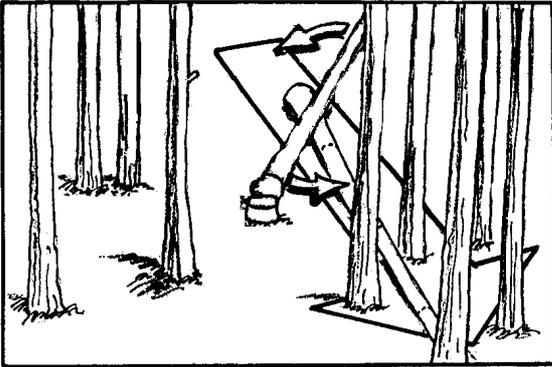
Рубка рядами. Данный метод (рис. 17) рекомендуется при проведении сплошных рубок главного пользования на грунтах с удовлетворительной и хорошей способностью. В состав системы машин входит безредукторная бензиномоторная пила и форвардер. Допускается применение колесного трактора с прицепной тележкой и гидроманипулятором или сортиментовоза с гидроманипулятором. Радиус действия манипулятора должен быть не менее 6 м, грузовой момент – не менее 40 кН·м. Цель метода – свести ручную обрезку сучьев до минимума, обеспечивая ее на удобной рабочей высоте, оставляя в то же самое время пиловочник там, где он лежит, готовый к погрузке форвардером. Единственное ручное пакетирование, которое нужно сделать, – отделить балансы (вершинную часть) от пиловочника. Преимуществом данного метода является также возможность создания толстого настила из веток и сучьев для передвижения форвардера.



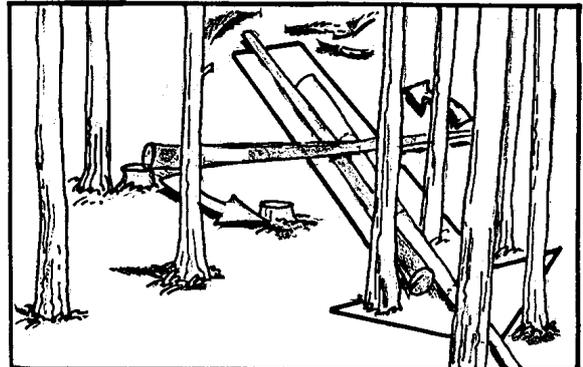
а



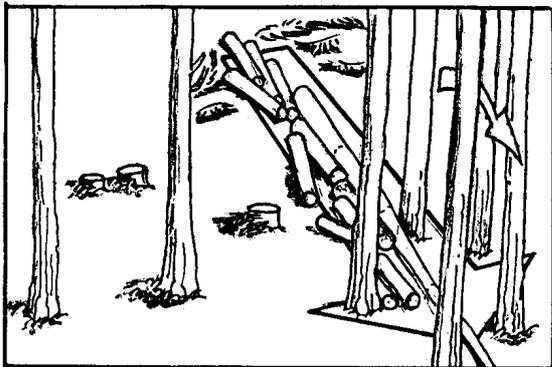
б



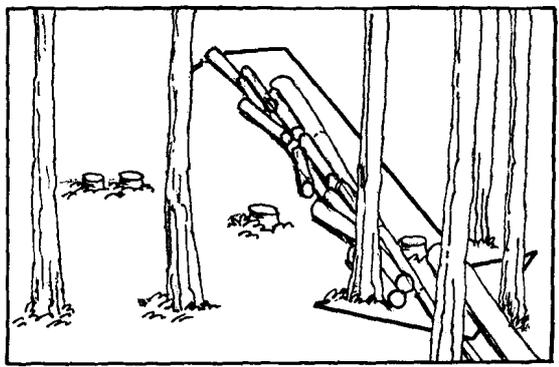
в



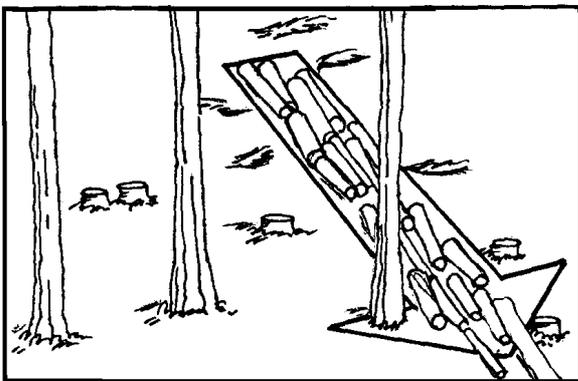
г



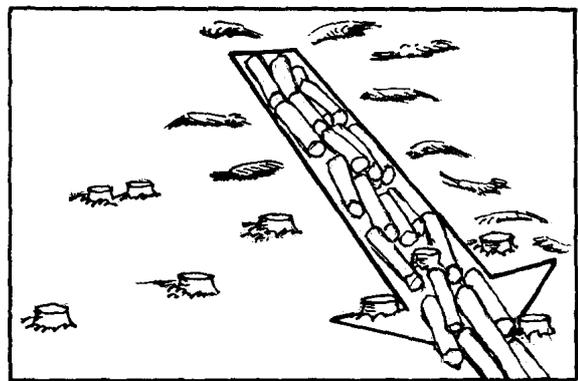
д



е



ж



з

Рис. 17. Рубка рядами

Ширина пасаки для данного метода зависит от средней высоты вырубаемых деревьев и не может превышать их двойную высоту. Разработка пасаки начинается с валки толстого ветвистого дерева, расположенного посередине пасаки, прямо на другие деревья (рис. 17,а). На нем обрезаются сучья и делаются поперечные надрезы в соответствии со схемой раскроя хлыстов на сортименты. Данное дерево будет служить опорной платформой для последующих деревьев. В зоне поваленного выбирается близстоящее дерево, которое валится на дерево-опору так, чтобы центр его тяжести находился близко к дереву-опоре (рис. 17,б).

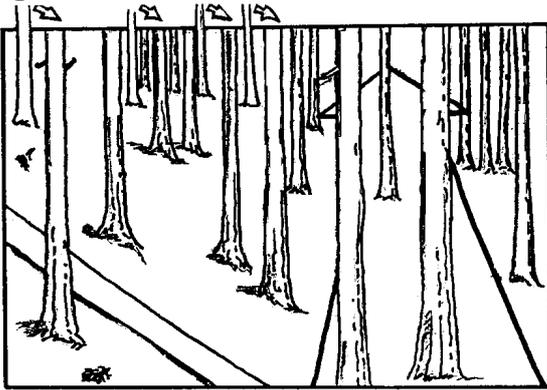
Для перемещения поваленного дерева на дереве-опоре в сбалансированное положение вальщик может использовать лом с кантовальным крюком. После обрезки сучьев и выполнения надрезов сбалансированный хлыст легко повернуть таким образом, чтобы он лег параллельно дереву-опоре (рис. 17,в). Если необходимо увеличить высоту "опоры", его оставляют лежать. В противном случае делаются поперечные распилы ствола в местах надрезов на сортименты.

Далее продолжается направленная валка других деревьев поперек дерева-опоры (рис. 17,г), по такому же принципу, с двух полупасек. В первую очередь валятся близстоящие деревья, во вторую – отдаленные. После вырубki деревьев в зоне дерева-опоры выбирается новое крепкое дерево для опоры (рис. 17,д). Осуществляется смещение зоны работ к вновь поваленному дереву и обработанному дереву-опоре. На него аналогично валятся и обрабатываются вначале ближестоящие деревья (рис. 17,е), а затем деревья, находящиеся далеко от ряда сортиментов (рис. 17,е). Если некоторые деревья находятся слишком далеко, чтобы их переместить или легко опереть на ряд сортиментов, то их оставляют стоять до работы со следующим рядом (на новой пасаке). Завершаются работы поперечной распиловкой всех деревьев-опор и окучиванием в ряду тонкомерных сортиментов. Сформированные ряды сортиментов готовы к погрузке и вывозке.

Заготовка сортиментов на крутых склонах. Метод, описанный ниже, используется на сплошных рубках главного пользования, осуществляемых на крутых склонах с довольно ровной поверхностью почвы при сортиментной заготовке древесины. Метод не требует тяжелой работы от вальщика по пакетированию, т.к. после валки стволы скатываются вниз по склону, и позволяет выполнить аккуратное формирование пачек сортиментов.

Порядок работы по данному методу следующий (рис. 18). У основания склона намечается место для складирования заготовленных сортиментов. Сначала валят три-четыре дерева направлением вниз по склону (рис. 18,а). На них обрезаются сучья и делаются поперечные

надрезы.



а



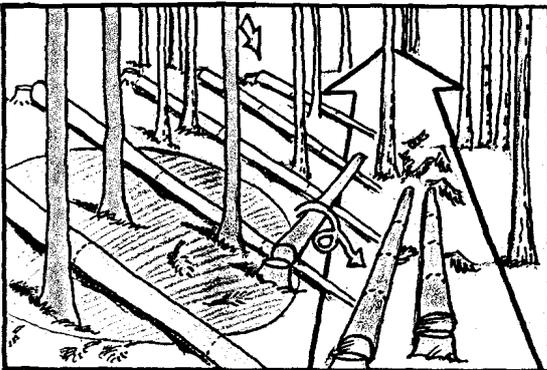
б



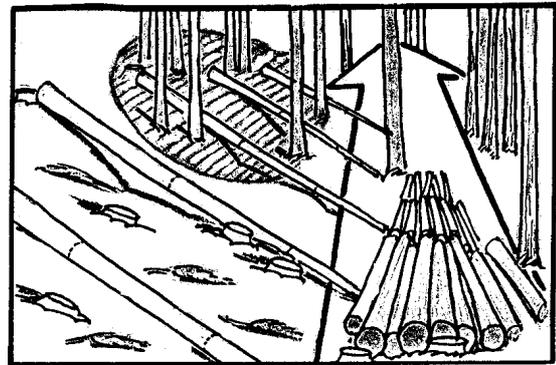
в



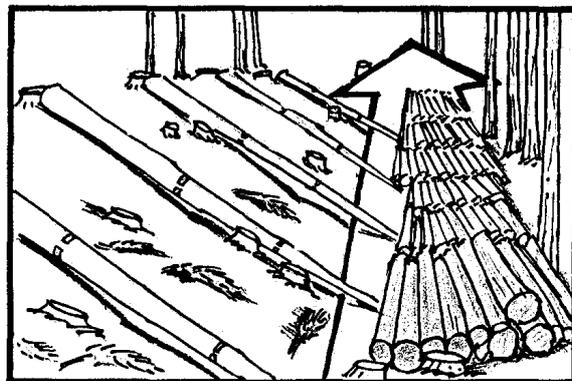
г



д



е



ж

Рис. 18. Заготовка сортиментов на крутых склонах

Чтобы ствол оставался соединенным с пнем, на период выполнения им функции наклонного лага, при валке осуществляется значительный (сверхнормативный) недопил. Далее валку деревьев продолжают на примыкающем к уже поваленным деревьям участке волока (рис. 18,б и 18,в), приземляя их вдоль него. На поваленных деревьях выполняются поперечные надрезы.

Поднимаясь вверх по склону, начиная с нижней его части, на деревья-лаги валят несколько растущих деревьев по направлению волока, но чуть-чуть вниз (рис. 18,г). Это делается потому, что при скатывании ствола комлевой конец перемещается дальше вершины. Сучья на деревьях обрезаются, и поперечные надпилы делаются до начала скатывания ствола, для чего спиливается недопил (рис. 18,д). При обрезке сучьев вальщик должен находиться выше по склону поваленного дерева, т.к. во время обрезки сучьев стволы могут самопроизвольно начать катиться по лагам вниз.

Окончательная распиловка стволов на сортименты выполняется после их скатки вниз на волоке, на котором по краю оставляется несколько стоящих деревьев, являющихся буферами в основании склона.

Вырубив все деревья на склоне в зоне деревьев-лаг, вальщик продвигается вглубь лесосеки на новый участок (рис. 18,е), где весь цикл работ в соответствии с рис. 18,а-е повторяется. После раскряжевки на сортименты всех деревьев частично распиливаются деревья-лаги (рис. 18,ж). При поперечной распиловке этих опорных деревьев ствол раскряжевывается не до конца (оставляется недопил, как при валке), что позволяет форвардеру работать как бы с целым стволом и расширяет его технологические возможности.

Схемы, приведенные на рис. 15 - 18, достаточно хорошо апробированы в Скандинавских странах и странах Западной Европы. Их отличительная особенность – одиночная валка, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты. В нашей стране данные операции, как правило, выполняют два человека. Пример такой технологии при проведении несплошных рубок представлен на рис. 19.

В состав технологического процесса входят следующие операции: валка деревьев, обрубка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты мотопилой у пня, окучивание сортиментов вручную, сбор и погрузка пачек сортиментов гидроманипулятором на грузовую платформу сортиментовоза, подвозка и погрузка (с подсортировкой) сортиментов в штабеля у лесовозной дороги на погрузочном пункте.

Обязательным условием при проведении несплошных рубок по данной технологии является разбивка лесосек на пасеки и подготовка пасечных волоков, расстояние между которыми принимается как

разумный компромисс между требованиями к сохранению лесной среды и технико-экономическими возможностями заготовки древесины. При проведении рубок ухода расстояние между коридорами может составлять 20-30 м. При рубках главного пользования оно может быть больше.

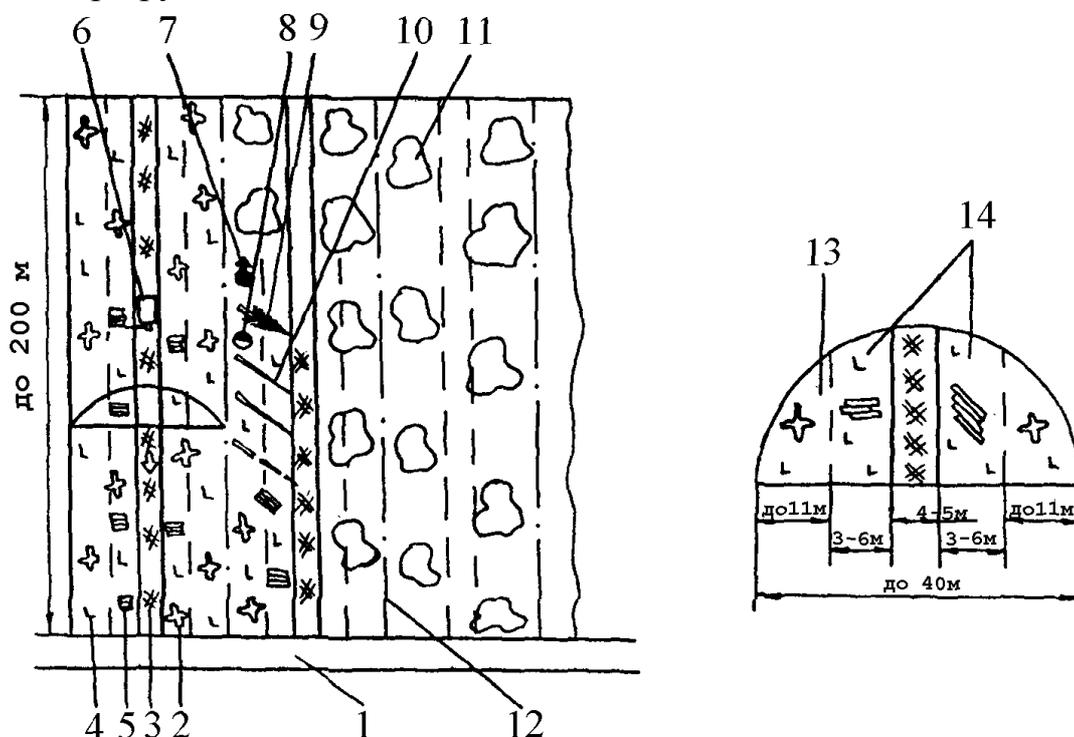


Рис. 19. Схема разработки лесосеки с заготовкой сортиментов бензиномоторными пилами: 1 – лесовозный ус; 2 - деревья, вырубаемые во второй и последующие приемы; 3 - пасечный волок; 4 - пень; 5 - штабель сортиментов; 6 - сортиментовоз; 7 - вальщик; 8 - обрезчик сучьев; 9 - поваленные деревья; 10 - хлыст; 11 - растущий лес; 12 - граница пасеки; 13 – промежуточная полоса; 14 - сортиментная полоса

Каждую пасеку разделяют на пять полос: пасечный волок (ширина 4-5 м); две примыкающие сортиментные, ширина которых колеблется от 3 до 6 м в зависимости от вылета стрелы манипулятора сортиментовоза и количества подлежащих складированию сортиментов, т. е. интенсивности рубки; две промежуточные полосы шириной до 11 м, свободные от сортиментов. Разработку пасек начинают с разрубки пасечных волоков, на которых валят деревья, обрезки сучьев и раскряжевки хлыстов.

Когда пасечный волок разработан на 20-25 м, на лентах пасеки производится выборочная валка леса. Направление валки деревьев на пасеке выбирается из расчета обеспечения их повала в просвет с минимальными помехами. На сортиментной полосе деревья валят так,

чтобы максимально приблизить сучья к волоку. На промежуточной полосе деревья валят в направлении технологического коридора (вершиной к волоку) с таким расчетом, чтобы ликвидную древесину в основном разместить вблизи сортиментной полосы, а сучья — вблизи волока.

Соблюдение этих условий облегчает окучивание сортиментов и подноску коротья в зону действия гидроманипулятора сортиментовоза, а также позволяет укрепить волок сучьями. В целях увеличения производительности сортиментовоза целесообразно формировать пачки сортиментов объемом не менее $0,5 \text{ м}^3$.

Сбор, погрузка, подвозка сортиментов к лесовозной дороге, их сортировка и штабелевка проводятся форвардером. Машина заезжает по волоку вглубь лесосеки, и при движении к погрузочной площадке производится сбор и укладка пачек сортиментов на ее грузовую платформу. При этом осуществляется предварительная подсортировка сортиментов. Закончив набор воза, форвардер направляется к лесовозной дороге, где сортименты выгружаются в соответствующие штабеля. Расстояние транспортировки сортиментов может быть от 150 до 1500 м.

Машинная заготовка сортиментов. В состав технологического процесса при машинной заготовке сортиментов (харвестер + форвардер) входят следующие операции: валка деревьев, обрезка сучьев, раскряжевка хлыстов и окучивание сортиментов харвестером; сбор и погрузка пачек сортиментов на грузовую платформу форвардера, подвозка и разгрузка (с подсортировкой сортиментов в штабеля у лесовозной дороги). Особенностью данного процесса при несплошных рубках является то, что в большинстве случаев разработка пасечных волоков не производится, а задается лишь направление предполагаемого движения харвестеров посредством лент, подвязываемых на деревьях. При движении харвестера задним ходом оператор выполняет валку только тех деревьев, которые мешают проходу машины. Оператор харвестера также определяет деревья, подлежащие валке на пасеке. Их срезание осуществляется в зоне эффективного вылета манипулятора.

Для уменьшения динамической нагрузки на рабочий орган и гидроманипулятор спиленное дерево целесообразно валить на растущий древостой (рис. 20).

Продвигаясь вглубь лесосеки, харвестер доходит до ее дальней границы и после разворота начинает валку на следующей пасеке, перемещаясь к лесовозному уссу. У каждого дерева после валки обрезаются сучья и хлыст раскряжевывается на сортименты. Сучья используются для укрепления пасечных волоков. При формировании трелевочной пачки форвардер грузит крупные сортименты поштучно, средние и мелкие —

пачками. На погрузочной площадке им же либо погрузочными машинами типа МЛПР-394, МПР-371 происходит формирование штабелей определенных сортиментов. В последующем погрузочные машины осуществляют из штабелей отгрузку сортиментов на автомобильный транспорт.

На труднодоступных для харвестеров участках и при деревьях большого объема для выполнения всех технологических операций используют бензиномоторные пилы. Крупные сортименты, получаемые при этом, остаются на месте, а средние и мелкие собираются в микропачки.

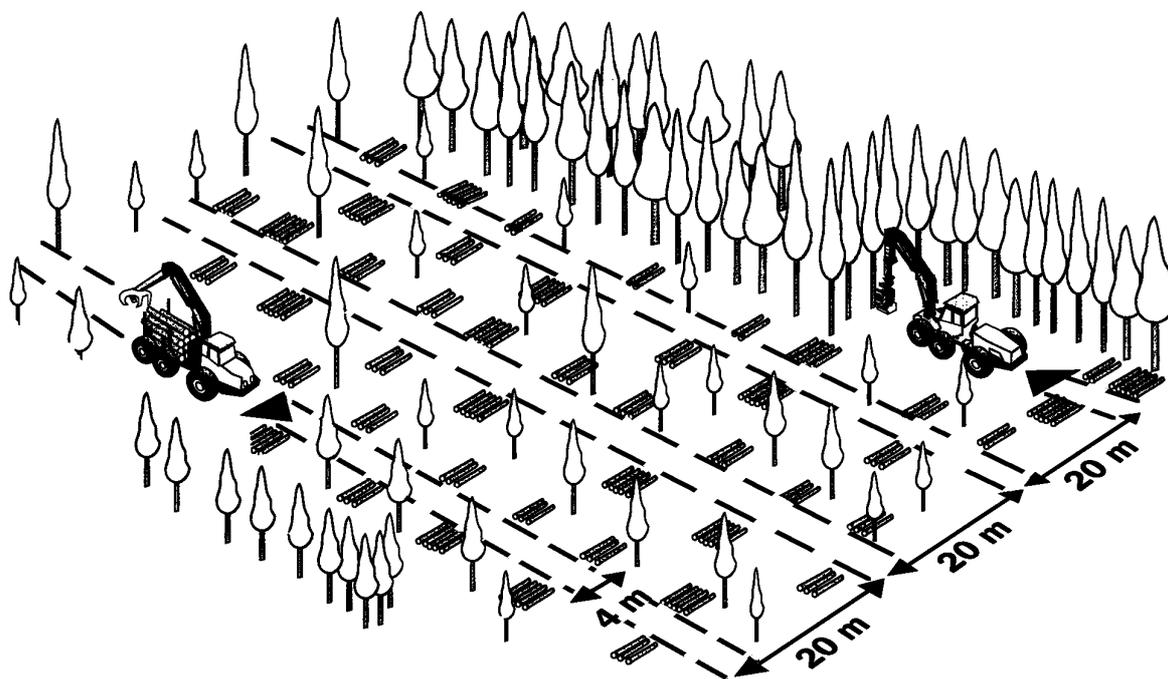


Рис. 20. Схема разработки лесосеки по скандинавской технологии

При разработке лесосек данной системой машин волок, располагающийся посередине пасеки, может быть как прямолинейным, что упрощает трелевку, так и непрямолинейным вследствие огибания харвестером куртин подроста, куртин и одиночных деревьев молодняка хозяйственно ценных пород, биогрупп и др. Непрямолинейные волоки, ширина которых около 4 м, также снижают ветровую нагрузку на насаждение при несплошных рубках. Ширина пасек при такой технологии составляет два эффективных вылета манипулятора.

Технология с заездами на полупасеки может рассматриваться как вариант технологии с волоком посередине пасеки с увеличенной ее шириной до четырех эффективных вылетов манипулятора (рис. 21).

Шаг примыкания заездов к волоку с каждой стороны также составляет четыре R. Заезды на смежных полупасеках смещены на

половину шага примыкания, что обеспечивает досягаемость всех деревьев. При этом заезды выполняются по дуге, что обеспечивает плавное примыкание к волоку.

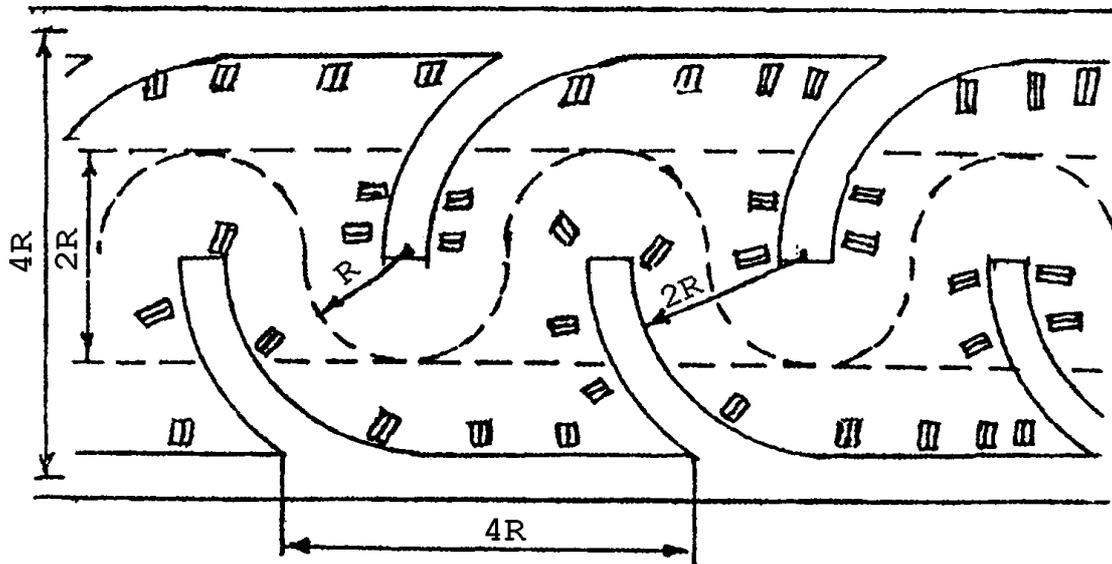


Рис. 21. Схема работы харвестера с заездами на полупасеки

В целях уменьшения общей длины пасечных волоков, по которым перемещается форвардер, может применяться схема со вспомогательным коридором (импровизированным волоком) (рис. 22). В этом случае расстояние между пасечными волоками составляет примерно 3,5 эффективных вылета манипулятора.

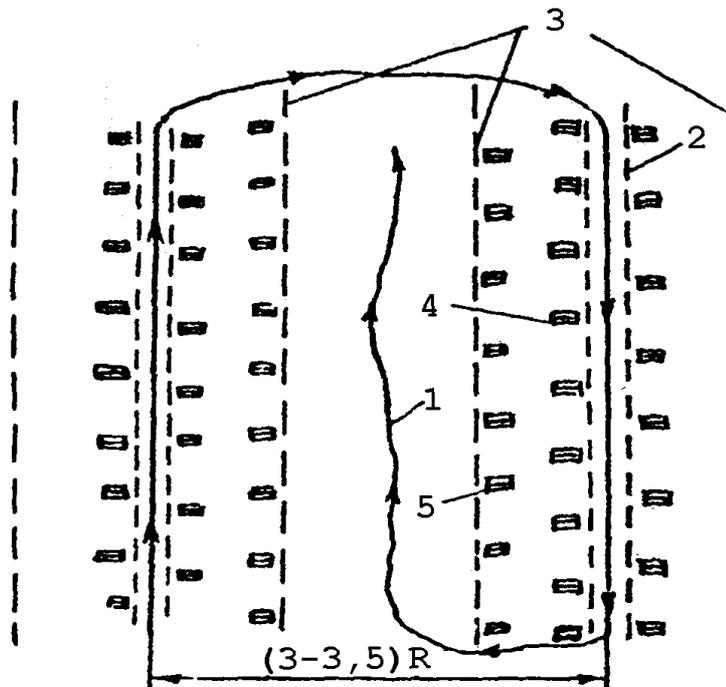


Рис. 22. Схема разработки пасеки со вспомогательным коридором: 1 – путь перемещения харвестера; 2 – граница волока; 3 – граница ленты;

4 – пакеты сортиментов, сформированные при разрубке волока и прилегающей ленты; 5 – пакеты сортиментов, сформированные при раз-

рубке вспомогательной ленты

Харвестер на вспомогательном коридоре также выполняет весь цикл операций, однако пачки сортиментов при этом укладывает на максимальном удалении от машины. Этим обеспечивается доступность пакетов, сформированных харвестером, для манипулятора форвардера, перемещающегося по волоку.

В практике работы лесозаготовительных и лесохозяйственных предприятий применяется и ряд других технологических схем разработки лесосек с использованием форвардеров.

На рис. 23 и 24 представлены схемы проведения рубок ухода с двухэтапной трелевкой, которая позволяет уменьшить общую площадь волоков и технологических коридоров на лесосеке и максимально обеспечить удовлетворение лесоводственно-экологических требований. Расстояние между магистральными волоками, ширина которых не более 4 м по аналогичным схемам, может быть увеличена до 120...150 м. При этом первичную трелевку сортиментов целесообразно осуществлять по технологическим коридорам шириной 1 м на глубине, равной половине расстояния между магистральными волоками, т.е. на два волока. Сначала разрабатывается часть лесосеки, примыкающая к одному волоку, затем к другому. Пачки сортиментов, уложенные в зоне примыкания технологических коридоров к волоку и одновременно в зоне эффективного вылета манипулятора погрузочно-транспортной машины, последней загружаются на себя и по магистральным волокам подвозятся на погрузочную площадку, где укладываются в соответствующий штабель. Отгрузка сортиментов на подвижной состав на погрузочной площадке может осуществляться манипулятором либо сортиментовоза, либо погрузочной машины.

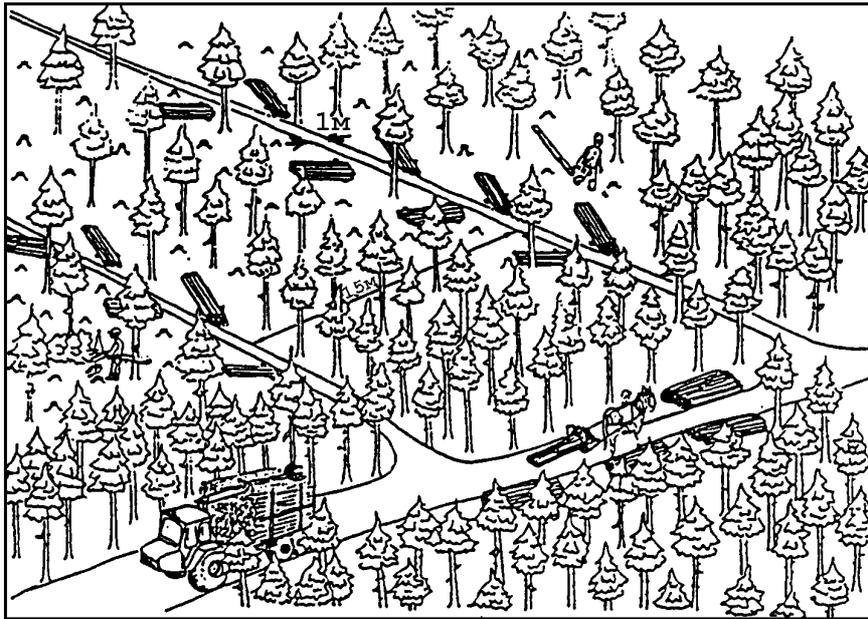


Рис. 23. Схема проведения рубок ухода с трелевкой древесины лошадью (мини-трактором) и форвардером

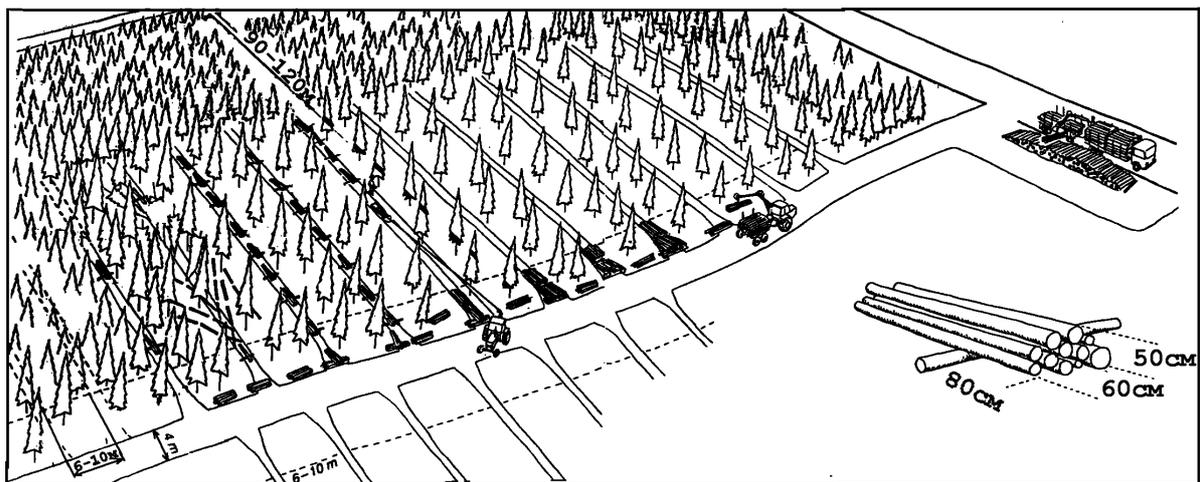


Рис. 24. Схема проведения рубок ухода с трелевкой древесины лебедками и форвардером

В зависимости от производственных условий предприятия возможны следующие варианты организации погрузки сортиментов лесопогрузчиками манипуляторного типа: погрузка сортиментов комлями в одну сторону с их расположением вдоль лесовозного автопоезда; погрузка сортиментного долготья комлями в разные стороны с их расположением вдоль лесовозного автопоезда; погрузка короткомерных сортиментов поперек автопоезда.

Самозагружающиеся автопоезда наиболее эффективны при освоении мелких разрозненных лесосек и проведении рубок ухода. Погрузочно-разгрузочные работы выполняет водитель самозагружающегося лесоавтопоезда. Для погрузки автопоезд устанавливают сбоку штабеля и

приводят гидроманипулятор в рабочее положение. Процесс погрузки сортиментов заключается в захвате пачки из штабеля, переносе и укладке ее на автолесовоз. По окончании погрузки манипулятор приводят в транспортное положение и автопоезд отправляется в рейс.

В случае погрузки сортиментов стреловыми кранами с челюстным захватом (манипуляторными лесопогрузчиками на колесном или гусеничном ходу), а в отдельных случаях форвардерами или универсальными погрузочно-транспортными машинами, требуется один крановщик. Кран устанавливают между штабелем древесины и лесоавтопоездом. Процесс погрузки такой же, как и стреловыми гидрокранами, установленными на лесовозных автопоездах.

Применение данного оборудования позволяет исключить ручной труд и значительно повысить производительность по сравнению с погрузочными средствами. Недостатком самозагружающихся лесоавтопоездов является то, что они имеют меньшую полезную грузоподъемность из-за установки на них погрузочного оборудования.

Эксплуатация самозагружающихся автопоездов предъявляет некоторые особые требования к расположению и формированию штабелей сортиментов. Эти особенности следующие:

- штабель располагают на подготовленной погрузочной площадке, нижние сортименты укладывают на прокладках, особенно если места сырые и ожидается значительный по времени разрыв между заготовкой и вывозкой; пни на площадке срезают заподлицо с землей;

- штабель сортиментов должны располагать в зоне захвата манипулятором, расстояние между штабелем и краем дорожной колеи определяют длиной манипулятора с опущенным захватом, кострение нежелательно; сортименты в штабеле должны быть с выравненными торцами, с расположением вершин в сторону, обратную вывозке;

- штабель сортиментов на одной погрузочной площадке должен иметь объем, кратный грузоподъемности автопоезда; промежуточные переезды с площадки на площадку в процессе погрузки по возможности должны исключаться.

Для эффективного использования как лесопогрузчиков, так и лесовозного транспорта их работа должна быть организована в 2...3 смены. Ежедневный объем заготовки сортиментов должен обеспечивать работу лесопогрузчиков в режиме работы лесовозного транспорта, или необходимо создавать запас сортиментов при периодической доставке лесопогрузчика на лесосеку.

6. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕСНЫХ

МАШИН "БЕЛАРУС"

6.1. Трелевочная машина ТТР-401

Трелевочная машина ТТР-401 (рис. 25) предназначена для сбора хлыстов, деревьев и сортиментов на лесосеке, формирования их в пачки и трелевки при сплошных, выборочных рубках и рубках ухода за лесом.

Базовой моделью трелевочной машины ТТР-401 является сельскохозяйственный трактор МТЗ-82.1, оборудованный трелевочным приспособлением, торцевателем и специальными ограждениями. Трелевочное приспособление навешивается на заднюю навесную систему, а отвал устанавливается на раме спереди трактора. Трелевочное приспособление оснащено лебедкой с канатом и чокерными замками. Привод лебедки осуществляется от заднего вала отбора мощности через карданный вал. Для подъема (опускания) трелевочного приспособления и отвала, а также включения муфты привода лебедки используется гидросистема трактора. С целью обеспечения безопасности труда кабина трактора и трелевочное приспособление оборудованы специальными оградительными решетками.

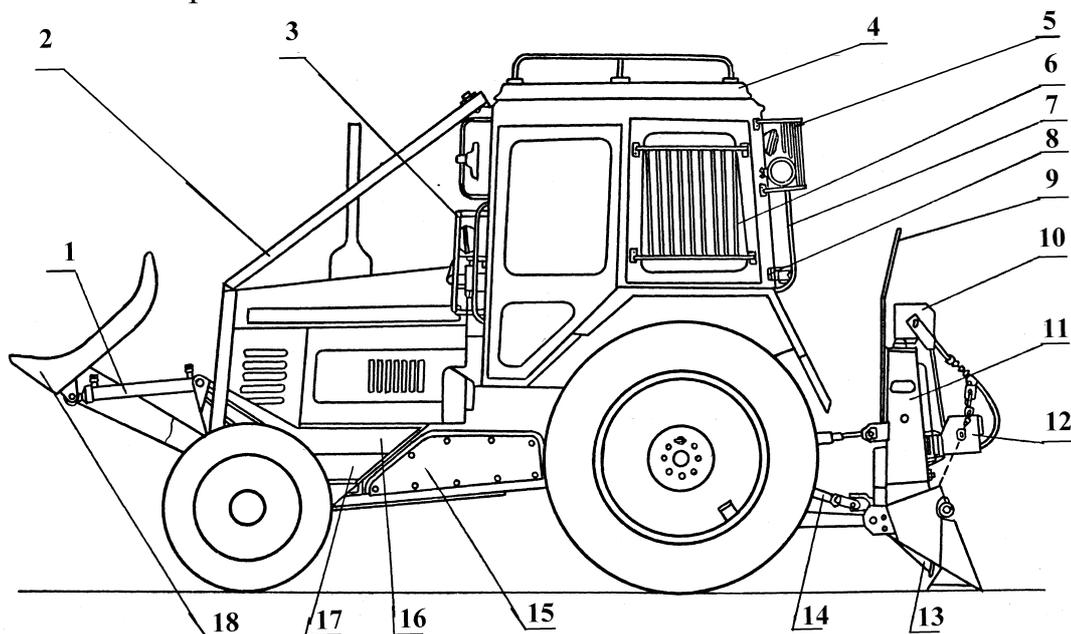


Рис. 5. Трелевочная машина ТТР-401: 1 – гидроцилиндр; 2 – 9, 15, 17 – защитные ограждения соответственно капота, передних фар, крыши, задних и боковых фар, боковых стекол, заднего стекла, задних указателей поворота, трелевочного приспособления, нижней части трактора; 10 – верхний канатонаправляющий блок; 11 – упорный щит трелевочного приспособления; 12 – нижний канатонаправляющий блок; 13 – откидывающаяся опора; 14 – карданный вал; 16 – рама толкателя; 18 – отвал-торцеватель

Таблица 3. Техническая характеристика трелевочной машины ТТР-401

Наименование параметров	Значения параметров, характеристики
1	2
Модель двигателя	Д-243
Мощность, кВт (л.с.)	60 (81)
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	2200
Число цилиндров	4
Рабочий объем, л	4,75
Максимальный крутящий момент, Н·м	286
Муфта сцепления	сухая, однодисковая
Эксплуатационная масса, кг	4700
Окончание табл. 3	
1	2
Число передач (вперед/назад)	18/4
Скорость, км/ч:	
вперед	1,89...33,4
назад	3,89...8,97
Габаритные размеры, мм:	
длина	5570
ширина	2085
высота	2805
Колея, мм:	
по передним колесам	1350...1850
по задним колесам	1450...2100
Дорожный просвет, мм:	
под передней осью	645
под задней осью	465
Угол подъема и спуска, град:	
без трелюемой пачки	20
с трелюемой пачкой	12
Угол крена, град	20
Ширина отвала, мм	2085

Тип лебедки	однобарабанная
Тяговое усилие лебедки, кН	30
Производительность при расстоянии трелевки до 150 м, м ³ /ч	5
Длина каната, м	60
Диаметр каната, мм	9...13
Размеры колес:	
передних	11,2-20
задних	15,5R38
Задний ВОМ:	
независимый I, мин ⁻¹	545 (при 2100 мин ⁻¹)
независимый II, мин ⁻¹	1000 (при 2100 мин ⁻¹)
синхронный, мин ⁻¹ пути	3,5

Общий вид трелевочного приспособления показан на рис. 26.

