

В. А. Александров

МЕХАНИЗАЦИЯ ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ В РОССИИ

Издание второе,
переработанное и дополненное

Санкт-Петербург
«Профи»
2009

Автор
доктор технических наук, профессор
В. А. Александров

Рецензенты
кафедра лесных и деревообрабатывающих машин УГТУ
(Н. Р. Шоль),
кафедра технологии и оборудования лесного комплекса ПГУ
(И. Р. Шегельман)

УДК 630*36 (035)

Александров В. А.
Механизация лесосечных работ в России. СПб.: Профи,
2009. 256 с.

В книге в хронологической последовательности представлен материал по развитию механизации лесосечных работ в России. Показана роль отечественных ученых и конструкторов в разработке и создании лесозаготовительной техники. Дано обобщение и приведен анализ НИОКР за последние 60 лет, а также рассмотрены тенденции и перспективы развития машин и оборудования для валки леса, трелевки, очистки стволов от сучьев и погрузки древесины на транспорт.

Предназначена для инженерно-технических работников и конструкторов отрасли, аспирантов, магистров и студентов лесотехнических вузов.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 2010 году Лауреату Сталинской премии за разработку трелевочного трактора КТ-12, профессору, доктору технических наук Сергею Федоровичу Орлову исполняется 100 лет со дня рождения.

Учитывая большой вклад С. Ф. Орлова в отечественное лесное машиностроение, автор счел своим долгом переиздать книгу «Механизация лесосечных работ в России» к юбилейной дате, дополнив ее более подробной биографией Сергея Федоровича и изложением поисково-конструкторских разработок, выполненных под его руководством, которые не вошли в первое издание.

С момента первого издания книги прошло 8 лет. В целом книга была воспринята работниками лесной отрасли с большим интересом, хотя и неоднозначно. В большинстве материал, изложенный в книге, вызвал положительный отклик у специалистов лесной промышленности и лесного хозяйства.

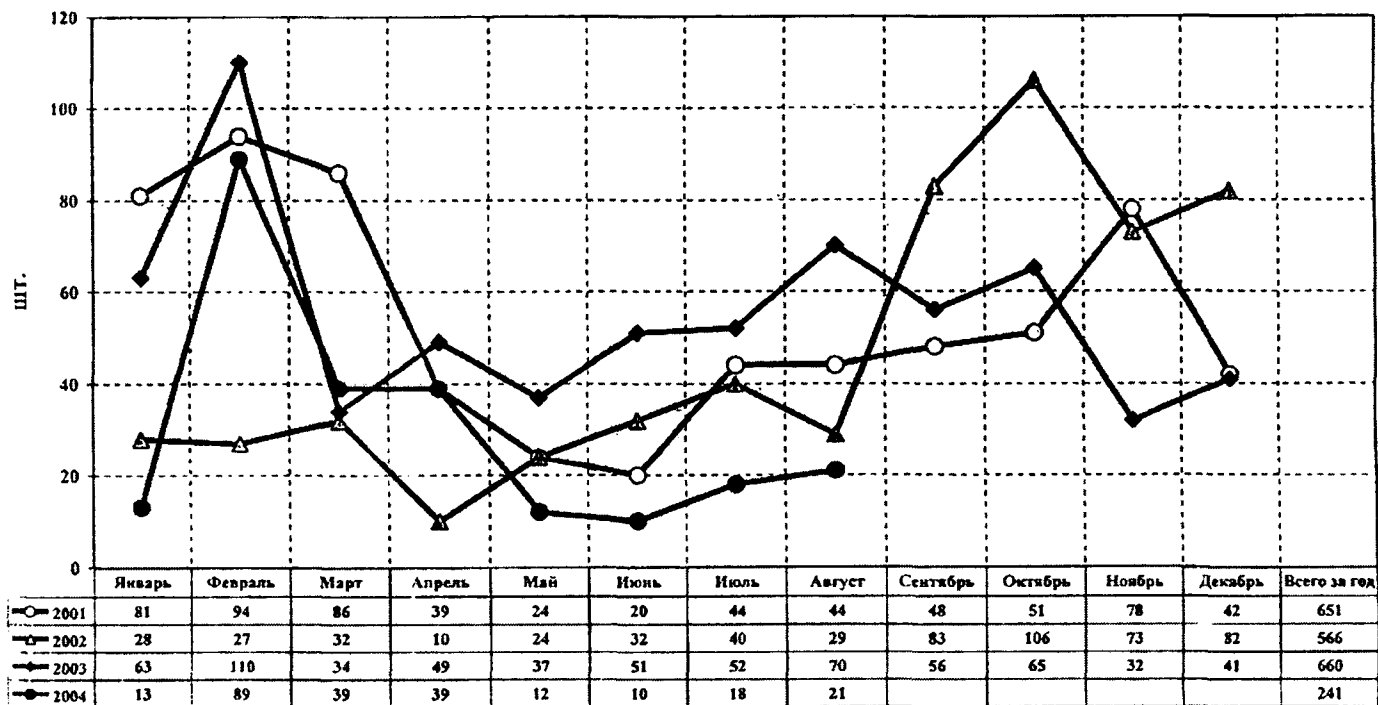
В то же время, несмотря на то, что при написании книги автор опирался в основном на опубликованный материал в печати (проанализировано содержание 124 источников за период с 1949 по 2000 год), тем не менее, некоторые специалисты посчитали, что достижения их научных школ представлены в книге недостаточно. В этой связи, перед тем как выносить на суд читателей новое дополненное издание автор вновь пересмотрел практически весь опубликованный и изложенный ранее материал и не обнаружил чего-либо пропущенного.

Видимо интересных разработок у этих школ не было или о них ничего не публиковалось в открытой печати.

Итак, что же изменилось за эти 8 лет в России в деле механизации лесосечных работ?

Отечественные заводы лесного машиностроения практически бездействуют, а если и работают, то выпускают свою технику штучно. К примеру, приведем данные по выпуску и сбыту тракторов Онежского тракторного завода (ОТЗ) (см. таблицу) за период 2001–2004 гг.

Общая отгрузка тракторов в 2001–2004 гг. (ОАО «Онежский тракторный завод»)



Не лучше обстоят дела и у других организаций. Многие предприятия лесного машиностроения пытаются спасти положение привлечением к совместной работе зарубежные фирмы. Так, Йошкар-Олинский завод на базе валочно-пакетирующей машины ЛП-19А создал харвестер. На машине установлена харвестерная головка SP-650 шведской фирмы SP Maskiner и внесен ряд изменений в конструкцию. В 2002 году харвестер был представлен на 9-й международной выставке «Лесдревмаш» и по мнению разработчиков привлек внимание лесозаготовителей. Рекламируя эту машину («Шведское качество по российской цене»), разработчики умалчивают, что стоимость харвестерной головки превышала стоимость 25 тонной базовой машины на тот период в 3,5 раза. Иностранцы потешаются над нами в отношении цен на свои изделия.

Кстати, о качестве и надежности лесосечных машин. Раньше в СССР, а затем в России мы всегда считали надежность своей техники недостаточной. Но что удивительно, до распада СССР в стране было примерно 40...42 тысячи трелевочных тракторов Отечественного производства. За истекшие 15...17 лет нашими заводами было выпущено и продано лесозаготовителям около 5 тысяч машин. За это же время зарубежных машин всех типов было закуплено не более 1500.

А отрасль работает и работает в основном на отечественных латанных – перелатанных трелевочных тракторах. Так что не такие уж и плохие были наши машины.

По такому же пути пытается выйти из трудного положения и ОТЗ, создавая колесный харвестер на базе Скиддера ТЛК4-01. Харвестер так же оснащается шведским оборудованием-манипулятором Granab CPH 12 и головкой SP 551 LF.

Другие предприятия пытаются разработать отечественные машины, превосходящие зарубежные, но при этом видимо совершенно не читают техническую литературу и не следят за развитием и опытом эксплуатации техники за рубежом, да и у нас в стране. Так, ОАО «Курган-машзавод» разработал гусеничный трелевочный трактор с манипулятором МЛ-107А, мощность двигателя которого 243 кВт, а скорость движения 25 км/ч. Интересно знать, где и как он будет двигаться с такой скоростью? Такая скорость движения гусеничного трелевочного трактора уже была достигнута фирмой FMC Корпорэйшн, но ее машины у лесозаготовителей успеха не имели.

О чудачествах (другого слова не мог подобрать) можно говорить и дальше. Они были и в прошлом, когда некоторые НИИ пытались создать «Мостодонты», и, как видим, имеют место в настоящем.

Лесозаготовители-производственники подходят к технике с экономической точки зрения и в настоящее время это правильно. Если раньше в СССР мы разрабатывали технику не только с позиций повышения производительности, но и замены опасного ручного труда на всех видах лесосечных работ, его привлекательности и не особенно думали об экономичности. Имею в виду расход горючего. Оно в СССР стоило копейки. Так, трактор ТЛП-100 разрабатывался еще в СССР и он был бы востребован лесозаготовителями, если бы Советский Союз еще существовал, но сегодня его не покупают из-за большого расхода дорогостоящего дизельного топлива, то есть он стал экономически не выгоден. В этих условиях лесозаготовители идут на большие затраты, но покупают экономичную зарубежную технику. Причем, если в начале 90-х годов предпочтение отдавалось технике под так называемую скандинавскую технологию (вот уж в России всегда было преклонение перед заграницей), то сейчас более популярной становится опять хлыстовая технология. По поводу скандинавской технологии – заготовку и вывозку древесины в сортаментах производили еще первобытные люди. Так как для реализации хлыстовой технологии своих машин нет, то предпочтение отдается машинам канадского производства.

Приведу некоторые высказывания генерального директора, (замечу, что у нас в стране совсем не осталось просто директоров, как впрочем, и профессоров, одни академики) компании «Канадские лесные технологии» А. Орлова по итогам зимнего сезона 2006–2007 года [130]: «... Если вы спросите канадского конструктора – владельца машин на контрактной промышленной заготовке, почему он строит работу на базе ВПМ, а не харвестерных, то услышите простое объяснение: с харвестерами он ничего бы не смог заработать. Харвестеры нужны на процессорных операциях обработке хлыста, но не валке.

...ВПМ способна срезать, удерживать и укладывать нужным образом значительные пакеты хлыстов (деревьев описки). Такие машины позволяют за один цикл захватывать, спиливать и укладывать сразу несколько деревьев — пачку. Харвестер работает только с одним деревом.

...По производительности, разница между скандинавским и канадским способами лесозаготовки составляет 4–5 раз».

Так видимо, рано отказываться от машины ВПМ ЛП-19А, которая ничуть не хуже зарубежных, в том числе и канадских ВПМ.

Одновременно, в этой же статье высказана мысль в защиту гусеничного двигателя.

«...Один из итогов сезона (имеется в виду 2006–2007 гг.) также в том, что для многих специалистов развеяны некоторые мифы. Вполне очевидны преимущества гусеничных валочных и харвесторных машин и не только по производительности, но и по экологичности: на абсолютном большинстве почв гусеница существенно менее разрушительна, чем колесо».

Ну что же, для конструкторов лесозаготовительной техники, это не является открытием, сложнее было всегда убедить в этом лесоводов.

К выбору типа машин необходимо подходить комплексно, с учетом древостоев, почво-грунтовых и климатических условий лесозаготовительного региона. На почвах с хорошей несущей способностью, очевидно более целесообразно использовать колесные машины и наоборот на почво-грунтах со слабой несущей способностью – гусеничные машины.

То же самое касается и технологий. Если, как было отмечено выше, по мнению канадской компании, хлыстовая технология более производительна по сравнению с сортиментной то, на наш взгляд и она имеет ряд существенных недостатков. В частности, дерево после срезания ВПМ и укладывания на землю еще трижды поднимается с земли и трижды вновь опускается (два раза на землю и один раз на транспортное средство). Не много ли? Думается, что дерево не в восторге, что его так корежат машины, да и с позиции энергоемкости процесса не все обстоит прекрасно. С этой позиции сортиментная технология более прогрессивная.

Как видим, и здесь для каждого конкретных условий необходим комплексный подход. Однозначного решения нет, и не может быть.

Автор не останавливается на описании конструкций и истории создания зарубежной техники, используемой в настоящее время в России по простой причине, что она в большинстве своем создавалась в развитии техники отечественного производства.

Мы первые создали трелевочный трактор, валочно-трелевочную и валочно-пакетирующие машины и не наша вина, что процесс дальнейшего их развития был остановлен в 90-е годы прошлого столетия.

В заключении автор выражает признательность рецензентам книги за сделанные замечания и уточнения в процессе подготовки рукописи.

Замечания и пожелания просим посылать по адресу:

194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5, ГЛТА, кафедра проектирования специальных лесных машин.

1. МЕХАНИЗАЦИЯ ЛЕСОЗАГОТОВОК В ДОВОЕННЫЙ ПЕРИОД (1917–1941 гг.)

Предпосылки возникновения технологической операции «трелевка леса»

Послереволюционный период характеризуется разразившейся в стране гражданской войной и последовавшей за ней интервенцией стран Антанты. Экономическая жизнь в стране была парализована. Республика оказалась в кольце империалистической блокады. Страна была отрезана от основных топливно-энергетических баз. Начался топливный голод. Обеспечение дровами промышленности, железнодорожного транспорта и населения являлось в это время одной из главных задач. Правительством были приняты меры по привлечению к заготовке и вывозке дров всего трудоспособного населения. К 1920 году на дрово- и лесозаготовках работали около 6 млн человек и свыше 4 млн лошадей, что резко улучшило положение с топливом [6]. Так как постоянно рабочей силы на лесозаготовках не хватало, то остро встала проблема механизации хотя бы отдельных операций.

В этот период площадь земель лесного фонда страны превышала 1, 2 млрд га, в том числе лесопокрытой площади – более 750 млн га. Средний запас леса на 1 га эксплуатационного фонда составлял 135 м³.

Лесозаготовительные предприятия – леспромхозы были организованы в 1929 году. До 1929 года лесозаготовки не имели своей производственно-технической базы, лесозаготовительных предприятий, постоянных кадров. Первоначально решение этой задачи шло в направлении создания лесопильных заводов. К концу 1919 года было уже 951 такое предприятие.

Однако темпы развития народного хозяйства страны значительно опережали рост лесопильного производства. Господство-

вавшая тогда на лесозаготовках артельно-подрядная форма организации работ без отделения ручной валки леса от гужевой вывозки не могла удовлетворить растущие потребности страны в древесине. В этой связи была проведена в стране реорганизация лесозаготовительной отрасли. 2 февраля 1928 года правительством было принято постановление «О мерах по упорядочению лесного хозяйства», а в августе 1929 года – постановление «О реорганизации лесного хозяйства и лесной промышленности».

В этих постановлениях было дано определение лесопромышленных предприятий как первичных хозяйственных организаций. В лесных массивах, передаваемых в долгосрочное пользование лесобрабатывающей промышленности, лесозаготовительные конторы были преобразованы в леспромхозы. Учетом и восстановлением лесов обязаны были заниматься лесхозы. «Положение о лесхозах и леспромхозах» было утверждено постановлением экономического совета РСФСР от 05.12.1929 г.

Валка леса в этот период, как уже отмечалось выше, осуществлялась, в основном, вручную. На лесозаготовках широко применялись двуручные пилы производства Златоустовского завода и Горьковского завода «Металлист». Вместе с тем многие лесные предприятия, особенно на севере, вплоть до 1932–1933 годов пользовались шведскими двуручными пилами фирмы Сандвикен и фирмы Викинг. Кроме того, в страну было ввезено большое количество пружинных пил «Компис», выпускавшихся также шведской фирмой Сандвикен. Однако эти пилы не нашли одобрения лесозаготовителей.

В период 1932–1940 гг. в России был осуществлен переход на работу лучковыми пилами и пилами «Кроскот».

Первые попытки механизировать процесс валки деревьев с помощью передвижных пил относятся к концу XIX века. В качестве силовой установки использовались двигатели внутреннего сгорания, электрические и паровые машины. Рабочим органом были полосовые пилы, копировавшие принцип возвратно-поступательного движения ручных поперечных пил. Однако эти пилы вследствие большой массы и размеров (100 кг и более) не получили распространения. В начале XX века, перед второй мировой войной, были разработаны более легкие переносные моторные пилы. Первые образцы переносных моторных пил были созданы в 1920–1925 гг. в Германии и Чехословакии. В качестве силовой установки применялись двигатели внутреннего сгорания и электродвигатели. Мощность таких пил не превышала 3,5–5 л. с. (2,6...3,7 кВт) при массе 40–55 кг. Обслуживались

такие пилы двумя рабочими. Серийное производство первых отечественных моторных пил МП-300 началось значительно позже в 1932–1934 гг.

В 1935 году был начат серийный выпуск бензиномоторной пилы МП-220 (разработчики институт ЦНИИМЭ и Архангельский лесотехнический институт)*. Пила имела также значительную массу (31 кг) и обслуживалась двумя рабочими. Следует заметить, что в это же время была принята к производству пила с электроприводом ПЭП-3 массой 38 кг. Несмотря на то, что отечественные моторные пилы имели несколько меньшую массу по сравнению с зарубежными, тем не менее, масса пилы в 30–38 кг была также непосильна для одного рабочего. Переход на коньковую пилу (1939–1940 гг.) позволил снизить ее массу до 16–20 кг. Однако отечественная промышленность не могла в достаточном объеме удовлетворить потребности лесозаготовителей в моторных пилах, вплоть до начала пятидесятых годов. Поэтому валка и раскряжевка производились в эти годы в основном лучковыми пилами.

Вывозка заготовленной древесины осуществлялась лошадьми. Из-за плохого качества снежных дорог и бездорожья рейсовые нагрузки были невелики.

Первые улучшенные снежные лесовозные дороги начали строиться в 1926–27 гг. Вслед за ними начали строить и конно-ледяные дороги. Все это позволило в 2–3 раза увеличить нагрузку на рейс. Использование ледяных дорог вызвало необходимость выделения в особую операцию подтаскивания леса к дороге, для чего использовали специализированные подсанки. По существу, это и было рождением современной трелевки.

Вначале более быстрыми темпами происходил процесс механизации вывозки леса. Одновременно с освоением конных ледяных дорог начали использовать ледяные дороги с механической (тракторной) тягой. Первые такие опыты проводились в тресте «Северолес». Здесь, в ноябре 1927 года, по Ижемской и Югорской трассам впервые прошли тракторные поезда [6]. Уже к концу 1932 года лесная промышленность имела более 600 км тракторно-ледяных дорог. За этими дорогами было закреплено 994 трактора. Использование трактора на лесозаготовительных работах сразу же было признано весьма эффективным, но про-

Институт ЦНИИМЭ (Центральный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт механизации и энергетики лесной промышленности) был организован в 1932 г.

цесс механизации вывозки сдерживался нехваткой отечественных машин.

В 1931 году начали работать пластинчато-лежневые (деревянные) дороги, построенные для вывозки леса весной, летом и осенью.

Трелевка леса, выделившаяся в отдельную и необходимую операцию, оставалась в первые годы гужевой. Однако шел энергичный поиск способов механизированной трелевки.

Первые опыты по трелевке леса тракторами в СССР были проведены институтом ЦНИИМЭ в 1933 году. Несмотря на то, что сельскохозяйственные тракторы и тракторы общего назначения были не приспособлены к условиям эксплуатации в лесу, а также не имели специального технологического оборудования (в качестве прицепных приспособлений использовали цепи и чокеры), тем не менее их использование позволило значительно повысить производительность труда. Уже в 1933–1934 гг. на многих предприятиях впервые была осуществлена в производственных условиях трелевка хлыстов волоком трактором С-60 Челябинского завода*. Одновременно использование достаточно мощных тракторов на трелевке выявило и ряд существенных недостатков. Перемещение пачки хлыстов или сортиментов волоком быстро разрушало поверхность дороги, из-за большого сопротивления волочащейся пачки рейсовая нагрузка была небольшой.

Попытки устранения этих недостатков шли в направлении применения конусов (конусы надевались на комли хлыстов) и пэнов (поддонов).

Параллельно внедрению тракторной трелевки проводились исследования по использованию лебедочно-канатной трелевки как наземной, так и полувоздушной.

Таким образом, в 30-е годы на первый план вышла проблема механизации лесозаготовок и, в частности, механизация процесса трелевки. В лесозаготовительную отрасль начали поступать мощные гусеничные тракторы Челябинского завода вначале С-60 (рис. 1.1), а затем С-65 с дизельным двигателем (1936–1937 гг.) и, позже, с газогенераторным – СГ-65 (1938 г.)* – рис. 1.2.

* Челябинский тракторный завод (ЧТЗ) вступил в строй в 1933 г.

* Выпуск первых гусеничных тракторов С-60 («Сталинец-60») на ЧТЗ был осуществлен 1 июня 1933 года. Трактор представлял собой копию Катерпиллера-60 и был предназначен, кроме сельскохозяйственных работ, для работ в строительстве, на лесозаготовках, а также в Красной Армии в качестве артиллерийского тягача.