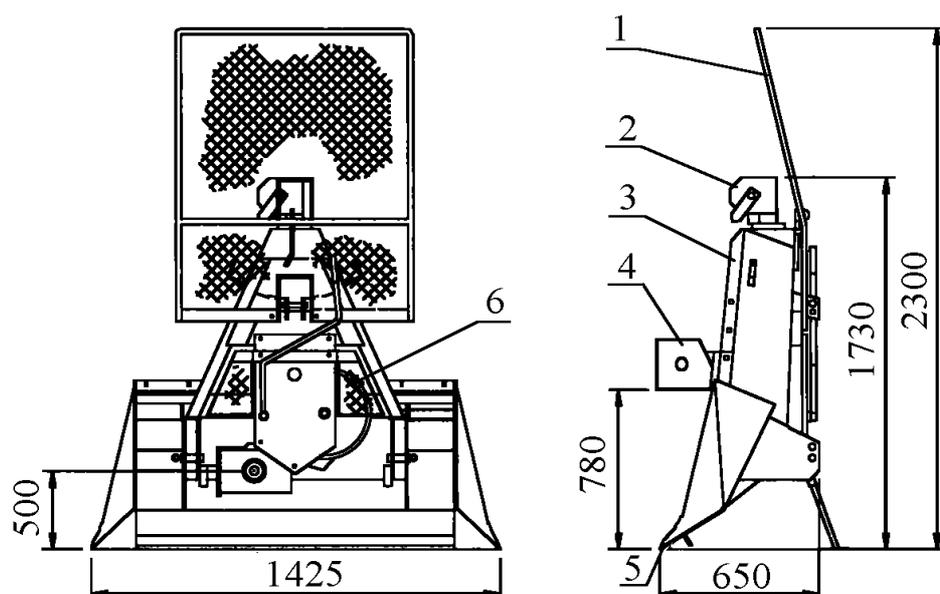


Рис. 26. Трелевочное приспособление трелевочной машины ТТР-401: 1 – защитное ограждение трелевочного приспособления; 2 – верхний канатонаправляющий блок; 3 – упорный щит; 4 – нижний канатонаправляющий блок; 5 – откидывающаяся опора; 6 – лебедка

Плавное сматывание каната без вращения по инерции достигается за счет автоматического тормоза, предотвращающего инерционное вращение барабана. Благодаря этому канат плотно лежит на барабане без перехлестов и слабины. Тормоз лебедки позволяет удерживать пачку деревьев на погрузочном щите при трелевке или груз на весу при отключенном приводе лебедки.

Верхний поворотный шкив для ввода каната обеспечивает оптимальную навивку на барабан и слегка приподнимает груз, что уменьшает повреждения грунта. Верхний шкив создает также давление на упорный щит, повышающее устойчивость при выполнении технологических операций.

Муфта предназначена для отключения барабана при разматывании каната. Управление муфтой осуществляется с помощью управляющего шнура. Это обеспечивает надежное управление включением и выключением муфты, что, в свою очередь, гарантирует точность и безопасность работы.

Корпус приспособления представляет собой единое целое, что снижает количество сварных швов и обеспечивает более продолжительный срок службы, снижение массы и наилучшую защиту узлов. Устойчивость приспособления достигается за счет прочного и широкого упорного щита, который служит опорой для деревьев или хлыстов при их трелевке, может использоваться также в качестве отвала при формировании пачек и для проведения других подобных работ.

Трелевочное приспособление оснащается следующим технологическим оборудованием (рис. 27): защитной сеткой 1, устанавливаемой между лебедкой и кабиной трактора; цепными чокерами 2, длина которых может составлять 2 или 2,5 м; чокерным замком 3; трелевочным захватом 4; специальным крюком 5, имеющим проушины; трелевочным пэном 6; направляющими канатами 7; направляющим блоком с возможностью самооткрывания 8; нижним направляющим шкивом 9.

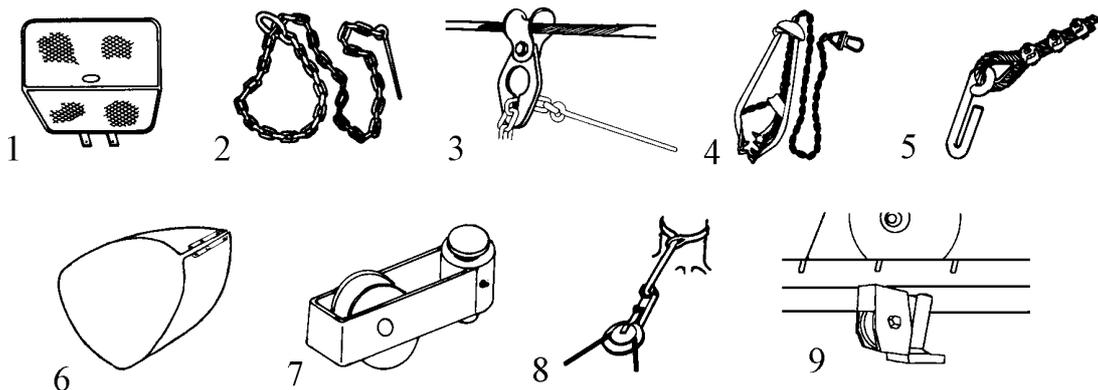


Рис. 27. Типы технологического оборудования

Привод барабана лебедки (рис. 28) осуществляется от вала отбора мощности трактора через карданный вал и цепную передачу с механической фрикционной муфтой. Для предотвращения инерционного вращения барабана предусмотрено специальное регулируемое тормозное устройство в виде храпового механизма.

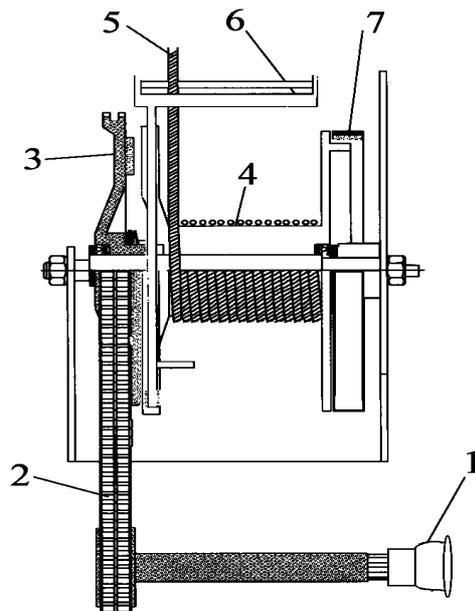


Рис. 28. Схема привода лебедки: 1 - вал отбора мощности; 2 - цепной привод; 3 - фрикционный диск; 4 - барабан; 5 - канат; 6 - тормоз барабана; 7 - ленточный тормоз

Отвал-торцеватель (см. рис. 25), установленный в передней части машины, поднимается или опускается гидроцилиндром и служит для подготовки трелевочных волоков, выравнивания торцов деревьев, штабелевки леса, очистки погрузочных площадок и других вспомогательных работ.

Общий вид и схема установки отвала-торцевателя показаны на рис. 29.

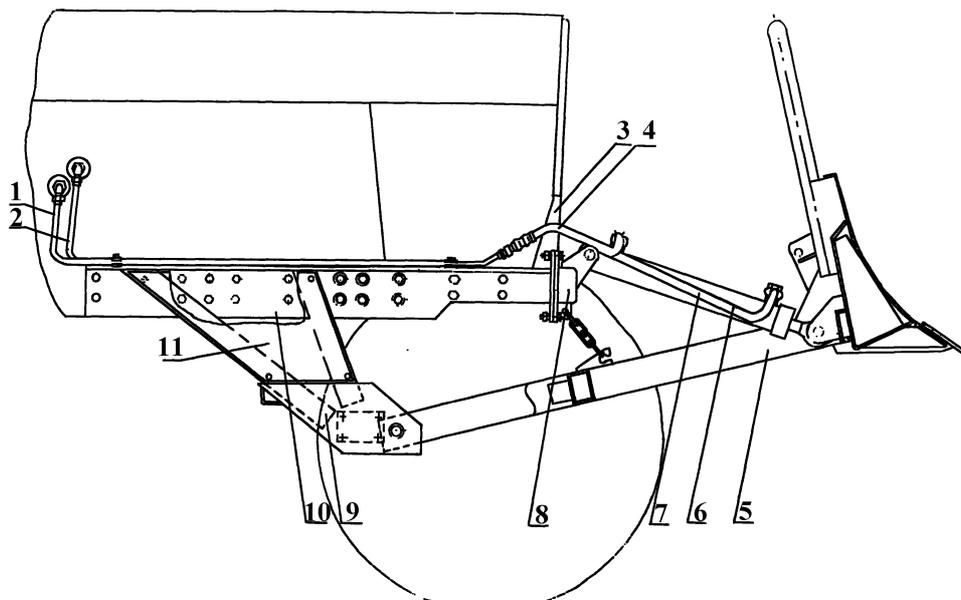


Рис. 29. Установка отвала трелевочной машины ТТР-401: 1, 2, 4 – маслопроводы; 3 – решетка; 5 – отвал; 6 – гидроцилиндр; 7 – шланг; 8 – кронштейн гидроцилиндра; 9, 10 – рамы;

6.2. Бесчokerная трелевочная машина ТТР-402

Трелевочная машина ТТР-402 может использоваться на промежуточных рубках, рубках ухода и рубках главного пользования в насаждениях с несущей способностью грунта 0,055...0,1 МПа и средним объемом хлыста 0,25...0,35 м³.

Базовой моделью бесчokerной трелевочной машины ТТР-402 является сельскохозяйственный трактор МТЗ-82.1, оборудованный клещевым захватом, торцевателем и специальными ограждениями. Клещевой захват навешивается на заднюю навесную систему, а отвал-торцеватель устанавливается на раме спереди так же, как у машины ТТР-401 (рис. 30).

Ограждения служат для защиты радиатора, кабины и двигателя от падающих сучьев и подроста. Для защиты узлов трактора от повреждений пнями, валежником и сучьями в нижней части передней рамы крепится ограждение двигателя, переднего моста и коробки передач.

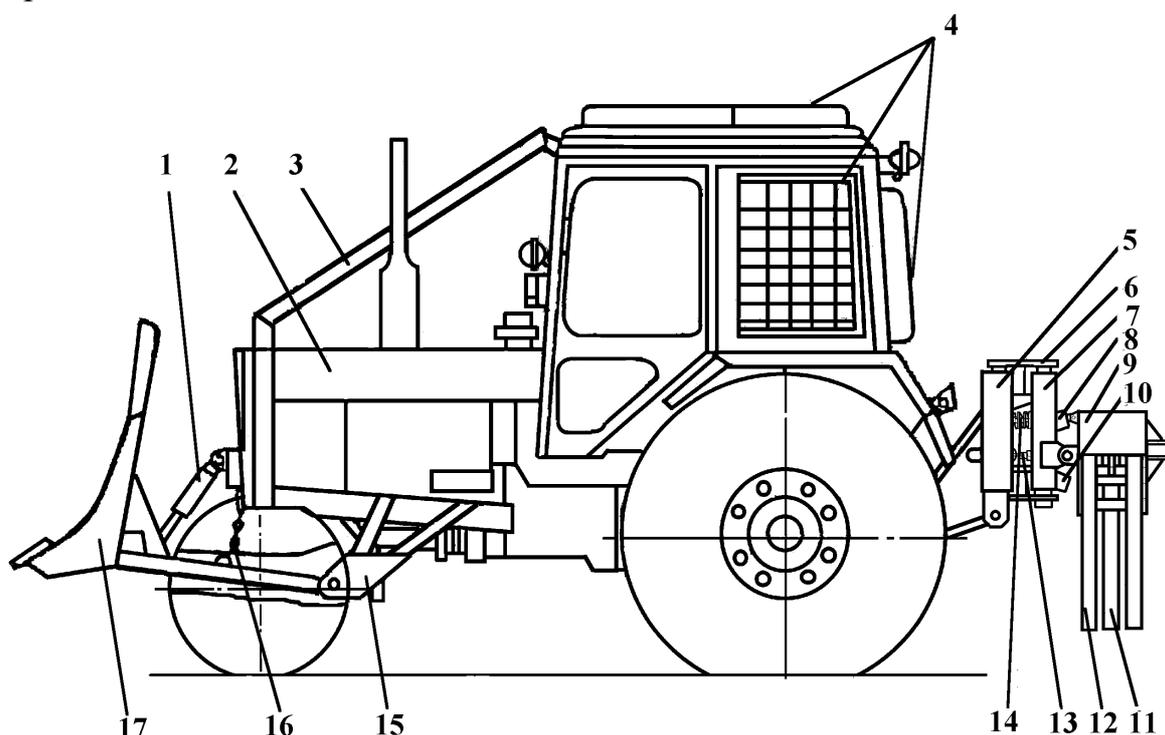


Рис. 30. Трелевочная машина “Беларус” ТТР-402: 1 - гидроцилиндр; 2 – трактор МТЗ-82.1; 3 - защитное ограждение; 4 - защитное ограждение кабины; 5 - звено навесное; 6 – кронштейн; 7 - крестовина; 8 - ограничитель верхний ; 9 – корпус; 10 - ограничитель нижний ; 11 – клык ведомый; 12 – клык ведущий; 13 – установитель; 14 - пружинный узел; 15 - рама рабочего оборудования отвала; 16 -

цепь;
17 – отвал-торцеватель

Таблица 4. Техническая характеристика трелевочной машины ТТР-402

Наименование параметров	Значения параметров, характеристики
1	2
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	60 (81)
Масса эксплуатационная (без трелюемой пачки), кг	4500±150
Распределение веса по осям (с пачкой $V = 1,2 \text{ м}^3$), кг:	
на передние колеса	1050
на задние колеса	4000
Давление колес на грунт, кПа	70...140
Габаритные размеры, м	5,45x2,1x2,86

Окончание табл. 4

1	2
Дорожный просвет, мм	370
Минимальный радиус поворота, м	7,4
Скорость движения, км/ч	8...20
Производительность ($L = 150 \text{ м}$), $\text{м}^3/\text{ч}$	5
Масса трелевочного захвата, кг	280
Усилие сжатия клыков, кН	70±3
Диаметр трелюемого дерева, м:	
min	0,12
max	0,8
Масса рабочего оборудования отвала, кг	430
Максимальное давление в гидросистеме, МПа	20
Размер передних колес:	11,2-20
Размер задних колес	18,4L30

Трелевочный захват (рис. 31-32) служит для подбора и удержания пачки деревьев, хлыстов, сортиментов. Схема управления клыками захвата

представлена на рис. 33.

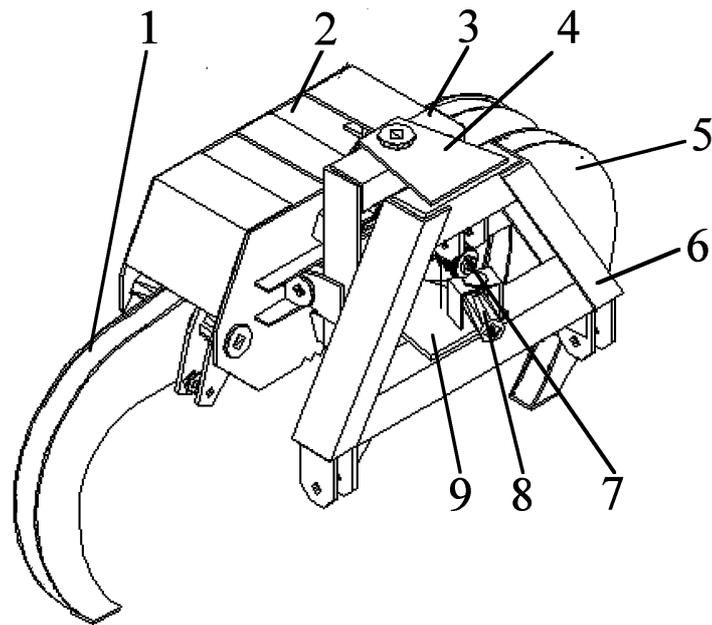


Рис. 31. Общий вид трелевочного захвата: 1 – клык ведомый; 2 – корпус захвата; 3 – крестовина; 4, 9 – кронштейны; 5 – клык ведущий; 6 – звено навесное; 7 – пружинный узел; 8 – установитель;

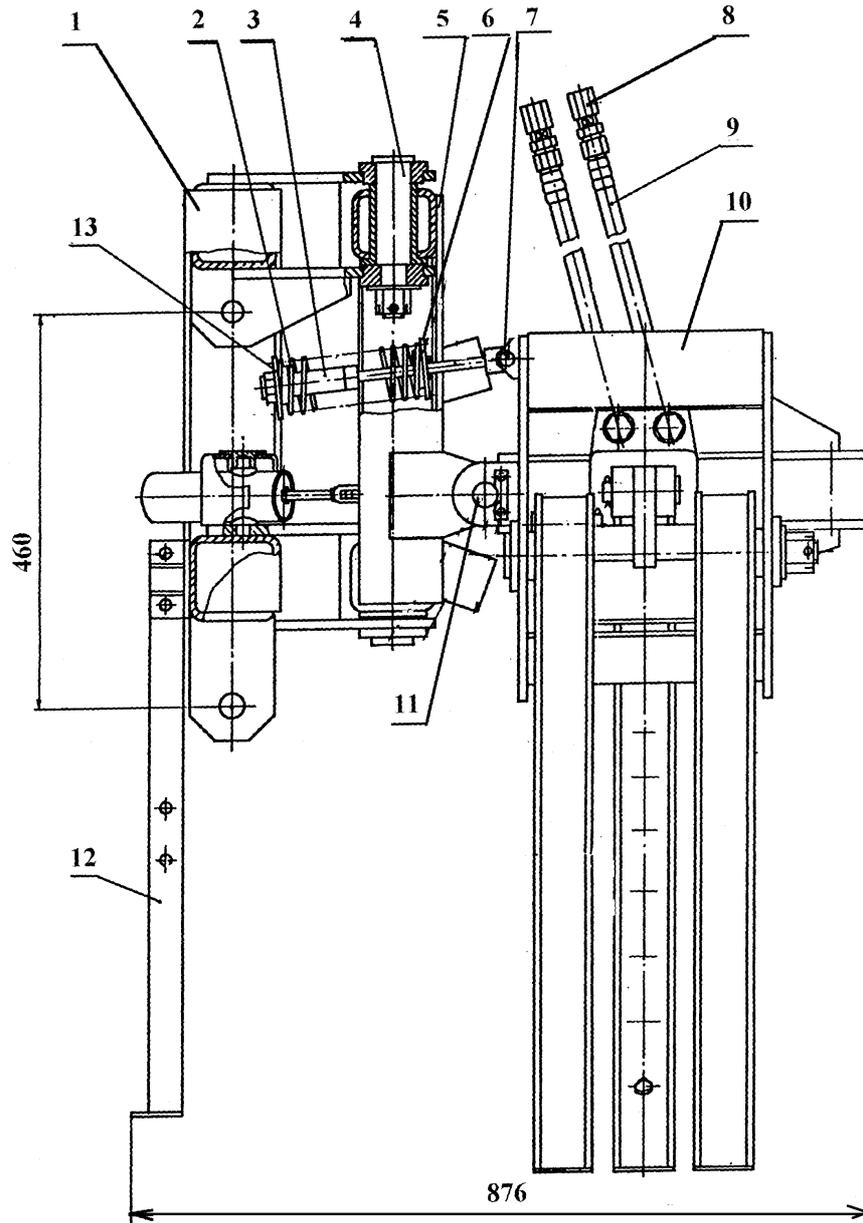


Рис. 32. Трелевочный захват: 1 – звено навесное; 2 – пружина; 3 – стяжка; 4, 7, 11 – пальцы; 5 – крестовина; 6 – опора; 8 – клапан запорного устройства правый; 9 – шланг; 10 – корпус захвата; 12 – опора; 13 – тарелка

Клещевой захват (рис. 31) состоит из звена навесного 6, к которому при помощи верхнего 4 и нижнего 9 кронштейнов крепится крестовина 3. К крестовине шарнирно присоединен корпус захвата 2, включающий одиночный ведомый 1 и двойной ведущий 5 клыки. Раскрытие и закрытие клыков захвата осуществляется при помощи гидроцилиндра. В конструкцию захвата введен пружинный узел 7, который компенсирует вес захвата и удерживает последний в плоскости, параллельной плоскости крестовины. Для удержания

крестовины ненагруженного захвата в плоскости, перпендикулярной продольной оси трактора, предусмотрен установитель 8. Захват может поворачиваться относительно продольной оси машины, вследствие чего имеется возможность захвата пачки древесины под углом до 80° продольно к оси машины, что сокращает время на формирование пачки.

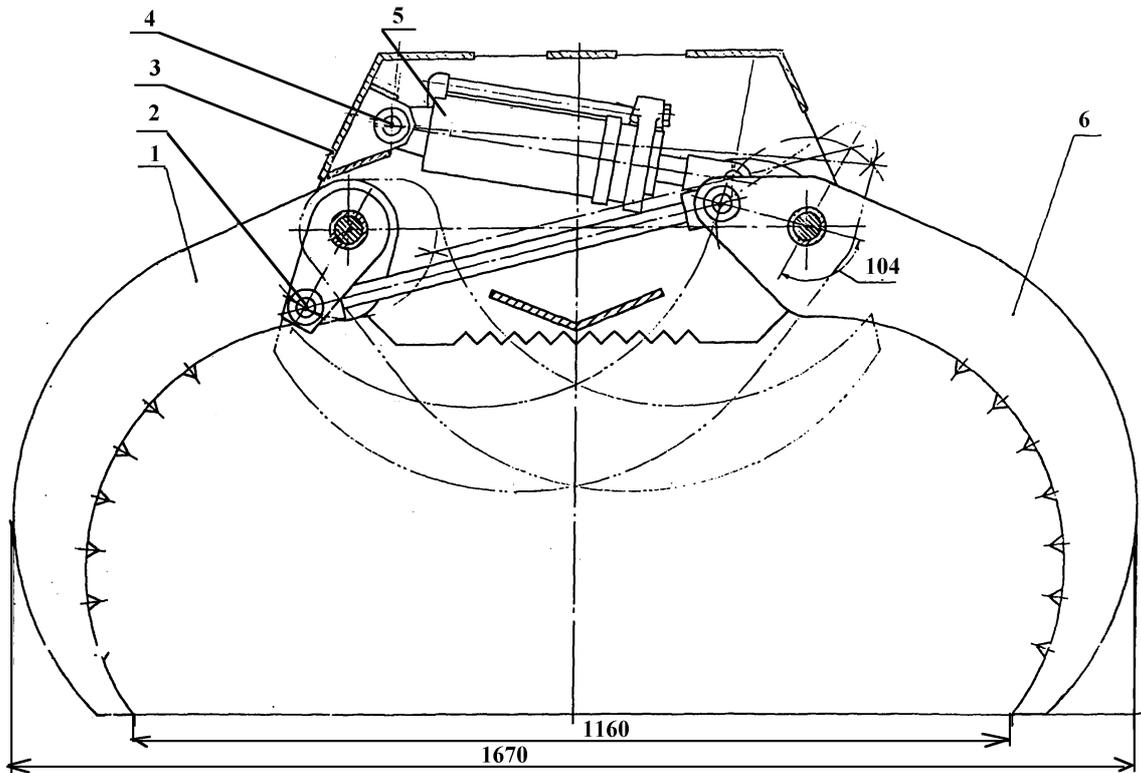


Рис. 33. Клещевой захват (управление клыками): 1 – клык ведомый; 2, 4 – пальцы; 3 – корпус; 5 – гидроцилиндр; 6 – клык ведущий

Конструкция узлов и механизмов шасси трелевочных машин ТТР-401 и ТТР-402 аналогична конструкции базового трактора МТЗ-82 и подробно описана в специальной литературе [9, 10].

6.3. Трелевочно-погрузочные машины МТП-441 и 441-01

Трелевочно-погрузочные машины МТП-441 и МТП-441-01 (рис. 34 и 35) предназначены для сбора хлыстов, деревьев и сортиментов на лесосеке, формирования их в пачки и трелевки при сплошных, выборочных рубках и рубках ухода за лесом, а также проведения погрузочных работ на лесных складах.

У трелевочно-погрузочной машины МТП-441-01 в отличие от МТП-441 с тросочкерным оборудованием в качестве трелевочного приспособления установлен клещевой захват.

Трелевочно-погрузочная машина МТП-441 двухосная 4x4, с

управляемыми передними колесами, задним расположением трелевочного приспособления и передним расположением стрелы погрузчика с захватом для хлыстов или сортиментов.

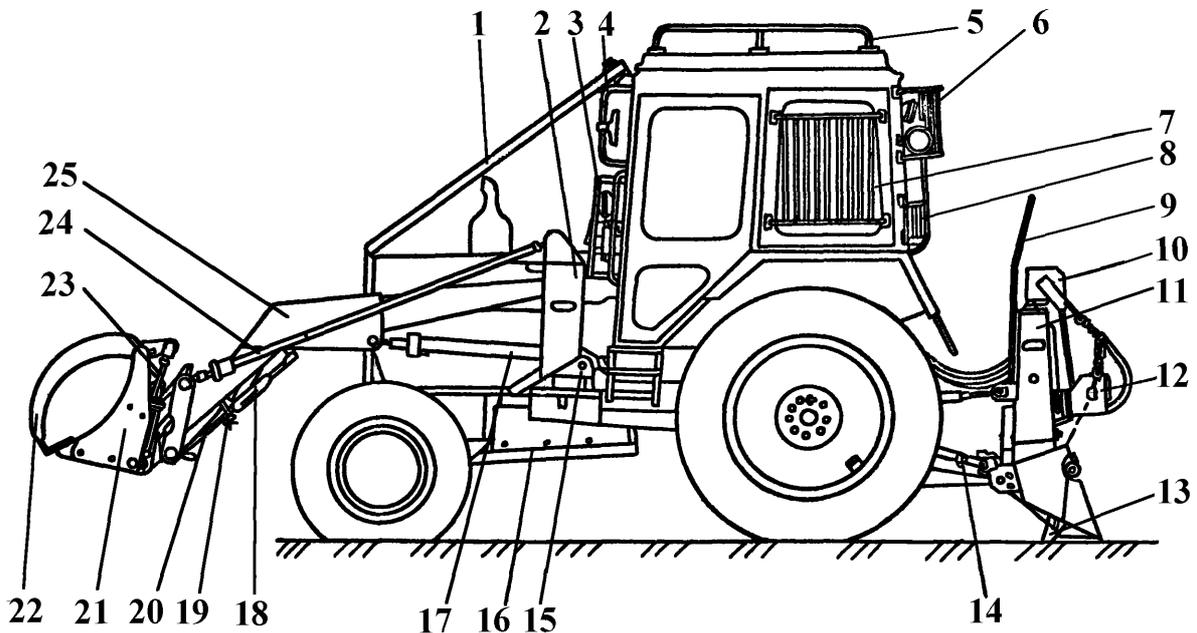


Рис. 34. Трелевочно-погрузочная машина МТП-441: 1, 3-9, 16 - защитные ограждения капота, передних фар, зеркал, крыши, задних и боковых фар, боковых стекол, задних указателей поворота, трелевочного приспособления, нижней части трактора; 2 – портал; 10 – верхний канатонаправляющий блок; 11 – упорный щит трелевочного приспособления; 12 – нижний канатонаправляющий блок; 13 – откидывающаяся опора; 14 – карданный вал; 15 – зажим; 17 – гидроцилиндр; 18 – муфта; 19 – держатель; 20 – опора; 21 – толкатель; 22 – верхняя челюсть захвата; 23 – гидроцилиндр смыкания челюстей; 24 – тяга; 25 – стрела

Таблица 5. Техническая характеристика трелевочно-погрузочной машины МТП-441

Наименование параметров	Значения параметров, характеристики
1	2
Базовый трактор	МТЗ-82.1
Модель двигателя	Д-243
Мощность, кВт (л.с.)	60(81)

Номинальная частота вращения коленвала, мин ⁻¹	2200
Число цилиндров, шт.	4
Максимальный крутящий момент, Н·м	286

Окончание табл. 5

1	2
Габаритные размеры, мм:	
длина, мм	6100
ширина, мм	2000
высота, мм	2900
Колея по задним колесам, мм	1450...2100
Дорожный просвет, мм	400
Эксплуатационная масса, кг	5200
Угол подъема и спуска, град	20
Угол крена, град	9
Муфта сцепления	сухая, однодисковая
Коробка передач	механическая (с редуктором, удваивающим число передач)
Число передач (вперед/назад)	16/4
Скорость, км/ч:	
вперед	1,89-20,4
назад	3,98-8,97
Задний ВОМ, мин ⁻¹	540
Оборудование	Лебедка однобарабанная от заднего ВОМ
Привод лебедки	
Тяговое усилие лебедки, кН	30
Производительность при расстоянии трелевки до 150, м ³ /ч	5
Длина каната, мм	50
Диаметр каната, мм	9-13
Погрузчик:	
грузоподъемность, кг	750

высота подъема бревен, мм	3960
Размеры колес:	
передних	13,6-20
задних	16,9R38

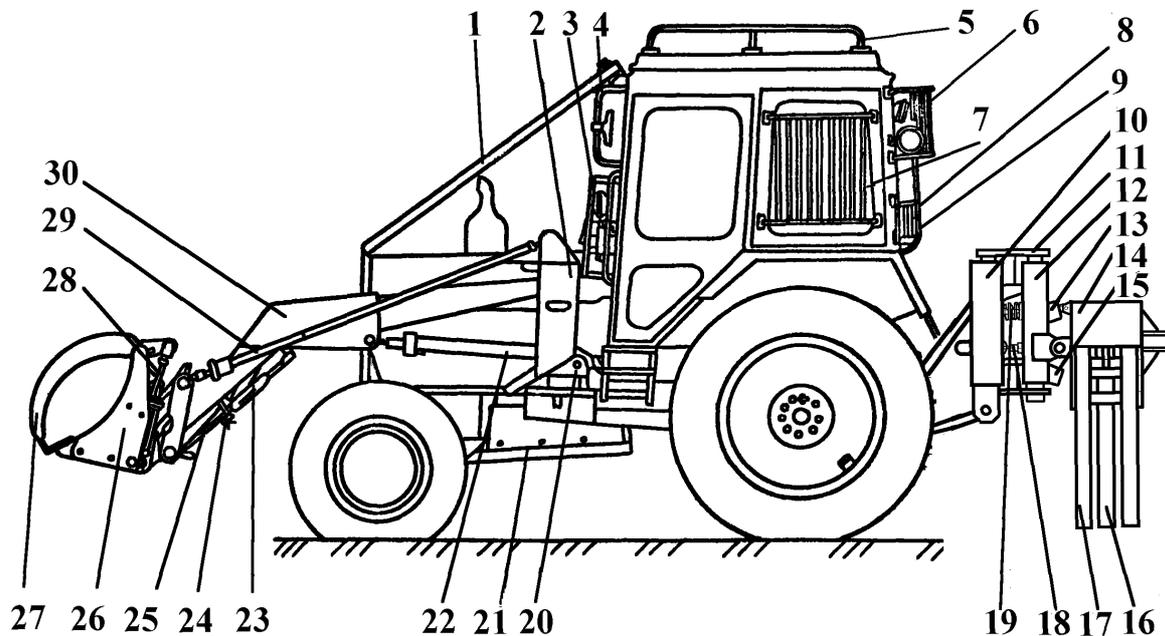


Рис. 35. Трелевочно-погрузочная машина МТП-441-01: 1, 3-9, 21 - защитные ограждения: капота, передних фар, зеркал, крыши, задних и боковых фар, боковых стекол, задних указателей поворота, задних стекол, нижней части трактора; 2 - портал; 10 - звено навесное; 11 - кронштейн; 12 - крестовина; 13 - ограничитель верхний; 14 - корпус; 15 - ограничитель нижний; 16 - клык ведомый; 17 - клык ведущий; 18 - установитель; 19 - пружинный узел; 20 - зажим; 22 - гидроцилиндр; 23 - муфта; 24 - держатель; 25 - опора; 26 - толкатель; 27 - верхняя челюсть захвата; 28 - гидроцилиндр смыкания челюстей; 29 - тяга; 30 - стрела

На рис. 36 и 37 представлены стрела и сменное оборудование к трелевочно-погрузочным машинам МТП-441, 441-01.

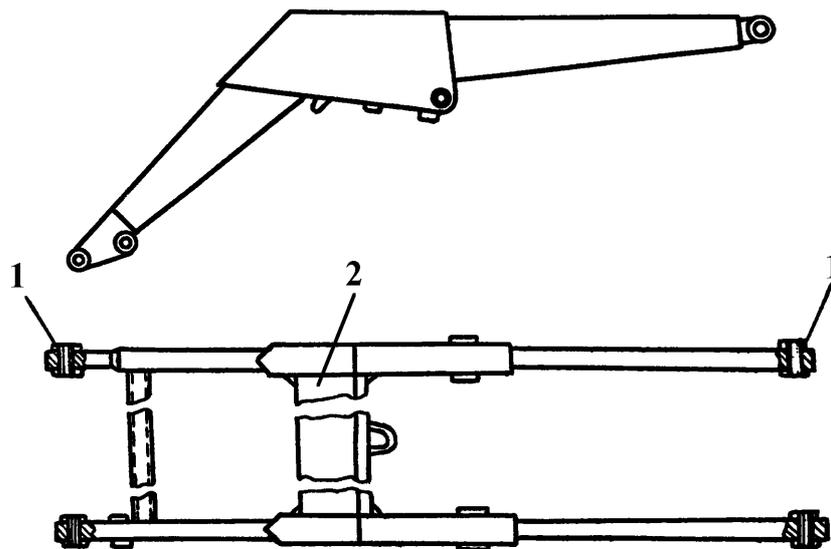


Рис. 36. Стрела погрузочного оборудования машин МТП-441, 441-01: 1 – втулка; 2 – поперечина

Стрела состоит из двух лонжеронов, соединенных между собой поперечинами 2, и крепится к раме трактора при помощи втулок 1.

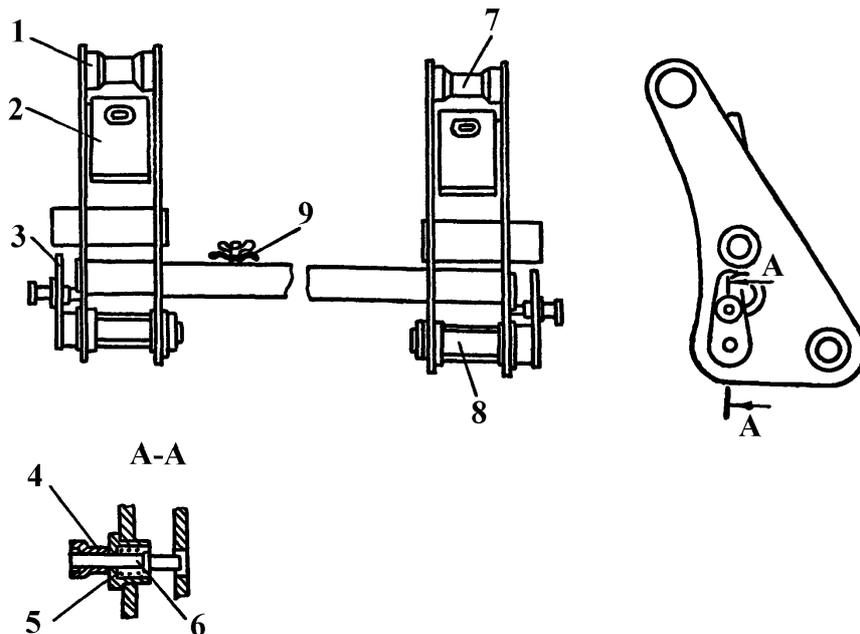


Рис. 37. Устройство сменных рабочих органов машин МТП-441 и 441-01: 1 – переходник; 2 – упор; 3, 4 – ручки; 5 – пружина; 6 – ось; 7 – палец верхний; 8 – палец нижний; 9 – планка прижимная

Рама погрузочного оборудования трелевочно-погрузочных машин МТП-441, 441-01 (рис. 38) представляет собой сварную конструкцию из лонжеронов, связанных поперечинами 4 из листового проката. Рама является несущей частью погрузочного оборудования, на которой крепятся все его составные части. Рама присоединяется к остову трактора при помощи проушин 3.

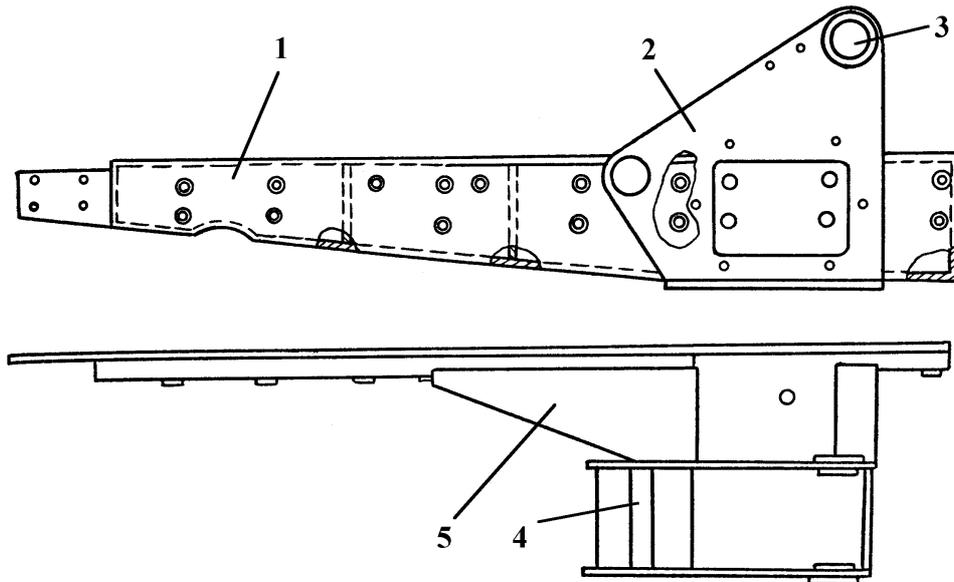


Рис. 38. Рама погрузочного оборудования машин МТП-441, 441-01: 1 – пластина; 2 – серьга; 3 – проушина; 4 – поперечина; 5 – косынка

Верхний и нижний канатонаправляющие блоки трелевочного оборудования (рис. 39, 40) машины МТП-441 аналогичны по конструкции этим же узлам у трелевочной машины ТТР-401. Верхний поворотный шкив для ввода каната обеспечивает оптимальную навивку на барабан и слегка приподнимает груз, что уменьшает повреждения грунта. Верхний шкив создает также давление на упорный щит, повышающий устойчивость при выполнении технологических операций. Нижний поворотный направляющий шкив увеличивает тяговое усилие.

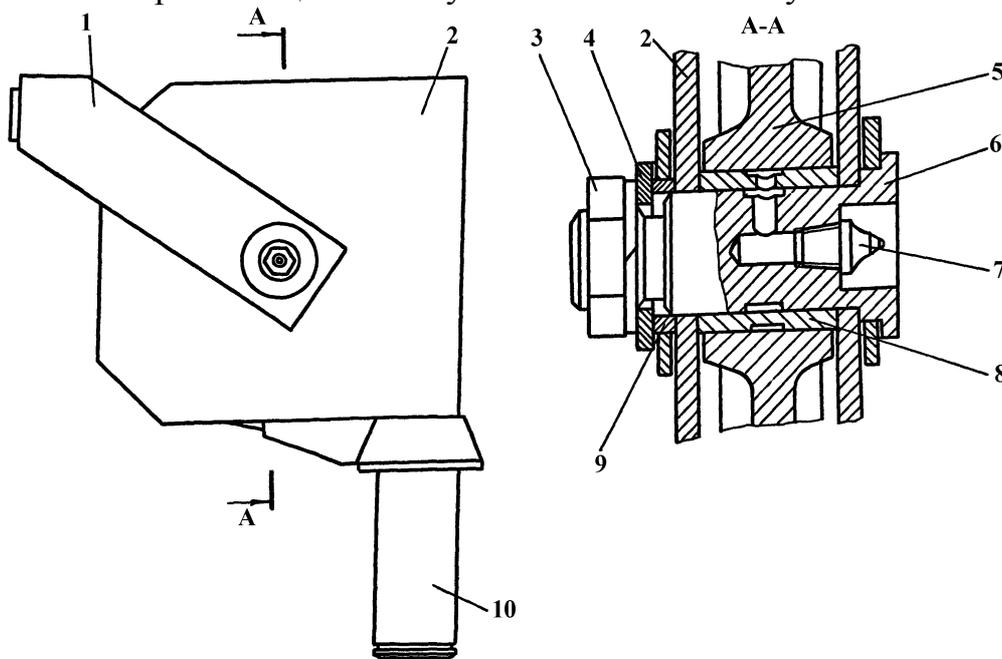


Рис. 39. Верхний канатонаправляющий блок: 1 – направляющая; 2 – корпус; 3 – гайка; 4, 9 – шайбы; 5 – ролик; 6, 10 – оси; 7 – масленка;

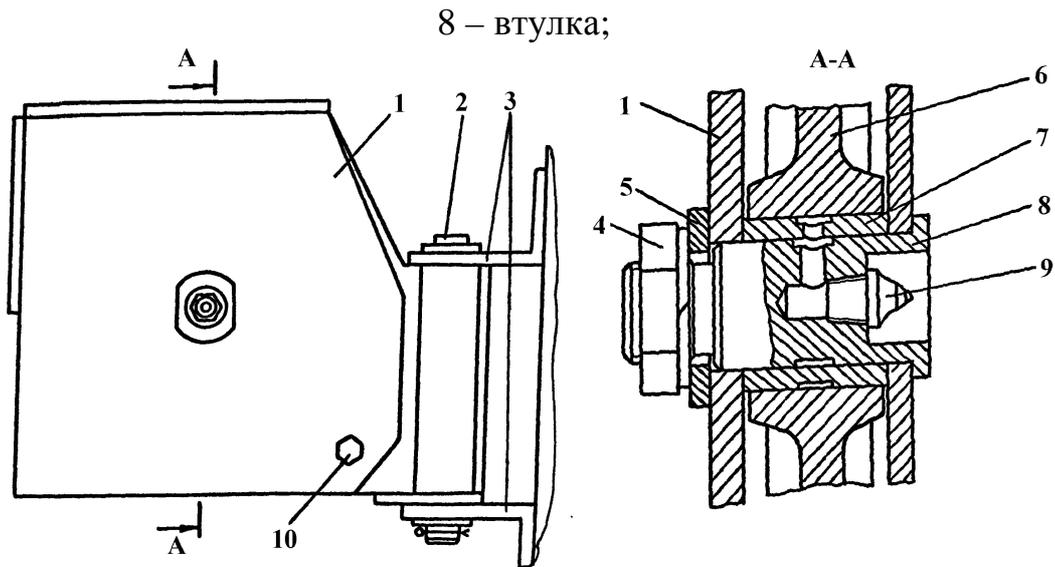


Рис. 40. Нижний канатонаправляющий блок: 1 – корпус; 2 – палец; 3 – проушина; 4 – гайка; 5 – шайба; 6 – ролик; 7 – втулка; 8 – ось; 9 – масленка; 10 – болт

6.4. Погрузочно-разгрузочная машина МПР-371

Машина погрузочно-разгрузочная МПР-371 (рис. 41, табл. 6) предназначена для выполнения погрузочно-разгрузочных работ на лесосеке, механизации транспортно-складских работ.

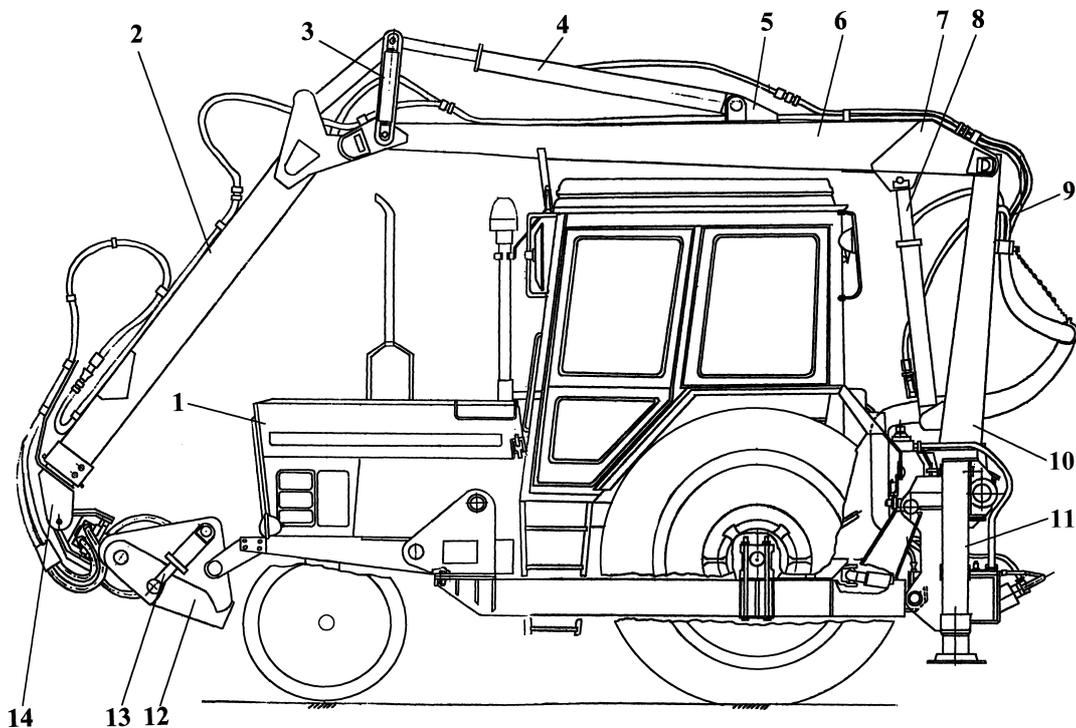


Рис. 41. Погрузочно-разгрузочная машина "Беларус" МПР-371: 1 – базовый трактор МТЗ-82В; 2 – рукоять; 3 – коромысло; 4 – гидроцилиндр управления рукоятью; 5 – кронштейн; 6 – стрела; 7 – кронштейн; 8 – гидроцилиндр управления стрелой; 9 – шланги;

10 – колонна; 11 – аутригер; 12 – захват; 13 – гидроцилиндр;
14 – механизм поворота захвата

Таблица 6. Техническая характеристика погрузочно-разгрузочной машины "Беларус" МПР-371

Наименование параметров	Значения параметров, характеристики
1	2
Модель двигателя	Д-243
Тип двигателя	дизель, с непосредственным впрыском
Мощность, кВт (л.с.)	60(81)
Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	2200
Окончание табл. 6	
1	2
Максимальный крутящий момент, Н·м	286
Эксплуатационная масса, кг	5670
Емкость топливных баков, л	130
Муфта сцепления	сухая, однодисковая
Коробка передач	механическая, 9-ступенчатая
Число передач (вперед/назад)	18/4
Скорость, км/ч:	
вперед	1,89-33,4
назад	3,98-8,97
Модель гидроманипулятора	ЛВ-203
Максимальный вылет рукояти, м	7,0
Максимальная высота подъема, м:	
рукояти	8,8
клещевого захвата (в закрытом положении), м	7,65
Угол поворота рукояти в плане, рад (град)	6,28 (360)
Габаритные размеры в трансп. положении, мм:	
длина	5660

ширина	2490
высота	3410
Дорожный просвет под передней осью, мм	645
Дорожный просвет под задней осью, мм	465
Размеры колес:	
передних	11,2-20
задних	15,5R38
Тормоза	основные и стояночный дисковые, сухие
Гидронавесная система	универсальная, отдельно-агрегатная, с силовым и позиционным регулированием глубины обработки
Передний мост	портального типа, с самоблокирующимся дифференциалом
Принципиальная гидравлическая схема машины МПР-371 представлена на рис. 42.	

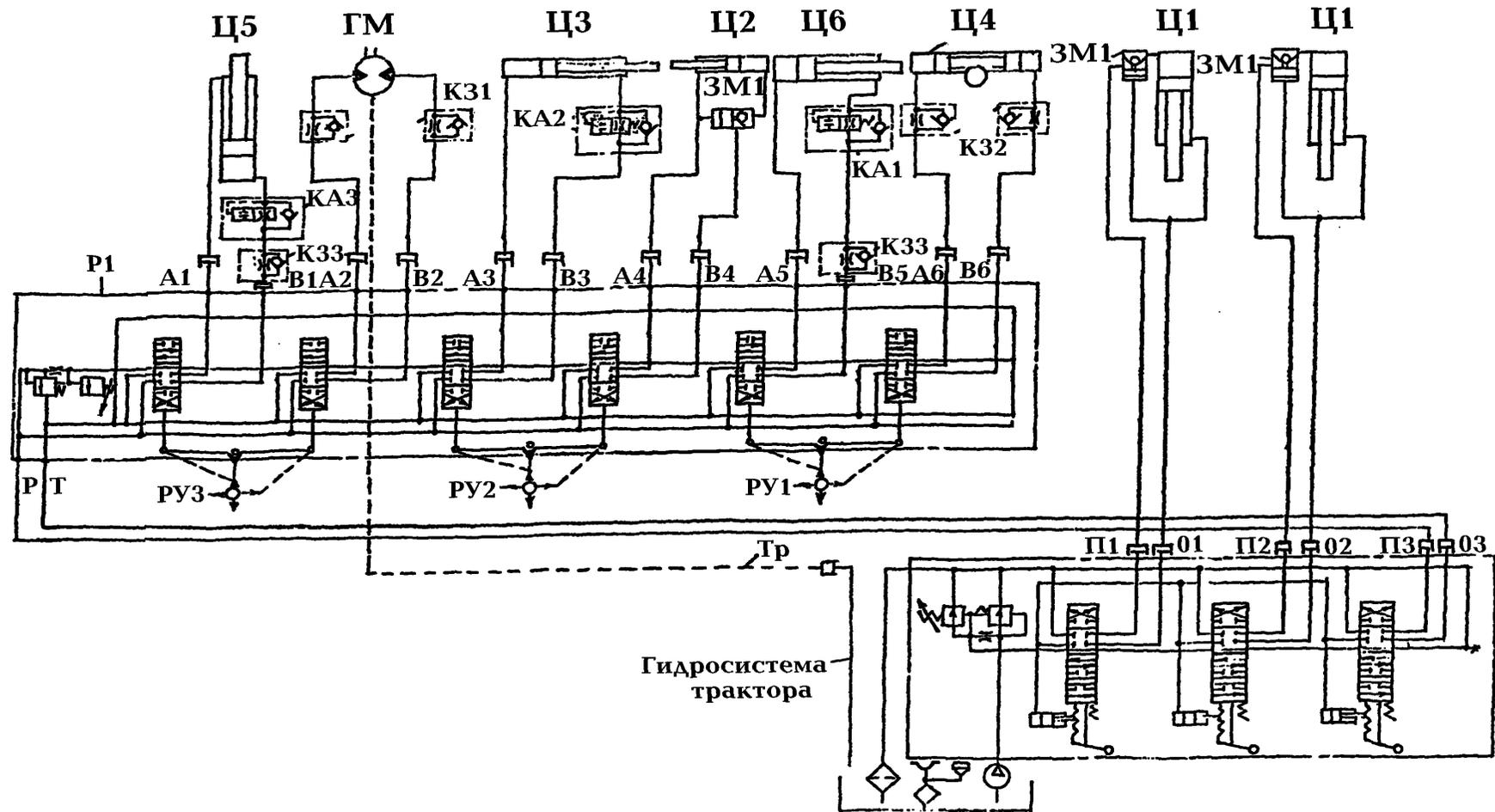


Рис. 42. Принципиальная гидравлическая схема погрузочно-разгрузочной машины МПР-371: ГМ – гидромотор МГП160; 3М1 - гидрозамок; КА1...КА3 – клапан аварийный; К31...К33 – клапан замедлительный; КП – клапан предохранительный; Р1 – распределитель; Ц1 – гидроцилиндр аутригера; Ц2 – гидроцилиндр клещевого захвата; Ц3 – гидроцилиндр удлинителя; Ц4 – гидроцилиндр поворота колонны; Ц5 – гидроцилиндр стрелы; Ц6 –

гидроцилиндр рукояти

6.5. Погрузочно-транспортная машина МЛПТ-354

В отличие от машин ТТР-401, 402, МТП-441, 441-01, МПР-371 машина МЛПТ-354 выполнена на базе специального шарнирно сочлененного шасси и включает (рис. 43) передний энергетический и задний технологический модули, шарнирно сочлененные между собой с возможностью поворота в горизонтальной и качания в вертикальной плоскостях. Она предназначена для сбора, погрузки и транспортировки сортиментов, а также для их разгрузки и штабелевки.

Энергетический модуль состоит из силовой установки: двигателя, сцепления, коробки передач, переднего ведущего моста с бортовыми редукторами, обеспечивающими повышенный дорожный просвет. На мосту закреплена соединительная рама с кронштейном и передней опорой вертикального шарнира.

Технологический модуль включает раму, задний ведущий мост, карданный привод, согласующий редуктор, узлы пневмопривода тормозов. Рама заднего модуля с помощью вертикально-горизонтального шарнира соединена с передней опорой на энергетическом модуле. Двухступенный шарнир позволяет обеспечивать относительный поворот модулей до 40° в обе стороны в горизонтальной плоскости и до 15° – в поперечной вертикальной плоскости.

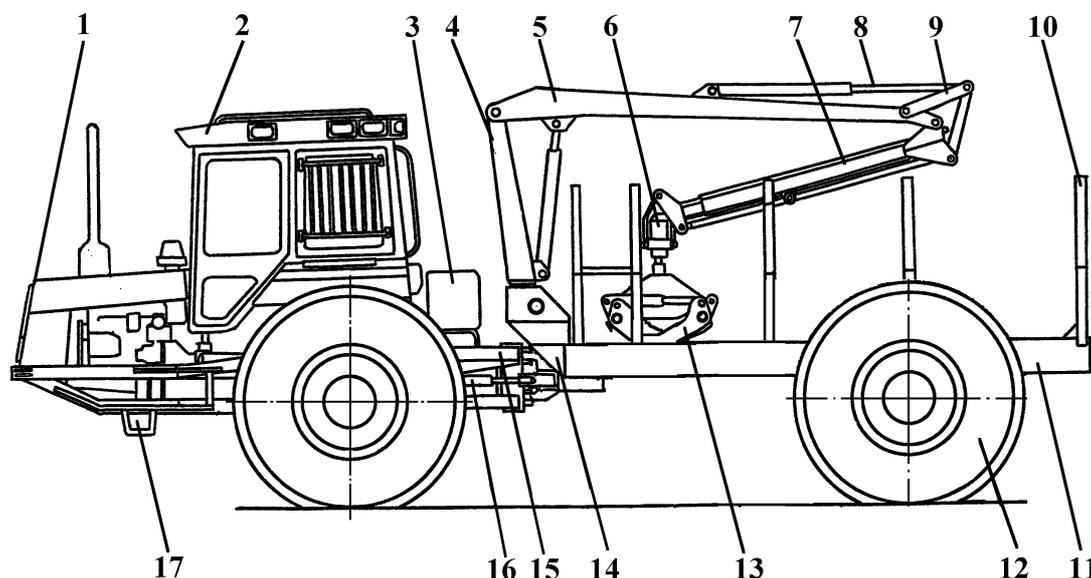


Рис. 43. Погрузочно-транспортная машина МЛПТ-354: 1 – двигатель; 2 – кабина; 3 – бак гидропривода; 4 – колонна манипулятора; 5 – стрела манипулятора; 6 – ротатор манипулятора; 7 – рукоятка; 8 – гидроцилиндр управления рукояткой; 9 – четырехзвенник; 10 – стойки коника; 11 – грузовая платформа; 12 – колесо; 13 – грейфер; 14 – опора вертикально-горизонтального шарнира;

15 - рама; 16 – цилиндр поворота; 17 – подножка

Диски колес лесного энергетического средства штампованные и крепятся к ободу при помощи сварки. Основной типоразмер шин – 30,5L-32.

В качестве технологического оборудования на погрузочно-транспортной машине установлены гидроманипулятор с поворотным ротатором и радиальным грейферным захватом на конце рукояти, грузовая платформа с кониковыми устройствами и ограждение.

Управление гидроманипулятором осуществляется с рабочего места оператора с помощью электрогидравлической системы пропорционального управления от двух пультов, имеющих по одной рукоятке под левую и правую руку. При этом обеспечивается подъем-опускание стрелы и рукояти манипулятора, их разворот, разворот захвата, а также управление выдвижной секцией рукояти и челюстями захвата.

Грузовая платформа погрузочно-транспортной машины для транспортировки сортиментов оборудована четырьмя кониковыми устройствами, расположение которых обеспечивает погрузку сортиментов длиной 2...6 м. Основания переднего и заднего коников снабжены зубчатыми планками для повышения надежности удерживания сортиментов от смещения вдоль продольной оси машины.

С целью обеспечения защиты кабины и гидроманипулятора от возможного сдвига сортиментов на платформе установлено ограждение, представляющее собой решетчатый щит, окантованный балками прямоугольного сечения. На задней поперечной балке грузовой платформы предусмотрено буксирное устройство.

Таблица 7. Техническая характеристика погрузочно-транспортной машины МЛПТ-354

Наименование параметров	Значения параметров, характеристики
1	2
Модель двигателя	Д-243
Мощность, кВт (л.с.)	60(81)
Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	2200
Максимальный крутящий момент, Н·м	286
Емкость топливных баков, л	130
Муфта сцепления	сухая, однодисковая

Окончание табл. 7

1	2
Коробка передач	механическая,
	9-ступенчатая
Число передач (вперед/назад)	18/4
Скорость, км/ч:	
вперед	2,5-33,
назад	5,0-9,0
Эксплуатационная масса, кг	9000
Наибольшая грузоподъемность платформы, кг	5000
Длина транспортируемых сортиментов, м	2-6
Наибольший угол подъема и спуска, град:	
без груза	20
с грузом	12
Габаритные размеры в трансп. положении, мм:	
длина x ширина x высота	8550x2880x3500
Колея, мм	2110
Дорожный просвет, мм	570
Размеры колес	30,5L32
Максимальный вылет стрелы, м	7
Максимальная высота подъема стрелы, м	8,8
Тормоза	основные и
	стояночный –
	дисковые,
	сухие
Грузоподъемное оборудование	шарнирно-
	сочлененное
	стреловое,
	гидравлическое с
	реечным приводом
	механизма поворота
	колонны

Расположение органов управления машиной МЛПТ-354 показано на рис. 44 и 45.

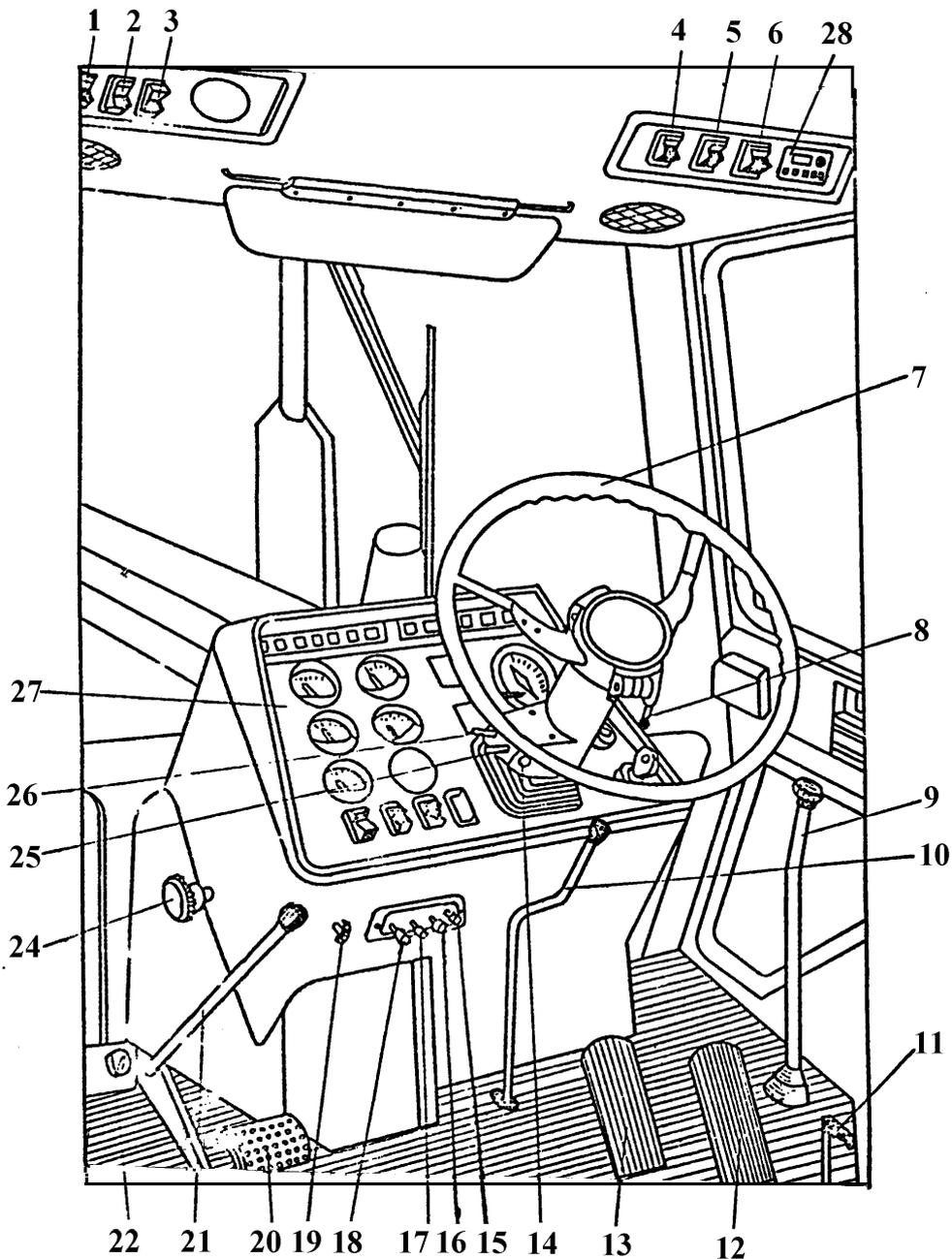


Рис. 44. Передний пост управления погрузочно-транспортной машины МЛПТ-354

Передний пост управления содержит: выключатели 1-3 левых фар на крыше кабины, передних фар на крыше кабины, правых фар на крыше кабины; выключатель 4 электродвигателя вентилятора системы вентиляции и отопления кабины, имеет три положения: "Выключено", "Частичный режим", "Полный режим"; выключатели 5, 6 электродвигателя переднего стеклоочистителя и задних фар на крыше кабины; рулевое колесо 7 (колесо может откидываться вперед и регулироваться по вертикали);

рукоятку 8 откидывания вперед рулевого колеса (при повороте рукоятки на себя рулевое колесо откидывается вперед); рычаг переключения передач 9 (сначала включается I или II ступени редуктора коробки передач, затем возвращается рычаг в нейтраль и включается нужная передача); рычаг 10 переключения понижающего редуктора (имеет два положения: заднее - "понижающий редуктор выключен", переднее - "понижающий редуктор включен"; рычаг 11; педали управления 12, 13 подачей топлива и тормозов; кнопку 14 включения звукового сигнала; рукоятку 15 фиксации наклона рулевой колонки; рукоятку 16 троса аварийной остановки двигателя; рукоятки 17, 18, 19 включения блокировки дифференциалов мостов (при вытягивании рукоятки и удержании в вытянутом положении межколесные дифференциалы мостов блокируются, при отпуске рукоятка возвращается в исходное положение и дифференциалы разблокируются); педаль сцепления 20; рычаг 21; выключатель 22 "массы" аккумуляторных батарей; рукоятку 23; маховичок 24 управления шторкой водяного радиатора (при вращении маховичка по часовой стрелке шторка поднимается, при вращении против часовой стрелки – опускается); переключатель 25 ближнего и дальнего света (имеет два положения: нижнее - "дальний свет", верхнее - "ближний свет"); переключатель 26 указателей поворота (имеет три положения: нижнее – "включены указатели левого поворота", верхнее – "включены указатели правого поворота", среднее – "выключено"); передний щиток приборов 27; таймер 28 отопителя "Вебасто".

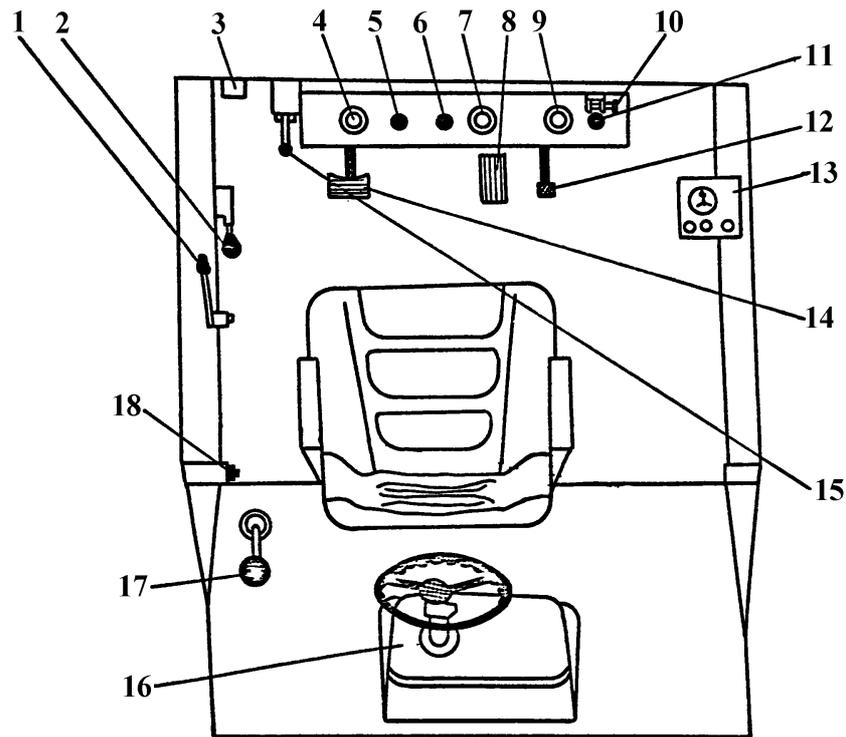


Рис. 45. Реверсивный пост управления погрузочно-транспортной машины МЛПТ-354

Реверсивный пост управления включает: рукоятку 1 управления ручной подачей топлива; рукоятку 2 тормозного крана стояночного тормоза; кнопку 3 включения звукового сигнала; рукоятку 4 управления рукоятью и колонной манипулятора (при перемещении рукоятки вперед-назад происходит подъем-опускание рукояти, влево-вправо – поворот колонны); рукоятку 5 управления клещевым захватом (при перемещении рукоятки от себя захват раскрывается, при перемещении на себя – закрывается); рукоятка 6 управления удлинителем (выдвижной секцией стрелы); рукоятку 7 управления стрелой и ротатором манипулятора; педаль тормоза 8; рукоятку 9 управления поворотом на реверсивном ходу и включения блокировки шарнира полурам (при отклонении рукоятки вправо-влево от нейтрального положения происходит поворот машины, при отпускании рукоятка возвращается в нейтральное положение); фиксатор 10 рукоятки 11 в положении РУЛЕВОЕ ПЕРЕДНЕЕ (движение на прямом ходу); рукоятку 11 распределителя в гидрочерпаче насоса обеспечения поворота машины (в положении РУЛЕВОЕ ПЕРЕДНЕЕ (от себя) РЖ от насоса поступает к рулевому агрегату (насосу-дозатору) и далее к гидроцилиндрам поворота, при переводе рукоятки в положение РУЛЕВОЕ ЗАДНЕЕ (режим реверса) рабочая жидкость от насоса поступает к секции распределителя управления поворотом на реверсе);

педаль 12 управления подачей топлива; задний щиток приборов 13; педаль сцепления 14 для движения в режиме реверсивного хода; рукоятку 15 управления двухпозиционным распределителем (положение I (ДВИЖЕНИЕ) соответствует подаче рабочей жидкости от насоса к исполнительным агрегатам шасси, положение II - к распределителю манипулятора); передний щиток приборов 16; рычаг переключения передач 17; терморегулятор 18 отопителя "Вебасто".

Шасси машины МЛПТ-354 является специальным и имеет значительное число оригинальных узлов и деталей. Часть узлов и деталей, выпускаемых серийно, изменена и доработана (см. рис. 46-56). Это касается кабины, органов управления, трансмиссии и ходовой части.

Двигатель

На машине МЛПТ-354 установлен дизельный четырехцилиндровый, четырехтактный двигатель водяного охлаждения Д-243. Двигатель через резиновый амортизатор и опору болтами закреплен на передней полураме машины. Пуск двигателя осуществляется электростартером. С устройством двигателя и его систем подробнее можно ознакомиться в специальной литературе [9, 10].

Трансмиссия

Трансмиссия предназначена для передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колесам машины, а также для обеспечения привода насоса гидросистемы машины.

Трансмиссия состоит из следующих основных сборочных единиц: сцепления; коробки передач; переднего моста с главной передачей и дифференциалом, конечными передачами и тормозами; карданной передачи; редуктора; заднего моста с главной передачей и дифференциалом, конечными передачами и тормозами.

Сцепление

Сцепление (рис. 46) предназначено для передачи крутящего момента от двигателя к трансмиссии, кратковременного отсоединения двигателя от трансмиссии и последующего плавного их соединения при трогании машины с места, переключении передач, торможении, включении привода насоса гидросистемы машины и привода заднего моста.

В корпусе сцепления, соединяющем двигатель с коробкой передач, кроме муфты сцепления смонтирован понижающий редуктор. При его

включении скорости движения на всех передачах уменьшаются в 1,34 раза, таким образом, число передач удваивается.

На машине установлено сухое, однодисковое сцепление постоянно замкнутого типа. От ведущих частей сцепления, маховика 1 двигателя и нажимного диска 3, который установлен через три призматических выступа в пазах опорного диска 13, крутящий момент передается ведомому диску 26, ступица которого имеет шлицы для подвижного соединения с валом 7 (рис. 46).

Включение и выключение муфты сцепления производится при помощи отводки 18 с выжимным подшипником 17, перемещающейся по кронштейну и соединенной с приводом управления сцеплением при помощи двух вилок 21.

Выжимной подшипник 17 смазывается солидолом через отверстие на левой стороне корпуса, закрытое пробкой А (см. рис. 47), и масленку, ввернутую в цапфу отводки 18 (см. рис. 46). При этом через специальное отверстие смазывается также поверхность сопряжения отводки с кронштейном.

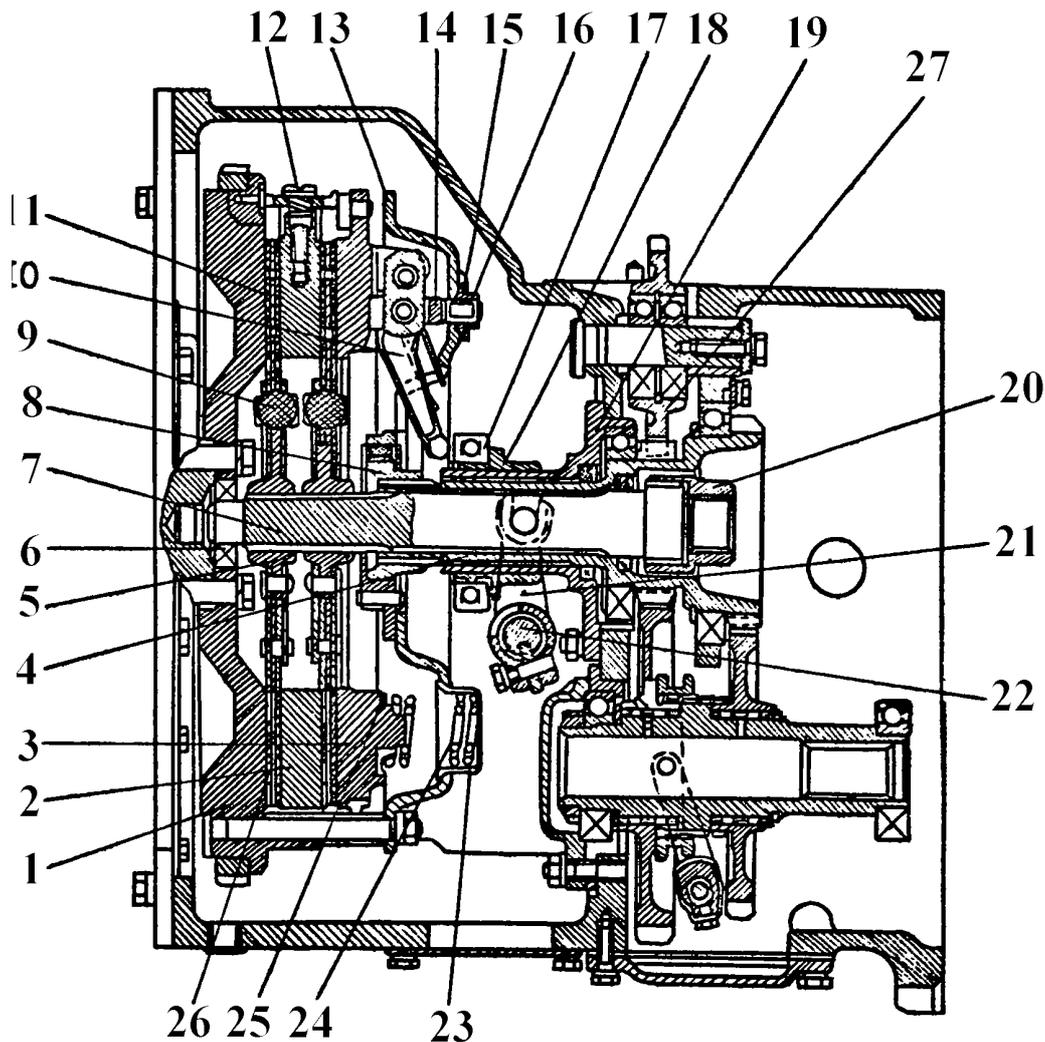


Рис. 46. Сцепление: 1 - маховик; 2 - диск средний; 3 - диск нажимной; 4 - вал ведущий; 5 - ступица; 6 - подшипник; 7 - вал силовой; 8 - ступица; 9 - гаситель крутильных колебаний; 10 - рычаг отжимной; 11 - накладка фрикционная; 12 - рычажный механизм; 13 - опорный диск; 14 - вилка; 15 - шайба; 16 - гайка регулировочная; 17 - подшипник выжимной; 18 - отводка; 19 - кронштейн; 20 - втулка соединительная; 21 - вилка; 22 - валик управления; 23 - стакан; 24 - пружины; 25 - прокладка теплоизолирующая; 26 - диск ведомый; 27 - шестерня промежуточная

При нажатии на педаль сцепления отводка 18, перемещаясь по кронштейну, через выжимной подшипник 17 нажимает на отжимные рычаги 10. Отжимные рычаги, упираясь регулировочными винтами 16 в опорные штифты, поворачиваются и отводят нажимной диск от ведомого - сцепление выключается. При опускании педали нажимной диск возвращается в исходное положение под воздействием пружин 24 - сцепление включается.

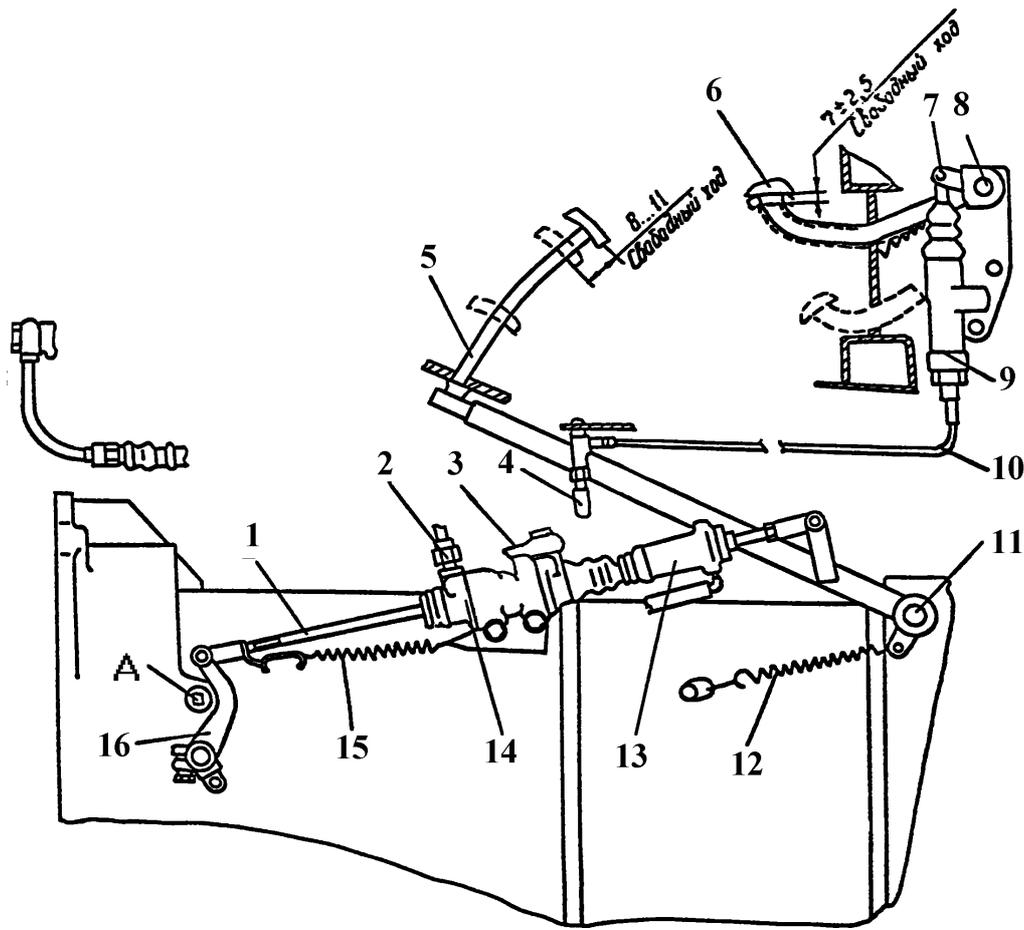


Рис. 47. Управление сцеплением: 1 – тяга; 2 – отводящий трубопровод; 3 – подводящий трубопровод; 4, 10 – трубопроводы; 5, 6 – педали; 7 – эксцентриковый палец; 8, 11 – оси; 9 – главный цилиндр; 12, 15 – пружины; 13 – цилиндр-тяга; 14 – гидроусилитель; 16 – рычаг; А – пробка

Основной привод управления сцеплением состоит из напольной педали 5 (рис. 47), цилиндра-тяги 13, гидроусилителя 14, тяги 1 и рычага 16, подводящего 3 и отводящего 2 трубопроводов, соединенных с гидросистемой машины. Педаль 5 монтируется на оси 11 педалей тормозов, слева по ходу машины. Гидроусилитель 14 предназначен для уменьшения усилия на педали при включении муфты сцепления и обеспечивает перемещение рычага 16 пропорционально перемещению педали. При этом используется поток РЖ от насоса НА2, установленного на двигателе (рис. 57), который, пройдя через гидроусилитель сцепления УС и клапан блокировки дифференциалов КБ, сливается в бак.

Для управления сцеплением на реверсе применен гидростатический привод, который состоит из подвесной педали 6 (см. рис. 47) с оттяжной пружиной, главного цилиндра 9, трубопровода 10 и рабочего цилиндра-тяги 13.