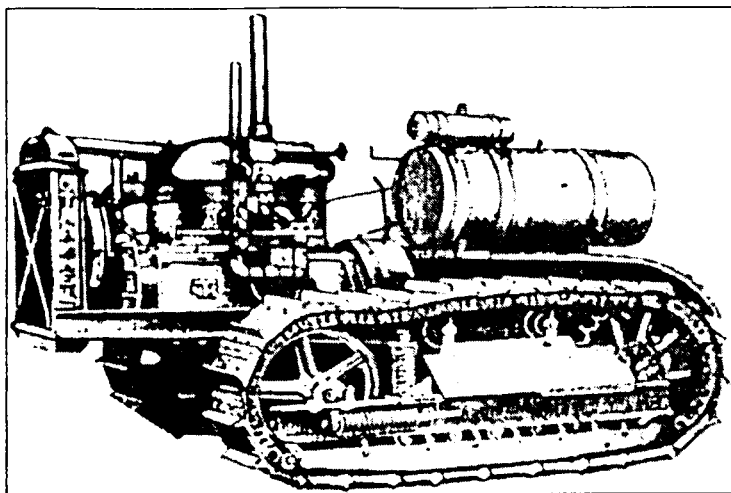


Рис. 1.1. Трактор С-60

В табл. 1.1 приведены краткие технические характеристики машин. Эти машины на различных работах в лесу оказались значительно более эффективными по сравнению с зарубежными, особенно на вывозке. Это было признано и за рубежом. Трактор С-65 демонстрировался на международной выставке «Искусство и техника в современной жизни» в Париже (1937 г.) и был удо-

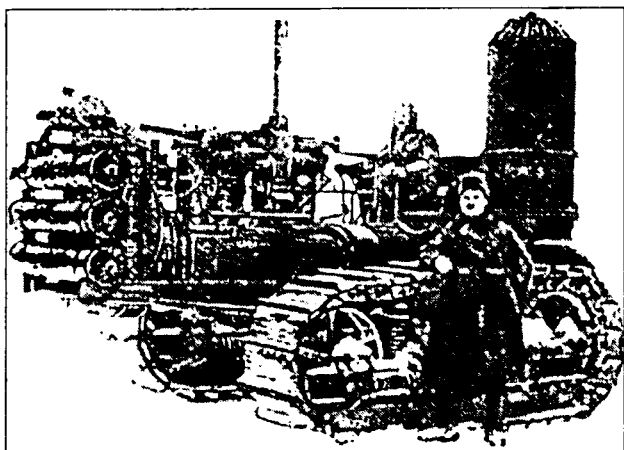


Рис. 1.2. Трактор ЧТЗ-СТ-65 с газогенератором Декаленкова (управляет трактором инженер И. П. Щетинин, у трактора – С. И. Декаленков)

Таблица 1.1

**Краткие технические характеристики первых отечественных
гусеничных тракторов**

Параметры	С-60	С-65
Тип трактора	сельскохозяйственный, общего назначения	сельскохозяйственный, общего назначения
Тяговая мощность, л. с. (кВт)	50 (36,77)	55 (40,45)
Тип двигателя	Карбюраторный 4-ци- линдровый, 4-тактный	Дизель 4-цилиндровый, 4-тактный
Мощность двигателя, л. с. (кВт)	72 (52,96)	75 (55,16)
Топливо (основное)	Лигроин	Дизельное
Теоретические скоро- сти движения, км/ч	3–5,9	3,6–6,9
Тяговое усилие, кН	43,6–22,7	45,08–18,62
Масса, кг	10000	11200

стоен Высшей награды. В 1940 году на вывозке леса эксплуати-
ровалось 2,6 тыс. тракторов, 5,9 тыс. автомобилей и 355 парово-
зов и мотовозов.

Уровень механизации вывозки достигал 32,8 процентов, в то
время как трелевка отставала, (она была механизирована всего
на 5,6 %), а валка и погрузка велись вручную. Следует отметить,
что в 1940 году наша страна вышла на первое место в мире по
производству гусеничных тракторов.

Тракторный парк страны насчитывал 531 тыс. единиц.

2. СОЗДАНИЕ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА (1945–1951 гг.)

Послевоенный период развития лесозаготовок характеризуется переходом лесозаготовительной промышленности из отсталой в высокоразвитую индустриальную отрасль. На смену ручной пиле на валке и раскряжевке приходят электро- и бензиномоторные пилы, на вывозке лошадь заменяется трактором или лебедкой.

В 1943 году по заданию правительства группа научных сотрудников ЦНИИМЭ приступила к разработке нового массового инструмента для валки и раскряжевки леса – электромеханической пилы. Перед конструкторами стояла сложная задача – создать легкий, мощный и надежный в работе механизм. К этому времени все отечественные и зарубежные пилы имели большую массу – 24–48 кг.

Созданная электропила получила название ВАКОПП (1946 г.) по первым буквам фамилий ее авторов: Г. А. Вильке, Н. В. Александрова, В. В. Куосмана, А. И. Осипова, П. П. Пациоры и А. К. Плюснина.

Новая двуручная пила имела массу 18 кг с двигателем мощностью 1,3 кВт и обслуживалась двумя рабочими. Промышленное производство ВАКОПП было начато одновременно на нескольких заводах.

В дальнейшем коллективом ЦНИИМЭ была создана новая пила, получившая название К-5 (1949 г.), обслуживаемая одним человеком. Пила К-5 была вдвое производительнее пилы ВАКОПП и в два раза легче ее.

За разработку и внедрение отечественных электропил в 1949 году авторам В. В. Куосману, А. И. Осипову, А. К. Морееву, П. П. Пациоре, К. И. Вороницыну, Н. Ф. Харламову, Н. Н. Кривцову и А. П. Готчиеву была присуждена Сталинская премия II степени.

Таблица 2.1

**Краткие технические характеристики
отечественных бензиномоторных пил**

Показатели	Годы серийного изготовления	Количество обслуживающего персонала	Мощность двигателя, кВт	Длина пильного аппарата, мм	Скорость резания, м/с	Масса (сухая), кг
МП-300	1932–1934	2	3,38	800	9,8	46
МП-220	1935–1937	2	2,35	750	10	31
МП-220А	1938–1939	2	2,35	750	11	31
МП-180	1940–1941	2	2,5	750	11	31
«Урал»	1946–1954	2	2,57	750	11,8	31
«Дружба»	1955–1958	1	2,2	440	4,5	10,5
«Дружба-59»	1959	1	2,35	440	4,5	10,8
«Дружба-60»	1960–1962	1	2,57	440	5,0	11,3
«Дружба-4»	1963	1	2,94	440	8,3	12,4
«Дружба-4М»	—	1	3,2	460	8,0	12,6
МП-5 «Урал»	1968	1	4,04	440; 700	10,8	11,6
МП-5 «Урал-2»	—	1	3,7	460	11,0	11,6
Тайга-214	—	1	2,6	380	15,0	8,8
М-228	—	1	3,6	460	15,0	10,6
Крона-202	—	1	1,8	320	15,4	6,8

Электропилы безраздельно господствовали в лесу вплоть до полного перехода отрасли на новую технологию, связанную с вывозкой древесины в хлыстах (1949–1954 гг.), когда на смену им пришли вновь бензиномоторные пилы*. В 1954 году на серийное производство была поставлена мотопила «Дружба» мощностью 3 л. с. (2,2 кВт) и массой 11 кг*. Несколько позже, в 1958 году, на Всемирной выставке в Брюсселе она была удостоена приза Гран-при (большой золотой медали). Область применения электропил ограничилась нижними складами. В табл. 2.1 приведены краткие

* Вывозка в хлыстах впервые была применена в 1949 г. на узкоколейной железной дороге Александровского леспромхоза ЦНИИМЭ. Вывозка в хлыстах позволила переместить целый ряд операций с лесосеки в более благоприятные условия нижнего склада, что резко повысило производительность труда и создало предпосылки для комплексной механизации нижнескладских работ с использованием отходов лесозаготовок. За разработку и внедрение этой прогрессивной технологии Государственной премией III степени были удостоены: С.А. Брюхов, С.И. Орешкин, А.А. Николаев, А. Лепенцов, А.В. Шевелев.

* Авторы: А.М. Анашкин, И.Н.Боженко, Н.Я.Бортенко, А.Г.Ивченко, А.К. Мореев и Н.В.Уваров.

технические характеристики отечественных бензиномоторных пил, а на рис. 2.1. пила МП-5 «Урал Электрон». Для трелевки на заболоченных лесосеках в 1947 году ЦПКБ Минлеспрома разработал трехбарабанную лебедку ТЛ-3, которая впоследствии стала прототипом лебедок ТЛ-4, ТЛ-5 и др. К 1955 году на лесозаготовительных предприятиях было более 5000 лебедок ТЛ-3. Начиная с 1956 года, их постепенно заменили на более производительные агрегатные лебедки ТЛ-4 и ТЛ-5.

Транспортировка древесины осуществлялась санными тракторными поездами, паровозами, мотовозами и автомобилями. К 1958 году техническая вооруженность достигала свыше пяти лошадиных сил на рабочего, тогда как в довоенном 1940 году она едва достигала одной лошадиной силы [1]. Вначале, как уже отмечалось выше, на трелевке деревьев или сортиментов применялись тракторы сельскохозяйственные или общего назначения, оснащенные лебедками и стальными канатами (канатно-чокерным оборудованием). Груз — пачка сортиментов или деревьев перемещался волоком, что вследствие большого сопротивления волочению снижало рейсовую нагрузку и быстро разрушало волок (дорогу). В то же время следует отметить, что применение в качестве тракторной тяги санного поезда, движущегося по ледяной дороге, позволяло транспортировать огромный груз в сортиментах от 600 до 1000 м³ [11] или 200–210 м³ комбинированного груза (хлыстов и сортиментов) [21]. С целью устранения недостатков, присущих использованию сельскохозяйственных и общего назначения тракторов на лесозаготовках в период 1945–1948 гг. в СССР и за рубежом, были развернуты работы по изысканию принципиально нового варианта компоновки трактора, специально предназначенного для работы в лесу. В основу была положена идея — снизить сопротивление волочению пачки хлыстов или деревьев путем частичного ее расположения на машине. Первый вариант трелевочного трактора на базе сельскохозяйственного трактора АТЗ-НАТИ был разработан в 1945 году Центральным конструкторским бюро Министерства лесной промышленности [1]. Для сбора хлыстов или деревьев на тракторе, сзади, монтировалась однобарабанная лебедка. Дорожный просвет был увеличен до 500 мм. Технологическое использование этого трактора предусматривало трелевку волоком или на арочных прицепах.

Второй вариант трелевочного трактора был разработан в 1946 году сектором трелевки Центрального научно-исследовательского института механизации и электрификации лесной промышленности. В качестве базового трактора предусматривалось использовать

сельскохозяйственные К-8 и КД-35 с установкой на них арок для трелевки хлыстов в полуподвешенном состоянии. Испытания этих машин в производственных условиях выявили ряд недостатков, в основном, связанных с неприспособленностью ходовой системы к лесным условиям эксплуатации, а также большой неравномерностью загрузки катков и плохой устойчивостью.

В 1946 году в ЛТА им. С. М. Кирова коллективом кафедры тяговых машин под руководством С. Ф. Орлова были начаты работы по созданию специального лесопромышленного трелевочного трактора. Основным назначением машины должна была стать трелевка деревьев или хлыстов за комли или вершины. На рис. 2.2 показан прототип опытного образца трелевочного трактора конструкции ЛТА, изготовленный в конце 1946 года [2]. Какие же принципиальные новшества были заложены в конструкцию? Во-первых, удачной оказалась ходовая система с катками большого диаметра и балансирной подвеской, что позволяло значительно увеличивать дорожный просвет и удалять (приподнимать) подшипниковые узлы катков от поверхности грунта*.

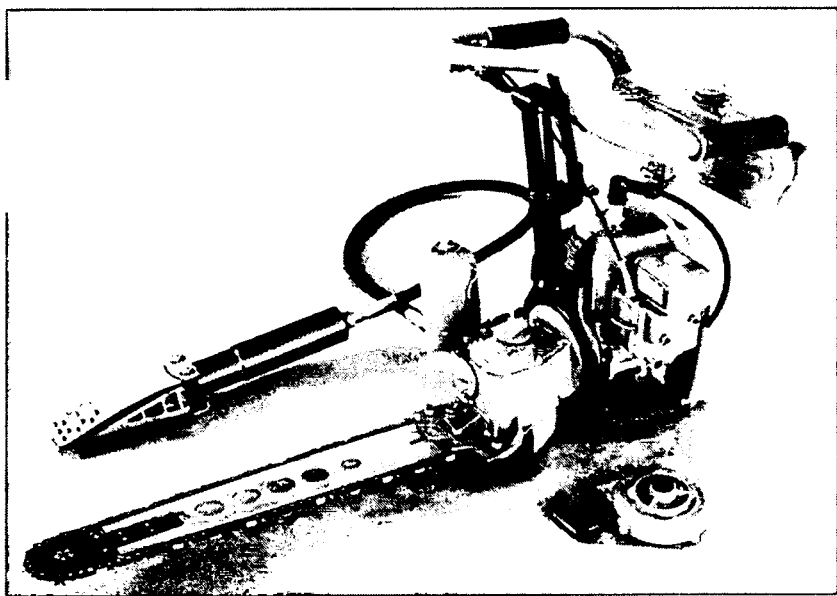


Рис. 2.1. Бензиномоторная пила МП-5 «Урал-2 Электрон»
с гидроклином

* На прототипе была использована ходовая часть от трофейного немецкого артиллерийского тягача «Штейер».



Рис. 2.2. Прототип трелевочного трактора конструкции ЛТА

Последнее является немаловажным фактором для повышения долговечности подшипниковых узлов вследствие более благоприятных условий работы. Во-вторых, увеличенные по сравнению с сельскохозяйственными и общего назначения тракторами передний и задний углы наклона ветвей гусеницы, позволяют обеспечить хорошее преодоление различных препятствий на лесосеке. Балансирная подвеска обеспечивает контакт гусеницы при преодолении различных препятствий.

В третьих, освобождение места для установки погрузочного устройства (лебедки) и расположения части пачки деревьев или хлыстов на машине вынудило конструкторов разместить кабину в передней части, над двигателем, что максимально сократило «мертвую зону» (непросматриваемую часть дороги или волока) перед машиной и облегчило управление трактором в сложных условиях лесосеки. Однако такое размещение кабины неудачно из-за повышенной вибрoneзашщищенности тракториста и, как увидим впоследствии, при создании гусеничных трелевочных тракторов, конкурирующих по скорости передвижения с колесными, вызвало необходимость смещения кабины к середине задней части рамы (машины фирмы FMC).

Несмотря на данный недостаток, такая компоновка трелевочного трактора практически не претерпела изменений до наших дней. Это говорит об удачном конструктивном решении компоновки первого трелевочного трактора.

Прототип трелевочного трактора прошел комплексные тяговые и эксплуатационные испытания и по их результатам был рекомендован конструкторскому бюро ленинградского Кировского завода приступить к разработке эскизного проекта уже серийного трелевочного трактора. В дальнейшем разработка документации, изготовление и испытание трелевочного трактора осуществлялись в творческом содружестве с одной стороны – Кировским заводом, а с другой – ЛТА и ЦНИИМЭ.

В начале 1947 года в ЛТА был создан опытный образец трелевочного трактора с газогенераторной установкой и шестицилиндровым карбюраторным двигателем ЗИС-21А мощностью 25,7 кВт (35 л. с.). На рис. 2.3 показан опытный образец трелевочного трактора в процессе испытаний.

Карбюраторный автомобильный двигатель рассматривался как промежуточный вариант до создания более пригодного специального двигателя.

Вот как об этом вспоминает С. Ф. Орлов:

28 марта 1947 года на территории ЛТА экспериментальный трелевочный трактор (рис. 2.4) был продемонстрирован конструкторскому коллективу Кировского завода во главе с главным конструктором завода Героем социалистического труда лауреатом Сталинской премии профессором Котиним Ж. Я. После осмотра, трактор самоходом был направлен на Кировский завод. В апреле месяце состоялось решение Совета Министров СССР «Об изготовлении опытных образцов и организации производства трелевочных тракторов на Кировском заводе в г. Ленинграде».

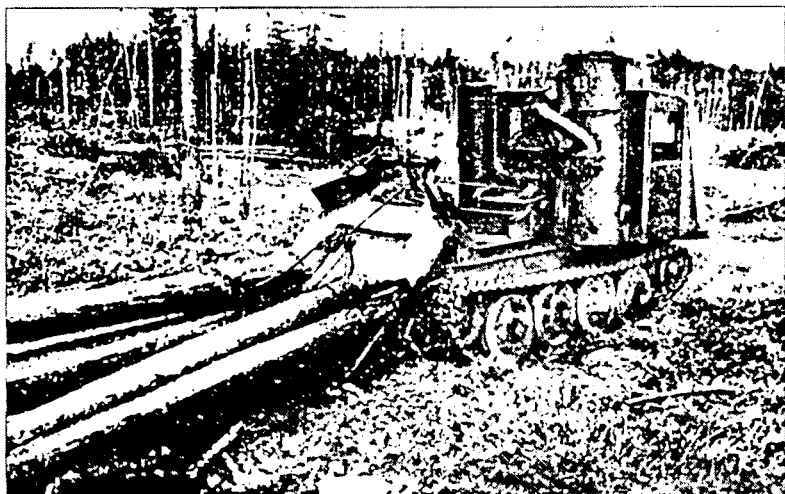


Рис. 2.3. Опытный образец трелевочного трактора на испытаниях



Рис. 2.4. Демонстрация экспериментального образца трелевочного трактора ЛТА коллективу Кировского завода. На переднем плане справа-налево С. Ф. Орлов и Ж. Я. Котин

Следует отметить, что первые работоспособные генераторные установки Д-6 для автомобиля Газ-АА, Д-7 для трактора «Коммунар-50» и Д-8 для тракторов Челябинского завода и автомобиля ЗИС-5 создал в 1927 году научный сотрудник ЦНИИМЭ С. И. Декаленков. До этого газогенераторные установки в России не имели широкого применения.

Началом газогенераторостроения в СССР считается 1921 год, когда В. С. Наумов создал первую советскую автомобильную газогенераторную установку У-1 для угольного топлива. В дальнейшем к созданию газогенераторных установок подключились ВАММ (Военная академия механизации и моторизации Красной армии), ЦНИИМЭ, НАТИ (Научно-исследовательский автотракторный институт), ВИСХОМ (Всесоюзный научно-исследовательский институт сельскохозяйственного машиностроения им. В. П. Горячкина), ЛТА и другие организации.

В 1931 году был объявлен Всесоюзный конкурс на тракторную газогенераторную установку. Победителем стал газогенератор конструкции инженера С. И. Декаленкова («Пионер-7»), который был создан для трактора «Коммунар». Все установки С. И. Декаленкова работали на древесных чурках.

Однако до 1935 г. газогенераторные установки выпускались лишь единицами.

Перелом в развитии газогенераторостроения в Советском Союзе наметился лишь после постановления ЦК ВКП(б) и СНК СССР от 19 января 1935 г. «О недостатках в работе Народного комиссариата лесной промышленности в области лесозаготовок и лесосплава и о мерах к ее улучшению».

В этом постановлении был признан необходимым скорейший перевод тракторов и автомобилей, работающих на лесных работах, с жидкого топлива на древесное, для чего Наркомтяжпрому было поручено оборудовать тракторы ЧТЗ и грузовые автомобили, отпускаемые Наркомлесу, газогенераторными установками, организовав в соответствии с этим с I квартала 1935 г. производство газогенераторов и деталей, необходимых для переоборудования двигателей.

Постановление Совета народных комиссаров Союза ССР от 28 февраля 1938 г. «О производстве газогенераторных автомобилей, тракторов и других видов транспортных машин» дает неудовлетворительную оценку производству и внедрению газогенераторных машин в народное хозяйство, а также обязывает Наркоммаш изготовить в 1938 г. — 4500, в 1939 — 25 000 и в 1940 г. — 55 000 газогенераторных тракторов и автомобилей.

В постановлении от 15 ноября 1938 г. «Об улучшении работы лесозаготовительной промышленности СССР» Совнарком Союза ССР и ЦК ВКП(б) признали важнейшей задачей в области механизации промышленности перевести в течении 1939 г. полностью на древесное топливо по Наркомлесу СССР 2300 тракторов ЧТЗ-60 и 1000 автомашин ЗИС, по Главлестяжпрому — 200 тракторов и 400 автомашин, по ЦОЛЕС НКПС — 420 тракторов и 400 автомашин.

То же постановление обязало лесозаготовительные предприятия организовать на всех газогенераторных базах топливно-заготовительные пункты для заготовки древесного топлива в летний период и обеспечить к 1 сентября 1939 г. не менее, чем десятимесячные запасы топлива естественной сушки, а также построить сушилки простейшего типа.

Наркоммашу было предложено не позднее 1 марта 1939 г. изготовить и испытать совместно с Наркомлесом СССР тракторный газогенератор, работающий на древесном угле.

Насколько актуальным для хозяйства страны было создание газогенераторных установок говорит тот факт, что еще в 1956 году на лесозаготовках эксплуатировалось свыше 20 тысяч тракторов КТ-12, работающих на газогенераторах.

Опытный образец трелевочного трактора прошел широко-масштабные лабораторные и производственные испытания в ряде лесхозов Ленинградской области. По результатам испытаний опытного образца ЛТА были внесены изменения в компоновку первых опытных тракторов Кировского завода КТ-12.

Широкое привлечение к конструированию трелевочного трактора наиболее результативных заводских конструкторов, в том числе танковых специалистов, позволило провести всю работу по созданию машины быстро и на хорошем техническом уровне.

Вот как вспоминают ветераны Кировского завода об этой работе [3].

...На Кировском заводе в книге регистрации объектов проект был зарегистрирован под индексом КТ-12 с датой – апрель 1947 года*. Приказ министра транспортного машиностроения В. А. Малышева, поручившего главному конструктору Ж. Я. Котину изготовить рабочий проект и опытные образцы трелевочного трактора в III квартале 1947 года, был издан 5 марта 1947 года. 8 августа 1947 года вышло постановление Совета Министров СССР, предусматривающее широкую механизацию лесодобывающей промышленности, в котором содержалось задание Кировскому заводу в Ленинграде не только создать трелевочный трактор, но и организовать его серийное производство. По этому заданию, трактор должен был иметь газогенераторную установку, работающую на древесных чурках. Рекомендовалось применить двигатель и газогенераторную установку от серийного газогенераторного автомобиля ЗИС-21. Это требование вызывалось трудностями обеспечения отдаленных лесосек жидким, дефицитным в то время, топливом. Первые десять машин КТ-12 были собраны к ноябрю 1947 года (опытная партия). Пять тракторов по старой краснопутиловской традиции прошли в праздничной колонне Кировского завода по Дворцовой площади во время демонстрации 7 ноября 1947 года.