При перемещении педали 6 рабочая жидкость из полости главного

цилиндра 9 через трубопровод 10 поступает в полость рабочего цилиндра-тяги 13, перемещая его поршень. Поршень через шток воздействует на толкатель гидроусилителя, обеспечивая включение сцепления. При этом корпус рабочего цилиндра-тяги 13 и педаль 5 остаются неподвижными.

Привод

Привод (рис. 48) предназначен для передачи крутящего момента от КПП к приводу заднего моста.

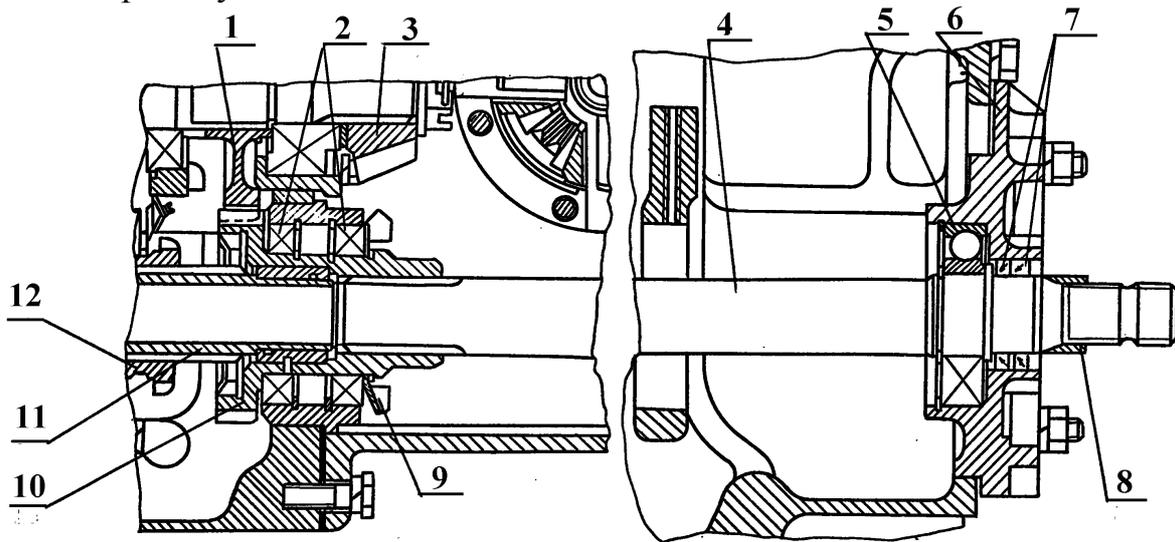


Рис. 48. Привод от КПП к приводу заднего моста: 1 – ведомая шестерня II ступени редуктора; 2, 5 – подшипники; 3 – ведущая шестерня главной передачи; 4 – вал; 6 – крышка; 7 – манжеты; 8 – втулка; 9 – крыльчатка; 10 – ведущая шестерня II ступени редуктора и привода заднего моста; 11 – промежуточный вал; 12 – ведущая шестерня I ступени редуктора

Привод монтируется в корпусе переднего моста и состоит из ведущей шестерни II ступени редуктора КПП и привода заднего моста 10 (рис. 48) и вала 4. На шлицевой конец вала 4 устанавливается фланец карданного вала привода заднего моста.

Шестерня 10 находится в постоянном зацеплении с ведомой шестерней II ступени редуктора КПП 1. При включении I ступени редуктора КПП (передачи 1, 3, 4, 5, и 1зх) крутящий момент от двигателя через первичный, промежуточный и вторичный валы КПП, шестерню 3 передается к ведомой шестерне главной передачи переднего моста и, одновременно через шестерни 1, 10 и вал 4, к приводу заднего моста.

При включении II ступени редуктора КПП (передачи 2, 6, 7, 8, 9 и 2зх) шестерня 12, перемещаясь по шлицам промежуточного вала КПП 11, входит в зацепление с внутренним венцом шестерни 10. При этом крутящий момент от двигателя через первичный и промежуточный 11

валы КПП, шестерню 12 передается к шестерне 10, а от нее к валу 4 и приводу заднего моста и через шестерню 1 к вторичному валу КПП и главной передаче переднего моста.

Привод заднего моста

Привод заднего моста предназначен для передачи крутящего момента от вала 4 (см. рис. 48) к заднему мосту.

Привод заднего моста (рис. 49) состоит из двух карданных валов 2 и 7, двойного шарнира 4, фланцев 1 и 6 и редуктора 3.

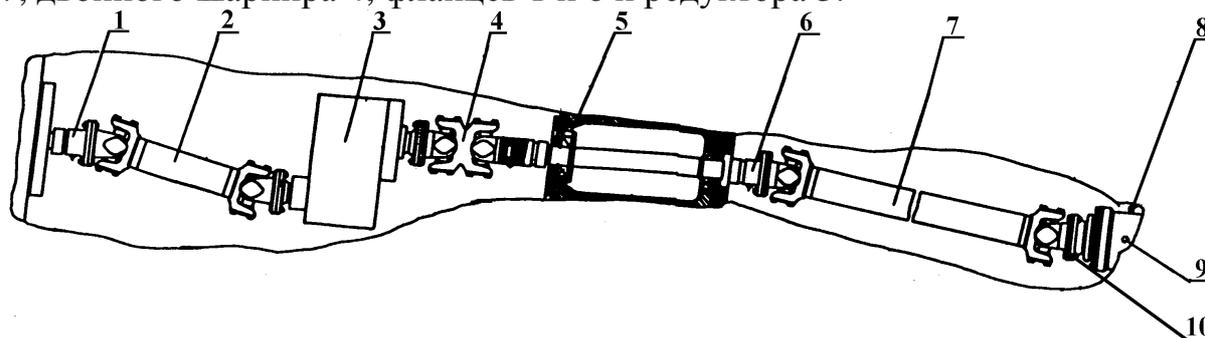


Рис. 49. Привод заднего моста: 1, 6 – фланцы; 2, 7 – карданные валы; 3 – редуктор передней опоры; 4 – двойной шарнир; 5 – шарнир; 8 – сапун; 9 – контрольная пробка; 10 – фланец ведущей вал-шестерни

Карданные валы и двойной шарнир имеют одинаковую конструкцию и типоразмер карданных шарниров.

Редуктор

Редуктор предназначен для включения заднего моста машины и согласования частоты вращения задних и передних колес. Устройство редуктора показано на рисунке 50. Редуктор установлен на передней полураме машины перед вертикальным шарниром. Привод редуктора осуществляется через карданный вал 2 (см. рис. 49), соединяющий вал 4 (см. рис. 48) привода с фланцем 1 (см. рис. 50) редуктора.

Для включения заднего моста редуктор оснащен пневмокамерой 4, шток которой связан с помощью вилки со ступицей шестерни 6.

Управление включением заднего моста осуществляется из кабины выключателем, который имеет два положения: "задний мост включен" и "задний мост выключен". При переводе выключателя в положение "задний мост включен" в пневмокамеру 4 (см. рис. 50) подается сжатый воздух, ее шток перемещает шестерню 6 по шлицам вала 3, шестерня 6 входит в зацепление с шестерней 2, и задний мост включается. Одновременно шток пневмокамеры включает выключатель 5, который связан с лампочкой на переднем щитке приборов. Загорание лампочки свидетельствует о включении заднего моста.

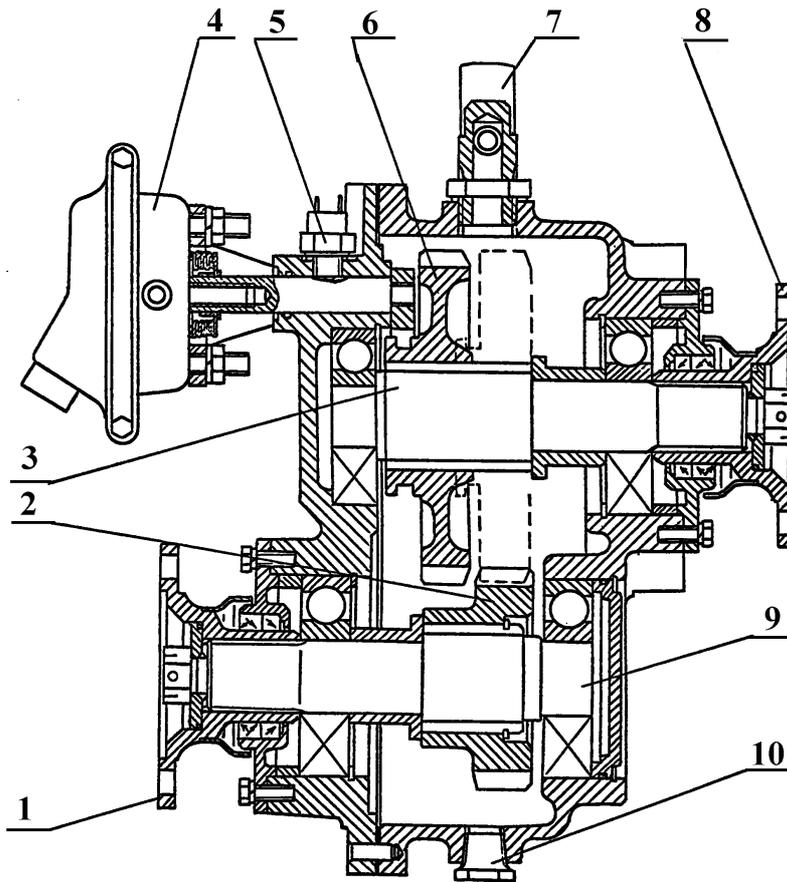


Рис. 50. Редуктор: 1, 8 – фланцы; 2, 6 – шестерни; 3, 9 – валы; 4 – пневмокамера; 5 – выключатель; 7 – заправочная горловина; 10 – сливная пробка; 11 – контрольная пробка

При переводе выключателя в положение "задний мост выключен" сжатый воздух из пневмокамеры выходит в атмосферу, пружина пневмокамеры, разжимаясь, перемещает шток, который выводит шестерню 6 (см. рис. 50) из зацепления с шестерней 2. Задний мост выключается. При этом шток выключателя 5 входит в углубление на штоке пневмокамеры, контакты выключателя 5 разъединяются, и лампочка на щитке приборов гаснет. При неработающем двигателе и отсутствии давления в пневмосистеме задний мост находится в выключенном состоянии.

Внутренняя полость редуктора заполняется маслом через заправочную горловину 7 (см. рис. 50), выведенную на правую сторону рамы машины, до уровня контрольной пробки 11.

Задний мост

Задний ведущий мост машины по устройству имеет незначительные отличия от переднего, которые заключаются в отсутствии привода (см. рис. 48). Кроме того, введена индивидуальная смазка наружного подшипника ведущей вал-шестерни главной передачи путем заправки

масла в корпус подшипников через сапун 8 (см. рис. 49). Вращение на задние колеса передается через конечные передачи, аналогичные конечным передачам переднего моста. Задний мост жестко соединен с задней полурамой.

Конечная передача переднего моста предназначена для увеличения дорожного просвета под передним модулем машины (рис. 51).

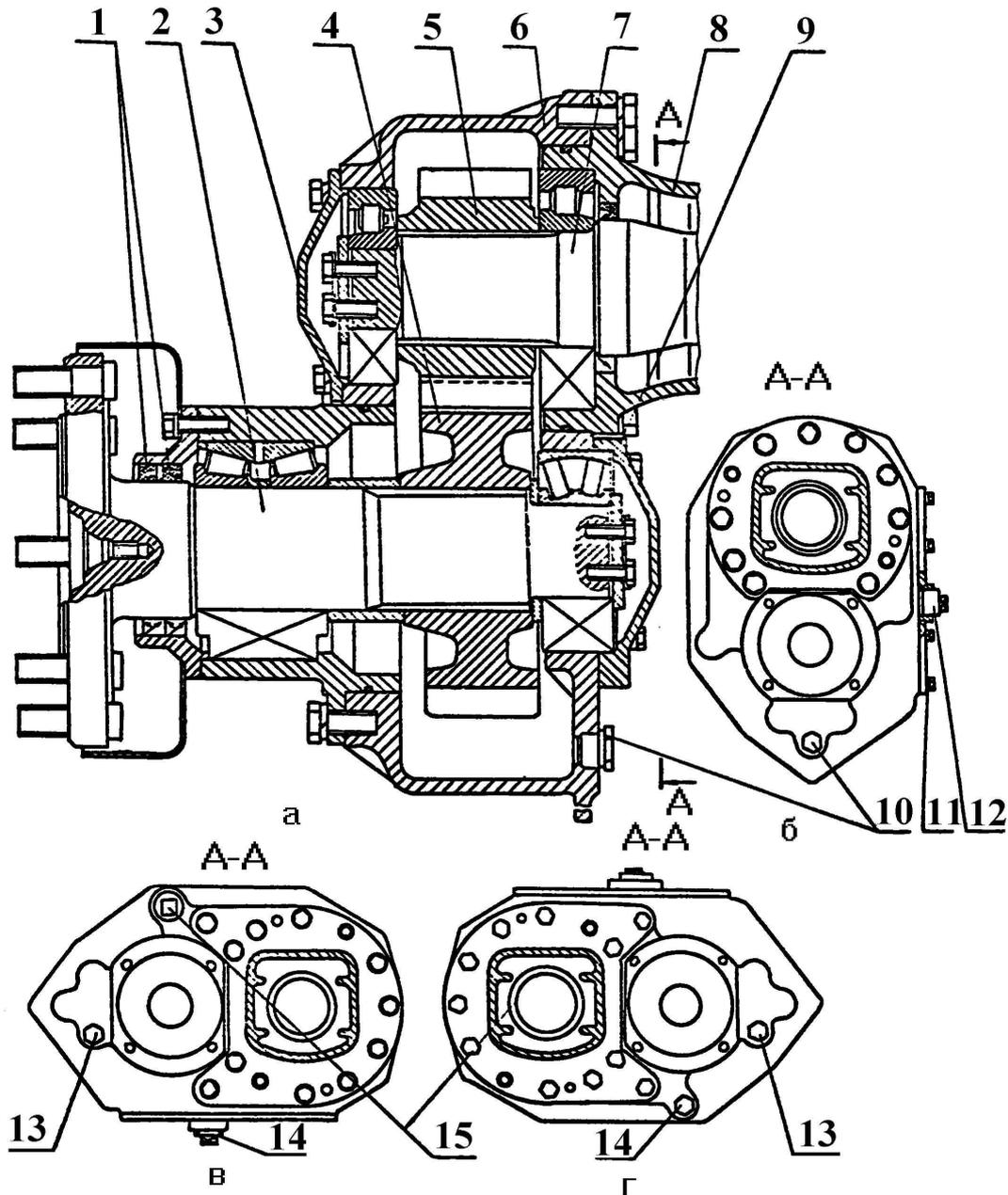


Рис. 51. Конечная передача: 1 - манжеты; 2 - полуось; 3, 9, 11 - крышки; 4, 5 - шестерни; 6 - корпус; 7 - вал; 8 - рукав; 10, 14 - пробки сливные; 12, 15 - пробки маслозаливных отверстий; 13 - пробка контрольного отверстия; а - редуктор (поперечный разрез); б - вид на редуктор переднего моста; в - вид на левый редуктор заднего моста; г - вид на

правый редуктор заднего моста

Конечные передачи крепятся болтами к корпусу переднего моста.

Конечная передача состоит из рукава 8 (рис. 51), в котором размещен вал 7 конечной передачи, и собственно редуктора с прямозубыми цилиндрическими шестернями 4 и 5, корпус которого крепится к фланцу рукава болтами. Корпус 6 и рукав 8 отлиты из стали.

Вал 7 вращается на трех подшипниках. Один шлицевой конец вала вставлен в ступицу ведомой шестерни редуктора переднего моста, а другой соединен с ведущей шестерней 5 редуктора. Вращение от него через ведомую шестерню 4 передается шлицевой полуоси 2, к фланцу которой крепится колесо.

Передаточное число редуктора конечной передачи равно 1,467.

Конечная передача имеет отдельную масляную емкость. Валы редуктора уплотняются манжетами.

Конечные передачи заднего моста отличаются от конечных передач переднего моста только тем, что редукторы конечных передач заднего моста повернуты на угол 90 градусов в продольной плоскости машины и введены другие заправочные, контрольные и сливные отверстия для соответственно заправки, контроля уровня и слива масла из корпуса редуктора конечной передачи (см. рис. 51).

Тормозная система

На машине МЛПТ-354 применяются дисковые тормоза с пневматическим приводом.

Компрессор пневмосистемы одноцилиндровый, одноступенчатый, поршневой с воздушным охлаждением, он служит для снабжения пневматического привода сжатым воздухом. Компрессор расположен с левой стороны двигателя на крышке распределения и приводится в действие через шестерню привода топливного насоса.

Регулятор давления

Регулятор давления (рис. 52) предназначен для автоматического регулирования в заданных пределах давления в пневматической системе, а также для автоматического удаления воды, масла и механических примесей из воздуха, подаваемого в систему, и предохранения пневмосистемы от чрезмерного повышения давления. Кроме того, в регулятор встроен клапан 28 для отбора воздуха из пневмосистемы для накачки шин. Регулятор установлен между влагомаслоотделителем и баллонами.

Регулятор давления состоит из фильтрующего и регулирующего механизмов. Сжатый воздух от компрессора подается через входное отверстие В. При этом вода, масло и твердые частицы оседают на стенки

корпуса 14 и, по мере накопления, опадают на поверхность разгрузочного клапана 3.

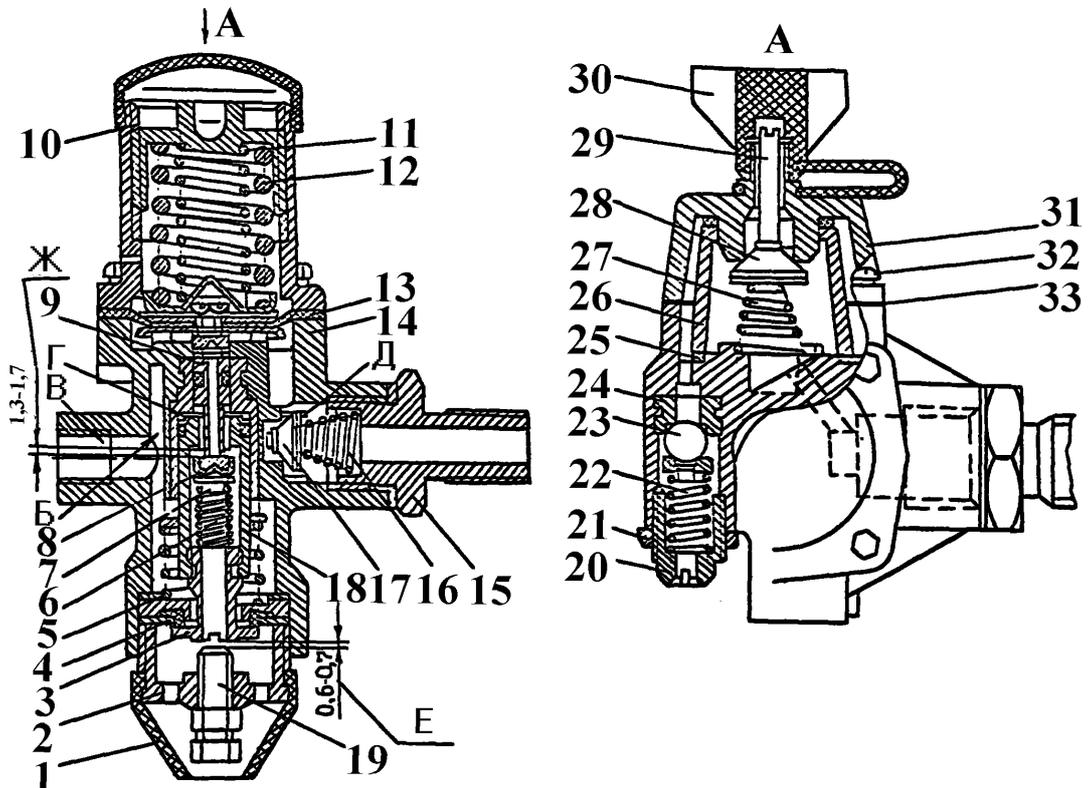


Рис. 52. Регулятор давления: 1 - насадка; 2 - крышка; 3 - разгрузочный клапан; 4 - втулка; 5, 6, 11, 12, 16, 22, 27 - пружины; 7 - направляющая клапана; 8 - атмосферный клапан; 9 - поршень; 10, 31 - крышки; 13 - диафрагма; 14 - корпус; 15 - штуцер; 17 - обратный клапан; 18 - поршень; 19 - болт; 20, 32 - винты; 21 - гайка; 23 - шарик; 24 - седло; 25 - прокладка; 26 - фильтр; 28 - клапан отбора воздуха; 29 - стержень; 30 - гайка-барашек; 33 - прокладка

Регулятор давления состоит из фильтрующего и регулирующего механизмов. Сжатый воздух от компрессора подается через входное отверстие В. При этом вода, масло и твердые частицы оседают на стенки корпуса 14 и, по мере накопления, опадают на поверхность разгрузочного клапана 3. Далее воздушный поток, проходя по внутренним каналам корпуса 14 и через металлокерамический фильтр 26, открывает обратный клапан 17 и через отводящий штуцер 15 поступает в ресивер. Одновременно воздух через отверстие поступает под диафрагму 13, которая вместе с поршнем 9 регулятора при повышении давления в ресивере поднимается вверх, сжимая пружины 11 и 12.

Атмосферный клапан 8 и направляющая клапана 7 под действием пружины 6 перемещаются вслед за поршнем 9. Зазор от 1,3 до 1,7 мм

между атмосферным клапаном 8 и седлом поршня 18 начинает уменьшаться, и при достижении давления воздуха в ресивере от 0,77 до 0,80 МПа атмосферный клапан 8 плотно прижимается к седлу поршня 18. Связь полости Г с атмосферой прекращается. Давление пружины 6 на нижний торец поршня 9 регулятора прекращается.

При дальнейшем движении диафрагмы 13 вместе с поршнем 9 вверх воздух под давлением от 0,77 до 0,80 МПа через радиальное и центральное отверстия в поршне заполняет полость Г. Поршень 18 с разгрузочным клапаном 3 под действием давления в полости Г начинает перемещаться вниз. Зазор от 0,6 до 0,8 мм уменьшается до 0. При этом разгрузочный клапан 3 отходит от втулки 4 и через образовавшийся зазор поток воздуха, поступающий от компрессора, устремляется вдоль стенки крышки 2 через отверстия в ней и насадке 1 и направляется в атмосферу. Происходит разгрузка компрессора.

Вместе с потоком воздуха выносятся частицы пыли, влаги и масла, осевшие на стенках корпуса 14, фильтрующего элемента 26 и торца разгрузочного клапана 3.

Обратный клапан 17 под действием пружины 16 и давления воздуха в ресивере закрывается, и подача воздуха от компрессора из полости Б регулятора в ресивер прекращается.

При расходе сжатого воздуха давление в ресивере и в полости Д понижается, и при давлении от 0,70 до 0,65 МПа пружины 11 и 12 перемещают поршень 9 до соприкосновения шайбы диафрагмы 13 с корпусом 14. При этом образуется зазор между седлом поршня 18 и атмосферным клапаном 8 и полость Г соединяется с атмосферой.

Усилием пружины 5 торец разгрузочного клапана 3 прижимается к втулке 4, и выход воздуха из полости Б в атмосферу прекращается. Компрессор начинает нагнетать воздух в полость Б, и при давлении от 0,65 до 0,70 МПа обратный клапан 17 открывается и сжатый воздух от компрессора начинает поступать в ресивер.

При давлении в ресивере от 0,85 до 1,0 МПа, в случае неисправности регулятора, срабатывает предохранительный клапан и воздух, перемещая подпружиненный шарик 23, выходит из полости Б в атмосферу через зазор между седлом и шариком.

Давление включения компрессора на холостой ход регулируется крышкой 10, а давление включения компрессора на накачивание воздуха в ресиверы обеспечивается характеристиками пружин 11, 12 и зазором между торцом разгрузочного клапана 3 и болтом 19.

Давление срабатывания предохранительного клапана регулируется

винтом 20, который стопорится контргайкой 21. Клапан 28 отбора воздуха для накачки шин закрывается гайкой-барашком 30.

Тормозной кран

Тормозной кран (рис. 53) предназначен для управления исполнительными механизмами основных тормозов машины. В машине установлены два одинаковых тормозных крана на полу кабины. Один кран предназначен для управления тормозами в положении реверса, а второй - в нормальном транспортном положении.

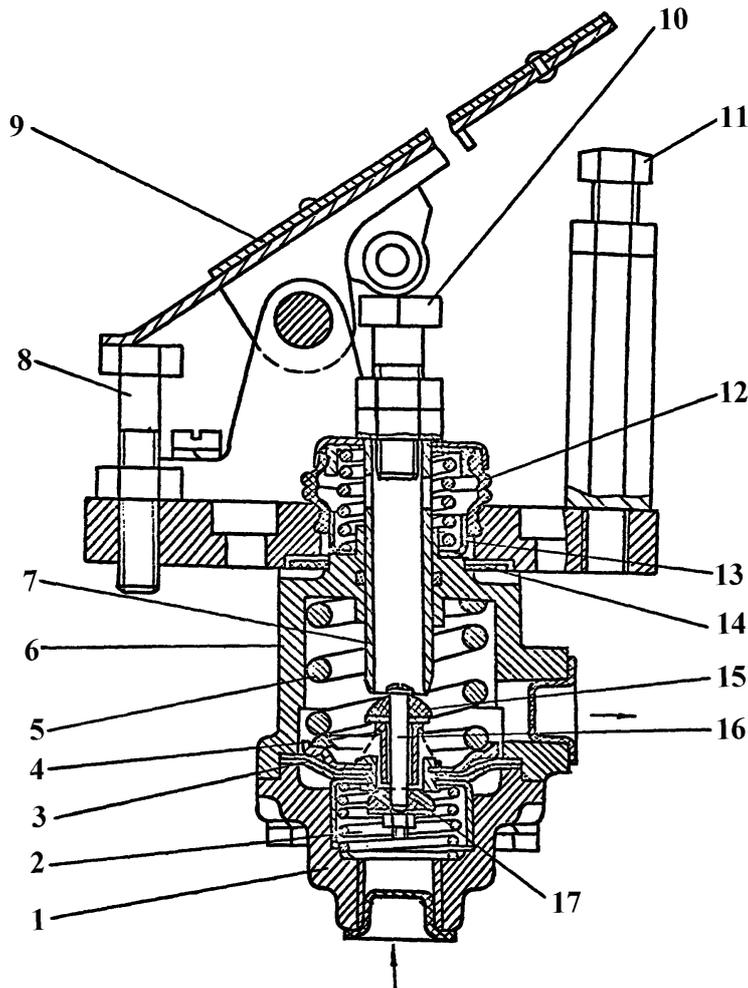


Рис. 53. Тормозной кран: 1 – крышка; 2, 4, 5 – пружины; 3 – диафрагма; 7, 16 – штоки; 8, 10, 11 – регулировочные болты; 9 – педаль; 12 – чехол; 13 – стакан; 14 – клапан; 15 – атмосферный клапан;

17 – воздушный клапан

При нажатии на педаль 9 крана шток 7 через клапан 15 и шток 16 открывает клапан 17 и сжатый воздух, подводимый из баллона, проходит между клапаном 17 и седлом диафрагмы в отводящий трубопровод и попадает в двухмагистральный клапан и далее в тормозные камеры.

При отпускании педали шток 7 под действием пружины поднимается вверх, а клапан 17 закрывается. Воздух из тормозных камер проходит в зазор между штоком 7 и клапаном 15 во внутреннюю полость штока и далее через отверстия в штоке 7 и стакане 13 выходит в атмосферу через клапан 14. Давление в тормозных камерах снижается до атмосферного.

Регулировочные болты 8 и 11 ограничивают ход педали, а с помощью болта 10 регулируется давление на выходе из крана.

Тормозная камера

Тормозная камера (рис. 54) предназначена для приведения в действие тормозных механизмов передних колес машины. Диафрагма 7 зажата между корпусом 4 и крышкой 8 стяжным хомутом 6, состоящим из двух полуколец. Поддиафрагменная полость связана с атмосферой через дренажные отверстия, выполненные в корпусе 4 камеры.

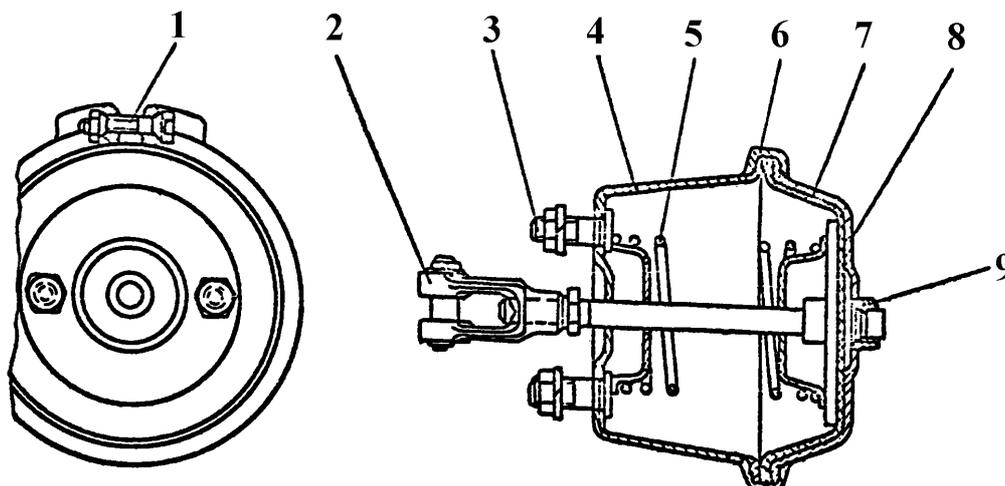


Рис. 54. Камера тормозная: 1 – стяжной болт; 2 – вилка; 3 – болт; 4 – корпус; 5 – пружина; 6 – хомут; 7 – диафрагма; 8 – крышка; 9 – штуцер

При подаче сжатого воздуха в полость над резиновой диафрагмой 7 она перемещается и воздействует на шток с вилкой 2. При растормаживании шток, а вместе с ним и диафрагма под действием возвратной пружины возвращаются в исходное положение.

Тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором (рис. 55) предназначена для приведения в действие тормозных механизмов задних колес при включении рабочего и стояночного тормозов.

При торможении рабочим тормозом сжатый воздух подается в полость Б над диафрагмой тормозной камеры. Диафрагма воздействует на шток 8 тормозной камеры, который выдвигается и приводит в действие тормозной механизм колеса. При выпуске воздуха шток и диафрагма

возвращаются в исходное положение.

При включении стояночного тормоза сжатый воздух выпускается из полости А. Поршень 11 под действием силовой пружины 3 движется вниз и перемещает толкатель 10, который воздействует на диафрагму и шток 8 тормозной камеры, и сортиментовоз затормаживается.

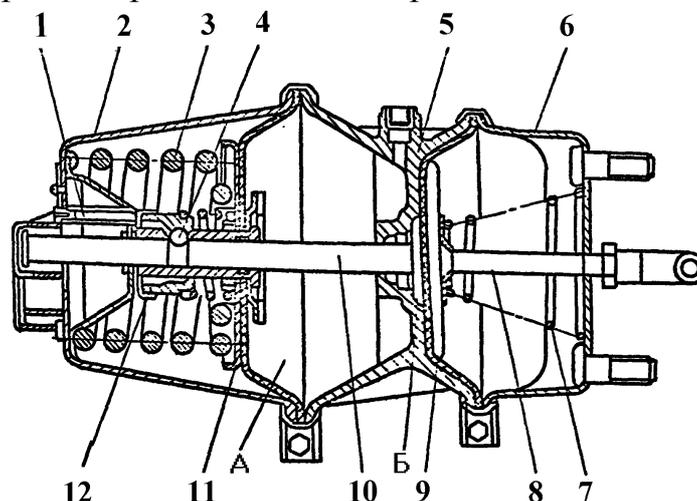


Рис. 55. Тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором: 1 – направляющая; 2 – цилиндр энергоаккумулятора; 3 – силовая пружина; 4 – шарик; 5 – фланец; 6 – корпус тормозной камеры; 7 – возвратная пружина; 8 – шток; 9 – подпятник; 10 – толкатель; 11 – поршень; 12 – втулка скользящая; А, Б – полости

При выключении стояночного тормоза воздух подается в цилиндр энергоаккумулятора под поршень 11, который поднимаясь сжимает силовую пружину. При этом поднимается толкатель и освобождает диафрагму и шток тормозной камеры, которые находятся под действием возвратной пружины.

Колеса и шины

На обоих мостах машины МЛ-126 установлены односкатные дисковые колеса с шинами низкого давления для сельскохозяйственных машин (рис. 56)

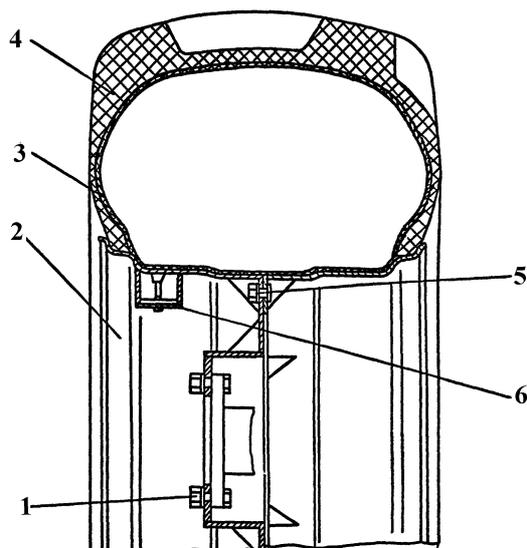


Рис. 56. Установка колеса: 1, 5 – гайки; 2 – обод; 3 – камера; 4 – покрышка; 6 – крышка

Колесо в сборе состоит из покрышки размером 30,5L-32, камеры 3 размером 30,5L-32 и разборного обода 2.

Крепление колеса осуществляется гайками 1. Для защиты вентиля камеры к диску 2 приварено цилиндрическое ограждение. Доступ к вентилю обеспечивается после отвинчивания крышки 6.

Покрышка имеет протектор с профилем повышенной проходимости.

Гидропривод

Общая принципиальная гидравлическая схема машины МЛПТ-354 (рис. 57) состоит из нескольких отдельных подсистем: управления шасси (поворот, блокировка шарнира сочленения полурам, блокировка дифференциалов мостов) и управления гидроманипулятором (колонной, стрелой, рукоятью, удлинителем, ротатором, клещевым захватом).

Спецификация узлов гидросистемы и их краткая характеристика приведены в табл. 8.

Таблица 8. Спецификация узлов гидросистемы

Обозначение	Наименование	Количество
1	2	3
Ф1	Фильтр напорный	2
Ф2	Фильтр сливной	2
P1...P5	Распределители	5
Н3	Насос 3102.56-04	1
Н2	Насос НШ 10	1
Н1	Насос НШ 32	2
НД	Насос-дозатор	1

МП	Место подсоединения	1
КПУ	Клапан противоударный	2
КП1...КП3	Клапан предохранительный	3
КР2, КР1	Клапан разгрузки	3
КПР1, КПР2	Клапан предохранительный	2
КО1	Клапан обратный	2
КЗ	Кран заправочный	1
КА	Клапан аварийный	3
ДР3	Дроссель в контуре управления стрелой	1
ДР2	Дроссель в контуре управления рукоятью	1
ДР1	Дроссель в контуре управления колонной	2

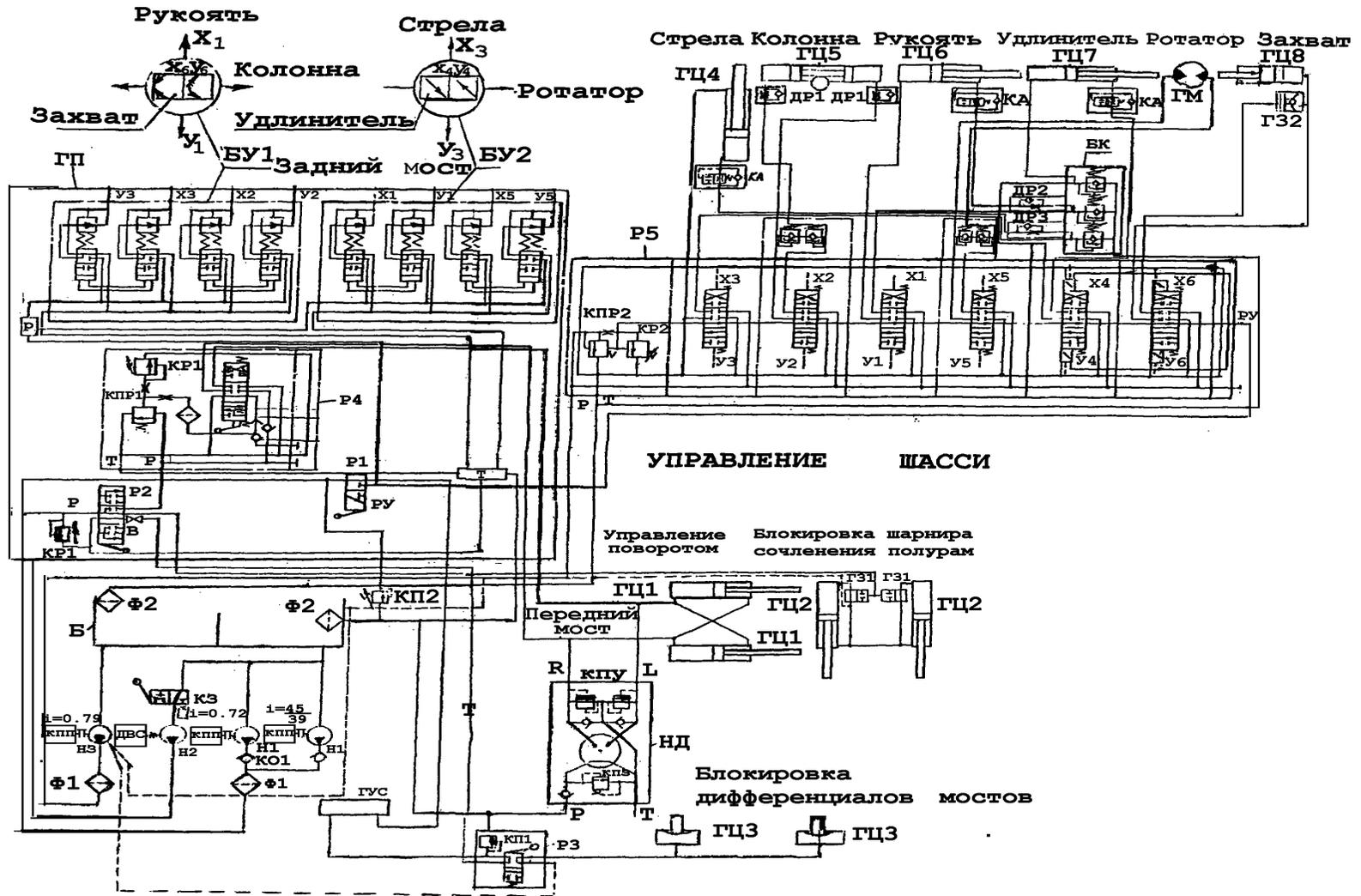


Рис. 57. Общая принципиальная гидравлическая схема машины

Окончание табл. 8

1	2	3
ГП	Гидропанель	1
ГЦ8	Гидроцилиндр клещевого захвата	1
ГЦ7	Гидроцилиндр удлинителя	1
ГЦ6	Гидроцилиндр рукояти	1
ГЦ5	Гидроцилиндр поворота колонны	2
ГЦ4	Гидроцилиндр стрелы	1
ГЦ3	Гидроцилиндр блокировки дифференциала	2
ГЦ2	Гидроцилиндр блокировки шарнира	2
ГЦ1	Гидроцилиндр поворота шасси	2
ГУС	Гидроусилитель сцепления	1
ГМ	Гидромотор ротатора	1
ГЗ1, ГЗ2	Гидрозамок	3
В	Вентиль	1
БУ2	Блок управления правый	1
БУ1	Блок управления левый	1
БК	Блок клапанов	1
Б	Бак	1

Привод насоса

Для питания всех контуров управления гидропривода служит нерегулируемый аксиально-поршневой насос 310.3.56.03, который работает постоянно при работающем двигателе. Он установлен сверху на корпусе сцепления, и привод его осуществляется от двигателя через ведущий вал 4 (см. рис. 46), промежуточную шестерню 27 и редуктор привода насоса, изображенный на рис. 59.

Редуктор привода состоит из корпуса 1, вала 4, шестерни 3 и механизма включения.

Корпус привода насоса установлен на корпусе сцепления через пластину 22. Вал 4 установлен в корпусе на подшипниках 2 и 6. На наружных шлицах вала установлена шестерня 3, входящая в зацепление с промежуточной шестерней 27 (см. рис. 46). Во внутренние шлицы вала 4 (см. рис. 59) входит вал насоса. Насос крепится к корпусу привода гайками 9 через приставку 7.

Механизм включения предназначен для отключения насоса от двигателя при низких температурах для облегчения пуска двигателя.

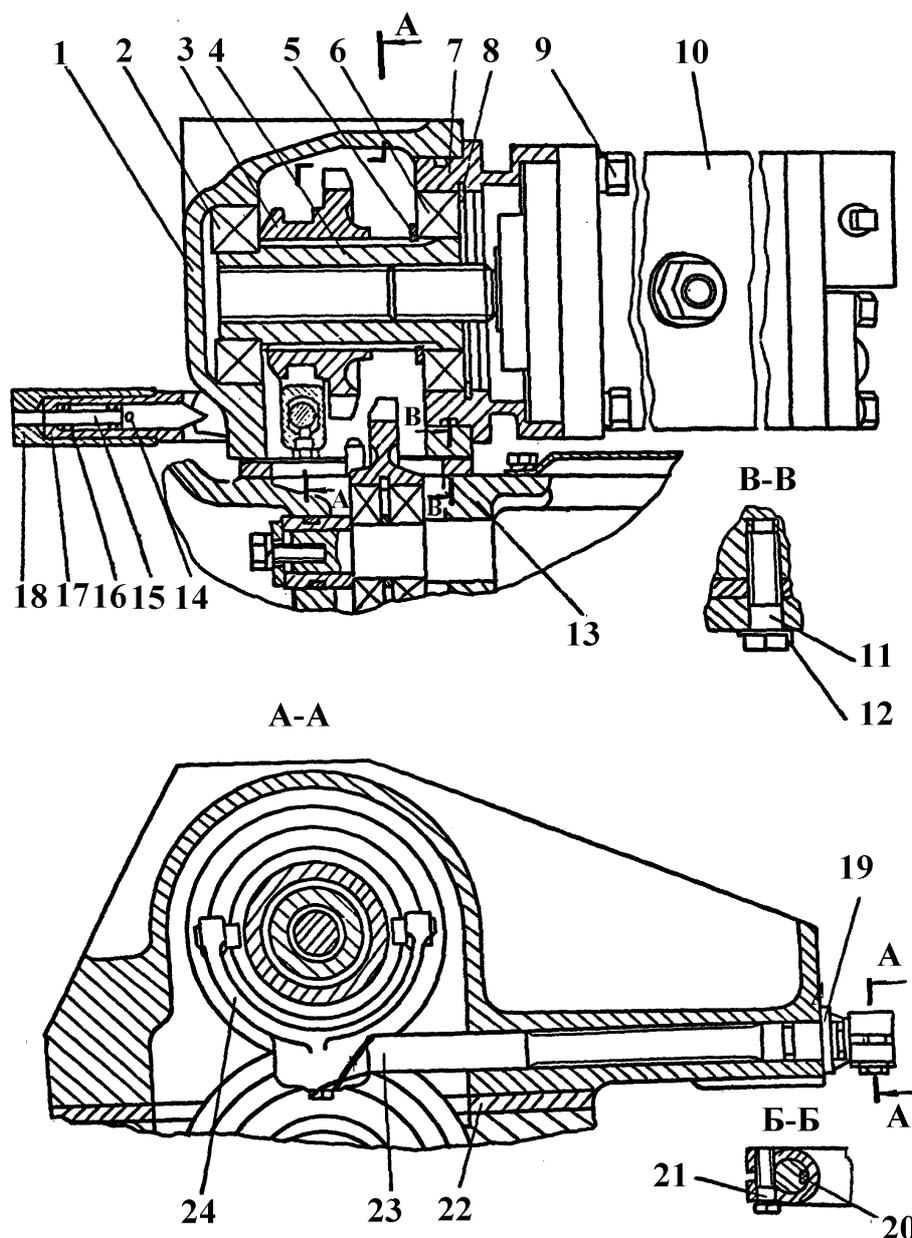


Рис. 59. Привод насоса гидросистемы машины: 1 – корпус; 2, 6 – подшипники; 3 – шестерня; 4, 23 – валы; 5, 8 – стопорные кольца; 7 – приставка; 9 – гайка; 10 – гидронасос; 11, 21 – болты; 12 – отгибная шайба; 13 – корпус сцепления; 14 – штифт; 15 – фиксатор; 16 – пружина; 17 – рукоятка; 18 – стакан; 19 – пластина; 20 – шпонка; 22 – пластина; 24 – вилка

Механизм включения состоит из вилки 24, вала 23, рукоятки 17, стакана 18, пружины 16. Штифт 14 соединяет фиксатор 15 с рукояткой 17, в которой имеется продольный паз. Фиксатор ввернут в стакан, а своим острием входит в паз стопорной пластины.

Рукоятка 17 включения привода насоса расположена справа снаружи кабины под воздухоочистителем двигателя.

Для отключения насоса необходимо , потянув за стакан 18,

установить фиксатор 15 в нижний паз стопорной пластины. При установке фиксатора в верхний паз привод насоса включен. При выключении привода насоса вилка 24, посаженная на валу 23, выведет шестерню 3 из зацепления с промежуточной шестерней 27 (см. рис. 46).

Одной из составных частей гидроманипулятора является ротатор, предназначенный для поворота грейферного захвата (рис. 60).

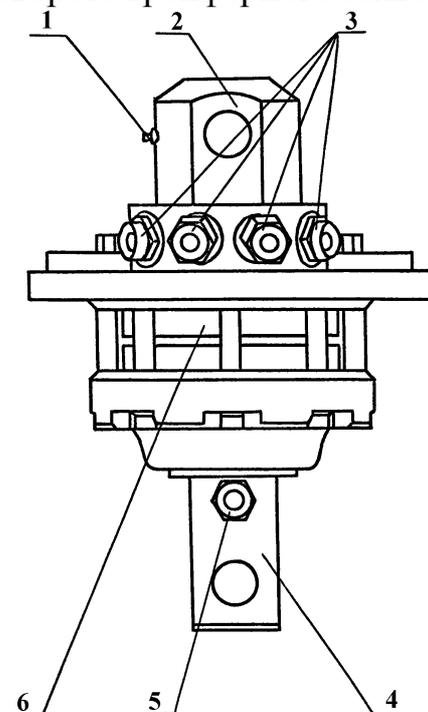


Рис. 60. Ротатор: 1 – масленка; 2 – серьга; 3, 5 – штуцеры; 4 – вал; 6 – гидромотор

6.6. Лесная погрузочно-разгрузочная машина МЛПР-394

Погрузочно-разгрузочная машина МЛПР-394 (рис. 61) предназначена для сортировки, погрузки, выгрузки хлыстов и сортиментов. Она выполнена на базе шасси погрузочно-транспортной машины МЛПТ-354.

Технологический модуль состоит из задней полурамы 3 с установленной на ней опорой манипулятора.

На задней полураме смонтированы гидроцилиндры блокировки горизонтального шарнира для исключения относительного перемещения полурам вокруг горизонтальной оси при выполнении погрузочно-разгрузочных работ.

Оба моста машины ведущие и имеют принудительную блокировку межколесных дифференциалов. Задний мост имеет принудительное включение с места водителя.

Ходовая система состоит из четырех колес на шинах низкого давления (рис. 56).

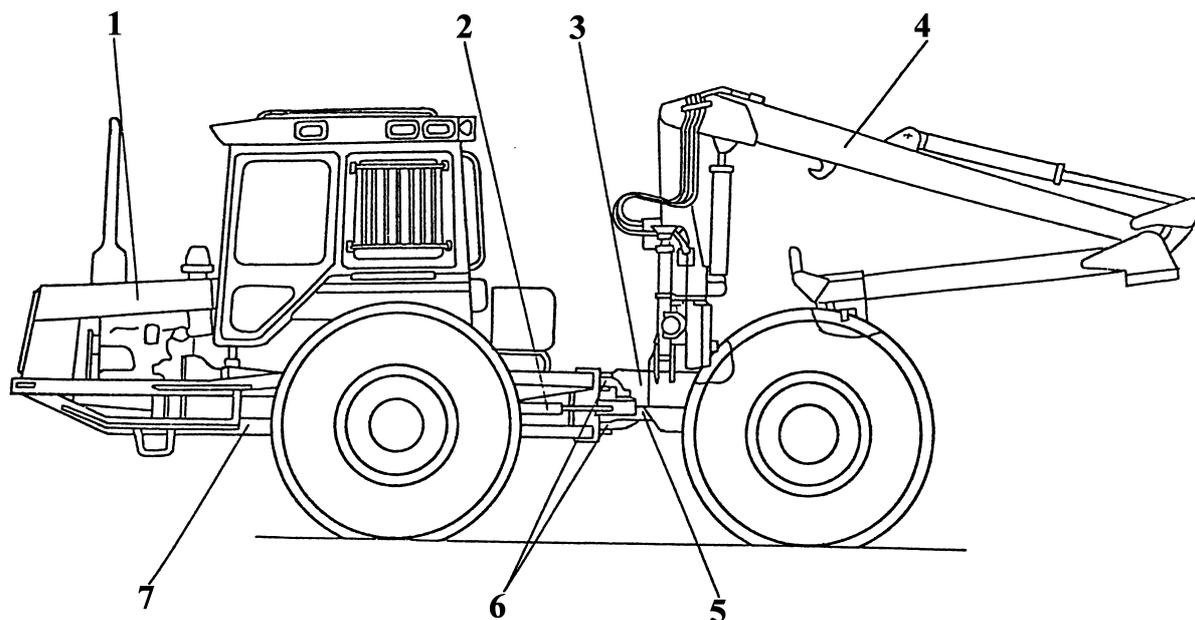


Рис. 61. Лесная погрузочно-разгрузочная машина МЛПР-394: 1 – энергетический модуль; 2 – гидроцилиндры; 3 – задняя полурама; 4 – гидроманипулятор; 5 – горизонтальный шарнир; 6 – вертикальный шарнир; 7 – передняя полурама

Таблица 9. Техническая характеристика лесной погрузочно-разгрузочной машины МЛПР-394

Наименование параметров	Значения параметров, характеристики
1	2
Модель двигателя	Д-245
Мощность, кВт (л.с.)	77 (105)
Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	2200
Емкость топливных баков, л	130
Муфта сцепления	сухая, однодисковая
Коробка передач	механическая, 9-ступенчатая
Число передач (вперед/назад)	18/4
Скорость, км/ч:	
вперед	2,5-33,

назад

5,0-9,0

Окончание табл. 9

1	2
Наибольшая грузоподъемность платформы, кг	5000
Наибольший угол подъема и спуска, град:	
без груза	20
с грузом	12
Габаритные размеры в трансп. положении, мм:	
длина x ширина x высота	8550 x 2880 x 3500
Колея, мм	2110
Дорожный просвет, мм	600
Размеры колес	30,5L32
Максимальный вылет стрелы, м	9
Максимальная высота подъема стрелы, м	8,8
Грузоподъемное оборудование	гидроманипулятор с аутригерами Л 8.90Х
Грузоподъемность платформы, кг	8000

Система блокировки дифференциала состоит из муфты блокировки, крана блокировки, предохранительного клапана, маслопроводов и дистанционного управления блокировкой из кабины.

Муфта блокировки расположена в кожухе 8 (рис. 62), который через стакан подшипников и крышки стакана крепится с левой стороны к корпусу моста.

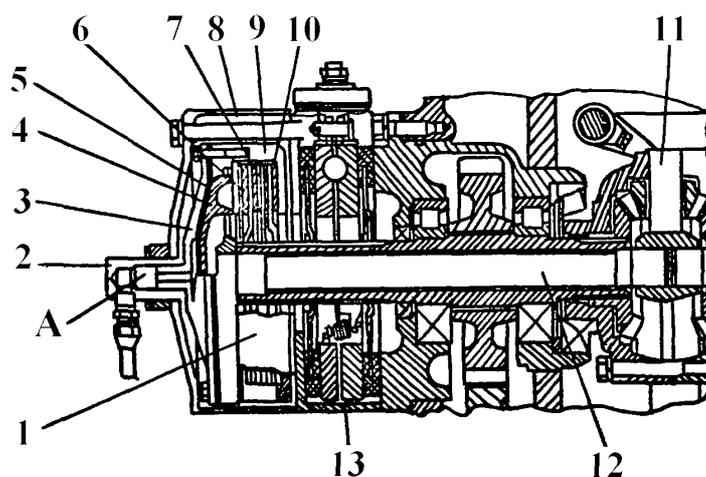


Рис. 62. Муфта блокировки дифференциала: 1 – муфта блокировки; 2 – переходник; 3 – крышка диафрагмы; 4 – нажимной диск; 5 – диафрагма; 6 – отжимной диск; 7 – промежуточный диск; 8 – кожух; 9

– корпус муфты; 10, 11 – диски тормозные; 12 – вал блокировочный;
13 – кожух левого тормоза

Система управления блокировкой дифференциалов обеспечивает одновременную принудительную блокировку дифференциалов обоих мостов. Принудительное блокирование дифференциалов используется только кратковременно для преодоления возникших дорожных препятствий.

На машине применяются дисковые тормоза с пневматическим приводом. Принципиальная схема пневматической системы показана на рис. 63.

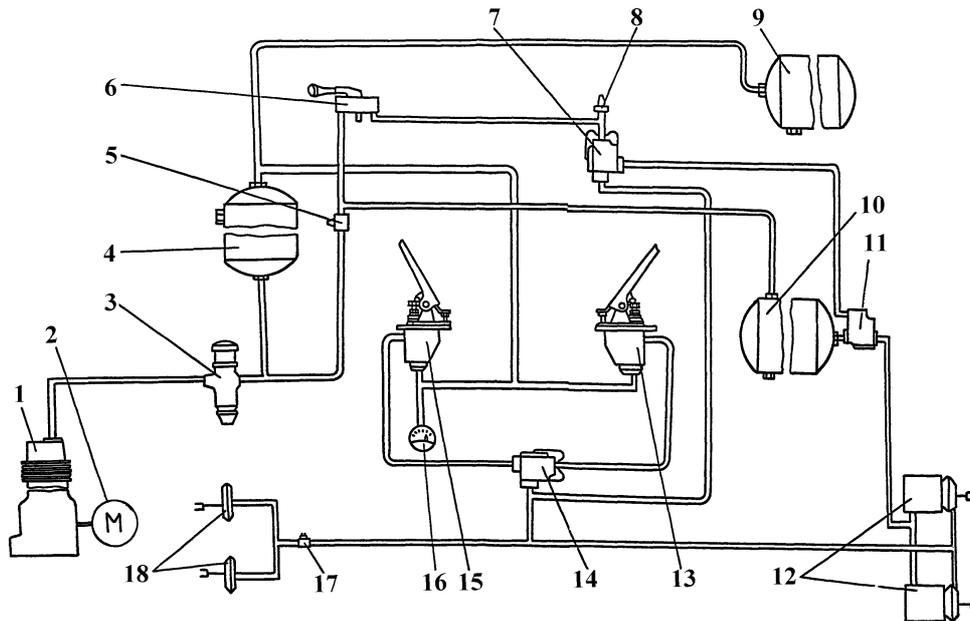


Рис. 63. Схема пневматического привода тормозов машин МЛПР-394, МЛПТ-354, МЛ-126: 1 – компрессор; 2 – двигатель; 3 – регулятор давления; 4, 9, 10 – баллоны; 5 – одинарный защитный клапан; 6 – кран тормозной обратной связи с ручным управлением; 7, 14 – двухмагистральные клапаны; 8 – датчик сигнализатора давления; 11 – ускорительный клапан; 12 – тормозная камера с пружинным аккумулятором; 13, 15 – тормозные краны; 16 – манометр; 17 – выключатель сигнала "Стоп"; 18 – тормозная камера

Нагнетаемый компрессором 1 воздух через регулятор давления 3 поступает в баллон 4, из которого подается к тормозным кранам основных тормозов. Одновременно воздух подводится через одинарный защитный клапан 5 к выводу крана управления стояночным тормозом 6 и к баллону 10. При нажатии на педаль одного из тормозных кранов 13 или 15 воздух через двухмагистральный клапан 14 поступает в тормозные камеры 12 и 18, и машина затормаживается. При отпуске педали сжатый воздух из

тормозных камер через тормозной кран 13 или 15 выходит в атмосферу, и происходит растормаживание.

Для затормаживания машины стояночным тормозом необходимо рукоятку тормозного крана 6 установить в заднее фиксированное положение, при этом воздух из управляющей магистрали ускорительного клапана 11 выходит в атмосферу. Одновременно через атмосферный выход ускорительного клапана выпускается воздух из цилиндров энергоаккумуляторов тормозных камер. Пружины энергоаккумулятора разжимаются и приводят в действие тормозной механизм заднего моста. Машина затормаживается. Для выключения стояночного тормоза рукоятка крана 6 устанавливается в переднее фиксированное положение, при этом воздух из баллона проходит через тормозной кран 6 и поступает в управляющую магистраль ускорительного клапана, который срабатывает и начинает перепускать сжатый воздух из баллона 10, минуя тормозной кран, в пружинные энергоаккумуляторы. При этом пружины сжимаются и происходит растормаживание.

Гидропривод машины предназначен для обеспечения выполнения следующих функций: управление поворотом на прямом и реверсивном режимах работы; управление принудительной блокировкой дифференциалов мостов; управление принудительной блокировкой шарнира сочленения полурам; обеспечение заправки масляного бака рабочей жидкостью; обеспечение работы гидроусилителя сцепления; обеспечение работы манипулятора.

Принципиальная схема гидропривода показана на рис. 64.

Установка распределителя изображена на рисунке 45. Обозначения выводов распределителей на рис. 65 соответствуют обозначениям их на рис. 64.

Для управления поворотом используется энергия рабочей жидкости, создаваемая насосом НА1 (см. рис. 64), установленным сверху на корпусе сцепления.

Насос НА1 работает постоянно при работающем двигателе. Привод насоса НА1 предусматривает возможность его отключения для облегчения пуска двигателя при низких температурах окружающей среды. Для отключения насоса необходимо установить фиксатор 15 (рис. 59) в нижний паз стопорной пластины. Включают насос при малой частоте вращения коленчатого вала двигателя. Рукоятка включения 17 расположена справа снаружи кабины под воздухоочистителем двигателя.

Рабочая жидкость (РЖ) от насоса НА1 (рис. 64) поступает через фильтр Ф2, двухпозиционный распределитель ГР3, рукоятка которого установлена в положение ДВИЖЕНИЕ, к трехсекционному распределителю ГР2. Если рукоятка управления правой секцией

распределителя установлена в положение РУЛЕВОЕ ПЕРЕДНЕЕ (от себя), РЖ поступает к рулевому агрегату АР, гидроцилиндрам поворота Ц1, и управление машиной осуществляется поворотом рулевого колеса. Полости гидроцилиндров Ц1 при отсутствии поворота рулевого колеса заперты поясками золотника. При повороте рулевого колеса, соединенного с валом рулевого агрегата, золотник последнего смещается, обеспечивая подачу РЖ в соответствующие полости гидроцилиндров Ц1.

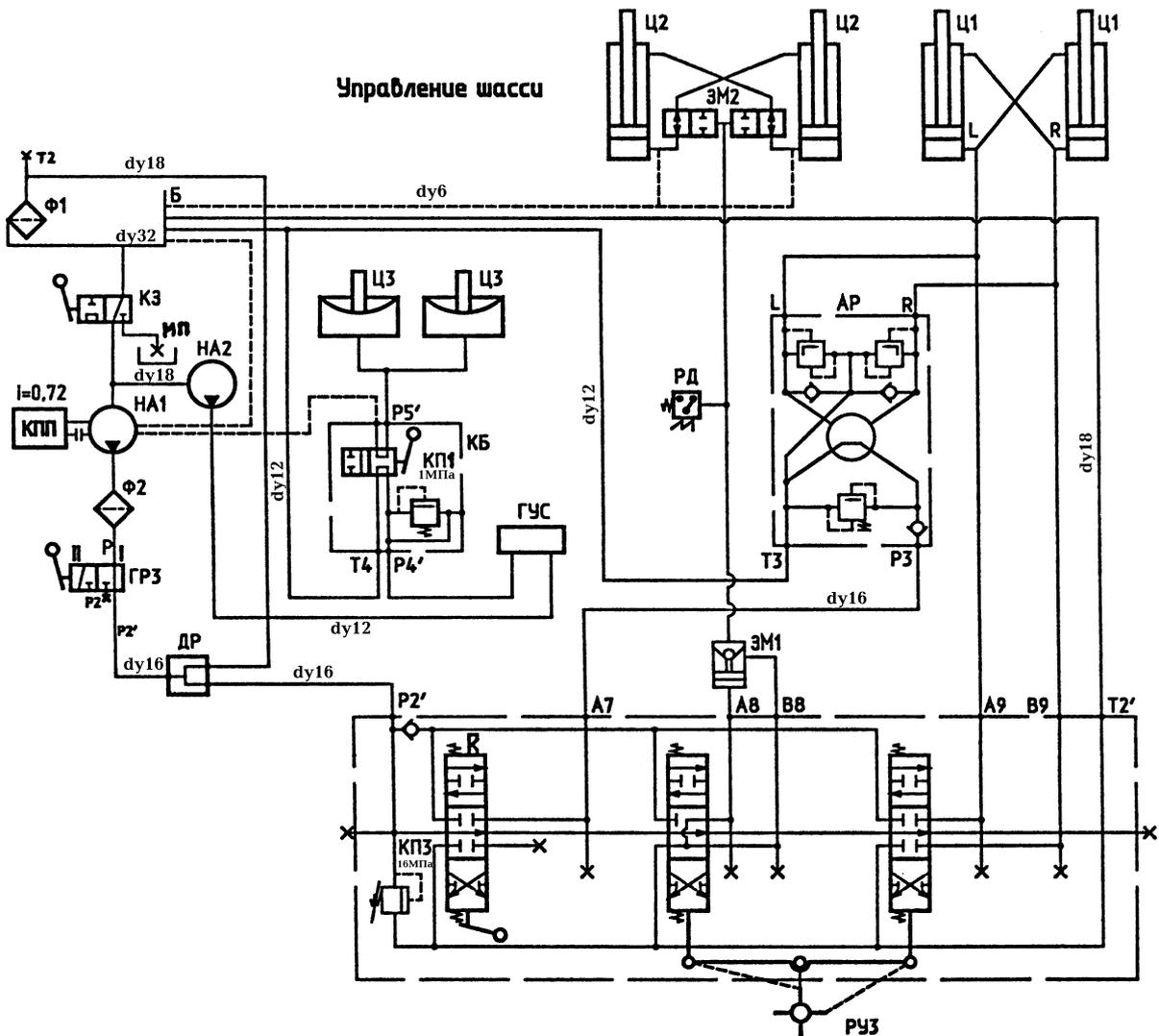


Рис. 64. Принципиальная гидравлическая схема машины МЛПП-394

Корпусы гидроцилиндров закреплены к передней полураме, а проушины штоков - к задней. При подаче РЖ в гидроцилиндры и перемещении штоков изменяется угол между передней и задней полурамами, и происходит поворот машины.

При движении в реверсивном режиме управление поворотом осуществляется рукояткой РУЗ распределителя ГР2 (рукояткой 9 на рис. 45) после установки в нейтральное положение золотника правой секции данного распределителя (рукоятка 11 на рис. 45).

При отклонении рукоятки РУЗ от нейтрального положения влево-вправо РЖ поступает из правой секции распределителя в левую, а из нее в соответствующие полости гидроцилиндров Ц1, минуя рулевой агрегат.

В рулевой агрегат встроен клапанный блок, в котором имеются противоударные и предохранительный клапаны. Предохранительный клапан ограничивает максимальное давление в нагнетательной магистрали. Противоударные клапаны совместно с обратными ограничивают давление в магистралях при ударной нагрузке.

Управление блокировкой дифференциалов

Гидравлический контур управления блокировкой дифференциалов обеспечивает одновременную принудительную блокировку дифференциалов переднего и заднего мостов. Для включения блокировки используется кран блокировки КБ, установленный под панелью переднего щитка приборов.

В нерабочем положении выводы И и З, К и Л крана соединяются попарно между собой через проточки золотника. При повороте рычагом 44 золотника крана 45 выводы И и З, К и Л разъединяются и соединяются выводы З и Л. При этом РЖ от насоса НА2 (см. рис. 64), установленного на двигателе, через гидроусилитель сцепления УС и кран КБ поступает к блокировочным муфтам дифференциалов ЦЗ и блокирует их. После возвращения золотника крана КБ в первоначальное положение напорные магистрали блокировочных муфт соединяются со сливной и происходит разблокирование дифференциалов мостов.

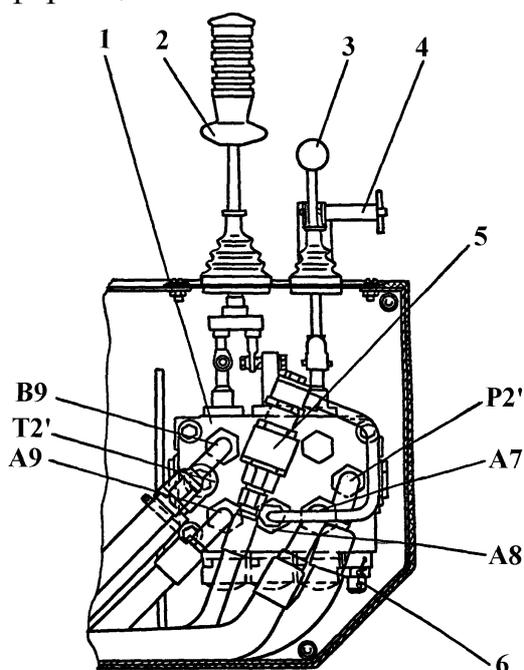


Рис. 65. Установка распределителя машины МЛПР-394: 1 – трехсекционный распределитель; 2 – рукоятка управления поворотом

на реверсе и блокировкой шарнира полурам; 3 – рукоятка реверсирования рулевого управления; 4 – фиксатор; 5 – гидрозамок; 6 – магистральный предохранительный клапан; В9, Т2', А9, Р2', А7, А8 – выводы

распределителя

Таблица 10. Спецификация элементов гидропривода МЛПР-394

Обозначение	Наименование	Кол., шт.	Примечание
1	2	3	4
НА1	Насос 310.3.56-03 (прав.)	1	
НА2	Насос НШ-10Л	1	
АР	Агрегат рулевой LAGC320 20.16-3	1	
Б	Бак	1	
ГМ	Гидромотор регулируемый	1	
ГР2	Распределитель CV403	1	
ГР3	Распределитель	1	
ГУС	Гидроусилитель сцепления	1	
ДР	Делитель расхода	1	
КБ	Кран блокировки дифференциала	1	
КЗ	Кран заправочный	1	
КП1	Клапан предохранительный	1	1 МПА
КП3	Клапан предохранительный	1	16 МПА
МП	Место подсоединения заправочной емкости	1	
Ф1	Фильтр сливной ФГ16-Е	1	
Ф2	Фильтр напорный ЗФГМ32-40М	1	
Ц1	Гидроцилиндр поворота шасси	2	
Ц2	Гидроцилиндр блокировки шарнира	2	
Ц3	Гидроцилиндр блокировки дифференциала	2	
ЗМ1	Гидрозамок	1	
ЗМ2	Гидрозамок	2	
РД	Реле давления	1	
РУ3	Рукоятка управления поворотом на реверсе и блокировкой шарнира	1	
КПП	Коробка переключения передач	1	

P2	Место подсоединения напорной магистрали распределителя манипулятора	1
T2	Место подсоединения сливной магистрали распределителя манипулятора	1

6.7. Трелевочная машина МЛ-126

Трелевочная машина МЛ-126 (рис. 66) с канатно-чокерным технологическим оборудованием состоит из переднего энергетического 1 и заднего технологического 11 модулей, шарнирно сочлененных между собой с возможностью поворота в горизонтальной и качания в вертикальной плоскостях.

В отличие от машины МЛ-126 у трелевочной машины МЛ-127 вместо двигателя Д-243 установлен двигатель Д-245 мощностью 77 кВт.

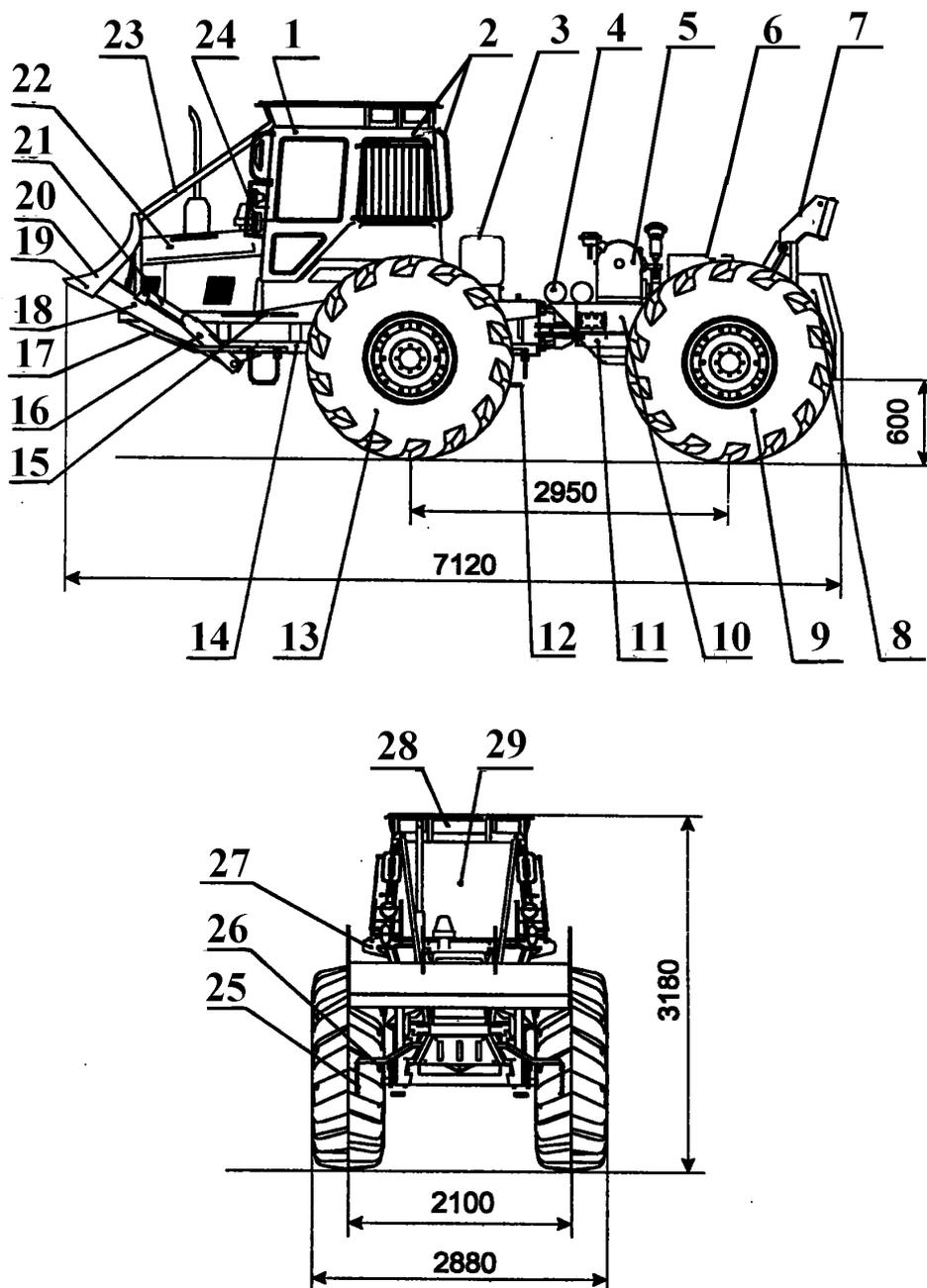


Рис. 66. Общая схема трелевочной машины МЛ-126 с канатно-чокерным технологическим оборудованием

Передний модуль включает раму 14, на которой смонтирован силовой блок трактора МТЗ-82В с капотом 22, кабиной 29 и колесами 13. Рама выполнена в виде жесткой объемной конструкции из продольных, поперечных и вертикальных балок коробчатого сечения, сужающейся в передней и задней частях, на которой установлено днищевое ограждение 17 силового блока. Перед колесами на нижних балках рамы с обеих сторон выполнены боковые площадки 26. Для посадки оператора на левой площадке имеется одноступенчатая подножка 12, а на верхней балке рамы - площадка 15.

На правой площадке установлен ящик для размещения аккумуляторных батарей. Спереди машины установлен толкатель 20, выполненный в виде бульдозерного отвала 19 и приваренных к нему двух штанг 18. Штанги толкателя установлены шарнирно в проушинах кронштейнов 16, жестко закрепленных на боковых балках рамы переднего модуля. Подъем и опускание толкателя осуществляется двумя гидроцилиндрами 21.

Над осью передних колес установлена одноместная кабина 29 каркасного типа с реверсивным постом управления. Над колесами к кабине закреплены инструментальные ящики 27, выполняющие функции крыльев. Для защиты капота и кабины от повреждений с обеих сторон капота выполнены трубчатые ограждения 23 прямоугольного сечения. На передних боковых стойках кабины установлены защитные ограждения 24 фар и световых огней. Боковые и заднее стекла кабины защищены решетчатыми ограждениями 2. По контуру крыши кабины выполнено защитное ограждение 28 с панелью, в которой установлены фары рабочего освещения.

За кабиной на переднем модуле установлен бак 3 для рабочей жидкости гидросистемы машины. На нижних балках рамы за колесами установлены такие же, как и спереди, одноступенчатые подножки для обслуживания машины.

Задний технологический модуль включает раму 10, на которой установлен одноосный мост с карданным приводом и колесами 9 одинакового с передними колесами диаметра, а также технологическое оборудование, состоящее из лебедки 5, привода лебедки 6, двух пневмокамер управления работой лебедки (тормозом и муфтой барабана), двух ресиверов 4 для рабочих тормозов машины и защитно-опорного щита 8 с защитными крыльями для ограждения задних колес и аркой 7 с направляющими роликами троса лебедки. Щит представляет собой жесткую пространственную конструкцию, состоящую из балочного каркаса, стальных листов и шарнирно укрепленных на щите штанг прямоугольного сечения, которые для обеспечения поперечной жесткости щита сварены между собой. Кинематическая схема навески щита 8 обеспечивает ему сохранение вертикального положения в опущенном и поднятом положениях. Установка щита на машину осуществляется посредством штанг, которые шарнирно закреплены на задней полураме. Поднятие и опускание щита осуществляется с помощью двух гидроцилиндров, которые управляются с реверсивного поста.

Лебедка предназначена для подтаскивания деревьев к трактору, формирования пачки, транспортировки пачки в полуподвешенном

состоянии. Привод лебедки состоит из гидромотора с рабочим объемом 112 см³, одноступенчатого цилиндрического редуктора и карданной передачи. Привод лебедки имеет защитное ограждение корытообразной формы.

На трелевочной машине предусмотрена установка лебедки трактора ТДТ-55А. Лебедка состоит из ленточного тормоза, коническо-цилиндрического редуктора, барабана, муфты барабана и защитного ограждения. Установка лебедки и привода лебедки на машину осуществляется при помощи общей балочной рамы.

Управление лебедкой осуществляется с реверсивного поста при помощи двух электромагнитных клапанов и пневмокамер. Пневматическая система управления лебедкой присоединена к общей пневматической системе машины при помощи одинарного защитного клапана.

Основные технические характеристики трелевочной машины МЛ-126 с канатно-чокерным оборудованием представлены в табл. 11.

Таблица 11. Техническая характеристика трелевочной машины МЛ-126

Наименование параметров	Значение параметров, характеристики
1	2
Двигатель	Д-243
Мощность двигателя, кВт	60
Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	2200
Максимальный крутящий момент, Н·м	286
Эксплуатационная масса, кг	8000
Габаритные размеры, мм:	
длина	7200
ширина	2880
высота	3180
Окончание табл. 11	
1	2

Скорость движения, км/ч:

вперед

1,5...26,1

назад	3,1...7,0
Продольная база, мм	2950
Ширина колеи, мм	2100
Дорожный просвет, мм	570
Угол подъема и спуска, град:	
с грузом	14
без груза	20
Высота преодолеваемого препятствия, мм	500
Размеры колес	30,5L32
Тяговое усилие лебедки, кН	60
Скорость навивки каната, м/с	0,5...1,0
Диаметр каната, мм	19,5
Длина каната, м	50
Количество чокеров	6
Наибольший объем трелюемой пачки, м ³	6

Отвал-торцеватель предназначен для выравнивания торцов древесины в штабеле, окучивания штабеля, подготовки волоков и погрузочных площадок.

Защитно-опорный щит с аркой (рис. 67) предназначен для защиты задних колес и других агрегатов машины от концов трелюемой древесины и направления каната лебедки. В случае необходимости щит может быть опущен на землю и служить упором для подтаскивания древесины, а также выполнять роль аутригеров для повышения устойчивости трактора при работе на пересеченной местности.

Посредством щита могут быть вывешены задние колеса машины. Перемещение щита осуществляется от двух гидроцилиндров посредством системы рычагов, установленных по схеме параллелограмма. Щит выполнен съемным.

Схема установки щита на трелевочную машину приведена на рис. 68.