Решением Государственной комиссии в апреле 1948 года трелевочный трактор КТ-12 был рекомендован к серийному выпуску. Серийный выпуск начался в январе 1949 года. Таким образом, создан трактор был в необычно короткое время. На рис. 2.5, 2.6 изображен трелевочный трактор КТ-12, а в табл. 2.2 приведена краткая его техническая характеристика.

Как же была встречена новая машина лесозаготовителями страны?

* КТ-12 означает «Кировский трелевочный, 12-я модель», разработанная на Кировском заводе, если считать от «Фордзона-Путиловца» образца 1924 года.



Рис. 2.5. Трелевочный трактор КТ-12

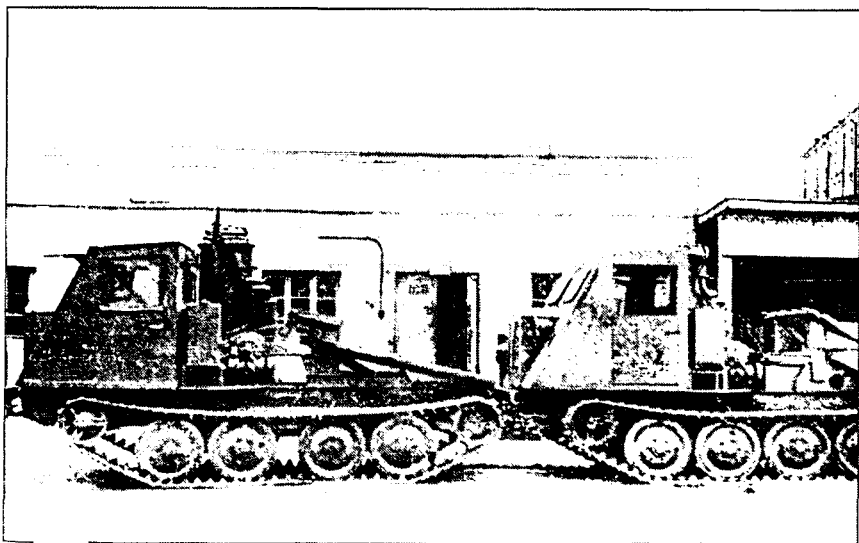


Рис. 2.6. Модернизированный трактор КТ-12 (слева), работающий на влажном топливе. Справа – КТ-12 с передним приводом

Краткая техническая характеристика трелевочного трактора КТ-12

Параметры	КТ-12
Тип трактора	Гусеничный трелевочный
Топливо	Газогенераторная чурка 60 × 60 × 80 мм стандартной влажности
Масса трактора, кг	5600
Клиренс, мм	530
Удельное давление на грунт, МПа	0,04
Скорости движения, км/ч	2,02–12,3
Тяговое усилие, кН	31,0–1,0
Двигатель	ЗИС-21-А
Газогенераторная установка	ХТЗ-Т2Г
Мощность, л. с. (кВт)	35 (25,7)
Подвеска	Рессорно-балансирная
Габаритные размеры, мм	
длина	4480
ширина	1900
высота	2395
Лебедка	Однобарабанная, реверсивная

В обзоре – по страницам республиканских и областных газет «Первый опыт трелевки трактором КТ-12» читаем [16]:

...В текущем осенне-зимнем сезоне на лесозаготовительные предприятия Карело-Финской ССР, Архангельской области, Коми АССР и других республик и областей впервые поступили трелевочные тракторы КТ-12, изготовленные Кировским заводом. Работники лесозаготовительных трестов и леспромхозов единодушно дают высокую оценку этой новой машине, сконструированной применительно к специальным требованиям лесной промышленности.

«Преимущества этого трактора перед другими тракторами и лебедками, применяющимися на трелевке леса, заключаются в его высокой проходимости и большом радиусе действия, что позволяет перемещать древесину по заболоченной и резко пересеченной местности на больших расстояниях. Высокая проходимость и наличие газогенераторной установки для работы на местном древесном топливе – это важные свойства трактора КТ-12, отвечающие условиям работы на лесозаготовках в нашей республике», – пишет в газете «Ленинское знамя» (г. Петрозаводск, Карело-

Финская ССР) главный инженер треста Южкареллес А. Котельников.

...Первая партия тракторов КТ-12 поступила в леса Европейского Севера, в Коми АССР, в сентябре 1948 года. Часть тракторов была направлена самоходом в Койгородский и Кажимский леспромхозы треста Комилес. «Уже этот переход в 230 километров показал высокие технические качества новых машин. В первые же дни работы в лесоучастках Койгородка трелевочные тракторы показали большое преимущество перед применявшимися ранее тракторами», — заявляет начальник отдела треста Комилес А. Тюрнин в сыктывкарской газете «За новый Север».

Тракторист Волков поделился с участниками совещания первым опытом работы на КТ-12. Вот выдержка из его выступления, напечатанного в архангельской газете «Правда Севера». «...Благодаря хорошей проходимости этих машин мы смогли организовать механизированную подвозку в летних условиях. Несмотря на неблагоприятное состояние грунта, мне удалось достигнуть выработки в 40–45 м³ на машино-смену».

В своей статье И. В. Грачев «Стахановцы Комипермлеса на трелевке тракторами КТ-12» пишет: «...Стахановцы Верхне-Косинского лесоучастка с первых дней подвозки леса тракторами КТ-12 достигли производительности 70–80 м³ в смену при расстоянии подвозки 700 м».

Восторженные отзывы лесозаготовителей о новом тракторе можно было бы продолжать и далее, но и этого достаточно, чтобы подвести главный итог — лесная отрасль наконец-то получила от тракторной промышленности страны свой специально сконструированный с учетом тяжелых условий эксплуатации трелевочный трактор. Основные параметры (масса, габариты, скорость движения, тяговые свойства и др.) трелевочного трактора были определены в результате исследовательских и экспериментальных работ, проводимых Центральным конструкторским бюро, ЦНИИМЭ и Ленинградской лесотехнической академией. Важно то, что это публично было признано конструкторами — лауреатами Сталинской премии за создание трактора КТ-12 Кировского завода Л. Е. Сычевым и Н. В. Куриным [18].

Наверное, со мной согласятся многие научные работники вузов, которые создавали или участвовали в создании и испытаниях макетных или опытных образцов новых машин, что когда дело доходило до завершающей стадии, то есть серийного выпуска, как неохотно НИИ или заводы-изготовители делили соавторство с представителями вузов. Насколько известно автору данной работы, были трудности с включением в список на Государствен-

ную (Сталинскую) премию и у С. Ф. Орлова, хотя его заслуга в этом была неоспорима.

Учитывая большой вклад в создание первого в мире трелевочного трактора Кировского завода, остановимся на краткой исторической справке о рождении этого завода.

Датой рождения завода считается 1789 год, когда на острове Котлин в Кронштадской крепости был построен казенный чугуно-литейный завод. В эти годы Россия воевала со Швецией. Российский флот нуждался в снарядах для своей артиллерии. Привозить снаряды с Александровского литейного завода, находящегося в г. Петрозаводске, было не выгодно, так как по тем временам на это уходило много времени. В то же время, в самом Кронштадте скопилось огромное количество чугуного лома и устаревших пушек – сырья, необходимого для производства снарядов. Первыми рабочими завода были специалисты, присланные из г. Петрозаводска с Александровского завода. Как видим, тесные связи двух заводов – Кировского и Онежского тракторного – установились еще на стадии строительства Кировского завода и продолжались вплоть до наших дней. Строителем завода был известный в то время в Европе шотландец Чарльз Гаскойн – большой знаток литейного производства. Кронштадт был местом расположения завода двенадцать лет. В 1801 году вследствие угрозы войны с Англией, имевшей мощный флот, правительство России было вынуждено перенести завод в Санкт-Петербург. Его перенесли за Нарвскую заставу, где он находится и по настоящее время. До 1917 года завод носил название Путиловский, по имени его владельца Н. И. Путилова, купившего в 1868 году в долг у казны Огаревский завод [3].

Николай Иванович Путилов (1820–1880 гг.) был отставным чиновником морского министерства, инженером и математиком, вышедшим из мелкопоместных дворян.

После революции завод был переименован: вначале – в «Красный Путиловец», а в 1934 году – в Кировский завод. В послереволюционные годы завод более знаменит как изготовитель бронетанковой техники. В его КБ и цехах были созданы лучшие в мире образцы танков и самоходных артиллерийских установок, внесших огромный вклад в победу в Великой Отечественной войне 1941–1945 годов.

Первые тракторы «Красный Путиловец» начал выпускать в 1923 году. Это были колесные машины «Фордзон-путиловец».

В 1934 году завод освоил серийный выпуск пропашных тракторов «Универсал-1» и «Универсал-2».

Доработка и модернизация серийно выпускаемого трелевочного трактора КТ-12 происходила вплоть до 1956 года. Доработка шла в направлении улучшения компоновки машины с целью достижения более равномерной загрузки элементов ходовой системы и повышения устойчивости. Модернизации были подвергнуты силовая установка и рама. Вместо двигателя ЗИС-21А был установлен газовый двигатель ГД-30, длина рамы трактора была увеличена, а двигатель с коробкой передач, лебедка, газогенераторная установка и щит были передвинуты по раме вперед*. Такие конструктивные изменения существенно улучшили тягово-эксплуатационные характеристики трелевочного трактора.

Несколько слов о топливе. В ЦНИИМЭ, ЛТА и других организациях проводились поисковые работы по использованию в качестве топлива для газогенераторных машин свежесрубленных полуметровых дров и чурок. В результате исследований, в 1949–1955 гг. были разработаны и внедрены новые типы газогенераторных установок ЦНИИМЭ-17 для тракторов КТ-12 (авторы Н. П. Бобков, Ю. В. Михайловский, А. Н. Рыжков и Б. С. Цветков).

Особенностью дровяных газогенераторов ЦНИИМЭ было то, что подсушка швырковых дров в них производилась путем подачи воздуха под избыточным давлением в зону горения. Наддув воздуха использовался для процесса газификации. При этом происходило увеличение высоты зоны горения дров и удаление из них избыточной влаги, которая в виде паров вытеснялась в атмосферу. Удельный расход сырых швырковых дров в среднем составлял 2–2,5 кг/л. с. · ч. Трелевочный трактор КТ-12 потреблял за 8-часовую рабочую смену 1 скл. м³ сырых дров влажностью до 50 %, а трелевочный трактор КТ-12, работавший на сухих древесных чурках – 0,7 скл. м³. В табл. 2.3 по данным [2], приведены результаты сравнительных испытаний в производственных условиях трелевочных тракторов КТ-12 и модернизированного трактора с удлиненной рамой и двигателем ГД-30.

Из приведенных данных испытаний видно, что внесенные изменения в конструкцию серийного трелевочного трактора существенно улучшили его показатели. Перечисленные выше конструктивные изменения были внесены в рабочую документацию серийно выпускаемого трактора КТ-12. В период 1949–1951 гг. Кировским заводом совместно с Минским тракторным заводом был разработан вариант с дизельным двигателем, но в серийное производство он так же, как и КТ-14 не пошел.

* Газовый двигатель был установлен на опытные тракторы КТ-14, которые не были поставлены в серийный выпуск.

**Сравнительные производственные показатели серийных тракторов КТ-12
и трактора с удлиненной рамой и двигателем ГД-30
в Лужском леспромхозе**

Показатели	Трактор КТ-12 с двигателями	
	ЗИС-21А	ГД-30
Стреловано хлыстов	376	600
Число рейсов	58	80
Число рабочих смен	10	10
Число рейсов в смену	5,8	8
Выработка за смену, м ³ :		
максимальная	44,5	106
средняя	36,7	55,5
Нагрузка на рейс, м ³ :		
максимальная	8,0	11,0
средняя	6,0	7,5
Средний объем хлыста, м ³	0,52	0,53
Среднее число хлыстов на рейс	12	15
Среднее расстояние подвозки, м	250	250

2 июня 1948 года «За создание нового трактора для трелевки леса» конструкторы ленинградского Кировского завода: Ж. Я. Котин (гл. конструктор), Л. Е. Сычев, Н. В. Курин, Ф. А. Маришкин, В. А. Каргаполов, а также представители ЛТА – С. Ф. Орлов и Гипролесмаша – А. В. Фролов были удостоены высоких званий лауреатов Сталинской премии*.

История создания первого в мире трелевочного трактора была бы неполной без кратких биографических сведений о его главных разработчиках – Ж. Я. Котина и С. Ф. Орлова.

Жозеф Яковлевич Котин пришел на Кировский завод в 1937 году, будучи военным инженером 2-го ранга [3]. Сын вальцовщика, он в юности работал слесарем на Украине, учился на рабфаке. Затем по набору был принят в Московскую бронетанковую академию и окончил ее в 1931 году. По окончании вуза продолжал совершенствовать свои знания в области конструирования боевых машин, работая в проектно бюро при академии.

* В некоторых публикациях лауреатом называется А. В. Панцер. Нами выяснено, что А. В. Панцер и А.В.Фролов – одно и то же лицо, а именно – главный конструктор Гипролесмаша.

В период, когда руководителем страны был Н. С. Хрущев, лауреатам Сталинской премии дипломы были заменены на дипломы лауреатов Государственной премии.

На Кировский завод Ж. Я. Котин пришел уже опытным конструктором, полным творческих сил и энергии. К началу работ по созданию трелевочного трактора Ж. Я. Котин был генерал-лейтенантом, профессором, доктором технических наук, Героем Социалистического труда (1941 г), лауреатом многочисленных государственных премий СССР за разработку и создание бронетанковой техники (1941, 1943 и 1946 гг.). Главный конструктор Кировского завода, только что вернувшись в Ленинград из Челябинска, где в эвакуации находился в годы войны вместе с Кировским заводом, с ходу включился в работу по созданию трелевочного трактора. В том, что трелевочный трактор КТ-12 был разработан и поставлен на серийный выпуск в рекордно короткое время, огромная заслуга главного конструктора Кировского завода Ж. Я. Котина.

Сергей Федорович Орлов (1910–1979 гг.) окончил в 1931 году механико-технологический факультет Ленинградской лесотехнической академии. По направлению два года работал в Лисинском учебно-опытном лесхозе в должности препаратора сектора механизации научно-исследовательского института леса. В 1933 году С. Ф. Орлов был назначен заведующим лабораторией кафедры тяговых машин ЛТА, а в 1941 году избран заведующим кафедрой. В качестве заведующего кафедрой тяговых машин С. Ф. Орлов работал вплоть до 1961 года. В этот период С. Ф. Орлов организовал в ЛТА лесомеханический факультет и стал первым его деканом.



Жозеф Яковлевич Котин



Сергей Федорович Орлов

В 1958 году С. Ф. Орлов назначается проректором института по научной работе. В этой должности он работает в течении восьми лет.

В 1961 году в ЛТА профессор, доктор технических наук С. Ф. Орлов организовал первую в СССР среди лесотехнических вузов кафедру проектирования специальных лесных машин (ПСЛМ) и лабораторию по проблемам механизации лесозаготовок, которой заведовал и руководил до своей кончины (1979 г.).

В предвоенные годы С. Ф. Орлов организовал в ЛТА исследования транспортных газогенераторных установок, которые нашли применение в годы Великой Отечественной войны и послевоенный период.

Внедрение в лесную промышленность и лесное хозяйство трелевочных тракторов КТ-12 и их модификаций дали народному хозяйству страны большой экономический эффект.

В знак признательности лесозаготовителей к трактору КТ-12, недалеко от железнодорожной станции «Урдома» Архангельской области, эта машина воздвигнута на постамент.

В последующие годы С. Ф. Орлов непрерывно работает над созданием перспективных агрегатных лесосечных и лесотранспортных машин для лесозаготовок и лесного хозяйства. Значителен вклад С. Ф. Орлова и в области разработки и создания колесных лесохозяйственных и лесопромышленных тракторов, о которых пойдет речь далее. Ряд учебников и, в частности, монография «Теория и применение агрегатных машин на лесозаготовках» не потеряли своей актуальности до настоящего времени. В 1974 году С. Ф. Орлову было присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР (Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 11.09.1974 г.). За успехи в труде С. Ф. Орлов был награжден орденами «Трудового Красного Знамени», «Знак почета» и многочисленными медалями. Им опубликовано свыше 150 научных работ и получено 104 авторских свидетельств на изобретения.

С выпуском трелевочного трактора КТ-12 началась новая эпоха в области механизации лесозаготовительной отрасли, и отраден тот факт, что у ее истоков стояли представители Ленинградской лесотехнической академии. Трелевочный трактор позволил решить не только проблему трелевки хлыстов или деревьев к погрузочному пункту (площадке), но и проблему так называемой крупнопакетной погрузки хлыстов на автотранспорт, что исключило на этой операции потребность в специальных погрузчиках (кранах) или стационарных лебедках. Нашел широкое применение трелевочный трактор и на лесохозяйственных работах, вы-

полняя целую гамму работ, связанных с агрегатированием различных почвообрабатывающих машин и орудий, машин и аппаратов для ухода и борьбы с вредителями и болезнями леса, противопожарной техники и т. д.

Применение трактора КТ-12 и лебедок для трелевки леса ТЛ-3 (их серийный выпуск был начат в 1947 году) повысило уровень механизации трелевки с 5,6 в 1940 до 29 % в 1950 году.

Вот как вспоминает об этом времени бывший директор Онежского тракторного завода Б. Н. Одлис, проработавший на заводе около 50 лет [4].

...Трактор КТ-12 был создан по приказу И. В. Сталина в конструкторском бюро танков на Кировском заводе при сотрудничестве кафедры тяговых машин Ленинградской лесотехнической академии. Это был первый в мире трактор, спроектированный специально для нужд лесозаготовок. На тракторе была смонтирована газогенераторная колонка, давшая возможность использовать в качестве тракторного топлива березовую чурку.

Научные работники кафедры ЛТА во главе с профессором С. Ф. Орловым и танковые конструкторы Ж. Я. Котина были награждены за эту разработку Сталинской премией.

...Тракторы КТ-12 должны были стать тяговой силой, которая должна была обеспечить увеличение лесозаготовок по сравнению с довоенными объемами в несколько раз.

Интересны темпы выпуска трактора КТ-12. Если в 1947 году было изготовлено всего 12, то в 1948 – уже 701, в 1949–4000, в 1950–6015. За период 1949–1951 гг. Кировским заводом было выпущено 12728 тракторов КТ-12.

3. ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА (1951–1988 гг.)

В 1951 году Кировский завод начал передавать производство трелевочных тракторов Минскому тракторному заводу (МТЗ). В этой связи, в 1951 году Кировский завод выпускает лишь 2000 тракторов, МТЗ – всего 460 штук. Но уже в 1953 году МТЗ изготавливает 6070 тракторов, после чего наступает некоторый спад производства (1954 г. – 5950, 1955 г. – 5440).

В период 1953–1954 гг. Минский тракторный завод осуществил модернизацию трактора КТ-12, значительно повысив его гарантийный срок службы. Если у КТ-12 гарантийный срок службы составлял 1000 часов, то у модернизированной машины, получившей марку КТ-12А, он был увеличен до 1500 часов. КТ-12А Минский тракторный завод начал выпускать в 1955 году.

Однако проведенная модернизация трактора КТ-12 не устранила основных его недостатков: вздыбливания, недостаточной мощности двигателя и непригодности для трелевки хлыстов комлями вперед. В целях повышения производительности, улучшений его динамических и эксплуатационных показателей конструкторы Минского тракторного завода под руководством главного конструктора И. И. Дронга разработали на базе трактора КТ-12А трелевочный трактор ТДТ-40. В период с 1956 по 1959 гг. происходила замена тракторов КТ-12А путем переоборудования их вначале в тракторы КДТ-36, а затем в КДТ-40 и ТДТ-40.

Вместо газогенераторного двигателя на трактор устанавливались дизельные двигатели соответственно Д-36 (36 л. с.) и Д-40Т (42 л. с.)^{*}.

Переоборудование тракторов КТ-12А в дизельные осуществлялось на ремонтно-механических заводах и в центральных ремонтно-механических мастерских лесозаготовительных предприятий.

^{*} В 1957 г. был осуществлен перевод автотракторного парка отрасли с твердого топлива (древесного) на жидкое.

Причем, помимо замены двигателя для устранения «вздыбливания» при движении с возом в модернизированном тракторе двигатель с коробкой перемены передач, лебедка передвигались вперед по ходу машины на 210 мм. Благодаря этому, центр тяжести машины сместился вперед на 75 мм, что существенно повысило устойчивость при трелевке. Кроме этого, при переоборудовании заменялись главные и малые балансиры, натяжное устройство, усиливалась рама, устанавливался более прочный щит и т. д.

Таким образом, серийный трактор КТ-12А был подвергнут существенной переделке. Учитывая, что переоборудованию подлежал огромный парк страны (только в 1956–1957 гг. переоборудованию подлежали 15000 тракторов) и происходило оно без остановки производства, то можно лишь удивляться выполненному объему работ.

Вот как об этом времени вспоминают производственники [14]:

...В начале июля 1955 г. в леспромхоз поступил для проведения испытаний модернизированный трактор КТ-12, на котором бензиновый двигатель и газогенераторная установка были заменены дизельным двигателем Д-36. Этот трактор на испытаниях показал среднюю производительность при трелевке с кронами 46,3 м³ за машиносмену против 33–34 м³, трелюемых газогенераторным трактором КТ-12.