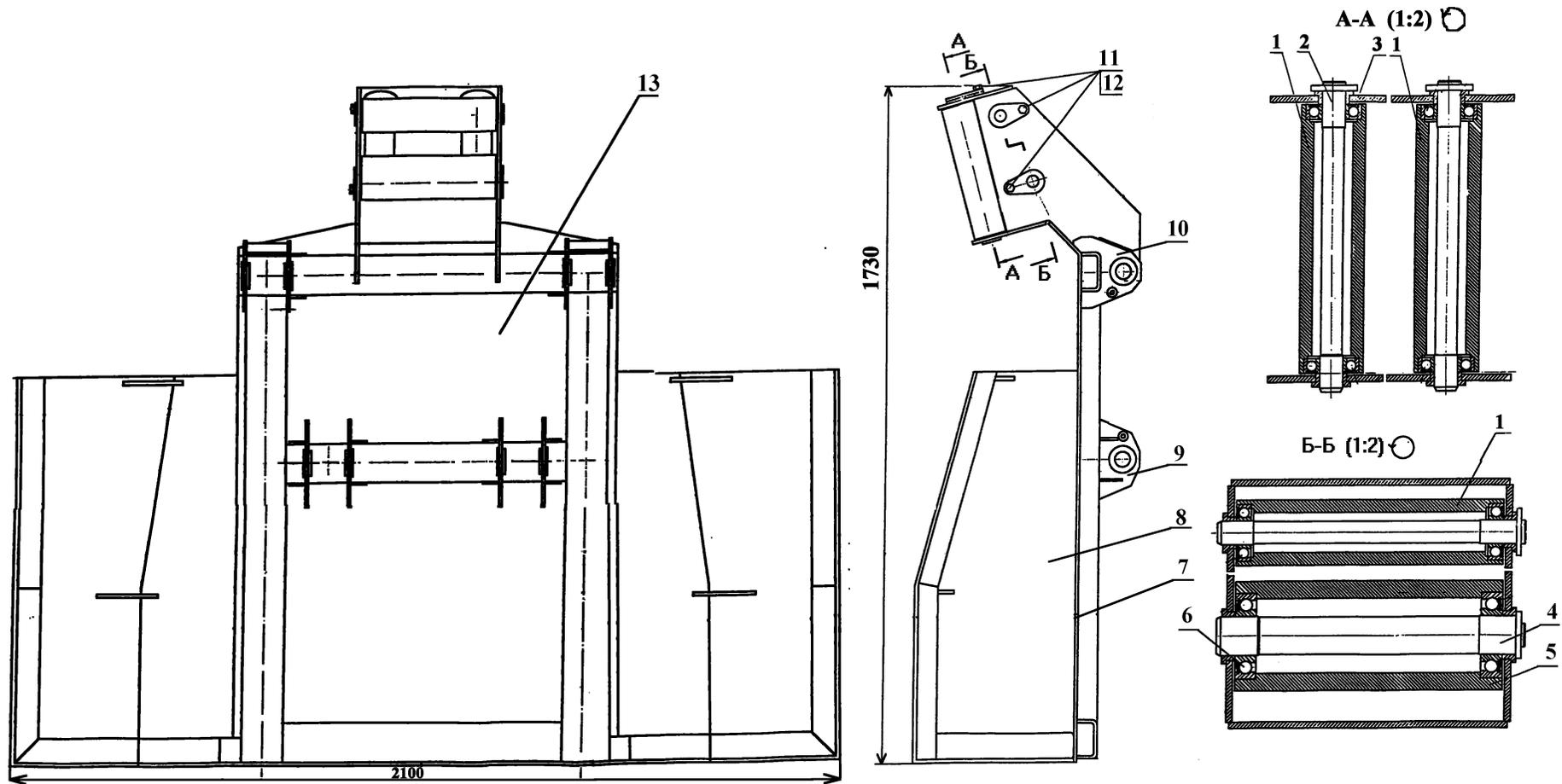


Рис. 67. Защитно-опорный щит с аркой трелевочной машины МЛ-126: 1 – каток; 2 – ось; 3 – подшипник 60306; 4 – ось; 5 – каток; 6 – подшипник 60310; 7 – основание; 8 – боковина; 9 – балка; 10 балка; 11 – болт; 12 – гайка; 13 – щит

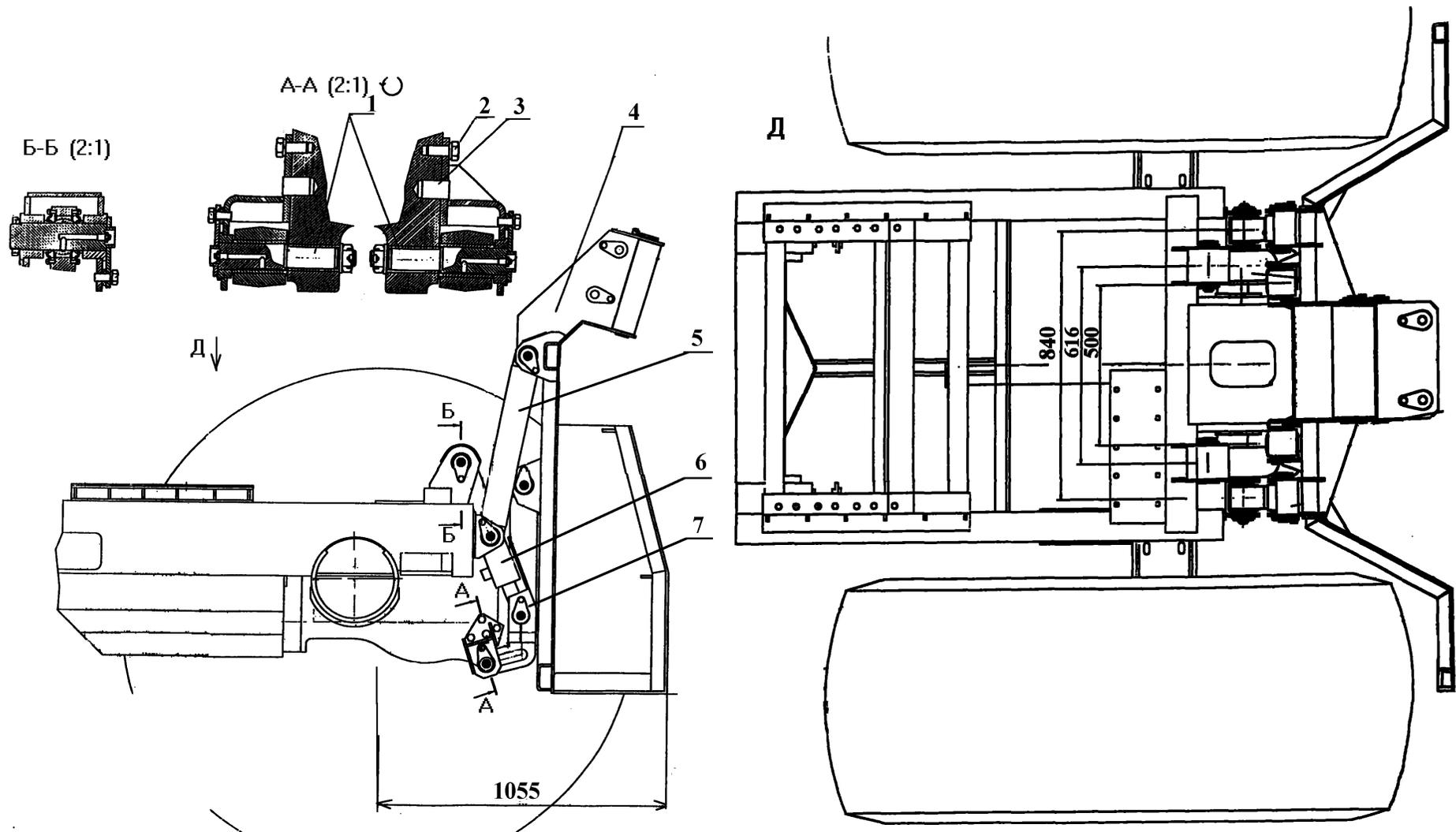


Рис. 68. Схема установки щита трелевочной машины МЛ-126: 1 – ось; 2 – болт; 3 – штифт; 4 – щит защитно-опорный; 5 – тяга; 6 – гидроцилиндр; 7 – тяга

Гидропривод

Гидропривод машины предназначен для обеспечения выполнения следующих функций: управление поворотом в прямом и реверсивном режимах работы; управление принудительной блокировкой дифференциалов мостов; управление принудительной блокировкой шарнира сочленения полурам; обеспечение заправки масляного бака рабочей жидкостью; обеспечение работы гидроусилителя сцепления; управление работой технологического оборудования. Принципиальная схема гидропривода машины МЛ-126 показана на рис. 69.

Установка распределителей изображена на рис. 70. Обозначения выводов распределителей на рис. 69 соответствуют обозначениям их на рис. 70. Спецификация узлов гидросистемы и их краткая характеристика приведены в табл. 12.

Таблица 12. Спецификация узлов гидросистемы

Обозначение	Наименование	Кол., шт.	Примечание
1	2	3	4
АР	Агрегат рулевой LAGC320 20.16-3	1	
Б	Бак	1	
ГМ	Гидромотор регулируемый 303.3.56.201	1	
ГР1	Гидрораспределитель CV401	1	
ГР2	Гидрораспределитель CV302	1	
ГР3	Гидрораспределитель CV403	1	
ГР4	Кран 354-3405 400-Б-02	1	
ГУС	Гидроусилитель сцепления	1	
ДР	Делитель расхода МКД 20/32	1	
ЗМ1	Гидрозамок 354-3400 160	2	
ЗМ2	Гидрозамок 354-3400 200	2	
КБ	Кран блокировки дифференциала	1	
КЗ	Кран заправочный МЛ-126-3400 120	1	
КП1...КП5	Клапан предохранительный	5	1 МПа
НА2	Насос НШ10-3-Л	1	
НА1	Насос 310.3.56-03 (прав.)	1	
РД	Реле давления		
Ф1	Фильтр сливной ФСВ 25-80-0.63	1	
Ф2	Фильтр напорный ЗФГМ32-40М	1	
Ц1	Гидроцилиндр поворота шасси	2	
Ц2	Гидроцилиндр опорного щита	2	

1	2	3	4
ЦЗ	Гидроцилиндр блокировки дифференциала	2	
Ц4	Гидроцилиндр толкателя	2	
Ц5	Гидроцилиндр блокировки шарнира		
ЗМ1, ЗМ2	Гидрозамки	3	

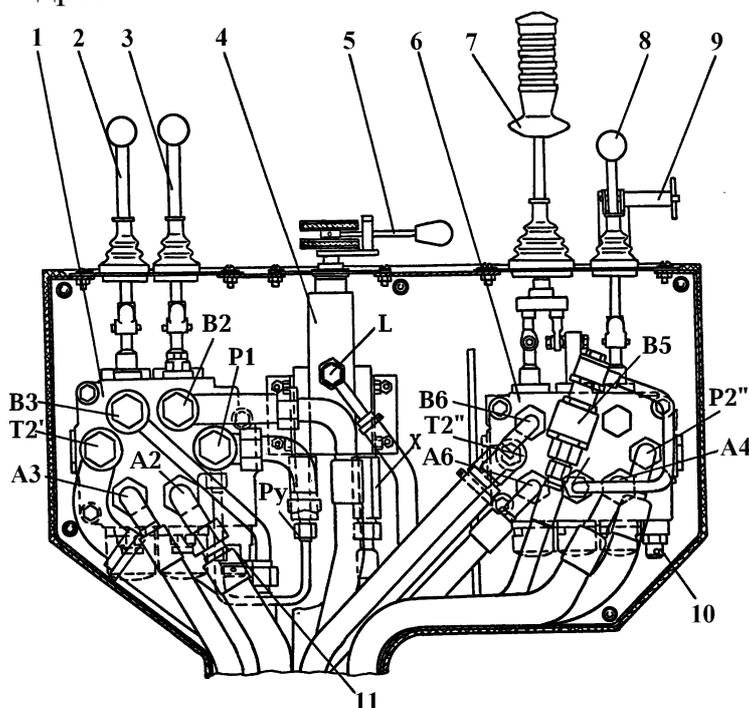


Рис. 70. Установка распределителей: 1 - двухсекционный распределитель; 2 - рукоятка управления опорным щитом; 3 - рукоятка включения лебедки; 4 - клапан редукционный; 5 - рукоятка регулировки частоты вращения барабана лебедки; 6 - трехсекционный распределитель; 7 - рукоятка управления поворотом на реверсе и блокировкой шарнира полурам; 8 - рукоятка реверсирования рулевого управления; 9 - фиксатор; 10, 11 - магистральные предохранительные клапаны распределителей; A2, A3, A4, A5, A6, B2, B3, B6, P1', P2'', T2'', T2',

Py, X, L - выходы распределителей; B5 – гидрозамок

Кинематическая схема лебедки приведена на рис. 71. Привод лебедки осуществляется двумя гидромоторами 1 через понижающий одноступенчатый цилиндрический редуктор 2. Муфта свободного хода 3 с тормозом не позволяет пачке деревьев (хлыстов) самопроизвольно опускаться на почву. Для сбрасывания пачки выключают тормоз. Привод барабана лебедки 5 осуществляется посредством коническо-цилиндрического редуктора 4. Кулачковая муфта 6 предназначена для

разматывания каната вручную.

Устанавливаемая на трелевочную машину МЛ-126 лебедка состоит из коническо-цилиндрического редуктора 4 (рис. 71), барабана 5, муфты свободного хода 3 и тормоза. Ведущая коническая шестерня Z_4 и опорный вал установлены на конических подшипниках. Вращение барабану передается через пару конических и пару цилиндрических шестерен. В выключенном положении барабан может свободно вращаться на трубе 7. Самопроизвольное раскручивание барабана и запутывание каната при разматывании предотвращаются тормозом. Тормоз барабана отрегулирован на усилие разматывания каната, равное 0,1 кН. Канат на барабан наматывается в 4 слоя.

Барабан соединяется с редуктором лебедки муфтой 6. Выключают барабан с помощью пневматической камеры 8, ход штока которой составляет 26 мм.

Муфта свободного хода 3 состоит из тормозного шкива, роликов, прижимов, пружин и профильной звездочки. Между профильной звездочкой и тормозным шкивом имеется пять конусных щелей. При наматывании каната тормозной шкив удерживается лентой, ролики попадают в широкую часть щелей и не мешают вращению профильной звездочки и ведущей понижающей шестерни Z_4 . После выключения привода лебедки под действием пачки деревьев (хлыстов) барабан, шестерни и профильная звездочка стремятся повернуться в обратном направлении. При выключенном тормозе ролики попадают в узкую часть щелей, заклинивают их и соединяют профильную звездочку с тормозным шкивом. Пачка деревьев (хлыстов) остается в поднятом положении, а канат - натянутым.

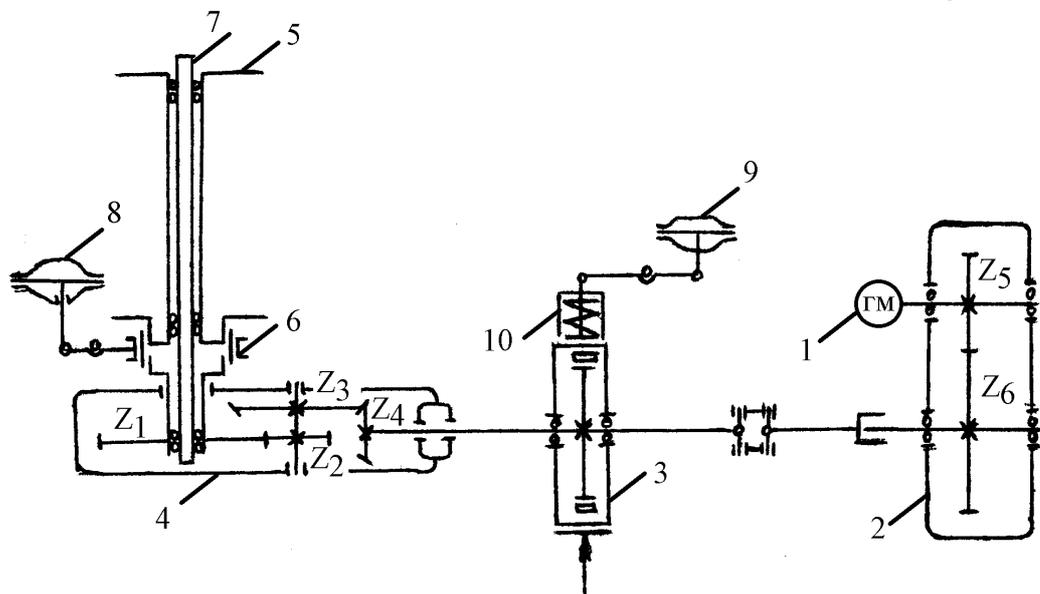


Рис. 71. Кинематическая схема лебедки трелевочной машины МЛ-126

Для опускания груза пневматической камерой 9 сжимают пружину 10, между тормозной лентой и тормозным шкивом образуется зазор. Тормозной шкив начинает вращаться, и пачка деревьев (хлыстов) самопроизвольно опускается. Для выключения муфты барабана канат необходимо ослабить. При натянутом канате муфта не выключается. Зазор между тормозной лентой и тормозным шкивом при выключенном тормозе составляет 2...2,5 мм, ход штока пневматической камеры 9...14 мм.

6.8. Погрузочно-транспортная машина МЛ-131

Погрузочно-транспортная машина МЛ-131 (рис. 72) предназначена для сбора, погрузки и транспортировки сортиментов, а также для их разгрузки и штабелевки.

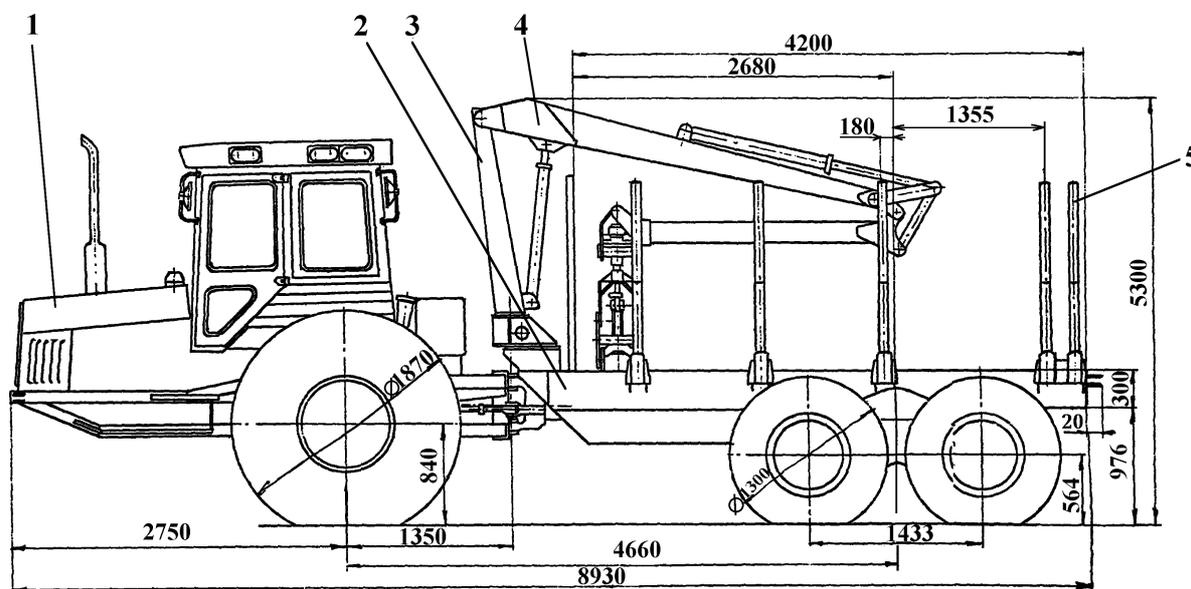


Рис. 72. Погрузочно-транспортная машина МЛ-131: 1 – передний модуль; 2 – приводная тележка; 3 – колонна манипулятора; 4 – стрела; 5 – стойки коника

В состав технологического оборудования входит гидроманипулятор с грейфером и грузовая платформа. Грузовая платформа состоит из настила рамы, по бокам которой располагаются гнутые съемные стойки трубчатого профиля. В передней части грузовой платформы, перед манипулятором установлено защитное ограждение в виде решетки.

Гидроманипулятор предназначен для сбора, погрузки-разгрузки сортиментов на грузовую платформу. Гидроманипулятор устанавливается на технологическом модуле и состоит из поворотной колонны, стрелы, рукояти и грейферного захвата с ротором. Для увеличения вылета рукоять снабжена удлинителем.

На передней секции остова расположен силовой модуль, включающий 4-тактный 4-цилиндровый двигатель Д-245 мощностью 73...77 кВт с частотой вращения коленчатого вала 2200 мин⁻¹. Применение подобного двигателя с жидкостной закрытой системой охлаждения позволяет получить при достаточной энергонасыщенности необходимый ресурс и невысокие эксплуатационные затраты машин.

Таблица 13. Техническая характеристика погрузочно-транспортной машины "Беларус" МЛ-131

Наименование параметров	Значения параметров, характеристики
1	2

Тип машины	двухосная, с шарнирно-сочлененной рамой, с колесной формулой 6х6
Тип двигателя	4-цилиндровый дизель с турбонаддувом
Модель двигателя	Д-245
Мощность, кВт (л.с.)	77 (105)
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	2200
Максимальный крутящий момент, Н·м	375,2
Эксплуатационная масса, кг	13000
Наибольшая грузоподъемность, кг	10000
Длина транспортируемых сортиментов, м	2-6,5
Габаритные размеры, мм	9070х3000х3550
Ширина колеи, мм	2250
Наименьший дорожный просвет, мм	600
Продольная база, мм	4500
Наибольший угол подъема и спуска, град:	
без груза	20
с грузом	12
Угол крена, град.	20

Окончание табл. 13

1	2
Высота преодолеваемого препятствия, мм	500
Размеры колес:	
передних колес	30,5L32
задних колес	600/55-26,5
Емкость топливных баков, л	156
Муфта сцепления	сухая, однодисковая
Коробка передач	механическая, 4-диапазонная, синхронизированная
Число передач (вперед/назад)	16/8
Скорость, км/ч:	
вперед	1,8...27,7
назад	3,2...7,3
Тормоза:	
основные	дисковые и колодочные
стояночные	дисковые
Рулевое управление	гидрообъемное
Передний ведущий мост	с дифференциалом и конечными передачами
задний мост	танDEMная тележка
Гидроманипулятор	
Модель	СФ-65Л
Грузоподъемный момент брутто, кН·м	65
Максимальный вылет стрелы, м	7,1
Грузовая платформа	сварная с ограждением

Трансмиссия шасси 6К6 механическая с муфтой сцепления фрикционной, однодисковой, сухой, постоянно замкнутого типа с приводом через гидроусилитель, реверсивный пост имеет гидростатический привод включения. Понижающий редуктор - две пары цилиндрических шестерен с передаточным отношением $i = 1,34$. Коробка перемены передач девятиступенчатая с удваиванием

количества передач. Передний мост - ведущий с главной передачей, блокируемым дифференциалом, двумя понижающими одноступенчатыми редукторами и проходным валом привода заднего моста. Главная передача - пара конических шестерен со спиральным зубом. Дифференциал конический с четырьмя сателлитами с фрикционной муфтой блокировки, с управлением от гидросистемы.

Технологическая секция рамы соединена с силовой посредством универсального вертикально-горизонтального шарнира. Задний технологический модуль состоит из заднего моста, оснащенного с каждой из боковых сторон балансирным редуктором с двумя колесами. При этом задний мост вместе с балансирными редукторами в сборе представляет четырехколесную тандемную тележку. Привод моста осуществляется через карданный вал, двойной шарнир и редуктор передней опоры. Кабина шасси - унифицированная, безопасная, каркасно-панельной конструкции, термо- и шумоизолирована, с защитными решетками на боковых и задних стеклах. Рулевое управление ручное с гидробъемной передачей, с насосом-дозатором и двумя силовыми цилиндрами, поворачивающими секции в горизонтальной плоскости вокруг вертикального шарнира на угол 40° .

Ходовая система шасси состоит из дисковых с усиленными закраинами обода колес, оснащенных специальными шинами типа 30,5L32, а на тандемной тележке - специальные лесные шины размерностью 1300x700.

Привод машины МЛ-131 (рис. 73) предназначен для включения заднего моста и передачи крутящего момента от КПП к приводу заднего моста и имеет отличие от привода машин МЛ-126, МЛПТ-354, МЛПР-394.

Привод монтируется в корпусе переднего моста и состоит из ведущей шестерни привода заднего моста 1, расположенной в КПП, вала 3, фрикциона включения заднего моста и вала 8. На шлицевый конец вала 8 устанавливается фланец карданного вала привода заднего моста.

Фрикцион предназначен для включения заднего моста. Ведущие части фрикциона - муфта 4 и муфта 12 с ведущими дисками 11.

Ведомые части фрикциона - барабан 9 с ведомыми дисками 5. Детали включения-выключения фрикциона - поршень 6 и отжимные пружины 10.

Управление включением заднего моста - электро-гидравлическое из кабины машины при помощи включателя на переднем щитке приборов.

Для включения заднего моста используется поток рабочей жидкости,

создаваемый масляным насосом КПП.

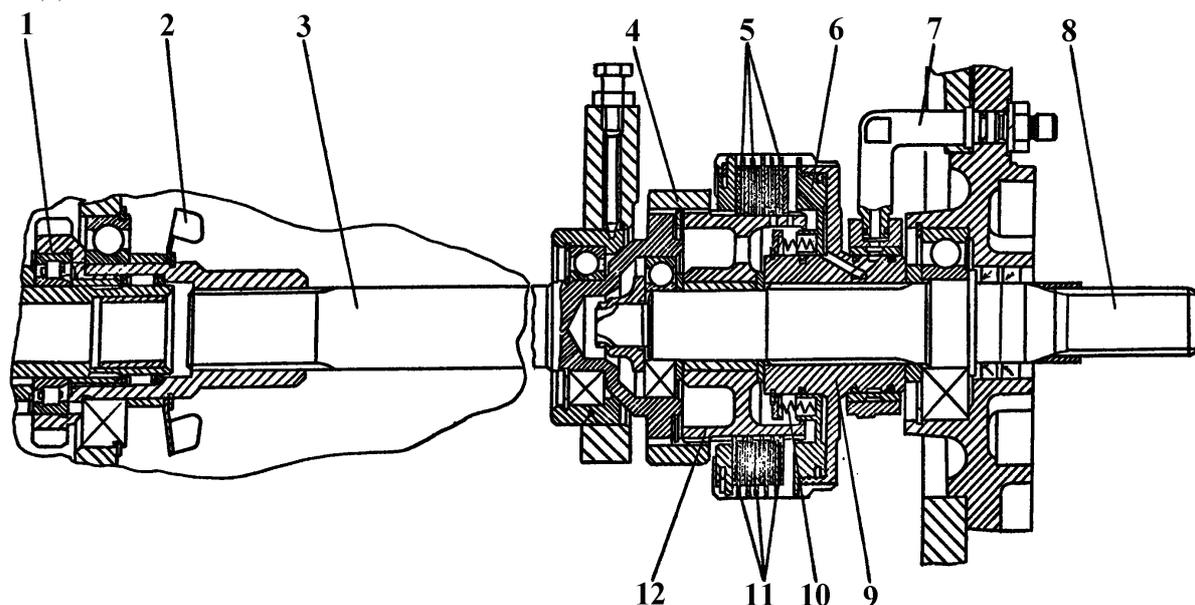


Рис. 73. Привод заднего моста машины МЛ-131: 1 – шестерня привода заднего моста; 2 – крыльчатка; 3, 8 – валы; 4, 12 – муфты; 5 – ведомые диски; 6 – поршень; 7 – угольник; 9 – барабан; 10 – пружина; 11 – ведущие диски

При переводе клавиши выключателя в положение "задний мост включен" гидрораспределитель, установленный на корпусе КПП, направляет поток рабочей жидкости в маслоподводящий угольник 7 (см. рис. 73). Через проточки в барабане 9 масло поступает под поршень 6 и перемещает его, сжимая пружины 10. Поршень 6 сжимает между собой ведущие 11 и ведомые 5 диски фрикциона, фрикцион блокируется, и происходит включение заднего моста. При этом крутящий момент от шестерни 1 через вал 3, муфты 4 и 12, ведущие 11 и ведомые 5 диски и барабан 9 передается выходному валу 8 привода, а от него - к приводу заднего моста.

При переводе клавиши выключателя заднего моста в положение "задний мост выключен" масляная магистраль управления фрикционом соединяется со сливом, пружины 10 прижимают поршень 6 к барабану 9, и ведущие и ведомые диски получают возможность свободно вращаться, не взаимодействуя между собой. Фрикцион разблокируется, передача крутящего момента к приводу заднего моста становится невозможной, и задний мост отключается.

Кинематическая схема погрузочно-транспортной машины МЛ-131 представлена на рис. 74.

6.9. Малогабаритная трелевочная машина МТЗ-320ТТ

Малогабаритная трелевочная машина МТЗ-320ТТ (рис. 75) предназначена для проведения рубок ухода, особенно на момент проведения первого прореживания, и ее достоинства заключаются в следующем: небольшие размеры, маневренность, экологическая совместимость в системе "двигатель-почва", хорошая проходимость, низкий технологический расход топлива.

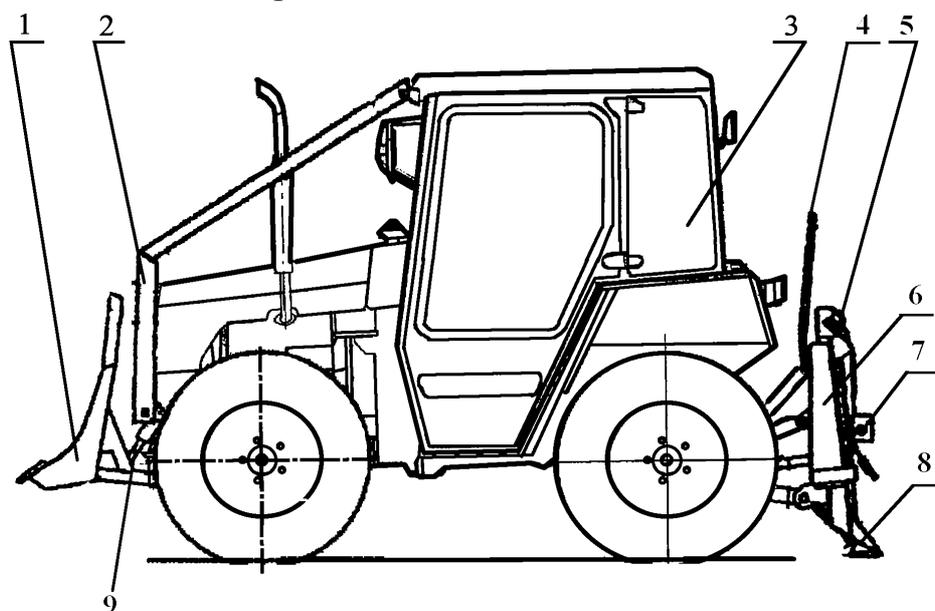


Рис. 75. Малогабаритная трелевочная машина МТЗ-320ТТ: 1 – отвал-торцеватель; 2 – ограждение; 3 – кабина; 4 – ограждение трелевочного приспособления; 5 – верхний канатонаправляющий блок; 6 – упорный щит; 7 – нижний канатонаправляющий блок; 8 – упор; 9 – гидроцилиндр

Таблица 14. Техническая характеристика малогабаритной трелевочной машины МТЗ-320ТТ

Наименование параметров	Значения параметров, характеристики
1	2
Модель двигателя	LDW1503CHD
Мощность, кВт	25
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	3000
Число цилиндров, шт.	3
Максимальный крутящий момент, Н·м	87,7

Продолжение табл. 14

1	2
Муфта сцепления	сухая, однодисковая, фрикционная, постоянно замкнутая
Коробка передач	механическая, ступенчатая с шестернями постоянного зацепления, с зубчатыми муфтами или синхронизаторами, 6-диапазонная
Число передач:	
вперед	16 (4 диапазона)
назад	8 (2 диапазона)
Скорость, км/ч:	
вперед	1,0...25,0
назад	1,83...13,37
Задний ВОМ:	
независимый I/II, об/мин	540/1000
синхронный I/II, об/м пути	3,4/6,3
Колея, мм:	
по передним колесам	1240, 1390
по задним колесам	1250
Радиус поворота, м	2,5
Размеры шин:	
передних колес	75L-16
задних колес	11,2-16
Объем трелюемой пачки, м ³ , не более	0,8
Масса трелевочной машины, кг, не более:	
эксплуатационная	2220
полная	2620
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина в транспортном положении	4100
ширина	1620
высота	2350
Наименьший дорожный просвет,	

1	2
мм	300
	Окончание табл. 14
Наименьший габаритный радиус поворота, м	4,2
Преодолеваемые препятствия:	
наибольший угол подъема и спуска, град	10
наибольший угол крена, град	12
глубина брода, м, не более	0,45
Толкатель:	
масса, кг	250
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина	1000
ширина	1450
высота	700
Высота подъема, мм, не менее	800
Глубина опускания толкателя относительно опорной поверхности, мм, не менее	30
Трелевочное приспособление:	
место установки на заднем навесном устройстве	
масса, кг, не более	300
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина	650
ширина	1100
высота	1500
Тяговое усилие, кН	20
Длина каната, м, не менее	25
Количество чокеров, шт.	3

Перемещение деревьев или хлыстов трелевочной машиной МТЗ-320ТТ производится в полупогруженном положении. Тросочокерное оборудование включает трелевочное приспособление, собирающий канат длиной 25 м и три чокера. Трелевочное приспособление навешивается на заднюю навесную систему, а отвал устанавливается на раме спереди трактора. Трелевочное приспособление оснащено лебедкой с канатом и чокерными замками.

Принципиальная схема гидравлической системы привода лебедки

представлена на рис. 76.

Основными элементами такого гидропривода лебедки являются: насос; гидромотор привода лебедки с механическим тормозом; гидрораспределитель изменения направления вращения вала гидромотора; система, ограничивающая максимальное тяговое усилие на канате; гидробак с системой фильтрации и охлаждения рабочей жидкости; система управления, включающая такие электрические элементы как: электромагниты гидрораспределителя, микровыключатель реле давления, концевые выключатели.

Регулирование номинального тягового усилия на лебедке осуществляется настройкой реле давления 1. Предохранение гидропередачи от поломок осуществляется предохранительным клапаном 4.

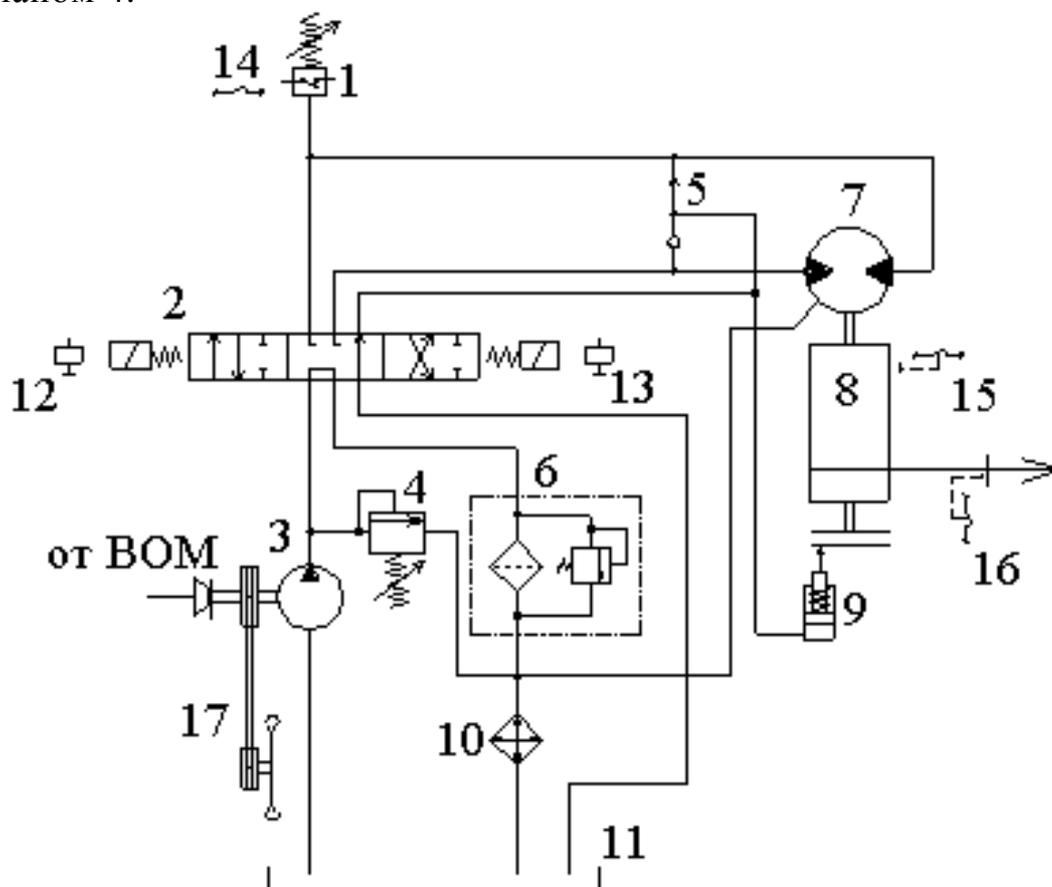


Рис. 76. Функциональная гидравлическая схема привода лебедки:
 1 – реле давления; 2 – гидрораспределитель; 3, 7 – гидромоторы;
 4 – клапан предохранительный; 5 – клапан "или"; 6 – фильтр
 сливной; 8 – барабан лебедки; 9 – гидроцилиндр тормоза; 10 –
 теплообменник; 11 – гидробак; 12 и 13 – электромагниты
 гидрораспределителя; 14 – микровыключатель реле давления; 15
 и 16 – концевые выключатели; 17 – привод вентилятора

Схема отвала-торцевателя, установленного спереди на раме трелевочного трактора МТЗ-320ГТ, приведена на рис. 77.

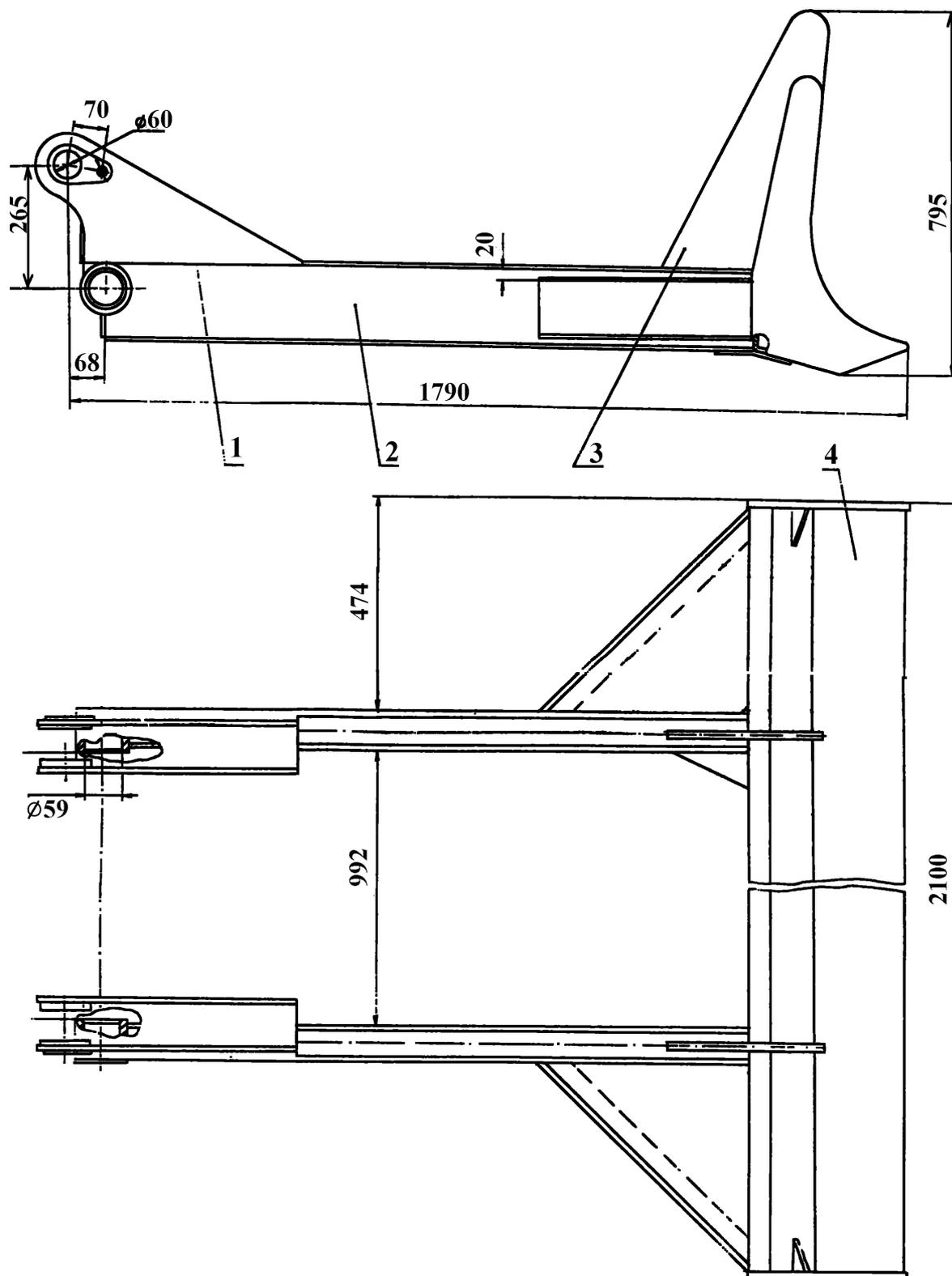


Рис. 77. Отвал-торцеватель трелевочного трактора МТЗ-320ГТ: 1 – ребро балки; 2 – балка; 3 – ребро отвала; 4 – отвал

Общий вид лебедки, установленной на трелевочном тракторе

МТЗ-320ТТ, приведен на рис. 78.

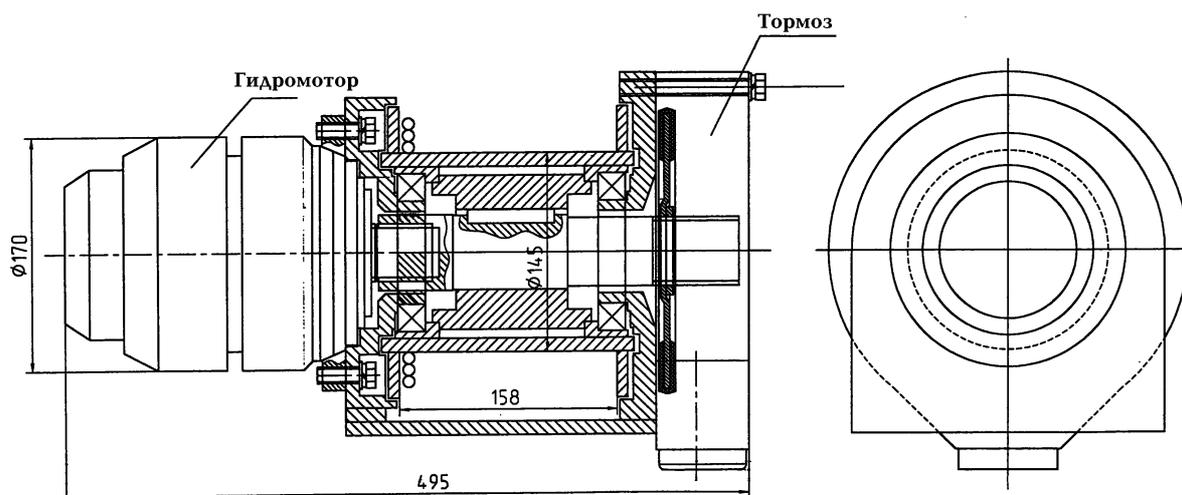


Рис. 78. Общий вид лебедки трактора МТЗ-320ТТ

Остов трактора состоит из полурамы, корпусов муфты сцепления, коробки передач, промежуточного корпуса заднего моста и корпуса переднего ведущего моста, закрепленных на полураме. На несущем остова трактора установлено на виброизоляторах основание кабины, оборудованное одноместным, регулируемым по расположению и весу оператора сидением, зеркалами заднего вида и, в зависимости от комплектации трактора, дугой безопасности, жестким тент-каркасом защитного типа или герметизированной кабиной.

Ходовая система трактора 4-колесная, на колесах с пневматическими шинами низкого давления. Колея трактора изменяется путем перестановки колес и поворота их на 180°. Рулевое управление - гидрообъемное, работающее от гидронасоса, установленного на двигателе, с регулируемой по углу наклона и по высоте рулевой колонкой.

Тормоза - дисковые, отдельные на правое и левое задние колеса, с механическим управлением.

Задний вал отбора мощности обеспечивает передачу полной мощности двигателя и 2-скоростной привод агрегатируемых с трактором машин в зависимом и синхронном режимах.

Гидронавесная система обеспечивает агрегатирование и работу трактора с навесными и полунавесными машинами и орудиями. Шестеренный насос гидросистемы установлен на корпусе коробки передач, его привод осуществляется от коленчатого вала двигателя.

Муфта сцепления

На тракторе установлена сухая однодисковая фрикционная

муфта сцепления постоянно замкнутого типа (рис. 79). Она крепится на маховике 1 двигателя шестью болтами 3 на трех установочных штифтах 2.

Крутящий момент от маховика двигателя и нажимного диска 12, соединенного с опорным диском 9 упругими пластинами 14, передается через ведомый диск 5 на первичный вал КП. Между нажимным и опорным дисками установлены девять пар нажимных пружин 13.

Выключение сцепления производится при помощи 3-х отжимных рычагов 6, соединенных пальцами с нажимным диском и опирающихся через вилки 7 и регулировочные гайки 8 на опорный диск.

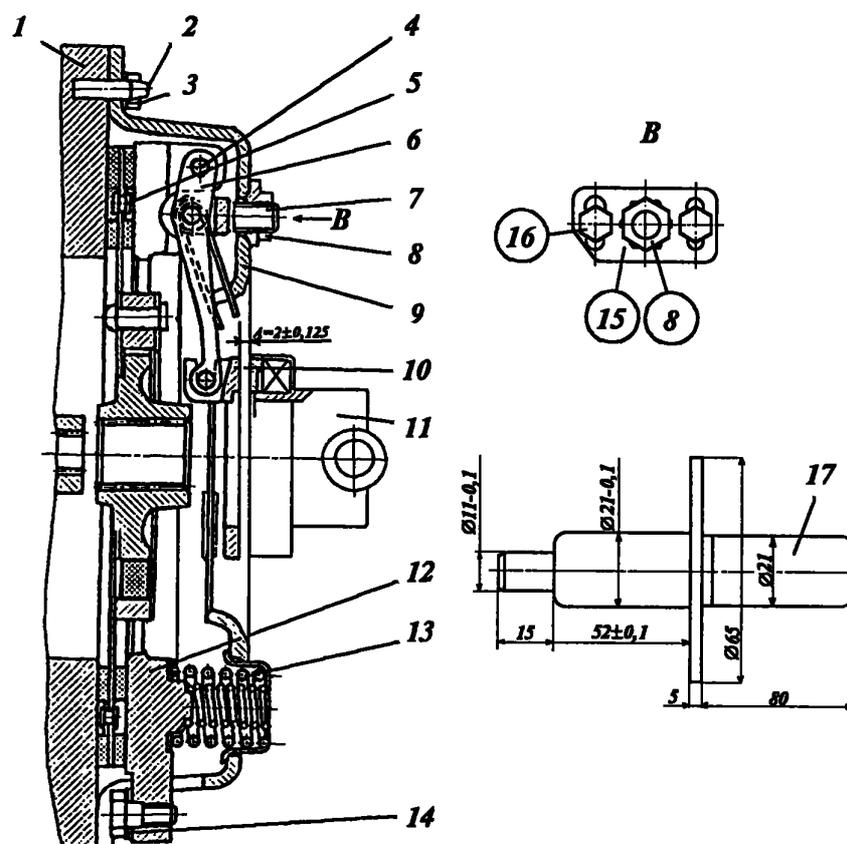


Рис. 79. Муфта сцепления: 1 - маховик двигателя; 2 - установочный штифт; 3, 16 - болты; 4 - палец; 5 - ведомый диск; 6 - отжимной рычаг; 7 - вилка; 8 - гайка регулировочная; 9 - опорный диск; 10 - опора; 11 - отводка; 12 - нажимной диск; 13 - нажимные пружины; 14 - пластины; 15 - стопорная пластина; 17 - оправка

Зазор $A=2\pm 0,125$ мм между поверхностью опорного диска 9 и опорой 10 регулируется гайками 8 с использованием оправки 17. Стопорение гаек 8 от отворачивания обеспечивается стопорными пластинами 15, которые крепятся к опорному диску 9 болтами 16.

Коробка передач

Коробка передач (рис. 80) механическая, ступенчатая, диапазонная (2 диапазона переднего хода и 1 диапазон заднего хода), с переключением передач и диапазонов с помощью зубчатых муфт.

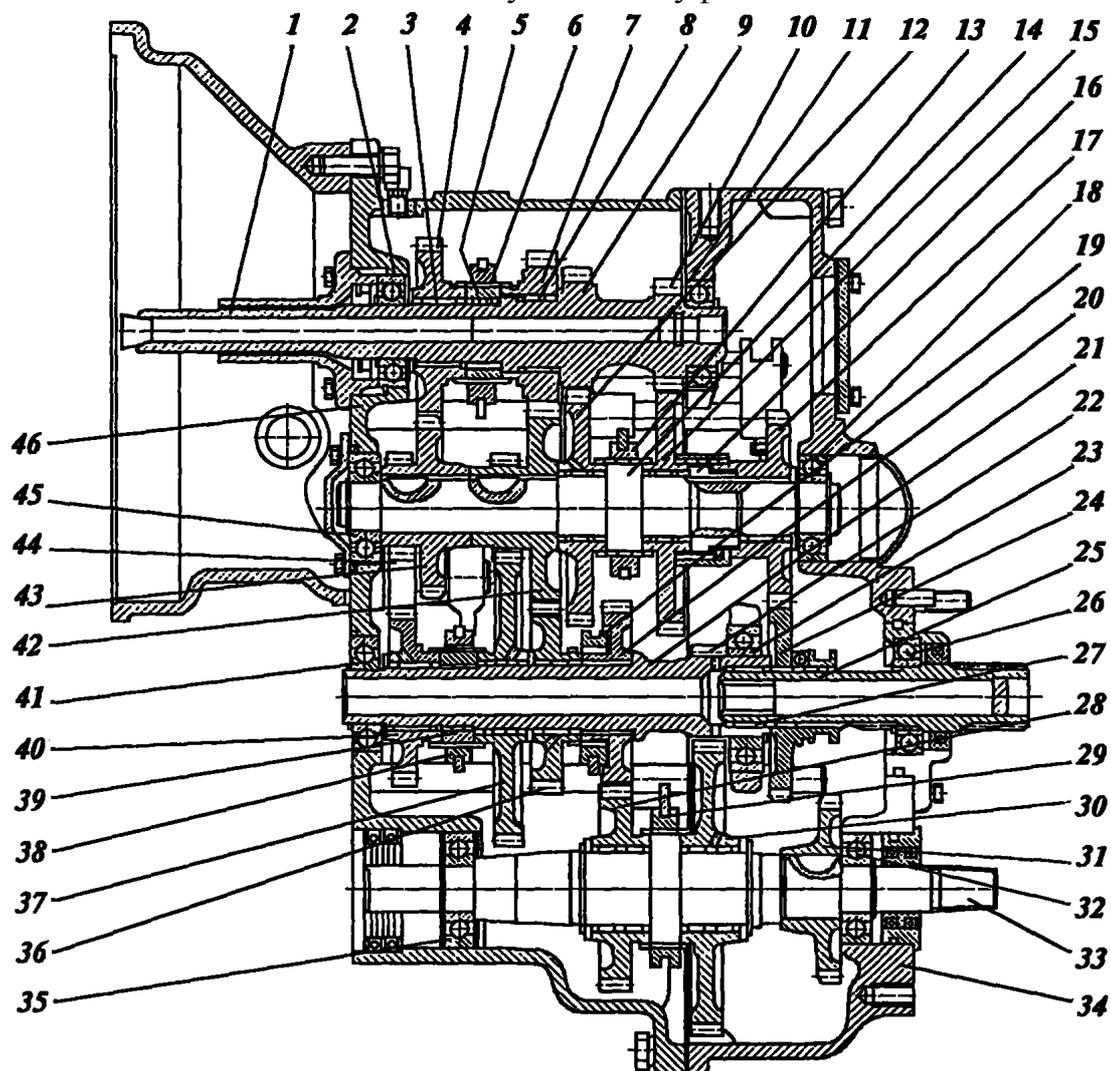


Рис. 80. Коробка передач: 1 - первичный вал; 2, 11, 18, 23, 26, 32, 35, 41, 45 - подшипники; 3, 8, 27 - роликоподшипники; 4 - ведущая шестерня 4-й передачи; 5, 16, 39 - втулки; 6, 19, 29, 38 - муфты; 7 - ведущая шестерня 3-й передачи; 9 - зубчатый венец 2-й передачи; 10 - зубчатый венец 1-й передачи; 12 - ведомая шестерня 2-й передачи; 13 - муфта; 14 - первый промежуточный вал; 15 - ведомая шестерня 1-ой передачи; 17 - шестерня привода ВОМ; 20 - шестерня; 21 - запорный промежуточный вал; 22 - зубчатый венец понижающего редуктора; 24 - шестерня привода ВОМ; 25 - вал привода ВОМ; 28 - ведомая шестерня понижающего редуктора; 30 - ведомая шестерня повышающего редуктора; 31 - шестерня синхронного привода ВОМ; 33 - выходной вал; 34 - корпус КПП; 36 - ведомая шестерня II диапазона; 37 - ведомая шестерня I диапазона; 40 - ведомая

шестерня з/х; 42 - шестерня; 43 - ведомая шестерня 4-й передачи;
44 -шестерня з/х;

46 - передний корпус КПП

Коробка передач обеспечивает получение 16 передач вперед и 8 назад (с использованием редуктора), привод переднего моста, а также синхронного и зависимого заднего ВОМ и насоса гидронавесной системы. Коробка передач состоит из двух корпусов 34, 46, обозначенных одним порядковым номером, первичного вала 1, первого и второго промежуточных валов 14 и 21, вала 25 привода ВОМ, выходного вала 33, а также шестерен, зубчатых муфт переключения и механизма управления коробкой передач.

Первичный вал 1 установлен в корпусах коробки передач на двух шариковых подшипниках 2, 11, выполнен как одно целое с ведущими шестернями 9 и 10 1-й и 2-ой передач. Кроме того, на нем на игольчатых подшипниках установлены шестерни 4 и 7 3-й и 4-й передач, а также зубчатая муфта 6 включения 3-й и 4-й передач, связанная с валом 1.

Первый промежуточный вал 14 установлен на двух шариковых подшипниках 18 и 45, на нем неподвижно на шпонках установлены двухвенцовые шестерни 42, 43, а также на игольчатых подшипниках установлены ведомые шестерни 2-й (12) и 1-й (15) передач. Кроме этого, на валу установлены жестко связанная с шестерней 15 посредством втулки 16 шестерня 17 привода ВОМ и связанная с валом муфта 13 переключения передач.

Второй промежуточный вал 21 выполнен как одно целое с ведущей шестерней 22 понижающего редуктора, установлен на двух шариковых подшипниках 23 и 41. На валу на игольчатых подшипниках установлены шестерня 40 заднего хода, ведомые шестерни 37 I и 36 II диапазона, а также муфты переключения 19.

Передний конец вала 25 привода ВОМ установлен на игольчатом подшипнике в расточке второго промежуточного вала, задний - в корпусе 34 на шарикоподшипнике 26. На шлицах вала 25 установлена подвижная шестерня 24 привода ВОМ. Через выходные шлицы вала 25 осуществляется привод заднего ВОМ, а привод переднего ВОМ - через внутренние шлицы. Выходной вал 33 установлен на шарикоподшипниках 32 и 35, на нем на игольчатых подшипниках установлены ведомые шестерни 28 повышающего и 30 понижающего редуктора, муфта включения 29, а также шестерня 31 привода синхронного ВОМ, жестко связанная с валом шпонкой. Через выходные шлицы вала 33 осуществляется привод на передний и задний мосты трактора.

Задний мост

Задний мост (рис. 81) передает крутящий момент от коробки передач на задние колеса трактора. Состоит из главной передачи, дифференциала с механической блокировкой, конечных передач и тормозов.

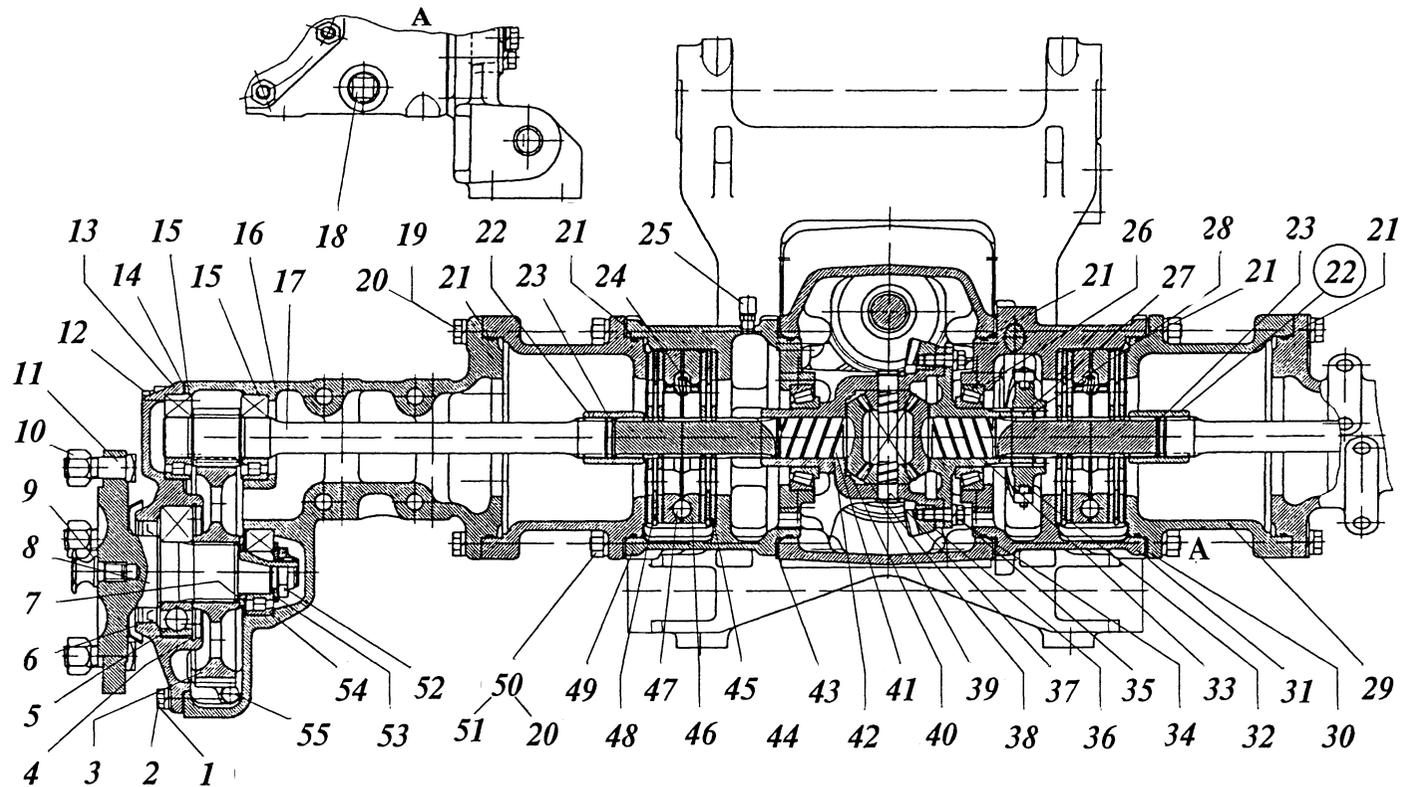


Рис. 81. Задний мост: 1, 12, 19, 34 - болты; 2, 7, 20, 35 - шайбы; 3 - шестерня; 4 - кольцо стопорное; 5, 15, 26, 54 - подшипники; 6 - манжета; 8 - фланец; 9 - рым-болт; 10 - гайка крепления диска; 11 - болт колеса; 13 - крышка; 14 - прокладка; 16 - рукав; 17 - вал-шестерня; 18 - пробка; 21 - кольцо; 22 - втулка; 23 - кольцо стопорное; 24 - пружина; 25 - сапун; 27 - втулка; 28 - кольцо стопорное; 29 - приставка; 30 - прокладка; 31 - корпус тормоза; 32 - муфта включения; 33 - крышка; 36 - шестерня ведомая; 37 - ось; 38 - кольцо стопорное; 39 - сателлит; 40 - шайба опорная; 41 - шестерня полуосевая; 42 - корпус; 43 - прокладка; 44 - прокладка; 45 - диск ведущий; 46 - диск нажимной; 47 - шарик; 48 - диск промежуточный; 49 - корпус тормоза; 50 - шпилька; 51, 52 - гайки; 53 - шайба упорная; 55 - пробка

Дифференциал заднего моста

Дифференциал состоит из корпуса 10 (рис. 82), крышки 5, полуосевых шестерен 6, 9 и двух сателлитов 8, установленных в корпусе на оси 7. Дифференциал установлен на конических роликовых подшипниках 1, 12 в корпусах тормозов 3, 11. Для повышения проходимости трактора дифференциал имеет принудительную блокировку, включение которой осуществляется подвижной муфтой 4 (рис. 82) путем соединения левой полуосевой шестерни 6 через втулку 2 с крышкой 5 дифференциала.

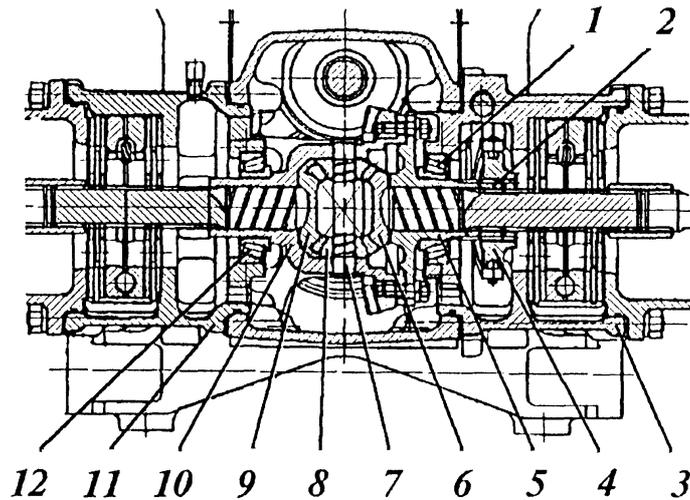


Рис. 82. Дифференциал: 1, 12- подшипники; 2 - втулка; 3, 11-корпусы тормоза; 4 - муфта; 5 - крышка дифференциала; 6, 9 - полуосевые шестерни; 7 - ось сателлитов; 8 - сателлит; 10-корпус дифференциала

Конечные передачи

Конечные передачи (рис. 83) повышают и передают крутящий момент от дифференциала к задним колесам трактора.

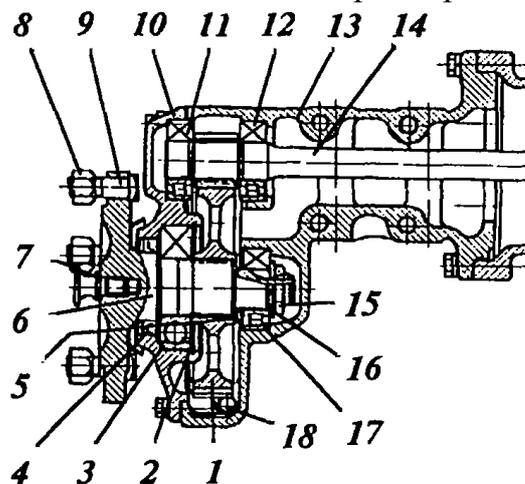


Рис. 83. Конечные передачи: 1 - шестерня ведомая; 2 - кольцо; 3, 11, 12, 17 - подшипники; 4 - манжета; 5, 16 - шайбы; 6 - фланец; 7 - рым-болт; 8, 15 - гайки; 9 - болт; 10 - крышка; 13 - рукав;

14 - вал-шестерня; 18 – пробка

Конечная передача состоит из рукавов 13 с крышками 10, ведущих валов шестерен 14, установленных на подшипниках 11, 12, и ведомых шестерен 1, установленных на фланцах 6, к которым крепятся задние колеса трактора.

Задний вал отбора мощности

Двухскоростной задний вал отбора мощности (ВОМ) установлен в корпусе заднего моста и обеспечивает привод агрегатируемых с трактором машин в зависимом или синхронном режимах. При номинальных оборотах двигателя зависимый режим работы ВОМ обеспечивает частоту вращения хвостовика 540 и 1000 мин^{-1} .

Задний ВОМ состоит из вала 1 привода и редуктора, который включает (рис. 84): вал 4, подвижную блок-шестерню 6, шестерни 17, 18, установленные на валу 12, вращающемся на подшипниках 11, 20, заглушку 22 и двухсторонний хвостовик 14, установленный в шлицах вала 12 и зафиксированный в них стопорным кольцом 13.

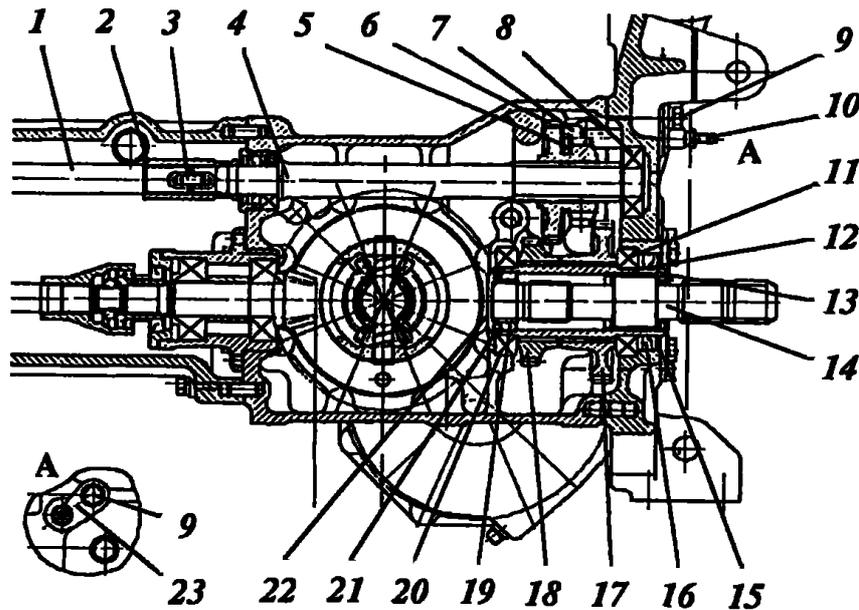


Рис. 84. Задний ВОМ: 1, 4, 12 - валы; 2 - втулка; 3, 7, 21 - штифты; 5 - вилка; 6 - блок-шестерня; 8, 20 - подшипники; 9 - болт; 10 - валик; 11, 13 - кольца стопорные; 14 - хвостовик; 15 - плита; 16 - манжета; 17, 18 - шестерни; 19 - кольцо; 22 - заглушка; 23 - пластина

Блок-шестерня 6 при помощи вилки 5 и валика 10 может устанавливаться в трех положениях и фиксироваться в этих положениях пластиной 23 и болтом 9. В зависимости от положения блок-шестерни задний ВОМ может быть установлен: I - на работу в режиме 540 мин^{-1} ; II - на работу в режиме 1000 мин^{-1} ; III - ВОМ выключен.

Зависимый привод ВОМ осуществляется от ведомого диска

сцепления через вал 1 (рис. 80), зубчатый венец 10, шестерни 15, 17, 27, втулку 16, вал привода ВОМ 25 коробки передач и далее через вал 1 (рис. 84), втулку 2 на вал 4 редуктора ВОМ и через редуктор - на хвостовик ВОМ. При этом частота вращения вала 4 редуктора ВОМ зависит от частоты вращения коленчатого вала двигателя, а при выключении сцепления привод ВОМ выключается.

Для переключения на синхронный привод ВОМ подвижная шестерня 24 (рис. 80) коробки передач вводится в зацепление с шестерней 31, установленной на выходном валу 33.

Синхронный привод осуществляется от вала 33 через шестерни 31 и 24, вал 25 коробки передач и далее через вал 1 (рис. 84), втулку 2 на вал 4 редуктора ВОМ. При этом частота вращения вала редуктора (и соответственно хвостовика ВОМ) пропорциональна числу оборотов задних колес трактора.

Хвостовик ВОМ имеет с одной стороны 6 (или 8) шлицов для соединения с машинами, требующими частоты вращения привода 540 об/мин. или 3,4 об/м пути, а с другой - 21 шлиц для привода машин, приводимых с частотой вращения 1000 об/мин, или 6,3 об/м пути, которые могут устанавливаться с любой стороны.

Передний ведущий мост

Передний ведущий мост (ПВМ) порталного типа с приводом от вторичного вала коробки передач состоит из главной передачи, дифференциала, карданных шарниров, колесных редукторов и привода. Через кронштейны 27 (рис. 85) ПВМ соединен с полурамой трактора, что дает возможность мосту качаться вместе с колесами в поперечной плоскости на угол, ограничивающийся упором на рукаве.

Главная передача переднего моста

Главная передача переднего моста представляет собой пару конических шестерен 10 и 25 (рис. 85) со спиральными зубьями. Ведущая шестерня установлена в корпусе 12 на двух конических роликовых подшипниках 33 и 35, ведомая шестерня 10 закреплена болтами к фланцу дифференциала.

Подшипники ведущей шестерни 25 регулируются с натягом 0,01...0,04 мм путем подбора регулировочных прокладок 28, при этом момент проворачивания ведущей шестерни (без зацепления с ведомой шестерней) после затяжки гайки 31 моментом 120...150 Н·м должен быть в пределах 0,2...0,4 Н·м.

Боковой зазор в зацеплении шестерен главной передачи должен быть в пределах 0,08...0,3 мм, прилегание зубьев - не менее 50% поверхности с

расположением отпечатков в средней части зуба или ближе к вершине конуса.

Регулировка зазора производится переносом части прокладок из-под фланца правого рукава 14 под фланец левого 37 без изменения общего количества прокладок. Предварительно должен быть отрегулирован натяг в подшипниках дифференциала (см. ниже).

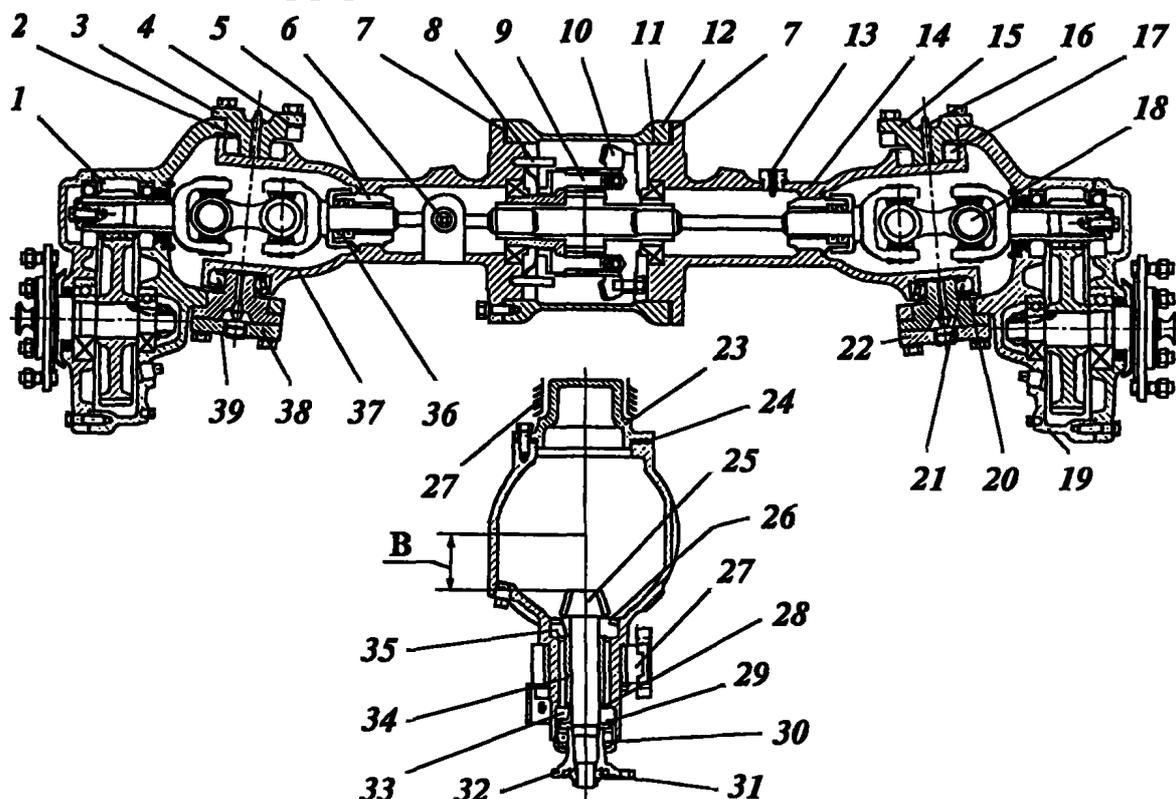


Рис. 85. Передний ведущий мост: 1 - редуктор левый; 2 - крышка; 3 - рычаг поворотный; 4, 7, 26, 28 - прокладки регулировочные; 5 - обойма; 6 - пробка; 8 - штифт; 9-дифференциал; 10 - шестерня ведомая; 11, 20 - кольца; 12-корпус; 13-сапун; 14, 37 - рукава; 15 - палец подвески; 16 - масленка; 17, 21, 33, 35 - подшипники; 18 - шарнир карданный; 19 - редуктор правый; 22, 38 - рычаги; 23, 32 - фланцы; 24 - прокладка; 25 - шестерня ведущая; 27 - кронштейн; 29 - кольцо маслоотгонное; 30, 36 - манжеты; 31 -гайка; 34 - втулка; 39 - заглушка

Дифференциал переднего моста

Дифференциал обеспечивает вращение передних ведущих колес трактора с различными угловыми скоростями при поворотах, а также передает крутящий момент от коробки передач к передним колесам при пробуксовке задних ведущих колес более 4%.

Дифференциал представляет собой сдвоенную обгонную муфту двойного действия храпового типа. Он установлен на двух конических роликовых подшипниках 9 (рис. 86) в рукавах переднего ведущего моста, состоит из соединенных между собой четырьмя болтами фланцев 1 и 7, муфт 8, подпружиненных осей 5 с неподвижно установленными на них собачками 12, а также диска 6. При вращении ведомой шестерни 2 собачки 12 через упоры вводятся в зацепление с муфтами 8 силой трения, возникающей между поверхностью диска 6 и выступами осей 5.

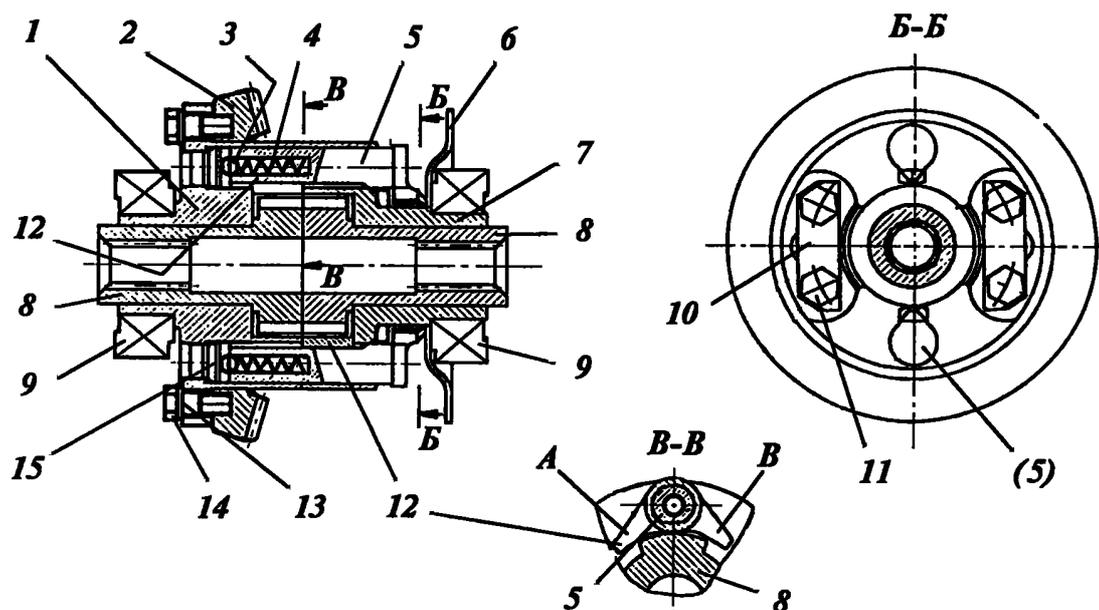


Рис. 86. Дифференциал: 1, 7 - фланцы; 2 - шестерня ведомая; 3 - шарик; 4 - пружина; 5 - ось; 6 - диск; 8 - муфта дифференциала; 9 - подшипник; 10, 14 - шайбы; 11 - болт; 12 - собачка; 13 - болт; 15 - заглушка

Для создания силы трения оси 5 постоянно поджимаются к диску 6 пружинами 4. В зависимости от направления вращения ведомой шестерни 2 собачка 12 входит в зацепление с муфтой 8 одним из упоров (А или В). Если задние колеса трактора вращаются с буксованием менее 4%, то муфты 8 обгоняют ведомую шестерню 2, а собачки 12 вынуждены "прощелкивать" по четырем выступам муфт 8. При достижении буксования задних колес более 4% поступательное движение трактора замедляется, угловые скорости муфт 8 и ведомой шестерни 2 выравниваются. При дальнейшем увеличении буксования задних колес крутящий момент начнет передаваться от ведомой шестерни 2 через собачки 12 на муфты 8 и через сдвоенные карданные шарниры 18 (рис. 85) к редукторам передних колес. Подшипники дифференциала регулируются с натягом так, чтобы усилие, приложенное к наружному торцу зубьев ведомой шестерни 10 (рис. 85) для проворачивания дифференциала (без

зацепления с ведущей шестерней главной передачи), было в пределах 55...75 Н после предварительного проворачивания последнего на 4-5 оборотов.

Колесные редукторы

Колесные редукторы установлены на рукавах 14, 37 (рис. 85) ПВМ через пару конических подшипников 17, 21. Каждый из редукторов состоит из корпуса 7 (рис. 87), крышки 1, пары цилиндрических шестерен 3, 17, фланца 18, сдвоенного карданного шарнира 11.

Правый и левый редукторы посредством рычагов 38 (рис. 85) и 22, а также рулевой тяги связаны между собой. Поворотный рычаг 3 правого редуктора соединен со штоком гидроцилиндра рулевого управления.

Конические подшипники 17, 21 с помощью прокладок 4 регулируются с натягом таким образом, чтобы усилие, приложенное к фланцу крепления колес для поворота редуктора поддомкращенного ПВМ, было в пределах 30...50 Н.

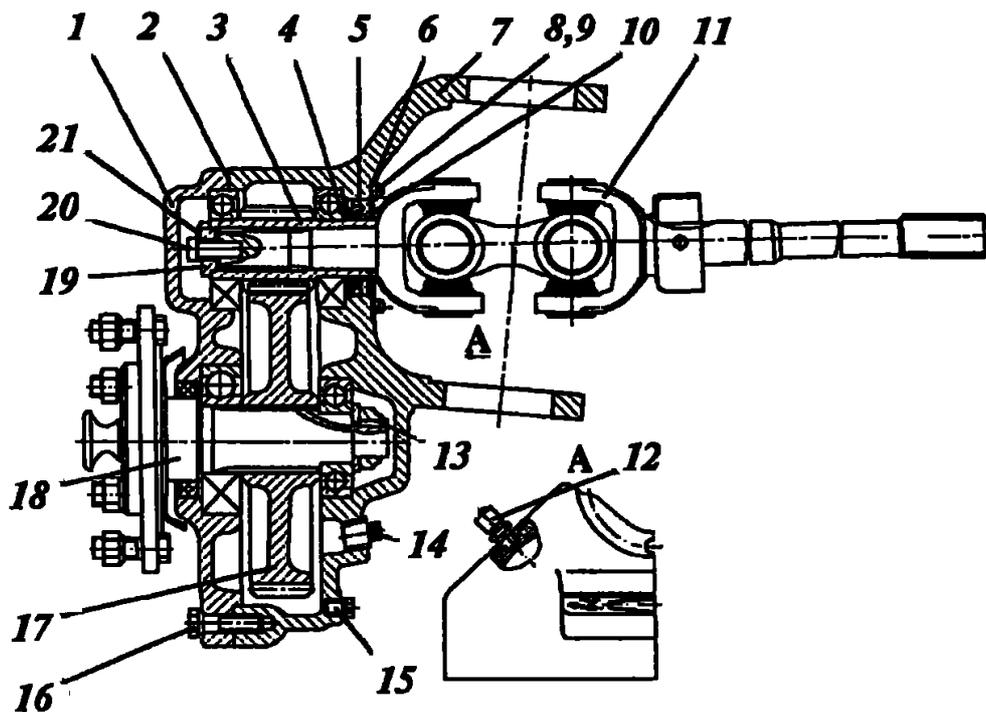


Рис. 87. Редуктор: 1 - крышка; 2 - прокладка; 3, 17 - шестерни; 4 - подшипник; 5 - манжета; 6 - кольцо; 7 - корпус; 8 - винт; 9, 19 - шайбы; 10 - грязевик; 11 - шарнир; 12 - сапун; 13 - гайка; 14, 15 - пробки; 16, 20 - болты; 18 - фланец; 21 - пластина фиксирующая

Привод постоянного включения передает крутящий момент от выходного вала коробки передач к переднему ведущему мосту (ПВМ). Он состоит из фланца 1 (рис. 88), двух карданных шарниров 2, трубы 4, задней вилки 6. Фланец 1 болтами соединяется с фланцем ведущей шестерни

главной передачи ПВМ, а вилка 6 шлицами соединена с выходным валом коробки передач, имея при этом осевое перемещение по шлицам вала КПП. Для предохранения привода предусмотрено его ограждение.