Одновременно в этой же статье высказана или, точнее сказать, установлена интересная закономерность, к которой мы будем возвращаться много раз позже, а именно:

...Практика показала, что нецелесообразно подвозить тракторами КДТ-40 пачки слишком большого объема, хотя мощность дизельного двигателя позволяет трелевать возы объемом до 8–9 м³. При попытках трелевать большие пачки тонкомерных хлыстов резко возрастают затраты времени на их сбор, на выезд к волоку, а также на передвижение к погрузочной эстакаде.

Поэтому трактористы уже с первых дней работы отказались от набора чрезмерно больших возов и стремятся повысить производительность за счет увеличения числа рейсов. Проверкой установлено, что наиболее выгодными в наших условиях являются пачки объемом 4,0–4,5 м³. При этом число рейсов за смену колеблется в пределах 10–14.

Как видим, это было доказано еще в далеком 1955 году.

В табл. 3.1 приведены некоторые основные показатели модернизированного трактора ТДТ-40 в сравнении с базовым КТ-12А. Как видно из таблицы, трактор ТДТ-40 имеет большее тяговое усилие на крюке, чем трактор КТ-12.

* Дубовицкий леспромхоз треста «Ленлес».

**Результаты сравнительных испытаний
трелевочных тракторов КТ-12А и ТДТ-40**

Показатели	КТ-12А	ТДТ-40
Тяговое усилие на крюке при номинальной мощности двигателя, кН	31,0–1,0	40,0–1,3
Скорость движения, км/ч	2,0–12,58	1,56–9,8
Тяговое усилие лебедки при номинальной мощности двигателя, кН	35,0	35,0
Масса трактора, кг	6150	6500

Анализ публикаций за период эксплуатации трелевочных тракторов ТДТ-40 показывает, что замена газогенераторного двигателя дизелем и внесение ряда конструктивных изменений позволили повысить производительность труда на 30–40 % [12; 14].

Одновременно с модернизацией трактора КТ-12А минчанами совместно с институтом НАТИ был разработан новый более мощный трелевочный трактор ТДТ-54. Трактор предназначался для трелевки хлыстов или деревьев с кронами не только вершинами, но и комлями вперед. Принципиальная схема компоновки нового трактора была принята такой же, как и у КТ-12. Грузоподъемность трактора – 4 т, т. е. в два раза выше, чем у трактора ТДТ-40. Такая грузоподъемность позволяла трелевать пачку деревьев с кроной или хлыстов объемом 12–15 м³ (плотных) за вершину и объемом 9 м³ – за комли.

Скорости движения в зависимости от передачи составляли 2,06–7,44 км/ч. В качестве механизмов поворота были применены планетарные механизмы, позволяющие значительно упростить и облегчить конструкцию заднего моста трактора. Подвеска трактора – балансирная, полужесткая с пятью опорными катками по каждому борту. Барабан лебедки обеспечивал намотку до 70 м каната диаметром 20–21 мм. Сила тяги на канате доходила до 8 т. Масса опытного образца составляла 10 т.

Испытания опытных образцов проходили в Крестецком лесопромхозе ЦНИИМЭ в 1955 году. Во время испытаний тракторы ТДТ-54 работали в еловолиственных насаждениях с запасом 200–280 м³ на гектаре и средним объемом 0,5–0,8 м³ при снежном покрове до 1 м. По сравнению с трактором КТ-12, работающим в тех же условиях, выработка опытных тракторов ТДТ-54 была выше при трелевке хлыстов за вершины – на 60–85 %, при трелевке деревьев за комли – на 80–105 % [15].

Причину спада производства трелевочного трактора на МТЗ в 1954–1955 гг. и последующую передачу производства на Онежский тракторный завод Б. Н. Одлис объясняет следующим [4].

– «Когда Кировский завод передал МТЗ производство всех узлов КТ-12, то производство лесных тракторов на МТЗ стало самым сложным и трудоемким. Кроме того, МТЗ уже в это время выпускал сельскохозяйственный пропашной трактор с объемом производства в несколько тысяч тракторов в год;

– производство лесных тракторов состояло в выпуске двух типов – КТ-12 – для Европейского Севера, который преобразовывался минчанами в дизельный трактор ТДТ-40 и ТДТ-54 – более мощный трактор для условий Сибири;

– объемы выпуска лесных тракторов были значительно меньше, чем пропашных, и руководство завода в большей степени отвечало за выпуск последних; невыполнение выпуска лесных тракторов перекрывалось сельскохозяйственными;

– Онежский тракторный завод после восстановления из руин находился в ведении министерства лесной промышленности и изготавливал для ее нужд различное оборудование, в частности, мотовозы и прицепной состав для перевозки по узкоколейным железным дорогам, буксиры, лебедки, а также ремонтировал в год до 3000 тракторов КТ-12.

Последнее обстоятельство и сыграло окончательную роль в передаче производства ОТЗ».

Онежский тракторный завод, бывший Александровский – одно из старейших предприятий Северо-Запада нашей страны. Основанный в 1774 году, он на протяжении всего дореволюционного периода являлся крупнейшим в России производителем артиллерийских орудий для судов военно-морского флота, ядер и снарядов к ним.

В 1918 году завод переименован в Онежский машиностроительный. Передача производства трелевочных тракторов осуществлялась с 1956 по 1958 гг.

В 1956 году он вновь переименовывается в Онежский тракторный завод. Выпуск трелевочного трактора ТДТ-40, а затем ТДТ-40М (1961 г.) с мощностью дизеля 50 л. с. (36,8 кВт) продолжался вплоть до 1976 года (см. рис. 3.4). Эта машина отличалась достаточно высокой производительностью, небольшой массой, была чрезвычайно маневренна, конструктивно проста и удобна в обслуживании.

Кроме того, она оказалась, как увидим далее, незаменимой в лесохозяйственном производстве. В табл. 3.2 приведена краткая техническая характеристика этой универсальной машины.

Одновременно с модернизацией трелевочного трактора ТДТ-40 Онежский тракторный завод спроектировал новый, более совершенный трелевочный трактор Т-49. Было изготовлено и испытано в условиях Карелии три образца этой машины.

**Краткая техническая характеристика трелевочных
тракторов ТДТ-40 и Т-49**

Параметры	ТДТ-40	Т-49
Масса, кг	6500	7100
Дорожный просвет, мм	540	565
Удельное давление на грунт, МПа	0,043	0,04; 0,035; 0,031
Скорость движения, км/ч	2,16...11,65	2,16...9,55
Тяговое усилие, кН	36,2-1,4	45,7-5,2
Марка двигателя	Д-40Т	СМД-8 (9)
Мощность, л. с. (кВт)	42 (30,9)	55 (40,5)
Габаритные размеры, мм:		
длина	4500	4600
ширина	2014	2000
высота	2430	2495
Тяговое усилие лебедки, кН	43,5	53,0

Основное отличие Т-49 от серийного трактора ТДТ-40 заключалось в следующем:

- улучшение динамики машины за счет смещения вперед двигателя, коробки передач, лебедки, погрузочного устройства и кабины;
- более равномерное распределение нагрузки по каткам и снижение вследствие этого давления на грунт;
- снижение удельного давления на грунт путем увеличения ширины гусениц.

В результате перечисленных конструктивных мероприятий трактор Т-49 по сравнению с ТДТ-40 стал обладать значительно лучшей проходимостью. Несмотря на эти достоинства, машина серийно не выпускалась.

В 1965 году ОТЗ разработал новый трелевочный трактор ТДТ-55 (рис. 3.3), который в 1968 году начал серийно выпускаться. Основной целью нового трактора являлось, по замыслу конструкторов, расширение возможностей установки на трелевочном тракторе различного технологического оборудования. Примерно в эти же годы вначале Минским, а затем и Алтайским тракторными заводами для лесозаготовительных районов Урала, Сибири и Дальнего Востока серийно выпускались более мощные трелевочные тракторы ТДТ-54 (1956 г. – на МТЗ), ТДТ-60 (1957 г. вначале на МТЗ, а затем на АТЗ), ТДТ-75 (1961 г. – на АТЗ), ТТ-4 (1971 г. – на АТЗ) и в настоящее время ТТ-4М (в 1986 г. опытно промышленная партия)*.

* ТТ-4М был рекомендован к серийному выпуску в 1982 г. по результатам приемочных испытаний в 1981 г.

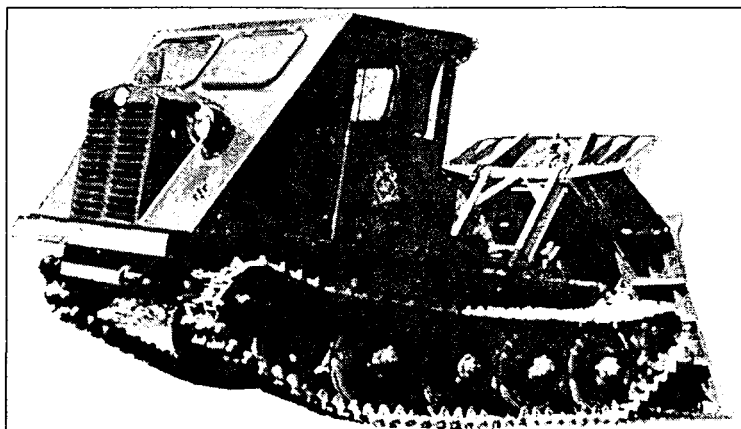


Рис. 3.1. Трелевочный трактор ТДТ-40М

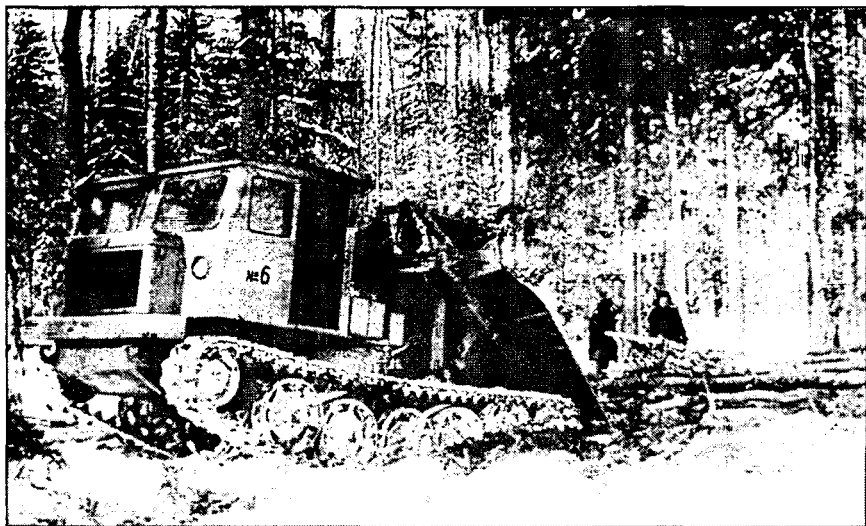


Рис. 3.2. Трелевочный трактор ТДТ-60

Эти машины имели такую же компоновку и аналогичное технологическое оборудование, как и тракторы Онежского завода.

Гусеничный трелевочный трактор получил признание не только у нас в стране, но и за рубежом. Так, на Брюссельской международной выставке в 1958 году трактор ТДТ-60 (рис. 3.2) получил высшую оценку — «гран-при».

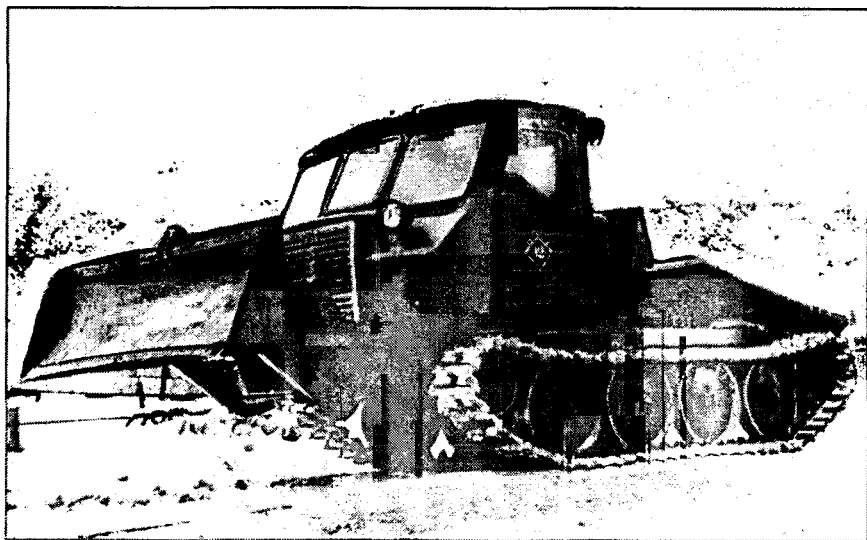


Рис. 3.3. Трелевочный трактор ТДТ-55 (Т-40)

К вопросу, как удалось конструкторам при создании трелевочного трактора реализовать основной замысел — расширение возможностей использования машины при установке различного технологического оборудования и все ли было учтено, вернемся несколько позже, а сейчас лишь отметим, что по сравнению с трактором ТДТ-40М трактор ТДТ-55 обладает большей мощностью силовой установки, лучшими тягово-динамическими качествами.

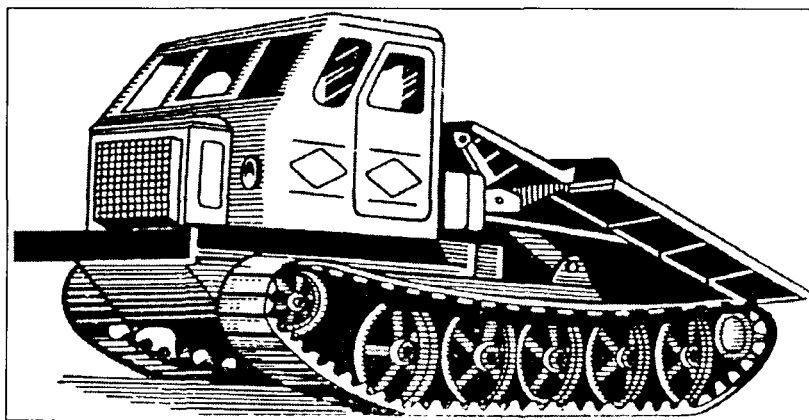


Рис. 3.4. Трелевочный трактор ТДТ-75

Кроме того, улучшена система управления за счет применения гидроусилителей, введен ряд других новшеств. Все это вместе взятое позволило повысить часовую производительность трактора на трелевке леса на 14–21 % [5].

Интересен тот факт, что вокруг появления на лесозаготовках трелевочного трактора ТДТ-55 в прессе развернулась дискуссия. Поводом к дискуссии послужили статьи профессора ЛТА А. М. Гольдберга [38] и Д. Д. Ерахтина [39], в которых авторы на основании теоретических исследований сделали заключение о том, что мощность силовой установки лесопромышленного трелевочного трактора АТЗ должна находиться соответственно в пределах 100–150 л. с. (73,5–110,3 кВт) и 220–240 л. с. (162–176,5 кВт). Д. Д. Ерахтин на примерах испытания опытных образцов, выполненных на базе трактора ТДТ-75 (см. рис. 3.4), с мощностью силовых установок 132,3 кВт (дизель ЯМЗ-236) и 176,5 кВт (дизель ЯМЗ-238), а также на основе обобщения зарубежного опыта доказывает, что мощность двигателя трелевочного трактора должна значительно превышать 73,5 кВт. Здесь необходимо заметить, что в эти годы за рубежом на лесозаготовках использовались лишь сельскохозяйственные и общего назначения тракторы, а специальных лесных не было, то есть ссылка на зарубежный опыт не совсем корректна.

Н. Цыбаев в статье: «Нужен ли трелевочный трактор ТДТ-55?» [40] пишет: «...Онежский и Алтайский тракторные заводы готовятся к выпуску более мощных трелевочных тракторов ТДТ-55 мощностью 60 л. с. (44 кВт) и ТДТ-60 мощностью 110 л. с. (81 кВт).

Непонятно, почему же Онежский тракторный завод перейдет на выпуск 60-сильного трактора, от которого отказались алтайские тракторостроители, кому нужен маломощный трактор ТДТ-55?». В то же время автор вынужден признать тот факт, что показатели эксплуатации тракторов ТДТ-40 в Карелии и Вологодской области в 1964 году были не ниже, чем у тракторов ТДТ-60, и все же основной вывод: «...Наше мнение сводится к тому, что нет надобности сохранять многомарочность трелевочного оборудования, не нужно создавать новый 60-сильный трактор ТДТ-55 одновременно с подготовкой к выпуску тракторов мощностью 110–130 л. с. Ведь трелевочные тракторы мощностью 110–130 л. с. могут стать универсальными машинами».

С другой стороны, С. П. Зорин в работе [44] подверг критике подход Д. Д. Ерахтина к обоснованию мощности силовой установки трелевочного трактора: «...Если пользоваться рекомендациями Ерахтина, то выходит, что трелевочный трактор с двигателем мощностью 180 л. с. должен весить около 15 тонн, а при

**Краткие технические характеристики трелевочных
тракторов ТДТ-40М и ТДТ-60**

Параметры	ТДТ-40М	ТДТ-60
Масса, кг	6500	11000
Дорожный просвет, мм	540	550
Удельное давление на грунт, МПа	0,045	0,042
Скорость движения, км/ч	2,0–11,24	2,14–7,64
Тяговое усилие, кН	43,2–2,44	52,6–7,0
Максимальная нагрузка на погрузочное устройство, кН	25	40
Марка двигателя	Д-48Т	Д-60Т
Мощность, л. с. (кВт)	48 (35,3)	60 (44,1)
Число кареток	4	4
Число опорных катков	8	10
Лебедка	Однобарабанная	
Диаметр каната, мм	17	22
Длина каната, м	40	50
Тяговое усилие лебедки, кН	51	105

240 л. с. – 20 тонн. Повышение мощности двигателя трелевочно-го трактора при сохранении веса машины может привести к резкому снижению тяговых параметров и т. д. ».

Другие участники дискуссии не ограничивались обсуждением статьи, а предлагали свои технические решения, направленные, например, на снижение удельного давления на грунт при неизбежном увеличении массы трактора и при увеличении мощности силовой установки путем перекомпоновки агрегатов на раме (передний привод). В дискуссии приняло участие большое количество производителей. С одной стороны – это неплохо, когда проходит такое широкое обсуждение, но с другой стороны – после каждой такой дискуссии конструкторы тракторных заводов должны были в корректной форме давать вразумительные ответы на все мыслимые и немыслимые предложения. Часто предложения, особенно производителей нетехнического профиля, были некомпетентными. Так вот и в случае с передним приводом. Простым перенесением заднего моста с коробкой передач вперед существенно улучшить «развесовку» по опорным каткам не удастся без конструктивных изменений ходовой системы, так как и так у серийного трелевочного трактора при холостом ходе по волоку наблюдается галопирование или «клевание носом». Кроме

того, при переднем приводе гусеницы, за исключением лишь передних наклонных ветвей, будут подвержены напряжениям растяжения, что приведет к их повышенному износу. Имеются и другие недостатки такого решения.

Опытный образец трелевочного трактора с передним расположением ведущего моста был создан Гипролесмашем в 1963 году, но этим все и закончилось, так как такое решение не дало заметного улучшения параметров машины.

В конечном итоге дискуссия дискуссией, а решение было принято о выпуске обеих машин.

Несколько позже, в работе [45], отмечено, что трелевочные тракторы Алтайского тракторного завода ТТ-4 и ТДТ-75 более эффективны в крупномерных насаждениях с объемом хлыста 0,4–0,5 м³ и выше. Трелевочные же тракторы Онежского тракторного завода ТДТ-55 и ТДТ-40М более эффективны в насаждениях с относительно небольшими средними объемами хлыста до 0,4–0,5 м³. Тракторы ОТЗ значительно легче и отличаются лучшей маневренностью, что позволяет при небольших объемах хлыста затрачивать меньше времени, чем тракторы ТТ-4 и ТДТ-75, на чокеровку и сбор пачки хлыстов. Тракторы ТДТ-75 и ТТ-4 вследствие большей мощности при работе в крупномерных насаждениях имеют преимущество в рейсовой нагрузке.

Авторы делают вывод о целесообразности использования тракторов ОТЗ в районах Европейской части и частично в Свердловской (Екатеринбургской) области. Зона целесообразного применения трелевочных тракторов АТЗ – это в основном районы Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока, и частично, Свердловской области.

Таким образом, авторы определяют зональную целесообразность использования новых трелевочных тракторов АТЗ и ОТЗ.

Спор в отношении целесообразности выпуска трелевочного трактора ТДТ-55 продолжался вплоть до наших дней, особенно он обострился в период широкого внедрения многооперационной техники, когда трелевочный трактор стал служить для них базой. Так, в статье [48] начальник технического управления Минлеспрома СССР Барановский В. А. (1977 г.) пишет: «...Практической базой для наших агрегатных машин сегодня служат тракторы ТТ-4 и ТДТ-55. Такая устаревшая тракторная база серьезно сдерживает мысль конструкторов, часто приводит к тому, что в новых лесных машинах не полностью используются возможности достижений современной науки и техники. Это особенно относится к трактору ТДТ-55, который отличается низкой энергонасыщенностью и незначительными габаритными размерами. Из-за этого, например, созданную на его основе машину ЛП-2 прихо-

дится перед валкой каждого дерева устанавливать на аутригеры, что недопустимо для условий работы в лесу». И далее, «... в качестве гусеничного шасси для перспективных базовых машин можно принять трактор ТТ-4 с учетом его модернизации и совершенствования.