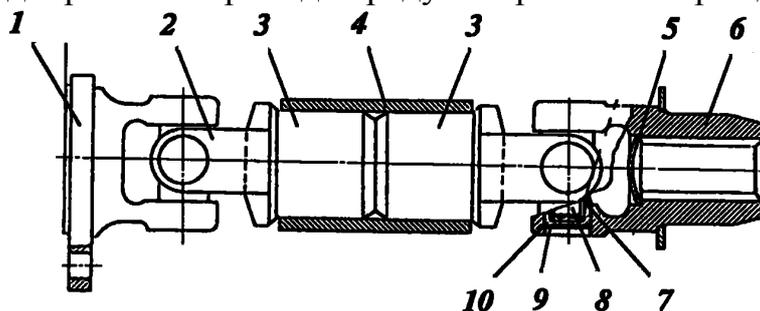


Рис. 88. Привод: 1 - фланец; 2 - шарнир карданный; 3, 6 - вилки; 4 - труба; 5 - заглушка; 7 - обойма; 8 - крестовина; 9 - кольцо; 10 - подшипник

Заднее навесное устройство

Заднее навесное устройство (рис. 89) установлено на прикрепленной к заднему мосту крышке заднего ВОМ и служит для присоединения к трактору навесных и полунавесных машин и орудий.

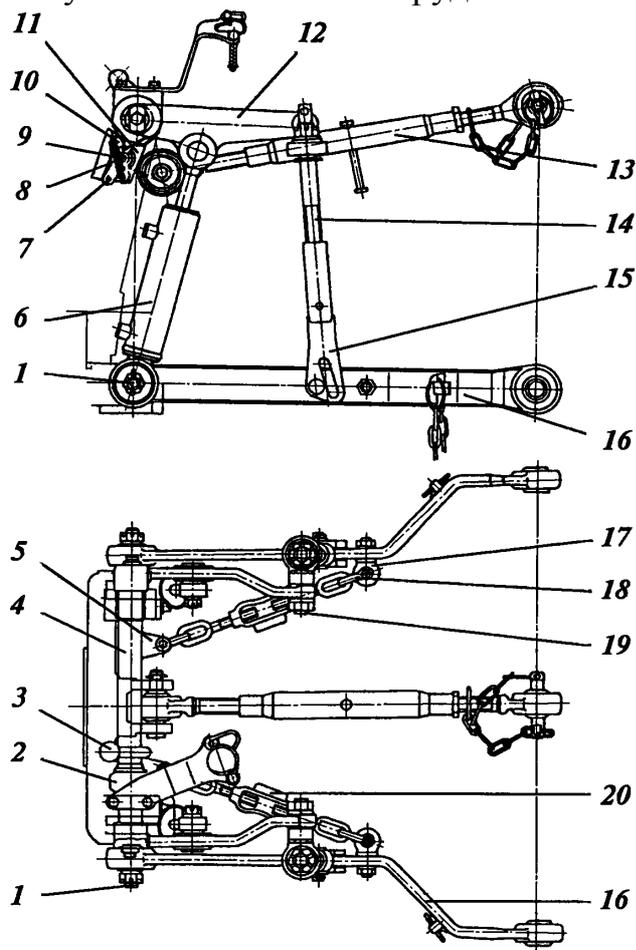


Рис. 89. Навесное устройство: 1 - ось продольных тяг; 2 - упор; 3 - рукоятка; 4 - поворотный вал; 5, 7, 10, 11 - кронштейны; 6 -

гидроцилиндр; 8 - вал; 9 - пружина; 12-рычаг; 13-тяга верхняя; 14-раскос; 15-вилка раскоса; 16-тяга нижняя; 17 - палец-проушина; 18 - серьга;

19 - палец; 20 – стяжка

Навесное устройство состоит из нижних (продольных) тяг 16, верхней тяги 13, силовых гидроцилиндров 6, оси 1, с которой соединены передние концы продольных тяг, силовые цилиндры 6, кронштейны 5 стяжек.

Штоки гидроцилиндров соединены с рычагами 12, которые установлены на поворотном валу 4 и через регулируемые раскосы 14 соединены с продольными тягами 16. Раскачивание продольных тяг при движении трактора ограничивается регулируемыми стяжками 20.

Навесное устройство снабжено механизмом фиксации. Он состоит из управляемого рукояткой 3 вала 8 с кронштейном 11, который при установке его в положение "фиксация навески" упирается в упор 2 поворотного вала 1 и не дает валу возможности повернуться и опустить поворотные рычаги 12, а вместе с ними и нижние (продольные) тяги 16.

Для фиксации навесного устройства в поднятом положении необходимо поднять его в крайнее верхнее положение и рукоятку 3 перевести вперед по ходу трактора до установки на упор кронштейна 2. Снятие навесного устройства с фиксации производится после подъема его в крайнее верхнее положение и перевода рукоятки 3 назад по ходу трактора.

7. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕСНЫХ МАШИН "БЕЛАРУС"

Для оценки эффективности использования уже созданных в Беларуси машин были проведены специальные исследования.

Трелевочная машина ТТР-401 проходила испытания в Гомельском и Полоцком леспромхозах. Эффективность использования трелевщика определялась путем сравнения показателей его работы с соответствующими показателями трактора ТДТ-55А. Условия и режимы работы сравниваемых машин были сопоставимы.

При испытаниях объем трелюемой пачки варьировался в диапазоне 0,15...2,2 м³, что ограничивалось грузоподъемностью и тяговыми возможностями трактора.

Испытания машины проводились на сплошных и выборочных рубках. Вид заготавливаемого сырья - хлысты. Валка и обрезка сучьев у пня осуществлялась бензомоторной пилой. Трелевочный волок укреплялся сучьями. Формирование пачки осуществлялось трактором не сходя с

волока.

Опыты проводились на лесосеках, имеющих породный состав БС, 2Д, 2Б при среднем объеме хлыста $0,23 \text{ м}^3$. Среднее расстояние трелевки составляло 150, 250, 350 м. Чокеровку хлыстов и их трелевку осуществлял тракторист. Фиксировались затраты времени по элементам рабочего цикла машины; рейсовая нагрузка $Q, \text{ м}^3$; расстояние транспортировки древесины $L, \text{ м}$.

Полученные данные позволили установить зависимость для подсчета и исследований часовой производительности трелевочного трактора и других показателей его работы:

$$\Pi = \frac{k \cdot 3600 \cdot Q}{104,1 + 91,32 \cdot Q + L \cdot (1/(1,53 - 0,14 \cdot Q) + 1/(1,9 - 0,19 \cdot Q))},$$

где Q - грузоподъемность трелевочного трактора, м^3 ; k - коэффициент использования рабочего времени (0,6...0,8).

Параллельно с использованием опытного образца в тех же природно-производственных условиях проводилась заготовка древесины с использованием трактора ТДТ-55. В табл. 15 представлены значения затрат времени, отнесенные к 1 м^3 , на совершение грузового и холостого хода, загрузку и отцепку пачки, часовая производительность и стоимость трелевки 1 м^3 сравниваемых тракторов. Средние значения рейсовой нагрузки для ТТР-401 и ТДТ-55 соответственно составили 1,2 и $2,87 \text{ м}^3$.

Таблица 15. Значения удельных затрат времени на выполнение операций, производительность и стоимость трелевки 1 м^3 сравниваемых тракторов

Показатели и их обозначения	Расстояния трелевки, м	Значения параметров	
		ТТР-401	ТДТ-55
Затраты времени на погрузку и разгрузку, мин/ м^3	-	3,0...3,2	6,6...6,8
	-		
	-		
Затраты времени на передвижение, мин/ м^3	150	2,96	3,2
	250	5,06	5,5
	350	6,49	7,6
Часовая производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$	150	6,06	9,94
	250	4,92	7,31
	350	4,2	6,24
Условная стоимость трелевки 1 м^3 , $\$/\text{м}^3$	150	0,68	0,79
	250	0,84	1,08

	350	0,97	1,26
--	-----	------	------

Структура распределения затрат для машин ТТР-401 и ТДТ-55А показана на рис. 90.

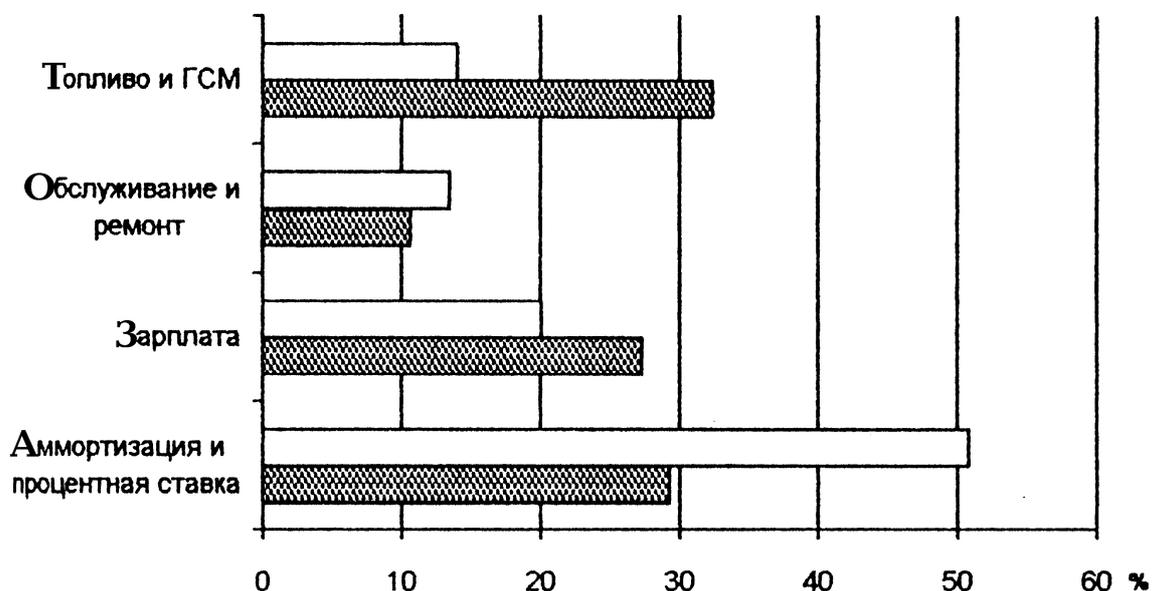


Рис. 90. Структура распределения затрат на трелевку при использовании тракторов ТДТ-55—■ и ТТР-401—□

Исследованиями и последующими результатами работы трелевочных машин ТТР-401 доказывается, что при эксплуатации в лесонасаждениях с запасом $150...240 \text{ м}^3/\text{га}$ и средним объемом хлыста $0,18...0,25 \text{ м}^3$ на сплошных рубках главного пользования и расстоянии трелевки $150...300 \text{ м}$ на грунтах с хорошей несущей способностью и при неглубоком снеге их применение по сравнению с трактором ТДТ-55 снижает удельную энергоёмкость трелевки на $20...40\%$, себестоимость работ — на $9...17\%$. С увеличением расстояния трелевки производительность колесной трелевочной машины снижается менее интенсивно, чем гусеничной, где-то на $5...15\%$. Это позволяет использовать ее при расстоянии трелевки до 1000 м и на небольших по запасу разрозненных лесосеках.

Результаты анализа теоретических и экспериментальных данных показали, что в наиболее типичных для РБ условиях эксплуатации динамические свойства машины ТТР-401 удовлетворяют показателям проходимости, устойчивости, плавности хода, динамической нагруженности. Установлено, что показатели динамической нагруженности при трелевке деревьев за вершину по сравнению с трелевкой за комли снижаются: усилия в тросе- на 20% ; амплитуды колебаний остова трактора в продольной плоскости - на $10...30\%$. Амплитуда поперечных колебаний трактора при движении по

неровностям волока существенно зависит от колеи. При увеличении колеи с 1600 до 1900 мм максимальный угол бокового крена снижается на 35...40%.

Для получения наиболее эффективных результатов работы трелевочной машины важна ее эксплуатация в соответствующих природно-производственных условиях и четкая технологическая дисциплина. В практике работы предприятий это соблюдается не всегда, что приводит к значительным разбросам технико-экономических показателей. Например, по данным концерна "Беллесбумпром", выработка на машино-смену в 1998 г. при средней по концерну 26 м^3 изменялась в диапазоне 17,6...33; выработка на человека-день в м^3 при средней по концерну 6,5 изменялась в диапазоне 3,52...8,1. Необходимо отметить, что полученные результаты приходятся на период освоения данной техники. Несколько больший фактический расход топливосмазочных материалов, чем расчетный, на предприятиях объясняется тем, что машины ТТР-401 пробегали значительные расстояния, связанные с его вынужденным перегонем для охраны на лесопункты. На приобретение отечественных тракторов не требуется валюта, упрощено приобретение запасных частей, что удешевляет их ремонт и эксплуатацию. Следует отметить, что колесный трактор удовлетворяет экологическим и лесоводственным требованиям, более маневренный по сравнению с гусеничным ТДТ-55А, что обуславливает приоритетное использование машины ТТР-401 на постепенных и выборочных рубках.

Первый опытный образец бесчokerной трелевочной машины ТТР-402 проходил проверку в условиях Малоситнянского лесопункта АО "Полоцклес" Республики Беларусь в осенне-зимний период. На отведенной для испытаний лесосеке средний объем хлыста составлял $0,24 \text{ м}^3$, запас - 180 м^3 , состав насаждений - 1Б9С. Рельеф местности пересеченный, уклоны до 10^0 . Почвенно-грунтовые условия соответствовали II и III лесозэксплуатационным категориям.

Испытания машины проводились на лесосеке, разрабатываемой сплошнолесосечным методом с вывозкой древесины хлыстами. Разработка лесосеки начиналась с подготовки погрузочного пункта и устройства пасечных волоков. Разрубка волока проводилась с дальнего конца, а первые деревья валились в свободные промежутки между стоящими деревьями. Затем поочередно разрабатывались полупасеки с дальнего конца лентами шириной 8...10 м, примыкающими к волоку под углом 45...60⁰. На одной ленте валилось столько деревьев, сколько необходимо для набора одной пачки машиной. Ширина пасеки составляла 30...40 м,

волоков - 5м. Обрезка сучьев производилась бензопилой либо на пасечных волоках, либо на погрузочном пункте.

Технологические операции при трелевке машиной ТТР-402 проводились в следующей очередности. К месту сбора пачки трелевочная машина заезжала передним ходом, разворачивалась. Маневрируя, подъезжала задним ходом к поваленному дереву, и оператор опускал клещевой захват. После зажима дерева клещевой захват поднимался и осуществлялась трелевка пачки в полуподвешенном положении на погрузочный пункт. При формировании пачки из нескольких деревьев (хлыстов) машина маневрировала от одного поваленного дерева к другому, причем деревья валились с расчетом минимального пути движения трелевочной машины. На погрузочной площадке производился сброс пачки и по необходимости штабелевка и торцовка комлей.

Оценка работы колесной трелевочной машины ТТР-402 проводилась сопоставлением ее показателей с показателями эффективности трелевочного трактора ТДТ-55А и колесной машины ТТР-401. Условия и режимы работы сравниваемых машин были аналогичны.

Анализ экспериментальных данных показал, что удельные затраты времени на совершение рабочего и холостого ходов, отнесенные к 1 м^3 при расстоянии трелевки до 300 м, для ТТР-402 и ТТР-401 практически одинаковы, но на 12...14% меньше по сравнению с трактором ТДТ-55А; при расстоянии трелевки 500 м - на 20...25%. С увеличением расстояния трелевки от 150 до 300 м затраты времени для ТТР-402 увеличиваются в 2,1 раза, для ТДТ-55А - в 2,3 раза.

Наиболее эффективно использование колесной трелевочной машины ТТР-402 в насаждениях со средним объемом хлыста $0,25...0,3 \text{ м}^3$. При меньшем объеме хлыста время на формирование пачки увеличивается по сравнению с трелевочной машиной ТТР-401 на 15...20%.

Стоимость трелевки на расстояние 150..300 м для машины ТТР-402 на 20...30 % ниже по сравнению с трактором ТДТ-55А и на 5...8% - по сравнению с машиной ТТР-401. С увеличением расстояния трелевки эффективность использования ТТР-402 возрастает.

Испытания показали, что при трелевке хлыстов машиной ТТР-402 почвенный покров повреждается значительно меньше, чем при работе гусеничного трактора ТДТ-55А.

В результате проведенных исследований установлено, что использование колесной бесчokerной трелевочной машины ТТР-402 наиболее целесообразно на промежуточных рубках и рубках главного пользования в насаждениях с несущей способностью грунта $0,055...0,1 \text{ МПа}$ и средним объемом хлыста $0,25...0,3 \text{ м}^3$, рекомендуемое значение

рейсовой нагрузки – $1,2 \text{ м}^3$. Захват клыками хлыста должен быть на расстоянии не более 500 мм от комля, в противном случае возможно упирание комля в центральную тягу навесного устройства; при эксплуатации на грунтах со слабой несущей способностью целесообразна трелевка за комель, выстилание волока сучьями и использование цепей; рекомендуемые значения рабочих скоростей движения составляют 5...10 км/ч, скорость преодоления единичных неровностей не более 6 км/ч.

По результатам испытаний проведена доработка конструкции трелевочной машины и будет начато изготовление опытно-промышленной партии.

Особый интерес для предприятий лесного комплекса Беларуси представляют погрузочно-транспортные машины (форвардеры), обеспечивающие заготовку сортиментов на лесосеке. Производительность машин такого типа можно определить по формуле [2]

$$\Pi = \frac{3600 \cdot Q}{T_{\text{ц}}} \cdot k_1 \cdot k_2,$$

где Q - объем древесины, который будет вывезен ПТМ на участке длиной l и шириной Δ , м; k_1 , k_2 - соответственно коэффициенты использования рабочего времени и технической готовности; $T_{\text{ц}}$ - время, затраченное на выполнение операций по сбору и транспортировке лесоматериалов объемом Q , с;

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{пог}} + t_{\text{раз}} + t_{\text{гх1}} + t_{\text{хх1}} + t_{\text{гх2}} + t_{\text{хх2}} + t_{\text{п.пер}} + t_{\text{р.пер}},$$

где $t_{\text{пог}}$, $t_{\text{раз}}$ - затраты времени на погрузку и разгрузку сортиментов; $t_{\text{гх1}}$, $t_{\text{хх1}}$ - затраты времени на движение машины в грузовом и порожнем направлениях в пределах участка; $t_{\text{гх2}}$, $t_{\text{хх2}}$ - то же при движении по магистральному волоку до лесовозной дороги; $t_{\text{п.пер}}$, $t_{\text{р.пер}}$ - время, затраченное на переезды машины во время набора пачек лесоматериалов при погрузке и разгрузке.

Затраты времени на погрузку и разгрузку находятся из выражений

$$t_{\text{пог}} = t_{\text{п.пач}} \cdot \frac{Q}{V_{\text{п.пач}}}; \quad t_{\text{раз}} = t_{\text{р.пач}} \cdot \frac{Q}{V_{\text{р.пач}}};$$

где $t_{\text{п.пач}}$, $t_{\text{р.пач}}$ - затраты времени на погрузку и разгрузку одной пачки, с; $V_{\text{п.пач}}$, $V_{\text{р.пач}}$ - объем пачки при погрузке и разгрузке, м^3 ;

$$V_{\text{п.пач}} = V_{\text{с}} \cdot n_{\text{п,с}}; \quad V_{\text{р.пач}} = V_{\text{с}} \cdot n_{\text{р,с}},$$

где $V_{\text{с}}$ - средний объем одного сортимента, м^3 ; $n_{\text{п,с}}$, $n_{\text{р,с}}$ - число сортиментов в одной пачке на погрузке и разгрузке, шт.

Число сортиментов в одной пачке является дискретной

случайной величиной, вид функции и плотности распределения определяются на основании экспериментальных исследований в реальных условиях. Продолжительность погрузки и разгрузки одной пачки является непрерывной случайной величиной, предполагается, что она подчиняется нормальному закону распределения.

Затраты времени на транспортировку круглых лесоматериалов определяются следующим образом. Путь, совершаемый ПТМ при перевозке пачки сортиментов объемом Q_1 до магистрального волока по ленте длиной L , в общем виде выражается арифметической прогрессией $1+2+\dots+n_m=n_m(n_m+1)/2$. С учетом этого путь, пройденный ПТМ в грузовом направлении, находится по уравнению

$$l_{гх1} = \frac{L \cdot k_0}{2} (n_m - 1),$$

где (n_m-1) - количество пачек объемом Q_1 , перевозимых ПТМ на ленте длиной L и шириной Δ с запасом q на 1 га;

$$n_m = \frac{L \cdot \Delta \cdot q}{10^4 \cdot Q_1}, \text{ или } n_m = \frac{Q}{Q_1}.$$

Для холостого хода находим

$$l_{хх1} = \frac{L \cdot k_0 \cdot k_1}{2} (n_m + 1),$$

где k_0, k_1 - коэффициенты, учитывающие увеличение пройденного пути за счет непрямолинейности при движении по волоку и увеличение пути при развороте машины.

Объем пачки Q_1 можно найти из соотношений

$$Q_1 = V_{п,пак} \cdot n_{п,пак} = V_{р,пак} \cdot n_{р,пак},$$

где $n_{п,пак}, n_{р,пак}$ - количество пачек при погрузке и разгрузке объема Q_1 .

Используя приведенные формулы для затрат времени в грузовом и порожнем направлениях в пределах разрабатываемой ленты, получим выражение

$$t_{гх1} = l_{гх1} / v_{гх1}; \quad t_{хх1} = l_{хх1} / v_{хх1}.$$

С учетом $n_m, l_{гх1}, l_{хх1}$

$$t_{гх1} = \frac{L \cdot k_0}{2 \cdot v_{гх1}} (Q/Q_1 - 1); \quad t_{хх1} = \frac{L \cdot k_0 \cdot k_1}{2 \cdot v_{хх1}} (Q/Q_1 + 1),$$

где $v_{гх1}, v_{хх1}$ - скорости движения в грузовом и порожнем направлениях, м/с.

Затраты времени на движение в грузовом и порожнем направлениях по магистральному волоку можно определить по формулам

$$t_{гх2} = l_{гх2} / v_{гх2}; \quad t_{хх2} = l_{гх2} \cdot k_1 / v_{хх2}.$$

С учетом размеров лесосеки

$$t_{\text{rx2}} = \frac{A \cdot L \cdot q \cdot k_o}{10^4 \cdot Q_1} (A/2 + B),$$

где $A = \Delta \cdot m$ - ширина лесосеки, состоящая из m лент шириной Δ , м; B - расстояние до погрузочного пункта, м.

Общие затраты времени на переезды ПТМ при сборе пачки объемом Q_1

$$t_{\text{п,пер}} = \frac{A \cdot L \cdot k_o}{2 \cdot \Delta \cdot v_{\text{пер}}} n_M,$$

где $v_{\text{пер}}$ - средняя скорость движения машины при сборе пачки.

Аналогично определяются затраты времени на переезд машины при разгрузке сортиментов:

$$t_{\text{р,пер}} = l_{\text{р,пер}} / v_{\text{пер}} \cdot n_M,$$

где $l_{\text{р,пер}}$ - путь проходимый машиной при разгрузке, м (зависящий от размеров штабелей и частоты переезда при сортировке лесоматериалов).

Одним из критериев оценки эффективности работы машины в конкретных природно-производственных условиях являются затраты энергии [кВт·ч/га], которые могут использоваться для сравнительного анализа машин, определения влияния различных факторов на рабочий процесс машины.

Затраты энергии для погрузочно-транспортных машин на вывозку древесины с учетом сбора пакета и его загрузки-разгрузки определяются, как

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{тр}} + \mathcal{E}_{\text{п.р.}},$$

где $\mathcal{E}_{\text{тр}}$ - затраты энергии на выполнение транспортной работы; $\mathcal{E}_{\text{п.р.}}$ - затраты энергии на погрузку и разгрузку пакета сортиментов.

$$\mathcal{E}_{\text{п.р.}} = c \cdot g \cdot M_{\text{п}} \cdot \Delta \cdot k_{o1} \cdot v_M \cdot n_{\text{п}} / a_2 \cdot \eta_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{м}},$$

где c - коэффициент (1/3600); g - ускорение свободного падения, м/с²; $M_{\text{п}}$ - масса пачки, т; Δ - ширина разрабатываемой ленты леса; k_{o1} - коэффициент увеличения пути укладки сортиментов в пакетирующее устройство по отношению к расчетному ($k_{o1} = 1,05 \dots 1,2$); v_M - коэффициент, учитывающий увеличение затрат энергии за счет непроизводительных движений рабочих устройств машины ($v_M = 1,1 \dots 1,3$); $n_{\text{п}}$ - число пачек на 1 га площади лесосеки; a_2 - коэффициент, учитывающий расположение ленты леса относительно продольной оси машины (при расположении ленты с одной стороны $a_2 = 1$; при расположении ленты с двух сторон $a_2 = 2$); $\eta_{\text{т}}, \eta_{\text{м}}$ - КПД устройств, передающих энергию от двигателя машины к технологическому оборудованию и его приводу.

Выражение для затрат энергии на выполнение транспортной работы имеет вид

$$\mathcal{E}_{\text{тр}} = \mathcal{E}_{\text{п.ф.}} + \mathcal{E}_{\text{п.п.}} + \mathcal{E}_{\text{с.п.}},$$

где $\mathcal{E}_{\text{п.ф.}}$ - затраты на самопередвижение машины (холостой и рабочий пробеги); $\mathcal{E}_{\text{п.п.}}$ - затраты энергии на перемещение пачки; $\mathcal{E}_{\text{с.п.}}$ - затраты энергии на сбор пакета.

$$\begin{aligned}\mathcal{E}_{\text{п.ф.}} &= c \cdot g \cdot M_{\text{м}} \cdot \varphi_{\text{м}} \cdot k_{\text{о}} \cdot v_{\text{о}} \cdot l_{\text{ср}} \cdot n_{\text{п}} / \eta_{\text{тр}}, \\ \mathcal{E}_{\text{п.п.}} &= c \cdot g \cdot M_{\text{п}} \cdot \varphi_{\text{м}} \cdot k_{\text{о}} \cdot v_{\text{о}} \cdot (l_{\text{ср}} - l_{\text{п,пер}}) \cdot n_{\text{п}} / \eta_{\text{тр}}, \\ \mathcal{E}_{\text{с.п.}} &= c \cdot g \cdot 0,5 \cdot M_{\text{п}} \cdot \varphi_{\text{м}} \cdot k_{\text{о}} \cdot v_{\text{о}} \cdot l_{\text{п,пер}} \cdot n_{\text{п}} / \eta_{\text{тр}},\end{aligned}$$

где $m_{\text{п}}$ - масса пачки, т; $M_{\text{м}}$ - масса машины, т; $l_{\text{ср}}$ - расстояние трелевки, м; $\varphi_{\text{м}}$ - коэффициент сопротивления движению машины; $l_{\text{п,пер}}$ - расстояние, которое проходит машина, чтобы загрузить пачку, м; $k_{\text{о}}$ - коэффициент увеличения пути движения машины по отношению к расчетному ($k_{\text{о}}=1,05\dots1,2$); $v_{\text{о}}$ - коэффициент увеличения затрат энергии за счет непроизводительных движений и трогания с места ($v_{\text{о}}=1,1\dots1,3$); $\eta_{\text{тр}}$ - КПД трансмиссии машины; $n_{\text{п}}$ - число пачек на 1 га площади лесосеки.

Выражение для суммарных затрат энергии имеет вид

$$\begin{aligned}\mathcal{E} = c \cdot g \cdot n_{\text{п}} \cdot \left[\varphi_{\text{м}} \frac{k_{\text{о}} \cdot v_{\text{о}}}{\eta_{\text{тр}}} \cdot (2 \cdot M_{\text{м}} \cdot l_{\text{ср}} + M_{\text{п}} \cdot l_{\text{ср}} - 0,5 \cdot M_{\text{п}} \cdot l_{\text{п,пер}}) + \right. \\ \left. + M_{\text{п}} \cdot \Delta \cdot \frac{k_{\text{о1}} \cdot v_{\text{м}}}{a_2 \cdot \eta_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{м}}} \right].\end{aligned}$$

На рис. 91 представлены сравнительные величины энергоемкости процесса подвозки сортиментов отечественными и зарубежными форвардерами при разных расстояниях, рассчитанные по данной методике.



Рис. 91. Энергоемкость процесса подвозки древесины

Из рисунка видно, как уменьшается величина Эпр при уменьшении расстояния подвозки и то, что по данному показателю отечественные форвардеры уступают зарубежным. На величину энергоемкости влияет и величина рейсовой нагрузки. Так, для форвардера МЛПТ-354 при уменьшении величины рейсовой нагрузки от 7 до 5 м³ увеличение энергоемкости составляет 31%, при дальнейшем уменьшении до 2 м³ энергозатраты возрастают на 85%.

Затраты на передвижение являются основной составляющей энергоемкости. Определенные удельные затраты энергии [кВт·ч/м³·км] на выполнение транспортной работы тракторами МЛПТ-354 и ТДТ-55 соответственно равны 1,47 и 5,27. Результаты получены при следующих условиях: запас леса на гектаре 230 м³; средний объем хлыста 0,23 м³; среднее значение рейсовой нагрузки соответственно 6 и 5 м³.

Эксплуатационно-технологические испытания опытного образца форвардера МЛ-131 проходят на предприятии ОАО "Молодечнолес". Природно-производственные условия лесосеки, отведенной для испытаний погрузочно-транспортной машины, характеризуются следующими показателями: средний объем хлыста – 0,17 м³; состав насаждения – 9С1Е+Б. Длина заготавливаемых сортиментов - 4...6 м.

Технологический процесс заготовки сортиментов с использованием форвардера МЛ-131 предусматривает следующие операции: валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты бензиномоторной пилой у пня. Валка производилась таким образом, чтобы ликвидная древесина размещалась вблизи

сортиментной полосы, а сучья - вблизи волока. После заготовки сортиментов машина задним ходом заезжала по волоку вглубь пасеки и при движении к погрузочной площадке производила сбор и погрузку сортиментов гидроманипулятором на грузовую платформу. Закончив набор воза, машина двигалась к лесовозной дороге, где сортименты выгружались в штабели для последующей погрузки на лесовозный транспорт.

Результаты хронометражных наблюдений испытываемой машины представлены на рис. 92. При анализе данных хронометражных наблюдений работы погрузочно-транспортной машины МЛ-131 установлены показатели рабочего цикла.

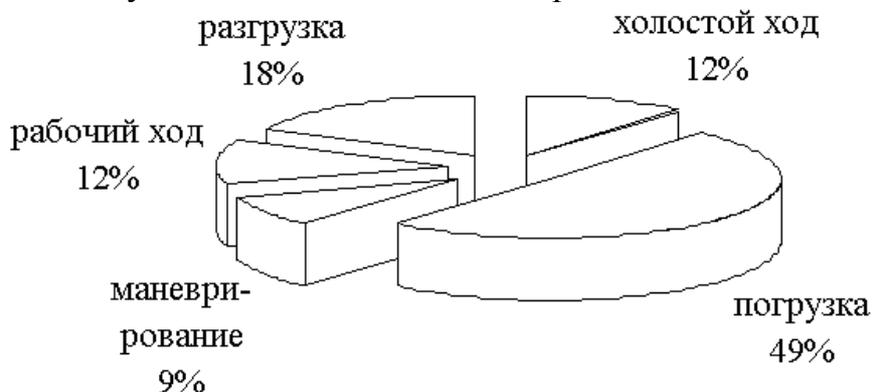


Рис. 92. Диаграмма средних показателей времени рабочего цикла машины МЛ-131

Эксплуатационная эффективность оценивалась часовой производительностью в зависимости от длины выпиливаемых сортиментов (l_c) и расстояния трелевки ($L_{тр}$) на основании полученного уравнения регрессии:

$$Z = 2,113 + 0,624 \cdot l_c + 0,001 \cdot L_{тр} + 0,036 \cdot l_c^2 - 0,001 \cdot l_c \cdot L_{тр}$$

На рис. 93 представлена поверхность отклика для часовой производительности. Из графика видно, как производительность зависит от рейсовой нагрузки и расстояния трелевки. Так, при увеличении расстояния трелевки от 150 до 700 м часовая производительность уменьшается в 2,1 раза. При изменении объема пачки с 10 м^3 до 6 м^3 производительность уменьшается в 2,5 раза. Полученные предварительные данные позволили установить, что в рассматриваемых природно-производственных условиях при расстоянии трелевки около 300 м часовая производительность в среднем составляет $5,2 \text{ м}^3$.

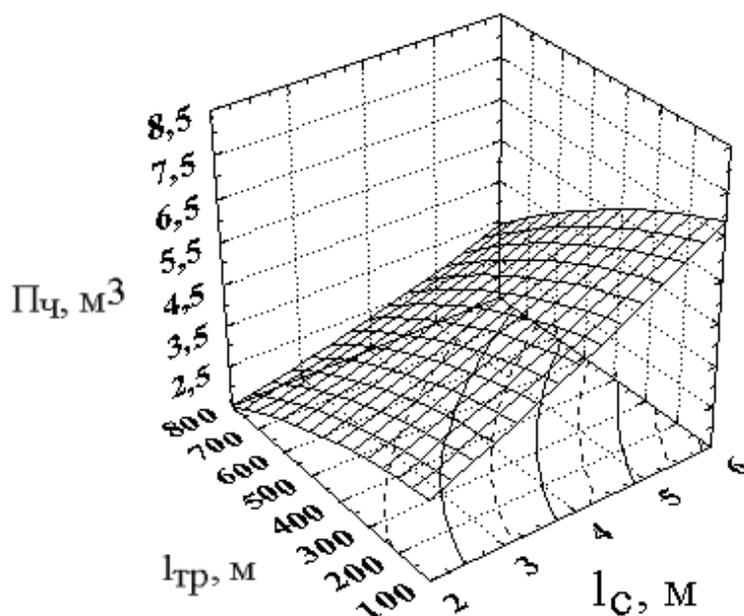


Рис. 93. Поверхность отклика для часовой производительности машины МЛ-131

Одной из мер, уменьшающих негативное воздействие техники на лесной фитоценоз, является проектный экологический анализ создаваемых машин. На основании выполненных на МТЗ и кафедре лесных машин и технологии лесозаготовок БГТУ исследований разработаны конструктивные и технологические мероприятия, обеспечивающие экологическую совместимость создаваемых машин с лесной средой. В рамках подготовки нормативных документов наибольшее внимание уделено снижению отрицательных воздействий на почву, молодняк, подрост и загрязнение атмосферы.

Для примера в табл. 16 приведены обоснованные по комплексным критериям параметры проходимости созданных на МТЗ колесных лесных машин.

Таблица 16. Основные показатели проходимости колесных лесных машин

Марки машин	Обозначение шин	$q_{ср}$, кПа	q_k , кПа	$\sigma_{0,5}$, кПа	h , $m \cdot 10^{-2}$
ТТР-401	<u>11,2-20</u>	<u>78,8</u>	<u>118,2</u>	<u>12,2</u>	<u>1,5</u>
ТТР-402	18,4L30	66,3	99,4	23,9	2,1
МЛПТ-354	<u>30,5L32</u>	<u>65,4</u>	<u>98,1</u>	<u>34,8</u>	<u>2,9</u>
	30,5L32	98,1	147,1	52,2	4,5
МЛ-126	<u>30,5L32</u>	<u>54,5</u>	<u>81,7</u>	<u>28,9</u>	<u>2,5</u>
	30,5L32	76,3	114,4	40,6	3,5

Примечание: в числителе приведены значения показателей для передней оси, в знаменателе - для задней; $q_{ср}$ и q_k - среднее и

максимальное давления ; $\sigma_{0.5}$ - напряжения; h -глубина колеи.

В настоящее время осуществляются работы по накоплению банка данных по природно-производственным, лесоэксплуатационным условиям, техническим и технологическим показателям, а также нормативным требованиям, учитывающим лесоводственно-экологические ограничения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коробкин В.А., Жуков А.В., Федоренчик А.С., Гороновский А.Р. Обоснование параметров семейства лесных машин на базе тракторов МТЗ//Труды БГТУ, вып. 3. – Мн., 1996. – С. 9-17.
2. Коробкин В.А., Жуков А.В., Гороновский А.Р. Специальные колесные машины МТЗ// Труды БГТУ, вып. 4. – Мн., 1998. – С. 7-11.
3. Жуков А.В., Асмоловский М.К., Клоков Д.В. Результаты исследовательских испытаний нагруженности трансмиссии сортиментовоза на базе трактора МТЗ-82В// Лесной журнал, №2, 2000. – С. 73-78.
4. Жуков А.В., Федоренчик А.С., Гороновский А.Р. Совместимость лесных машин со средой. – Мн.:БГТУ, 2000.- 48 с.
5. Барановский В.А., Некрасов Р.М. Системы машин для лесозаготовок. - М., "Лесная пром.", 1997. – 125 с.
6. Лесоводственные требования к технологическим процессам лесосечных работ// ВНИИЛМ. - М., 1993.
7. Аникин А.С., Минаев В.П. и др. Несплошные рубки с использованием отечественной и зарубежной техники. // Сб. научн. трудов. ЛТА. - С.– Петербург, 1999. С. 37 – 44.
8. Жуков А.В. Проектирование лесопромышленного оборудования. – Мн. :Выш. шк., 1990. – 312 с.
9. Тракторы МТЗ-80 и МТЗ-82./И.П. Ксеневич, С.Л. Кустанович, П.Н. Степанюк и др. – М.:Колос, 1983. – 254 с.
10. Тракторы "Беларусь" МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-82Н, МТЗ-82ЛН: Техн. описание и инструкция по эксплуатации / И.Ф. Бруенков, Г.В. Михайлов, Э.А. Бомберов и др. – Мн.:Ураджай, 1984. – 352 с.
11. Кочегаров В.Г., Бит Ю.А., Меньшиков В.Н. Технология и машины лесосечных работ. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 392 с.
12. Турлай И.В., Завойских Г.И., Федоренчик А.С. Инженерно-информационное обеспечение лесосечных работ. – Мн.: РТМ, 1989. – 81 с.
13. Романов В.С., Матвейко А.П., Завойских Г.И., Шамаль В.Ф. Рациональное освоение лесосырьевых ресурсов предприятиями Минлесбумпрома БССР на основе малоотходной технологии. – Мн.: БелНИИНТИ, 1987. – 60 с.
14. Планирование лесохозяйственных работ. Материалы фирмы Husqvarna. – 24 с.
15. Инструкция по организации проведения несплошных рубок главного пользования в лесах Республики Беларусь / Л.Н. Рожков, А.С. Федоренчик, В.П. Григорьев и др. – Мн., 1997. – 72 с.
16. Сортиментная заготовка леса/ В.А. Азаренок, Э.Ф. Герц, А.В. Мехренцев. – Екатеринбург.: УГЛА, 2000. – 130 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Современное состояние и тенденции развития лесозаготовок и лесного машиностроения в Республике Беларусь.....	4
2. Повреждения лесной среды, экологические и лесохозяйственные требования к лесным машинам.....	11
3. Общая концепция создания новых лесных машин и критерии выбора их параметров.....	14
4. Общие условия применения лесных машин.....	24
5. Технологические схемы применения лесных машин.....	26
5.1. Разработка лесосек с применением трелевочных тракторов, оборудованных канатно-чokerной оснасткой.....	26
5.2. Технологические схемы разработки лесосек с применением погрузочно-транспортных машин.....	39
6. Особенности конструкций лесных машин "Беларус".....	54
6.1. Трелевочная машина ТТР-401.....	54
6.2. Бесчokerная трелевочная машина ТТР-402.....	59
6.3. Трелевочно-погрузочные машины МТП-441 и 441-01...	63
6.4. Погрузочно-разгрузочная машина МПР-371.....	69
6.5. Погрузочно-транспортная машина МЛПТ-354.....	72
6.6. Лесная погрузочно-разгрузочная машина МЛПР-394...	95
6.7. Трелевочная машина МЛ-126.....	103
6.8. Погрузочно-транспортная машина МЛ-131.....	113
6.9. Малогабаритная трелевочная машина МТЗ-320ТТ.....	119
7. Результаты применения лесных машин "Беларус".....	136
Литература.....	148