...Следовательно, отрасли не нужны будут гусеничные машины ТДТ-55».

Вот такие суждения.

Здесь, конечно, возникают вопросы и к разработчикам ВПМ ЛП-2 и к автору статьи.

Ну, во-первых, если мощность и габаритные размеры трелевочного трактора ТДТ-55 не соответствовали параметрам ВПМ ЛП-2, зачем нужно было принимать в качестве базы для нее ТДТ-55?

Во-вторых, ни в Минлеспроме СССР, ни в головном институте ЦНИИМЭ не было полной ясности в этот период, по вопросу какими же будут перспективные многооперационные машины и в каком количестве они нужны отрасли, что в дальнейшие годы и подтвердилось. К 1988 году в отрасли эксплуатировалось примерно 42000 единиц лесозаготовительной техники. Из них многооперационные машины (ВТМ и ВПМ) составляли около 8 %, а основная масса – это трелевочные тракторы ТДТ-55 и ТТ-4. Таким образом, при определении перспектив развития механизации лесозаготовок отрасли необходим научно-обоснованный подход, а не умозаключения отдельных работников.

Помимо трелевочных тракторов ТДТ-40 (кл. 2 т. с.) и ТДТ-55 (кл. 3 т. с.) ОТЗ на их базе выпускал для лесной промышленности целое семейство, куда входили: трактор Т-402, предназначенный не только для трелевки леса, но и для сплавных, транспортных и других работ, лесохозяйственный трактор Т-47 (кл. 2 т. с.); трелевочный трактор Т-49 (кл. 3 т. с.), оборудованный передней навесной системой; лесохозяйственный трактор Т-47А (на базе Т-49), предназначенный для транспортировки различных грузов по бездорожью, механизации вспомогательных и подготовительных работ на лесозаготовках. В отличие от трактора Т-49 он был оборудован передним и задним механизмами для навешивания орудий, валами отбора мощности, металлическим кузовом и гидросистемой раздельно-агрегатного типа; лесохозяйственный ЛХТ-55 и лесопожарный ТЛП-55; плавающие тракторы П-49, ТП-90 и ЛС-120 и т. д. В дальнейшем, заводом на базе ТДТ-55А (трактор ТДТ-55А начал выпускаться с середины 1974 г.) были подготовлены к серийному выпуску такие машины, как трелевочный трактор ТДТ-55А-13 с уширенными гусеницами, получивший название «болотоходный», сортиментовоз ТБ-1-16 и др.

4. ПОИСКОВЫЕ РАБОТЫ (1948–1965 гг.)

Практически сразу же после начала серийного выпуска трелевочного трактора в стране развернулись поисковые работы по созданию более совершенных машин и технологического оборудования. Основным объектом критики было технологическое оборудование трелевочного трактора, состоящее из лебедки, щита и канатно-чокерной оснастки.

Прежде чем говорить о недостатках канатно-чокерной оснастки, остановимся на ее достоинствах:

- возможность, практически, с одной стоянки сформировать пачку деревьев или хлыстов, не углубляясь на пасеку, и таким образом сохранить подрост и не повредить поверхность лесосеки;

- трактор, оснащенный лебедкой, обладает повышенной проходимостью, выражающейся в возможности преодоления труднопроходимых участков без пачки с последующим ее перетаскиванием лебедкой, а также способностью «самовытаскивания»;

- лебедка и канатная оснастка облегчают ведение ремонтных работ на лесосеке путем вывешивания машины при замене часто выходящих из строя из-за поломок и износа элементов ходовой системы и т. д.

На этом все достоинства рассматриваемого технологического оборудования и заканчиваются. Какие же основные недостатки вменяются технологическому оборудованию «лебедка–щит»? Это, прежде всего, тяжелый и опасный с позиции травматизма ручной труд, связанный с перенесением рабочим при сборе пачки достаточно большой массы канатно-чокерного оборудования, которое включает в себя, в зависимости от среднего объема деревьев, 10–15 чокеров (масса комплекта чокера – составляет в среднем 1,7 кг), с обвязкой поваленных деревьев и последующим освобождением чокеров на разгрузочной площадке.

Учитывая, что основной объем лесозаготовок осуществляется в зимний период, когда деревья после повала находятся в снегу, эта работа еще более осложняется. Установлено, что

сброс пачки и отцепка чокеров занимает в среднем 13–15 % от времени рейса [5].

Кроме того, вследствие перемещения деревьев волоком, трения стволов в местах обвязки чокерами происходит быстрый износ как тягового каната, так и чокеров. Срок службы всей оснастки – не более шести месяцев. В некоторых публикациях приводятся данные, что на каждый стрелованный кубометр древесины расходуется в среднем 80–90 г стального каната. Учитывая, что объемы лесозаготовок в нашей стране были всегда достаточно большими, этот расход чрезвычайно велик.

Последние два недостатка, настолько очевидны, что практически перечеркивают все вышеперечисленные достоинства.

К концу 50-х годов было также видно, что дальнейший рост производительности трелевочного трактора сдерживается канатно-чокерным оборудованием.

В этой связи, один из создателей первого в мире трелевочного трактора С. Ф. Орлов вскоре после начала его серийного выпуска первый выступил с предложением начать поисковые работы, направленные на замену такого несовершенного технологического оборудования или трактора в целом.

Профессором С. Ф. Орловым была высказана дерзкая, на тот период развития лесозаготовительной техники, идея – зачем дерево должно вначале валиться на землю, если оно затем обязательно должно погружаться на транспортное средство или щит трелевочного трактора, то есть нельзя ли осуществлять повал непосредственно на машину?

Для воплощения этой идеи были разработаны и изготовлены в металле на базе серийно выпускаемых трелевочных тракторов несколько опытных образцов. Причем, вследствие того, что осуществление операций срезания и валки деревьев прогнозировалось в будущем самой машиной или срезающим устройством, расположенным или смонтированным на ней, такие машины получили название агрегатных машин или валочно-трелевочных (ВТМ). Машина должна была заменить опасный и тяжелый ручной труд на валке и наборе пачки деревьев. Опытные работы по испытанию новых машин были начаты в ЛТА совместно с трестом «Ленлес» в 1950 году. На рис. 4.1 показана первая валочно-трелевочная машина конструкции ЛТА–Ленлес на испытаниях. В процессе испытаний опытной машины срезание деревьев осуществлялось бензопилой, а направленный повал деревьев производился лебедкой. Изготовлению опытного образца валочно-трелевочной машины фронтального типа предшествовали всесторонние теоретические и экспериментальные исследования, по-

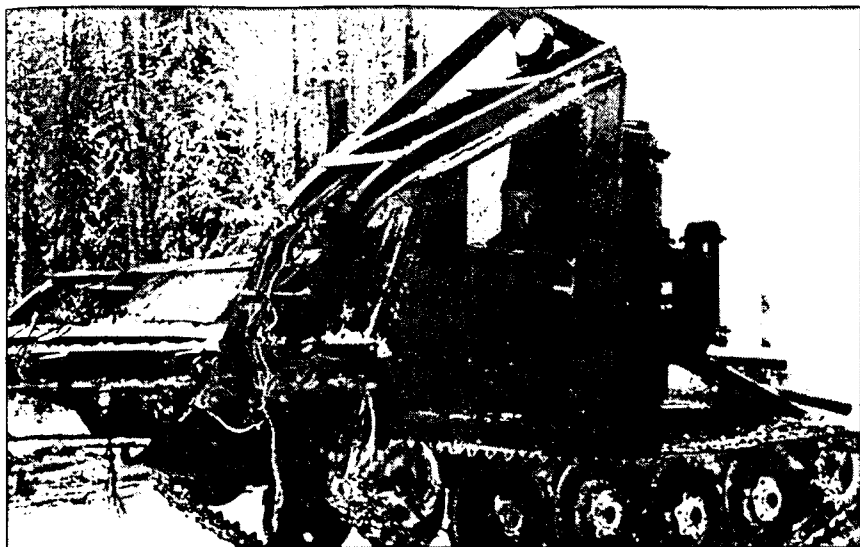


Рис. 4.1. Валочно-трелевочная машина конструкции ЛТА-Ленлес

священные изучению процесса повала деревьев на одну и две опоры, с целью получения динамических характеристик и проверки возможности практической реализации такого способа пакетирования*.

В этой работе участвовали под руководством С. Ф. Орлова такие ученые ЛТА как А. А. Дебердеев, П. Д. Сензюк, Е. Я. Белозеров, Д. Р. Меркин и др. В результате исследований было выявлено, что величина импульса ударной силы при соприкосновении дерева с приемным устройством ВТМ зависит от таких факторов, как расстояние дерева от машины, высоты приемного устройства и т. д. Было установлено, что при расположении машины на расстоянии 1–2 м от дерева импульс ударной силы по приемной балке не значителен, и можно создать конструкцию, воспринимающую этот удар [2].

При повале дерева на две опоры (предполагалось использовать ВТМ не только для трелевки в полупогруженном положении пачки деревьев, но и в полностью погруженном для лучшего сохранения подроста и кроны) коэффициент динамичности, отнесенный к силе тяжести, при валке деревьев малого и среднего объемов до $1,2 \text{ м}^3$ не превышает 7.

* Позже машины такой конструкции получили название ВТМ фронтального типа.



Рис. 4.2. ВТМ-1

С увеличением объема дерева коэффициент динамичности постепенно снижается. Причем, величина ударной силы на грузовую балку машины примерно в три раза меньше, чем на коник полуприцепа. Было также установлено, что введением амортизирующих устройств можно существенно снизить величину силы удара. Почти одновременно центральным конструкторским бюро Министерства лесной промышленности и НИИ тракторной промышленности (НАТИ) было предложено другое направление, предполагающее предварительный повал дерева вначале на землю (рядом с машиной) или на рычаг, опущенный на землю, а затем погрузку дерева рычагом на машину в приемное устройство*.

По первому направлению уже в 1951 году ЛТА в содружестве с трестом «Ленлес» был изготовлен впервые в мире опытный образец валочно-трелевочной машины фронтального типа ВТМ-1 (рис. 4.2), которая имела гусеничный ход, на раме была смонтирована приемная ферма. По ходу машины, справа, была установлена стойка, слева — усиленная кабина. Погрузочная ферма позволяла размещать пачку деревьев объемом до 10 м³. Передняя часть фермы выполнена наклонной. Направленная валка деревьев на машину осуществлялась реверсивной лебедкой. Ходовая система создавалась на базе узлов ходовой системы КТ-12 с внесением

* Впоследствии машины такой конструкции получили название валочно-трелевочные флангового типа или узкозахватные.

таких изменений, как уширение колеи и усиление балансиров. Валочно-трелевочная машина ВТМ-1 испытывалась в Лисинском учебно-опытном лесхозе ЛТА. По результатам испытаний были сделаны следующие выводы [2]:

- принятые способы погрузки и подвозки деревьев комлем вперед на машине подобной конструкции возможны и являются перспективными;

- наличие специальной фермы позволяет погружать деревья без особых ударов;

- валочное приспособление, состоящее из лебедки с тяговым канатом и комплекта чокеров, очень простое по конструкции и позволяет беспрепятственно и надежно набирать пакеты, при этом машина с одной стоянки может брать несколько деревьев; значительная ширина грузовой балки (2,35 м) позволяет машине поворачиваться при движении с грузом и легко разгружать деревья на верхнем складе. Сменная производительность машины составляла 40–50 м³.

Одновременно с этой машиной в ЛТА на кафедре станков и инструментов был создан лабораторный образец, отличающийся от ВТМ-1 тем, что вместо лебедки для направленной валки деревьев на машину применялся валочный крюк, а также было смонтировано для срезания деревьев пильное устройство из двух циркульных пил. Одна пила предназначалась для подпила, а другая для пиления. Однако в процессе испытаний такая конструкция срезающего устройства и валочного рычага оказалась неприемлемой.

По результатам испытаний этих образцов было принято решение об изготовлении нескольких ВТМ на базе трелевочного трактора КТ-12. В 1953 году в Крестецком леспромхозе ЦНИИМЭ были проведены испытания новых опытных образцов газогенераторных машин ВТМ Ленлес-ЛТА и ЦПКБ Минлеспрома и НАТИ. По результатам испытаний средняя производительность ВТМ Ленлес-ЛТА составила 43,5 или 14,5 м³ на 1 чел.-день при среднем объеме хлыста 0,46 м³. Средняя нагрузка на рейс была 5,5 м³, число рейсов в смену – 8.

Полезные затраты рабочего времени составили 77 % от времени смены, причем на сбор и формирование пачки деревьев уходило 31,3 %, на трелевку и холостой ход – 25,9 %.

В 1955 году ЛТА в содружестве с ЦНИИМЭ и Ленлесом была изготовлена новая валочно-трелевочная машина фронтального типа ВТМ-5 (рис. 4.3).

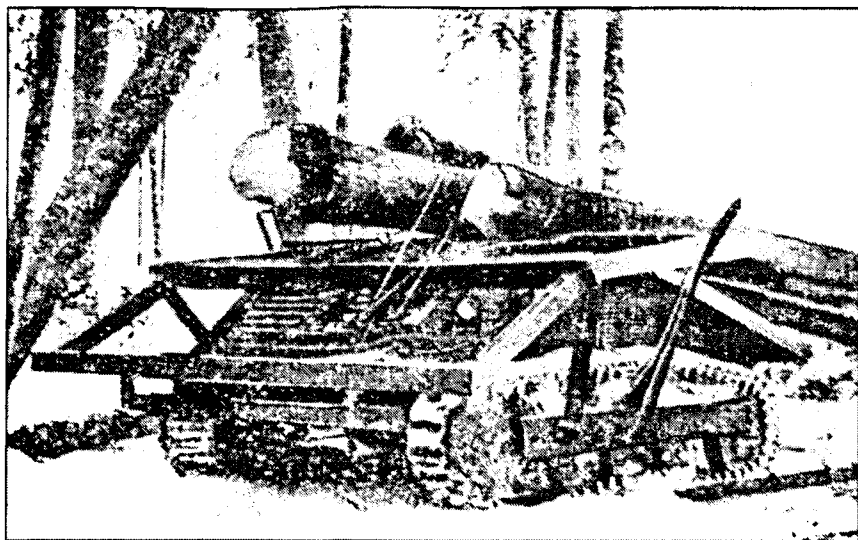


Рис. 4.3. ВТМ-5

Особенностью этой машины являлось то, что кабина тракториста была смещена ближе к середине рамы и размещалась под коником (внутри приемной фермы) машины, а привод резино-металлических мелкозвенчатых гусениц размещался спереди машины. Такая компоновка ведущего моста позволила удлинить опорную поверхность гусениц вследствие того, что натяжное колесо стало выполнять дополнительную функцию в качестве опорного катка. Катки и натяжное колесо имели эластичную балансирно-рессорную подвеску. На машине был также установлен карбюраторный шестицилиндровый двигатель ЗИС-120, размещенный позади кабины. Следует сказать и еще об одной важной особенности: с целью расширения скоростного диапазона движения машины на ней были установлены последовательно две коробки передач. Масса машины составила 9 т. Для уменьшения динамических ударных нагрузок при валке дерева основная приемная балка имела по всей длине резиновый амортизатор.

Средняя нагрузка на рейс составила 11 м^3 . Максимально достигнутая выработка на машину при трелевке на расстояния 200–240 м в смену была достигнута 100 м^3 , а комплексная выработка на одного рабочего по конечной фазе погрузки хлыстов – до 12 м^3 .

Поисковые работы по созданию валочно-трелевочных машин фронтального типа продолжались с некоторыми перерывами вплоть до конца 70-х годов. К наиболее известным зарубежным

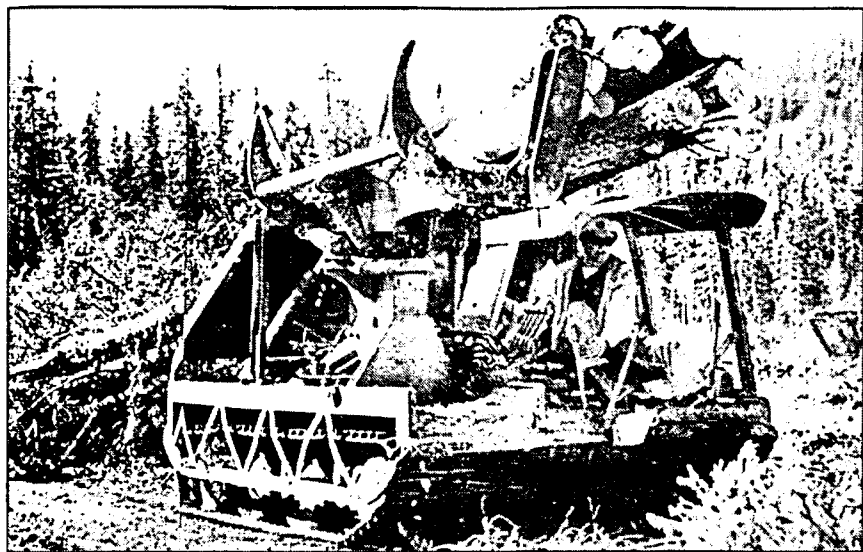


Рис. 4.4. Валочно-трелевочная машина VFB (Канада)

машинам такого типа следует отнести валочно-трелевочную машину VFB (Канада 1958 г.). Эта машина наиболее известна как ВПМ Вита. Машина спиливала деревья диаметром до 50 см, осуществляла повал на себя и трелевку в полупогруженном состоянии (рис. 4.4).

Производительность машины при трелевке на расстояние 250 м составляла 5–7 м³ за 1 час работы. Нагрузка на рейс была 2,5–3,0 м³ при средней скорости движения по волоку 6–8 км/ч. Следует заметить, что в эти же годы в СССР на ВТМ фронтального типа был опробован способ транспортировки деревьев в полностью погруженном состоянии. Были изготовлены несколько опытных образцов с двухопорной фермой, позволяющей закреплять пачку деревьев на машине (рис. 4.5).

Первоначально основной задачей, которая ставилась при реализации идеи «дерево–машина» было сокращение цикла обработки дерева и повышение производительности. В дальнейшем, по ходу создания и испытаний машин такого типа, задачи были дополнены выполнением машиной таких операций, как срезание дерева и направленный повал без участия вальщика, помощника вальщика и чокеровщика. В качестве технологического оборудования предусматривалось использование той же канатно-чокерной оснастки с лебедкой. Заменялся лишь щит на приемную ферму.

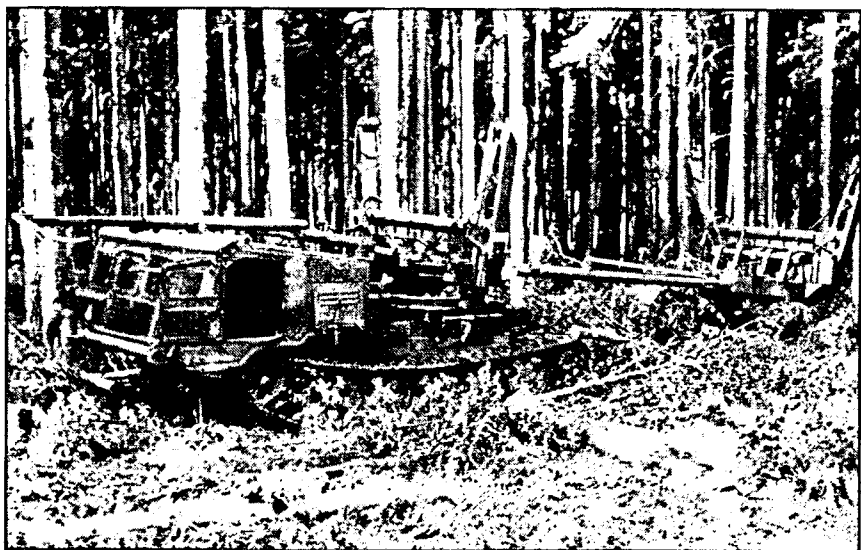


Рис. 4.5. ВТМ фронтального типа

Анализ данных производственных испытаний ВТМ фронтального типа показывает, что основную задачу повышения производительности не удалось решить. В основном это было связано с большими затратами на сбор и разгрузку пачки деревьев.

Несмотря на использование различных амортизирующих устройств для снижения динамических нагрузок в процессе повала дерева на приемную ферму (см. рис. 4.6), ударные нагрузки снизить до предельно допустимых не удалось. Кроме того, оказался значимым психологический фактор воздействия пакетируемого дерева на тракториста. В отдельных случаях трактористы предприятий, где испытывались машины, отказывались находиться в кабине во время повала. Оснащение ВТМ срезающим устройством (ВТМ ЦНИИМЭ) или валочной рамкой и срезающим устройством (VFB Канада 1958 г.) также не решило все проблемы. Большие неудобства при наборе пачки оказывают и выступающие комли, ранее уложенных, на ферме деревьев. Попытки устранения этих неудобств были сделаны в 1961–1962 гг. в ЛТА и Московском лесотехническом институте. На рис. 4.7 представлен опытный лабораторный образец ЛТА, выполненный на базе трактора ТДТ-40, оснащенный срезающим устройством, захватами и досылателем.

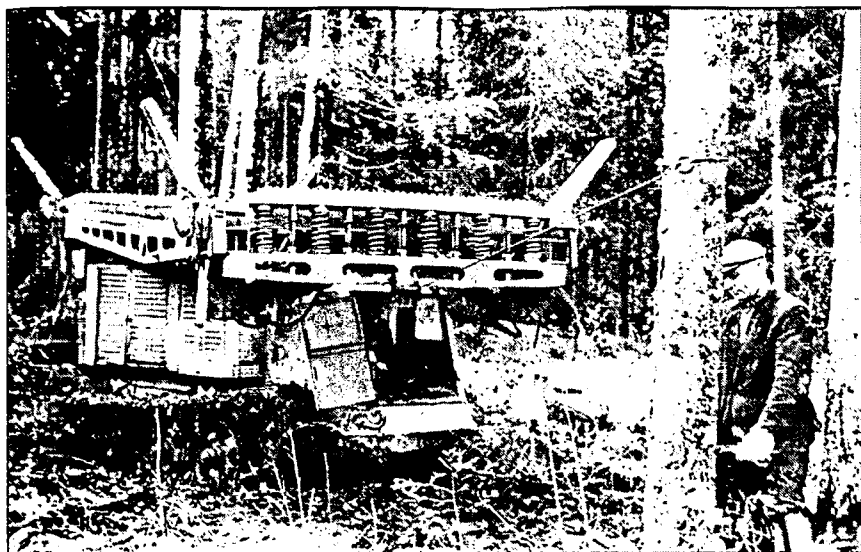


Рис. 4.6. Трелевочно-перегрузочная машина на базе трактора ТДТ-60

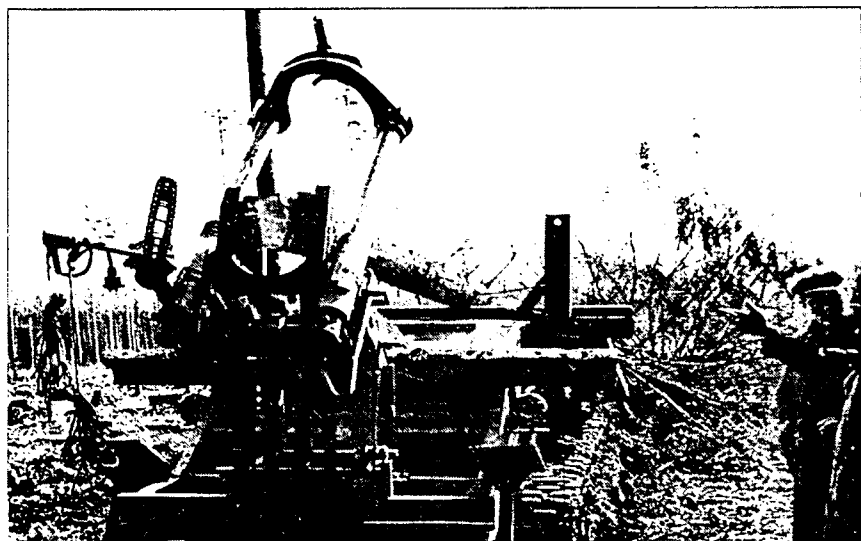


Рис. 4.7. Испытания лабораторного образца ЛТА

Эти механизмы смонтированы на стреле, которая имела возможность перемещаться по балке, установленной впереди машины. Для улучшения устойчивости в период спиливания дерева, укладки его в коник, а также при работе на уклонах на передней балке установлены аутригеры.

Работа машины осуществлялась следующим образом. Машина движется по кромке леса, имея справа и спереди невырубленную лесосеку. Перемещением стрелы с кареткой по направляющим поперечной балки машинист визирует захваты на ближайшее дерево. Дерево фиксируется в захватах, включением кареток осуществляется натяжение ствола и пиление «напроход». Затем включается досылатель и дерево в процессе падения переносится в коник машины. При этом было выявлено значительное снижение динамической нагрузки на машину. В МЛТИ был разработан проект валочно-пакетирующей машины кассетного типа на базе трелевочного трактора ТДТ-75. В 1963 году ЦНИИМЭ изготовил опытный образец этой машины (рис. 4.8). Набор пачки производился следующим образом: вальщик валит деревья с расстояния 3–4 м на приемную балку, средняя высота которой равна 3 м. Дерево, коснувшись балки, поворачивается вокруг нее и после падения кроны на землю скатывается в кассету.

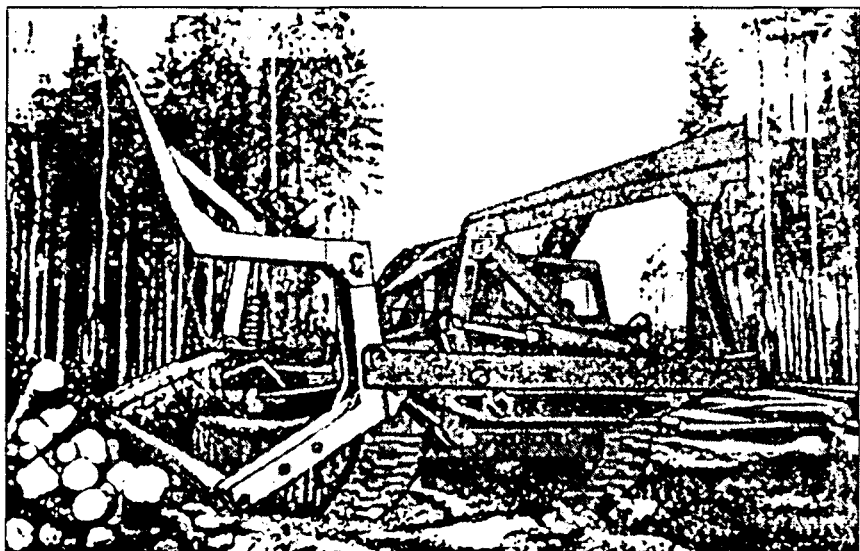


Рис. 4.8. Технологическое оборудование трелевочной бесчokerной машины кассетного типа (МЛТИ, ЦНИИМЭ)

Комли лежащих в кассете деревьев выступают за переднюю опорную балку на 4–5 м. Пачка деревьев в полностью погруженном состоянии располагалась в кассете на двух балках, отстоящих друг от друга на расстоянии 7,5 м. Причем, ее закрепления не требовалось. Низкое расположение центра тяжести пачки деревьев способствовало хорошей устойчивости машины.

Опытный образец испытывался в Крестецком леспромхозе. Испытания показали [42], что машина не потеряла маневренности, движется устойчиво, легко поворачивается. И далее... Машина в отличие от трелевочных тракторов, перевозит полностью погруженный, а не полупогруженный пакет деревьев.

Однако ни этот образец, ни все предыдущие ВТМ фронтального типа, рассмотренные выше, вследствие перечисленных недостатков так и не были доведены до серийного выпуска.

Более удачным оказалось второе направление, предусматривающее предварительный повал дерева на рычаг, опущенный на землю. Здесь необходимо заметить, что к моменту создания первых опытных образцов валочно-трелевочных машин флангового (бокового) типа в тракторостроении началось широкое использование силового гидропривода (конец пятидесятых годов), что значительно расширило возможности конструктора.

Первая валочно-трелевочная машина флангового типа была спроектирована ЦКБ Минлесбумпрома и изготовлена на его опытном заводе (рис. 4.9).

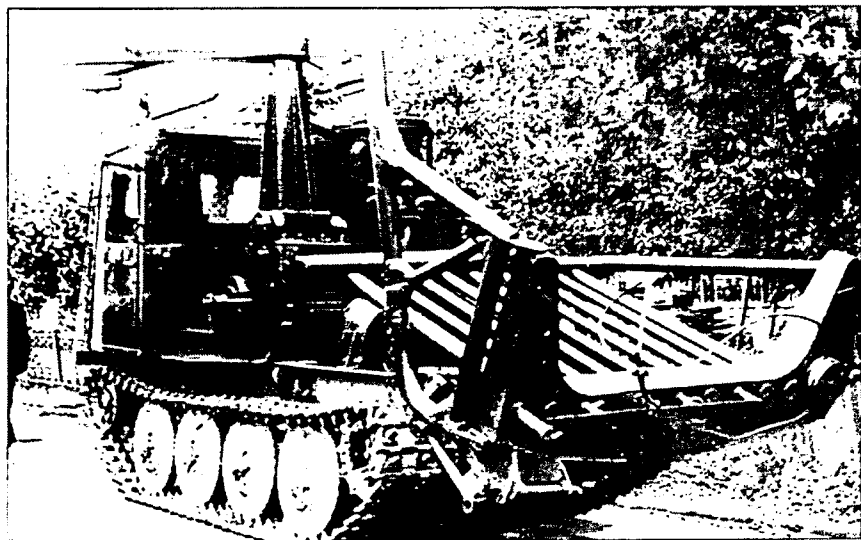


Рис. 4.9. ВТМ флангового типа конструкции ЦКБ Минлесбумпрома

Машина была оборудована рычагом для направленной валки и приемно-погрузочным рычагом. Первоначально дерево спиливалось электрической пилой. Машина работала по следующей схеме: перемещаясь по кромке леса, машина подходила левой стороной к дереву, опускала на землю приемно-погрузочный рычаг, после чего дерево срезалось и валилось валочным рычагом на приемно-погрузочный рычаг, который затем осуществлял подъем комлевой части дерева в коник машины.

В силу ряда конструктивных недостатков, связанных с несовершенством приемно-погрузочного рычага, испытания машины были не завершены [2].

Недостатки были частично устранены во втором образце ВТМ (машине была дана марка ТВМ-2), в которой повал дерева осуществлялся на машину.

Коник машины имел откидное плечо для приема падающих деревьев. Работала машина следующим образом: машина заходила в задний конец лесосеки и, развернувшись, начинала движение вдоль кромки параллельно магистральному волоку. Подъезжая к дереву, водитель останавливал машину таким образом, чтобы дерево находилось против оси последнего катка и на расстоянии 1,0–1,2 м от гусеницы машины. Дерево срезалось, как и у первого образца, электропилой. В конце срезания дерева по сигналу моториста тракторист включал валочный рычаг и его давлением валил дерево на коник машины или его консоль. Упавшее дерево затягивалось петлей, предварительно уложенной на землю и прижималось к конику. После этого машина переезжала на новое место, и цикл повторялся.

Производительность машины при двух рабочих составила в среднем 23,2 м³ в смену, или 11,6 м³ на человеко-день по совокупности операций валки и трелевки леса. Средняя нагрузка на рейс – 4,4 м³ [2]. Трелевка пачки и холостой ход составили – 19,4 %, набор и формирование пачки, включая спиливание – 35,2 % от общего рабочего времени.

В 1952 г. институтом НАТИ была изготовлена ВТМ, работающая по принципу повала дерева на откидной рычаг (рис. 4.10), как и у первого образца ВТМ конструкции ЦКБ Минлесбумпрома. Производительность машины при двух рабочих в среднем составила 20,7 м³ в смену, то есть 10,35 м³ на 1 чел.-день.

Что же показали производственные испытания опытных образцов машин флангового типа? Не вдаваясь в мелкие конструктивные несовершенства опытных образцов, остановимся на следующих принципиальных моментах.

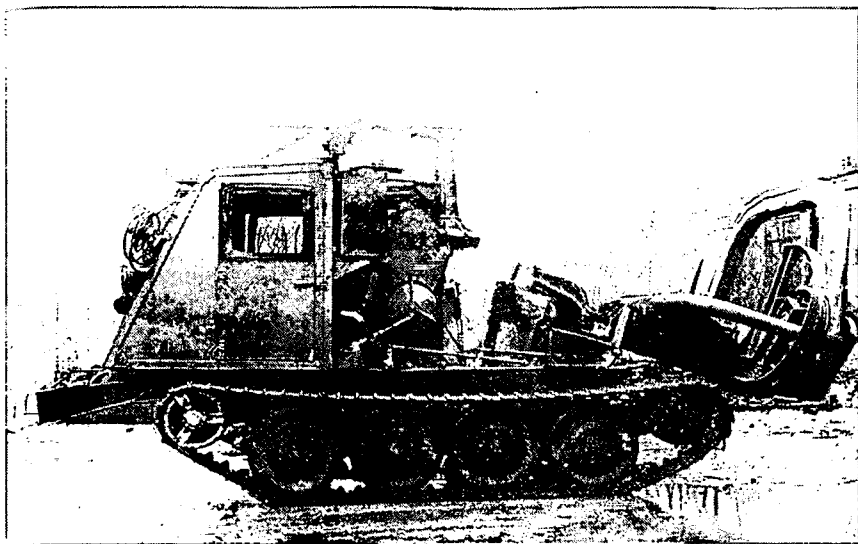


Рис. 4.10. Валочно-трелевочная машина конструкции НАТИ

1. Основным недостатком ВТМ такого типа является технологический недостаток, состоящий в том, что машина в процессе работы обрабатывает узкую ленту шириной не более 0,9–1,2 м. Вследствие узкого захвата машина проходит почти по каждому метру лесосеки. При этом о сохранении подроста не приходится говорить.

2. Машина должна делать остановку у каждого дерева и независимо от объема дерева перечень технологических операций и время подготовительных операций одинаково. Время же срезания большого дерева и маленького различается незначительно.

Достоинство машины заключается в конструктивной простоте и, как показали последующие испытания более совершенных образцов, в высокой производительности.

Работы по созданию узкозахватных валочно-трелевочных машин продолжались вплоть до 80-х годов. За этот период было создано и испытано много различных образцов. Остановимся на наиболее удачных вариантах.

ТМ-75 конструкции ЦНИИМЭ (1961 г.). Машина была разработана на базе трелевочного трактора ТДТ-75. Технологическое оборудование состояло из механизмов для направленного повала рычажного типа, погрузочного рычага и коника (рис. 4.11).

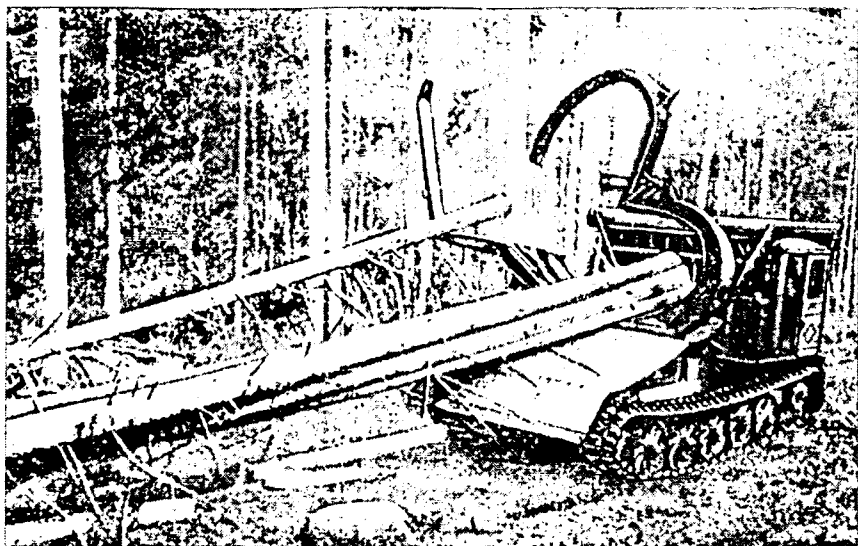


Рис. 4.11. Трелевочная машина флангового типа ТМ-75

Срезание деревьев осуществлялось бензопилой (в некоторых источниках эта машина названа как бесчokerная [5]).

Производственные испытания, проведенные в 1963 году, показали, что производительность труда повышается на 35–45 % по сравнению с работой трелевочного трактора.

ВТМ-4 конструкции ЦНИИМЭ и АТЗ (1965 г.). ВТМ-4 была создана ЦНИИМЭ в содружестве с АТЗ. В 1963 году на базе трактора ТДТ-75 ЦНИИМЭ вначале изготовил экспериментальный образец ВТМ-75 с ножевым и цепным механизмами срезания. После проведения испытаний и внесения ряда конструктивных изменений в 1964 г. ЦНИИМЭ уже в содружестве с АТЗ были разработаны чертежи новой валочно-трелевочной машины на базе трактора ТТ-4, названной ВТМ-4. Первые три опытных образца новой машины были изготовлены в середине 1965 года (рис. 4.12).

Вот так описывает появление в лесу ВТМ один из участников совещания-семинара в Бисерском и Советском леспромхозах соответственно Пермской и Тюменской областей [46].

Но особенно большой интерес у всех участников семинара лесозаготовителей и лесохозяйственников вызвал показ ВТМ-75, валочно-трелевочной машины, созданной на базе трактора ТДТ-75. Водитель ВТМ-75, один, при помощи цепной пилы, работающей от трактора, производит повал дерева, а при помощи других при-

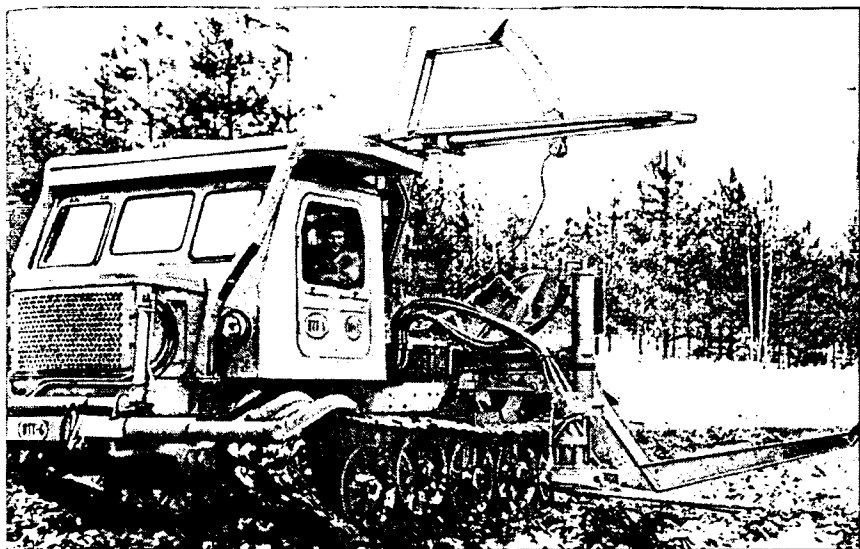


Рис. 4.12. Валочно-трелевочная машина ВТМ-4

способлений, также смонтированных на тракторе, грузит и увязывает воз и затем доставляет 5–6 м³ древесины на верхний склад.

За смену выработка одного человека достигает 50 м³. При этом тракторист не прикасается к дереву. Все операции производятся при помощи механизмов, а троса (каната) для увязки и прицепки воза почти не требуется*.

Машина обеспечивала срезание деревьев, сбор их в пачку и трелевку к лесовозной дороге без применения ручного труда. Помимо уже традиционного механизма направленного повала, механизма погрузки и удержания пачки (КЗУ) машина оборудована цепным механизмом срезания и механизмом для расчистки снега у основания дерева. В результате испытаний было установлено, что в зависимости от среднего объема деревьев производительность в смену составляла 60–140 м³. Учитывая, что машина управлялась одним водителем и осуществляла трелевку, эта производительность, как увидим далее, достаточно высокая. Затраты времени на валку деревьев и сбор пачки составляли 50–60 % общих затрат времени на заготовку и трелевку одной пачки. Кроме того, были проведены опыты, когда ВТМ-4 освобождалась

* Расход троса (каната) при трелевке ВТМ-4, по данным [41], составил лишь около 10 кг на 1000 м³ стрелеванной древесины. Между тем, при тракторной трелевке требуется 100–120 кг троса.

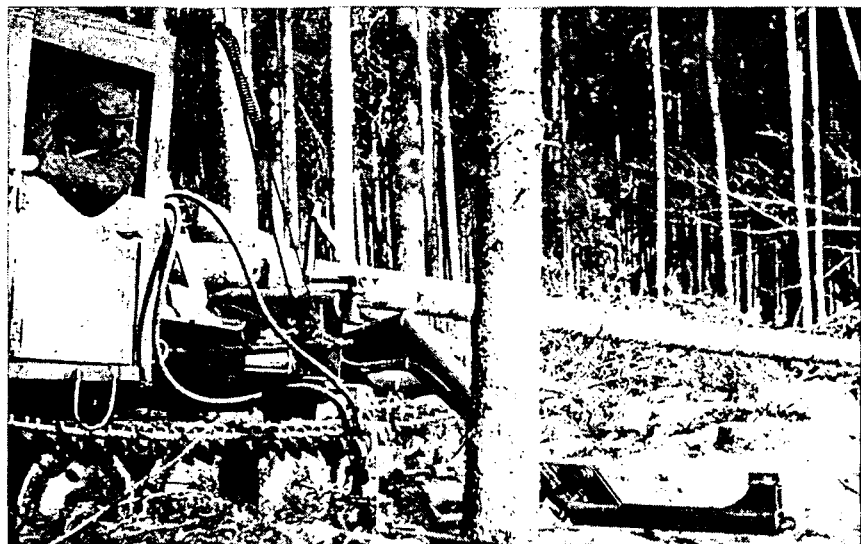


Рис. 4.13. ВТМ-4 конструкции ЛТА-ОТЗ

от транспортных операций и использовалась лишь на валке деревьев и формировании пачек у пасечных волоков. В этом случае ее производительность возрастала на 25–30 % [5].

Впоследствии эта идея была реализована ЦНИИМЭ специально для заготовки крупномерного леса в машинах ВМ-4 (1973 г.) и ВМ-4А (1981 г.). Обе машины были разработаны на базе ВТМ-4. Здесь необходимо заметить, что к числу первых отечественных валочных машин следует отнести машину ЭСЛ-4 (ЭТУ-0,75) конструкции научно – исследовательского института торфяной промышленности (1958 г.). Машина ЭСЛ-4 (см. рис. 4.14) была предназначена для сводки леса и лесоочистки от нетоварных насаждений торфяных болот.

Валочные машины ВМ-4 серийно выпускались с 1976 года. Абаканским механическим заводом.

К 1981 году на лесозаготовках эксплуатировалось около 500 машин, в основном, в Иркутсклеспроме. Основной недостаток такой машины – жесткая технологическая связь с подборщиком. При выходе из строя ВМ-4 подборщики простаивают. При выходе из строя подборщиков приходится переходить на менее эффективную технологию – валить деревья в запас.

У ВМ-4А технологический рычаг был заменен коником. Благодаря этому ВМ-4А может срезать, валить деревья, формировать

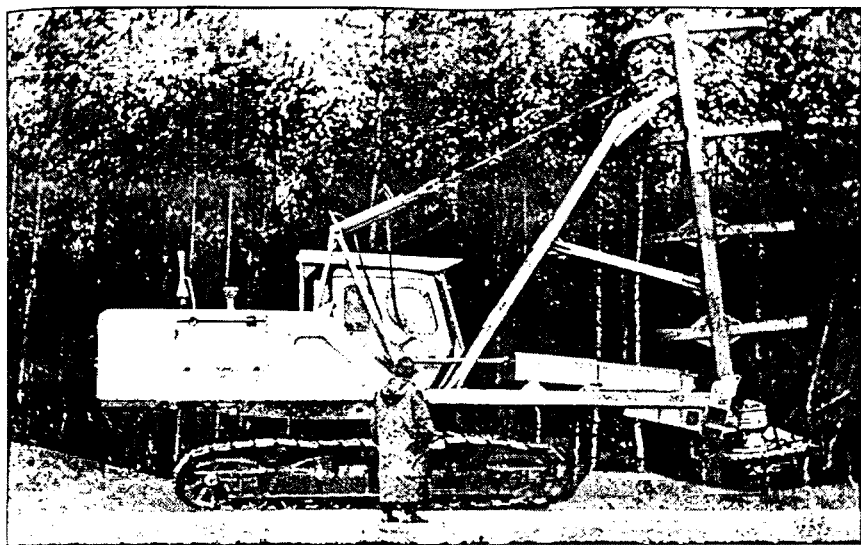


Рис. 4.14. Машина ЭСЛ-4

пачки, трелевать их и укладывать в штабеля. В начале 1980 года два образца ВМ-4А прошли приемочные испытания в производственных условиях Красноярсклеспрома (Пинчугский ЛПХ), и в этом же году Абаканский механический завод выпустил опытную партию этих машин. В дальнейшем, ЦНИИМЭ и Абаканским опытно-механическим заводом на базе трактора ТТ-4М была разработана новая валочная машина ВМ-4Б, которая особых принципиальных отличий от ВМ-4А не имела.

Мы рассмотрели валочные машины ВМ-4, ВМ-4А и ВМ-4Б, у которых в процессе срезания и валки дерева ходовая система и рама не подвержены существенному воздействию падающего дерева.

В этой связи, пакетируемое дерево не может оказывать значительного влияния на устойчивость машины. Для рубок ухода за лесом Белорусским технологическим институтом была разработана и испытана узкозахватная валочная машина на базе колесного сельскохозяйственного трактора МТЗ-82 («Беларусь»).

В качестве технологического оборудования было использовано ножевое захватно-срезающее устройство, жестко навешиваемое на заднюю систему навески.

Наводка ЗСУ на дерево осуществлялась ходом машины. После срезания ЗСУ осуществляет направленный повал дерева на землю

или выносит дерево на небольшие расстояния к месту пакетирования. В первом случае нагрузка от падающего дерева не передается на машину, а во втором — полностью воспринимается машиной и здесь машина должна обладать повышенной прочностью и устойчивостью.

Испытания опытных образцов проводились в сосновых насаждениях при подготовке технологических коридоров [52] шириной 2,5–3 м для проведения рубок ухода. Машина обрабатывала в течение часа от 15 до 69 деревьев. Производительность зависит от объема хлыста и расстояния перемещения дерева. В целом, испытания, по мнению авторов, показали, что разработка навесных ЗСУ является перспективным направлением в области механизации лесосечных работ на малых и разрозненных лесосеках с большими объемами заготовки древесины.

Несмотря на то, что валочные машины вследствие выполнения ограниченного числа операций (срезание и направленная валка) конструктивно более простые по сравнению с многооперационными машинами, широкого распространения они у нас в стране и за рубежом не получили.

Основные причины этого следующие [7].

1. Для того, чтобы валочная машина была экономически эффективной, ее производительность должна быть не менее 250–300 м³ в смену. При этом технологический цикл машины, включая время переездов от дерева к дереву, не должен быть более 25–30 с.

2. Валочная машина должна быть технологичной, хорошо вписываться в технологический поток на лесосеке. Это, прежде всего, гибкая технологическая связь между валочной машиной и последующими машинами в системе. Необходимо, чтобы валка не сдерживала трелевку, трелевка, в свою очередь, — валку.

ВТМ-40 М конструкции ЛТА, ОТЗ (1964–1966 гг.). Машина была разработана на базе трелевочного трактора ТДТ-40М и предназначалась для работы в лесосеках со средним объемом деревьев не более 0,35–0,40 м³. Особенностью технологического оборудования по сравнению с технологическим оборудованием ВТМ-4 конструкции ЦНИИМЭ-АТЗ было то, что срезающее устройство располагалось не на отдельной стойке сбоку кабины как у ВТМ-4, а на приемно-погрузочном рычаге (см. рис. 4.13). Совместное выполнение в одном узле пильного, приемного и пакетизирующего устройств позволяет, по мнению авторов, значительно упростить конструкцию технологического оборудования, управления им, уменьшить число приводов и сократить время цикла обработки дерева. Испытания машины проводились в 1966 г. в Лисинском учебно-опытном лесхозе Ленинградской области. Справед-

ливости ради, необходимо отметить, что в целом конструкция ВТМ-40М оказалась неудачной – при соприкосновении дерева с приемно-пакетирующим рычагом в момент валки ударному воздействию подвергалось и срезающее устройство, и механизм его подачи, что быстро выводило его из строя. В конечном итоге, дальнейшие работы по созданию ВТМ на базе ТДТ-40М были профессором С. Ф. Орловым в 1968 году, прекращены.

Какие же основные выводы можно сделать по опытно-конструкторским разработкам этих лет?

1. Поражает, прежде всего, широта и многообразие проведенных поисковых работ и исследований, пусть не всегда удачных, но не нужно забывать и время, когда все это происходило. Это были трудные послевоенные годы, когда материальные и денежные ресурсы для научных исследований, и особенно для лесной науки, выделялись в ограниченном объеме. Были разработаны, изготовлены и испытаны примерно 30–35 опытно-конструкторских образцов лесозаготовительных машин.

2. Не все идеи и мысли, высказанные в тот период, могли быть технически реализованы вследствие недостаточно высокого общего уровня развития техники. Но все же, как мы увидим далее, некоторые реализованные идеи, конструкторские решения продолжают оставаться передовыми, не утратившими своей актуальности до настоящего времени. Один лишь пример: трелевочный трактор образца 1999 года принципиально не отличается по компоновке элементов трансмиссии и ходовой системы от трактора образца 1948 года, а где-то даже уступает последнему.

3. Из рассмотренных опытных образцов лесозаготовительных машин наиболее удачной все-таки надо признать конструкцию ВТМ-4.

Во-первых, масса технологического оборудования ее незначительно превышает массу технологического оборудования трелевочного трактора «лебедка-щит». Это важно. Как увидим далее, у всех последующих многооперационных манипуляторных машин масса технологического оборудования значительно превышает массу технологического оборудования трелевочного трактора.

Во-вторых, характер и уровень динамических нагрузок у трелевочного трактора и ВТМ-4 также примерно одинаков. Учитывая, что трелевочный трактор, как базовая машина прежде всего, проектировался и рассчитывался на нагрузки при работе с лебедкой и щитом, то надежность ВТМ-4 примерно такая же, как и у трелевочного трактора.

4. ВТМ-4 при сплошных рубках обеспечивает высокую производительность и полностью заменяет тяжелый и опасный труд

вальщика и чокеровщика. Кроме того, за исключением обвязочного каната небольшой длины, на ней полностью отсутствует канатно-чокерная оснастка.

5. У ВТМ-4 пильное срезачщее устройство находится вблизи от водителя, а не на расстоянии 5–8 м, как это имеет место у валочно-трелевочных и валочно-пакетирующих машин манипуляторного типа. Таким образом, работа срезачщего устройства у ВТМ-4 находится под контролем водителя, что снижает его поломки.

В конечном итоге, в 1968 году ВТМ-4 была принята к производству, хотя впоследствии она совершенствовалась вплоть до начала серийного выпуска в 1974 году.

По вопросу создания агрегатных машин в журнале «Лесная промышленность» была развернута дискуссия. Поводом послужила статья Г. К. Виногорова «Нужны ли агрегатные машины?» [31]. В обсуждении статьи приняли участие специалисты ряда научно-исследовательских и проектных институтов, вузов и производственников.

Г. К. Виногоров, на основании анализа предшествующих научно-поисковых работ у нас в стране и за рубежом, высказал ряд мыслей, которые сводились к следующим положениям.

1. Начиная с 1936 года, для решения задачи комплексной механизации лесосечных работ считалось достаточным создание агрегатных лесосечных машин или как их еще называли «лесных комбайнов». Как в довоенные так и в послевоенные годы предлагалось много комбинированных машин, порою просто фантастических.

2. Начиная с 1951 года было разработано около двух десятков машин с различными вариантами агрегатирования, однако со времени возникновения идеи «лесных комбайнов» прошло почти четверть века, тем не менее, машин, полностью удовлетворяющих требованиям комплексной механизации лесосечных работ, не создано.

3. Созданные в этот период агрегатные машины более относятся к валочно-трелевочным машинам. Все они предназначались для спиливания деревьев, повала или погрузки их на машину и трелевки. Ни одна машина не имела встроенного пильного аппарата, спиливание деревьев производилось мотопилой. Таким образом, эти машины лишь условно могут называться агрегатными. По существу, это тот же трелевочный трактор, но с измененным принципом набора веза.

4. Агрегатные машины формируют воз способами, в основе которых лежит поштучное оперирование с деревьями. В этой

связи, чтобы набрать воз, агрегатная машина должна пройти значительный путь (70–100 м) по совершенно неподготовленной лесосеке. Обычный трелевочный трактор набирает этот воз с одной стоянки.

5. Повал дерева на коник машины требует от вальщика исключительной точности.

6. При укладке на агрегатную машину одного или двух рядов дальнейшему повалу препятствуют комли лежащих на машине деревьев. Это увеличивает затраты времени на сбор воста и снижает нагрузку на рейс.

7. В связи с тем, что агрегатная машина должна поднимать дерево, или же выдерживать удар от падения деревьев, она должна обладать значительной массой, что, в свою очередь, снижает ее проходимость и маневренность.

8. Созданные в этот период агрегатные машины не исключали больших затрат ручного труда (на зацепку деревьев канатом, на увязку воста и т. д.). И, как отмечает автор, устранить эти недостатки можно, по-видимому, только еще большим усложнением машин.

9. Применяемый для агрегатных машин способ формирования воста не является прогрессивным. Более того, можно считать, что поштучный сбор воста агрегатными машинами – шаг назад по сравнению с уже существующими способами – сбором пачки хлыстов трактором с помощью лебедки и каната.

10. Одним из преимуществ агрегатных машин считают возможность сокращения с их помощью числа операций и межоперационных стыков за счет исключения некоторых операций или их совмещения. В то же время, по мнению автора, создание новой техники идет как раз в противоположном направлении – по пути расчленения операций. Объединение выполняемых операций в одной машине приводит, как правило, к ее усложнению. В заключение автор считает, что наиболее простой системой машин для лесосечных работ в настоящее время (1961 г.) могут явиться машина для валки леса, машина для формирования пачек и обычный трелевочный трактор.

В обсуждении статьи Г. К. Виногорова на страницах журнала «Лесная промышленность» приняли участие 16 специалистов. В своем большинстве, признавая актуальность поставленных вопросов в статье, авторы выразили свое несогласие с мнением Г. К. Виногорова о нецелесообразности продолжения работ над агрегатными машинами и созданием специализированных однооперационных. В защиту агрегатных машин ука-

зывалось, что при их использовании производительность труда при снижении себестоимости продукции на 15–20 % возрастает в 1,5 раза, устраняются межоперационные и организационные потери времени и т. д. [32; 36]. Другие [33; 35], соглашаясь с критикой Г. К. Виногоровым агрегатных машин, подвергли критике и самого автора статьи за предлагаемую взамен агрегатных свою систему машин, состоящую из валочной, формирующей и трелевочной. Суть критики сводилась к следующему:

- трудности практической увязки машин по производительности;
- увеличение трудозатрат на ремонт и содержание машин из-за увеличения их числа;
- в целях сохранения подроста нельзя допускать на лесосеку такого «машинного нашествия».

Третьи предлагали свои решения этой проблемы. Так, Г. Т. Уртаев (Якутская АССР) считает, что дальнейшее развитие средств механизации лесозаготовок должно проходить по аналогии с угольной и горнорудной промышленностью, сельским хозяйством – по пути создания мощных комбайнов, производящих комплекс лесозаготовительных работ [34].

Г. Я. Крючков [35] пишет, что надо сконструировать такие высокопроизводительные с автоматическим и дистанционным управлением агрегатные машины, при обслуживании которых полностью исключается даже прикосновение рабочего к предмету труда – дереву и т. д.

Теперь же, когда накоплен значительный опыт проектирования, изготовления и испытаний агрегатных машин, нам значительно легче оценить правоту того или иного специалиста, их видение на перспективы развития лесозаготовительной техники. В тот же период развития, когда имелся опыт использования лишь трелевочного трактора и лебедки, а агрегатные машины, о которых шла речь выше, по сути, были всего лишь макетными образцами, изготовленными, в лучшем случае, на ремонтных заводах, такая оценка могла быть чисто субъективной и далекой от реальности.

Попробуем сделать некоторые выводы теперь, спустя четверть века:

1. Несмотря на ряд конструктивных мероприятий, позволяющих снизить ударные нагрузки при повале дерева непосредственно на машину, они продолжали оставаться значительными и неизбежно приводили к быстрому разрушению рамы и ходовой системы. В этой связи, эффект от сокращения цикла обработки

дерева сводится на нет издержками, вызванными простоями машин в ремонте и затратами на запчасти. Кроме того, необходимо учитывать и то, что машинист такой машины работает в условиях, близких к условиям «танкового боя».

2. На протяжении уже нескольких десятилетий неоднократно делались попытки создания у нас в стране и за рубежом таких «монстров» — лесных комбайнов по типу сельскохозяйственных, работающих по принципу «напроход».

Как ни странно, эта утопическая идея не покидает умы специалистов лесопромышленных стран до настоящего времени. Во-первых, для этого нет никаких предпосылок — запасы леса на 1 га малы и имеют тенденцию к снижению.

Во-вторых, масса такой машины может быть большой даже в упрощенном варианте, когда она будет только срезать деревья с оставлением их на пасеке. Очевидно, если лесной комбайн должен выполнять технологические операции вплоть до раскряжевки на сортименты, то любому здравомыслящему человеку ясно, что создание такой машины не реально. Не нужно забывать, что совершенство сельскохозяйственного комбайна во многом достигается большим соотношением масс машины и стеблей ржи или пшеницы, и при создании лесного комбайна такое соотношение недостижимо.

3. Прошло более четверти века после создания и испытания первых образцов агрегатных машин с повалом деревьев на машину и, как видим, несмотря на то, что были созданы достаточно надежные срезающие устройства, машины стали оснащаться гидроприводом, эта идея не была реализована в первоначальном виде и в этой части надо признать правоту Г. К. Виногорова. В то же время, необходимо отметить, что поисковые работы, проведенные в этот период, дали мощный толчок к поиску новых способов обработки деревьев. Этому способствовало также и развитие техники в смежных отраслях машиностроения и, в частности, экскаваторостроении.

В этой же дискуссии А. В. Рогозкин писал: «В качестве примера возьмем экскаватор. Эти агрегатные машины ковшом забирают землю, поворачиваются и высыпают ее на платформу. Практика показала, что этот процесс выполнения земляных работ организован весьма эффективно. Плохо ли будет, если мы тот же принцип работы перенесем на лесозаготовки, используя, например валочно-погрузочную машину, у которой вместо ковша пристроены приспособления по захвату и срезанию дерева?» [37].

И в дальнейшем это, сказанное А. В. Рогозкиным в 1961 году, подтвердилось, при создании валочно-пакетирующих и валочно-трелевочных машин манипуляторного типа.

Был прав и Г. К. Виногоров, когда говорил, что если машина будет поднимать срезанное дерево, то она будет иметь значительную массу, и снизятся ее проходимость и маневренность. Он же не прав в том, что поштучный сбор веза агрегатными машинами — шаг назад по сравнению с уже существующим сбором пачки хлыстов трактором с помощью лебедки и каната. Эти процессы — не сопоставимы, в этом случае необходимо сравнивать не с трелевочным трактором, а с вальщиком.

5. ЛЕСОСЕЧНЫЕ МАШИНЫ С МАНИПУЛЯТОРОМ (1960- ... гг.)

В 1960 году впервые в ЛТА вместо традиционного технологического оборудования «лебедка-щит» на трелевочный трактор ТДТ-40 был установлен гидроуправляемый манипулятор (см. рис. 5.1).

Сбор пачки деревьев осуществлялся по такой технологической схеме: вальщик бензиномоторной пилой осуществляет повал деревьев под углом 20–30 градусов к направлению движения трактора по вырубке или волоку; трактор, двигаясь вдоль полосы лежащих деревьев или хлыстов, манипулятором с помощью захватного устройства набирает пачку в кониковое зажимное устройство.

Вот как обосновывает актуальность появления этой машины один из ее создателей [8].

«... В 50-е годы надежды на устранение ручного труда на лесосеке, в том числе и на трелевке, связывались с возможностью создания либо лесных комбайнов, т. е. многооперационных, так называемых агрегатных машин, либо системы однооперационных специализированных машин, комплексно механизмирующих лесосечные работы. Но при всей их привлекательности различные предлагающиеся тогда идеи по созданию лесных комбайнов или однооперационных специальных машин обладали тем существенным недостатком, что предусматривали взаимодействие с поднятыми над землей деревьями и при существовавшем в то время уровне развития приводных механизмов не позволяли в достаточно короткие сроки создать на базе серийных трелевочных тракторов простые, эффективные и надежные машины, способные к тому же заменить собой чокерные тракторы в большинстве условий лесозаготовок и лесного хозяйства. Это было, в основном, следствием неизученности сложных процессов машинного срезания деревьев и взаимодействия машины со срезанным деревом при полном его отрыве от земли.

Таким образом, в конце 50-х годов в развитии лесозаготовительной техники возникла противоречивая ситуация, когда, с одной стороны, чокерное оборудование трелевочных тракторов стало тормозом технического прогресса, так как не позволяло устранить ручной труд на трелевке и вспомогательных работах в лесу, с другой стороны, агрегатные комбайновые машины, позволявшие в принципе устранить ручной труд на основных работах, не вышли из стадии поисковых исследований и были далеки от постановки на серийное производство».

И далее «...оставалась нерешенной задача создания в короткие сроки на базе серийных трелевочных тракторов высокопроизводительной универсальной лесной машины, которая смогла бы, устранив на трелевке и вспомогательных работах в лесу ручной труд, заменить собой в большинстве условий лесозаготовок и лесного хозяйства чокерные трелевочные тракторы на всех видах рубок леса.

Как ответ на эту техническую проблему явилась совместная разработка Лесотехнической академией и Онежским тракторным заводом в 1960–1961 гг. принципиально нового, полностью механизированного способа набора трелевочной машиной деревьев и хлыстов, лежащих на лесосеке в полосе повала».

Прежде чем делать заключение и давать оценку, удалось ли авторам трелевочного трактора с манипулятором, оснащенным захватным устройством, решить заявленную ими же техническую проблему, рассмотрим кратко, как развивались события по разработке, созданию и внедрению новой машины, получившей вначале название бесчокерный трелевочный трактор. Здесь нужно заметить, что эта машина создавалась практически параллельно с рассмотренной выше ВТМ-4.

В период 1961–1963 годов первый макетный образец прошел производственную апробацию, после которой было принято решение о продолжении этой работы.

В 1964 году были изготовлены два новых макетных образца: один в ЛТА – на базе трактора ТДТ-40М, второй на ОТЗ – на базе трактора ТДТ-55.

В 1965–1967 годах эти образцы были испытаны на постепенных и сплошных рубках с сохранением и без сохранения подроста.

По результатам испытаний этих образцов было принято решение начать на ОТЗ серийный выпуск нового трелевочного трактора с манипулятором, которому была присвоена марка ТБ-1 (рис. 5.2). Проектирование промышленного образца осуществлялось в ГСКБ ОТЗ и в 1973 году были выпущены первые трелевочные тракторы. Манипуляторы изготавливались на Великолукском заводе «Лесмаш».

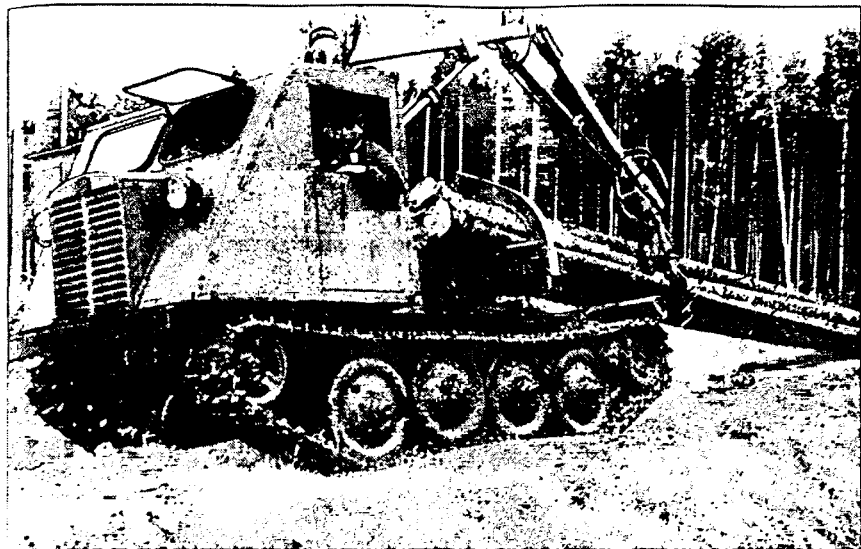


Рис. 5.1. Прототип бесчokerного трелевочного трактора (1960 г.)

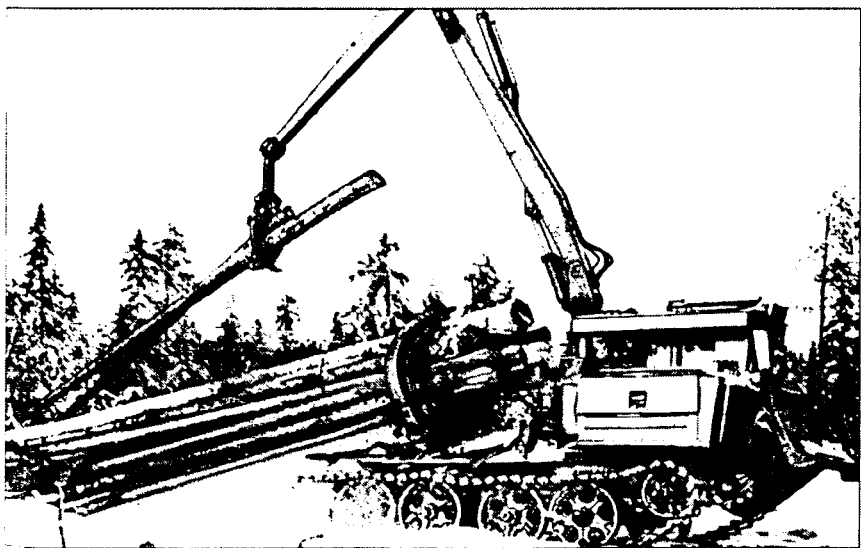


Рис. 5.2. Трелевочный трактор ТБ-1

Предполагалась полная замена трелевочных тракторов с оборудованием «лебедка-щит» на бесчокерные тракторы. В этой связи было не случайным, что трактор ТДТ-55, сменивший ТДТ-40М, в отличие от последнего имел одноместную кабину, так как с установкой на шасси манипулятора отсутствовала необходимость в чокеровщике, который в процессе трелевки пачки деревьев и холостого хода находился в кабине.

Как была принята новая машина лесозаготовителями? В начале посмотрим на это глазами разработчиков.

Ю. Г. Артамонов в работе [8] пишет:

«...Как это часто бывало в истории техники, новое направление было принято не сразу. Многие специалисты и руководители лесной промышленности не верили, что можно манипулятором заменить трос, считали, что новый тип трактора не впишется в технологию лесозаготовок, что он не может быть эффективным в условиях лесосеки. Сказывалось, так называемая, психологическая инерция в мышлении тех, кто считал трос незаменимым при сборе поваленных на лесосеке деревьев. Однако успешные испытания и проведенные исследования макетных образцов привели к постепенному признанию трелевочного трактора нового типа. Министерством лесной промышленности с учетом результатов исследований и испытаний макетных образцов, выполненных ЛТА и ОТЗ, было выдано техническое задание на проектирование промышленного образца трелевочного трактора с гидроманипулятором на базе трактора ТДТ-55».

Посмотрим теперь на решение проблемы по замене трелевочного трактора с канатно-чокерной оснасткой на трелевочный трактор с гидроманипулятором со стороны. Так ли были «слепы» противники нового трактора?

1. Первые же производственные испытания показали, что ожидать значительного повышения производительности труда не следует. Затраты на сбор пачки из поваленных бензиномоторной пилой деревьев не сократились, а наоборот, увеличились, вместо 40–50 стали 60–70 %.

2. Сохранение подроста на постепенных рубках получается хуже, чем у трелевочного трактора с канатно-чокерной оснасткой, так как трактор с манипулятором собирает деревья с узкой ленты и практически проходит по всей пасеке.

3. Одной из причин незначительного увеличения производительности (по некоторым данным называются цифры 20–25 %) по сравнению с обычным трелевочным трактором является, во-первых, поштучное пакетирование деревьев, и, во-вторых, частые переезды (с одной стоянки погружается не более двух-трех

деревьев). Время технологических переездов при наборе одной пачки составляет в среднем 20–27 %.

Небольшое число пакетируемых деревьев с одной стоянки связано с тем, что несмотря на то, что угол поворота манипулятора у первых машин был 167° , а у последующих доведен до 173° , оператор может из-за плохого обзора брать деревья лишь в узком секторе, не превышающем $60-70^\circ$.

4. Технологическое оборудование на тракторе сложное и дорогостоящее, практически не отличающееся от экскаваторного. Отличие заключается лишь в рабочем органе: вместо ковша у экскаватора – захват у трелевочного трактора. Хорошо известно, что наивысшая производительность экскаватора или крана достигается в стационарных условиях работы, когда коэффициент использования технологического оборудования составляет 0,7–0,8 и более.

Гидроманипулятор же бесчочерного трелевочного трактора используется лишь 30–35 % времени смены. Все остальное время он не используется и выполняет роль балласта при грузовом ходе, разгрузке пачки, и холостом ходе. Учитывая, что масса технологического оборудования у трактора с гидроманипулятором составляет 1,2 т (без КЗУ), то это, естественно приводит к дополнительной нагрузке на шасси и снижает долговечность ходовой системы в 1,9 раза [9].

Более того, как показали дальнейшие исследования динамики, в процессе трелевки пачки и холостого хода и сам манипулятор подвергается динамическим нагрузкам, превышающим нагрузки при наборе пачки, что также снижает долговечность машины [10]. Одновременно не нужно забывать, что трелевочный трактор создавался и рассчитывался под нагрузки, связанные с канатно-чочерным оборудованием, а не грузоподъемной машины.

5. С установкой на шасси гидроманипулятора и коникового зажимного устройства вместо лебедки и щита трелевочный трактор потерял главные свои, ранее указанные, достоинства:

- возможность сформировать пачку деревьев или хлыстов с одной стоянки, так как ширина обрабатываемой пасеки у трактора с канатно-чочерной оснасткой достигает 40–50 м;

- высокую проходимость.

Поэтому не случайно конструкторы ОТЗ в процессе доработок неоднократно, с целью сохранения проходимости и способности к самовытаскиванию, возвращались к варианту установки на шасси кроме манипулятора и коника еще и лебедки. В связи с тем, что лебедка серийной машины ТДТ-55 имеет большую массу, то делалась попытка установки небольшой лебедки (автомобильной)

спереди трактора. Однако трелевочный трактор имеет такую «развесовку» по опорным каткам, что даже небольшая дополнительная нагрузка на передние каретки приводит к «клеванию» трактора в процессе холостого хода. В конце концов, от этого решения конструкторам пришлось отказаться.

Производственники вынуждены были решать проблему плохой проходимости машины следующим образом:

- для работы трелевочному трактору ТБ-1 отводились пасеки с хорошей несущей способностью грунтов или использовали их на строительстве дорог, усов, и т. д.;

- тракторы ТБ-1 эксплуатировались на лесосеках совместно с ТДТ-55, чтобы в случаях застревания последние могли вытащить их лебедкой.

Вследствие этих недостатков трелевочные тракторы ТБ-1 так и не нашли широкого признания у лесозаготовителей до окончательного прекращения серийного выпуска.

Здесь теперь необходимо сказать, на наш взгляд, и о самой большой ошибке, допущенной конструкторами ГСКБ ОТЗ, да и ЛТА, при разработке трелевочного трактора с манипулятором. Как мы ранее отмечали, замена трактора ТДТ-40М производилась под эгидой выпуска тракторов ТДТ-55 и бесчокерных, то есть ТБ-1. Причем предполагалось в дальнейшем тракторы ТДТ-55 заменить полностью на ТБ-1. В этой связи кабина у трактора ТДТ-55 была выполнена одноместной. Однако на деле все получилось по-другому. ОТЗ не имел дополнительных мощностей и производственных площадей для организации серийного выпуска ТБ-1, и появлению бесчокерного трактора на лесозаготовках мы обязаны Великолукскому заводу «Лесмаш», который организовал у себя изготовление манипуляторов в количестве 300 штук в год. И вот в таком количестве этот трактор и выпускался ОТЗ вплоть до 1994 г. Основная же продукция Онежского тракторного завода состояла в выпуске трелевочных тракторов, вначале ТДТ-55, а затем ТДТ-55А в количестве до 12000 штук в год. Таким образом, чокеровщик не только не был заменен, но и был лишен возможности находиться в кабине при трелевке пачки и холостом ходе. Несмотря на нарушения техники безопасности чокеровщики размещались и размещаются до настоящего времени при трелевке пачки на капоте машины или на щите при холостом ходе, что является недопустимым. Кстати, первые переходные модели трактора ТДТ-55 (Т-401) были оснащены двухместной кабиной (см. рис. 3.3). С другой стороны, незначительные объемы выпуска тракторов ТБ-1 не нанесли лесной отрасли страны большой ущерб. Трудно себе представить, что про-

**Зависимость числа чокеров, необходимых
для оснащения трелевочного трактора, от среднего объема хлыста**

$V_{\text{ср}}, \text{ м}^3$	Число чокеров при трелевке за	
	Комли	Вершины
До 0,3	13-19	16-20
0,3-0,5	12-14	15-18
0,5-0,9	10-13	13-15
0,9-1,5	9-11	10-13
1,5 и более	7-9	8-10

изошло бы, если бы тракторная промышленность могла полностью заменить на лесозаготовках трактор ТДТ-55 на ТБ-1.

Кроме уже отмеченного, необходимо попутно остановиться и на следующем. Вследствие не престижности тяжелого ручного труда на чокеровке деревьев примерно к началу 80-х годов в ряде лесозаготовительных регионов страны средний возраст рабочих достиг 50-55 лет. Мощность же трелевочного трактора, как увидим далее, все время наращивалась. С ростом мощности увеличивалась рейсовая нагрузка машины. Если канатно-чокерная оснастка ТДТ-40М включала тяговый канат длиной 40 м, диаметром 19 мм и комплект чокеров в количестве 10-15 штук, то уже у трактора ТДТ-55, при той же длине тягового каната, диаметр его 20 мм, увеличилось также и число чокеров (см. табл. 5.1)*.

Таким образом, средний возраст рабочего-чокеровщика имеет тенденцию к повышению, а разработчики продолжают увеличивать мощность и грузоподъемность трелевочного трактора, делая его труд все более тяжелым, так как средний объем деревьев на лесосеке имеет наоборот тенденцию к уменьшению и, следовательно, количество чокеров на машине должно соответственно увеличиваться. Поэтому не случайно проводимыми производственными статистическими исследованиями [5] было установлено, что рейсовые нагрузки трелевочного трактора не превышают 0,5-0,55 от номинальной нагрузки машины. Недогрузка объясняется тем, что при наборе пачки из деревьев небольшого объема, равной грузоподъемности трактора (нагрузка на щит), резко возрастают затраты времени, и сменная производительность трелевочного трактора снижается.

* Масса 1 пог. метра каната \varnothing 19,5 мм - 1,32 кг.

Несмотря на недостатки бесчокерного трактора ТБ-1 такие же машины начали создаваться на базе трелевочных тракторов ТДТ-75 и ТТ-4, и получили соответственно названия ЛП-11 (1970–1971 гг.), ЛП-18, ЛП-18А и ЛП-18В*, позже – ЛП-18Г, отличающаяся от ЛП-18А вылетом манипулятора до 10 м.

Так, в статье [43] приведены такие высказывания:

«...Опыт работы машин ЛП-18 (см. рис. 5.4) показал, что наиболее целесообразно их использовать в укрупненных бригадах, работающих на базе двух трелевочных тракторов, один из которых должен быть ТТ-4 или ТДТ-55. Это вызвано тем, что бесчокерная машина не приспособлена к трелевке на участках с заболоченной и холмистой местностью».

В связи с тем, что указанные выше недостатки трактора ТБ-1 были настолько очевидны, что на кафедре проектирования специальных лесных машин ЛТА была сделана попытка их устранения путем расширения возможностей машины за счет замены труда вальщика. С этой целью было изготовлено в 1969 году захватно-срезающее устройство ножевого типа, которое заменило захват. В результате лесопромышленный трактор ТБ-1 был превращен в валочно-пакетирующую машину. Испытания опытного образца проводились в Кастенском лесничестве Лисинского учебно-опытного лесхоза (1970 г.). Интерес к машине был настолько велик, что на лесосеку пришло много жителей поселка и хотя начался дождь никто не уходил, пока не были срезаны и уложены в коник десяток деревьев.

В результате испытаний было установлено:

– ЗСУ ножевого типа работоспособно и имеет высокую надежность;

– время полного цикла на обработку одного дерева составляет в среднем 45–50 с;

– с одной стоянки возможна обработка двух-четырех деревьев;

– коэффициент использования технологического оборудования повышается до 0,4–0,5 при пакетировании деревьев на землю (без трелевки).

По результатам испытаний было принято решение продолжить научно-исследовательские работы по созданию валочно-

* ЛП-18В была разработана ЦНИИМЭ совместно с ВПКИлесмаш и Пермским производственным объединением «Коммунар». Машина так же как и ЛП-18А была предназначена для сбора и трелевки деревьев (хлыстов) диаметром – 6–100 см, была максимально унифицирована с ВТМ ЛП-49. В отличие от ЛП-18А была оборудована КЗУ по типу ТБ-1, а также были увеличены размеры кабины. Приемочные испытания проводились в Оленинском ЛПХ ЦНИИМЭ. После чего машина в 1984 г. была рекомендована к серийному производству.

пакетирующей машины ограниченной грузоподъемности. Для этих целей под руководством С. Ф. Орлова, В. М. Троязыковым была разработана захватно-срезающая головка с пильным (цепным) срезающим устройством. Беззажимное пиление ствола дерева обеспечивалось гидродомкратом с упором в будущий пенек. Испытание макетного образца ВПТ на базе трактора ТБ-1 проводились вначале в Охтинском учебно-опытном лесхозе ЛТА, а затем в Лисинском лесхозе и на опытной базе ОТЗ (пос. Нелгозеро КАССР), см. рис. 5.3, 5.5, 5.6. Первоначально машина была названа валочно-пакетирующе-трелевочная (ВПТМ ТБ-1В). В процессе испытаний ТБ-1В были получены достаточно хорошие результаты. При этом в процессе испытаний применялись два способа пакетирования: способ повала «от себя», когда не требовалось сохранять подрост, и способ предварительного наклона дерева после срезания на рукоять с последующим выносом его на технологический коридор, когда требовалось сохранять подрост. Испытания показали, что даже на сплошных рубках без сохранения подроста оператор машины ТБ-1В использовал в работе оба способа пакетирования. Мелкие и средние деревья диаметром до 30 см он пакетировал способом наклона «на рукоять», а крупные деревья пакетировал способом повала «от себя». В процессе ис-



Рис. 5.3. ВПТМ на базе ТБ-1 конструкции ЛТА (показ машины на межвузовской конференции в Лисинском лесхозе в 1972 году)

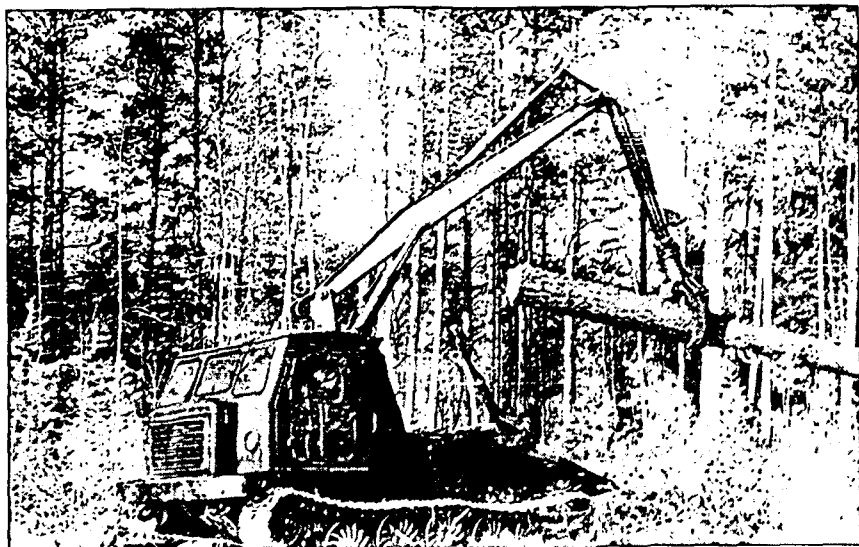


Рис. 5.4. Трелевочный трактор ЛП-18

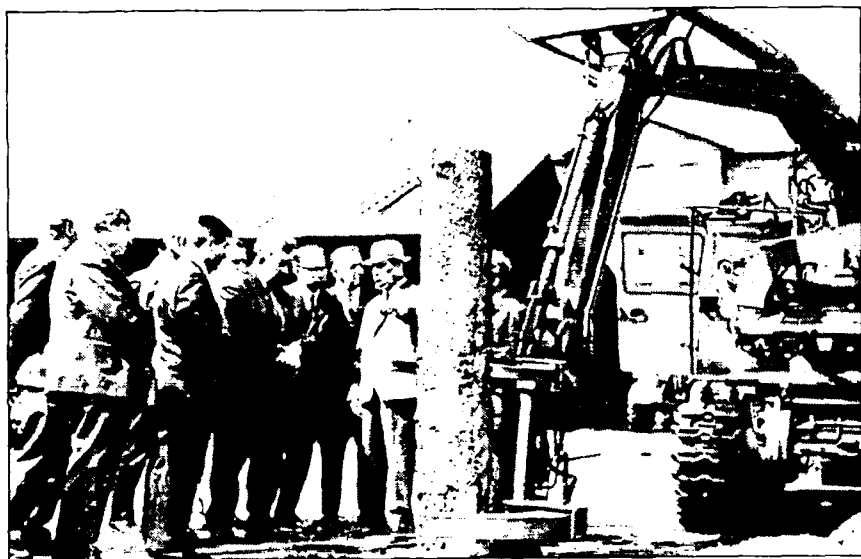


Рис. 5.5. ВПТМ на базе ТБ-1 (демонстрация машины первому зам. министра Минлесдревпрома СССР Ф. Д. Вараксину, 1973 г.)

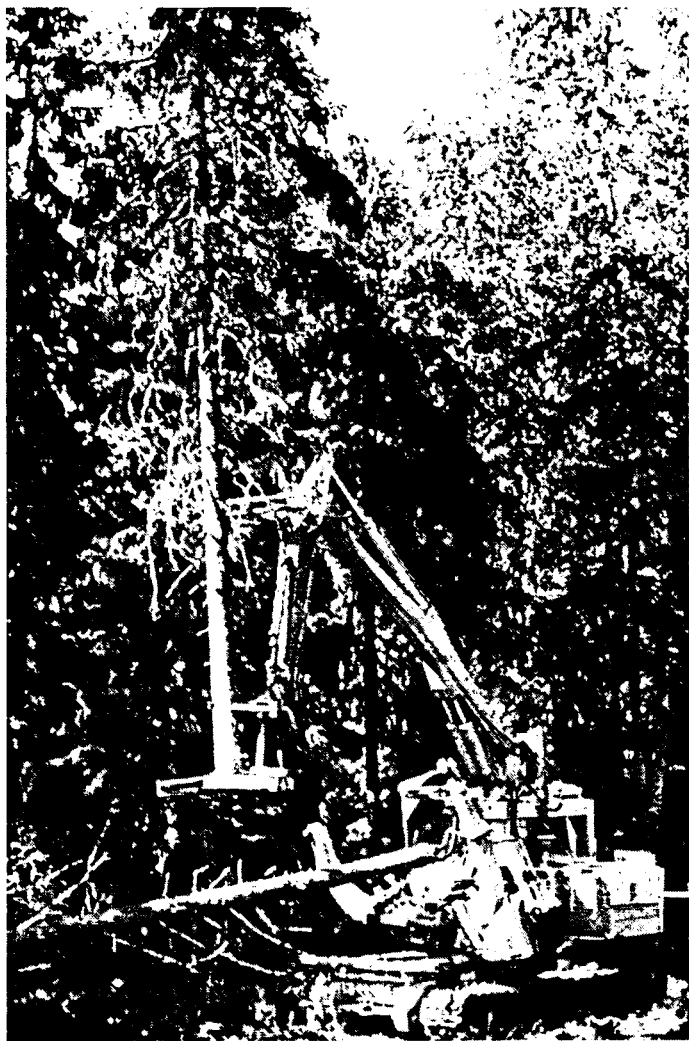


Рис. 5.6. Испытания ВПТМ в Лисинском учебно-опытном лесхозе Ленинградской области

пытаний первым способом заготовлено более 60 % всех деревьев. В дальнейшем было принято окончательно называть новую машину валочно-трелевочной. Начиная с 1972 года, к работе по созданию ВТМ на базе ТБ-1 подключились ЦНИИМЭ, комбинат «Ленлес» и институт ЦНИИЛесосплава.

В период 1972–73 гг. по техническому заданию, разработанному академией с КБ ЦНИИЛесосплава, а затем на его заводе был

спроектирован и изготовлен улучшенный образец ВТМ ТБ-1В (было изготовлено два экземпляра). В 1974 году была достигнута договоренность между ЛТА, ОТЗ и ЦНИИМЭ провести на опытной базе ОТЗ сравнительные испытания уже трех ВТМ: ВП-80 (ОТЗ), ТБ-1В (ЛТА) и ЛП-17 (ЦНИИМЭ).

В конечном итоге, наиболее удачной захватно-срезающей головкой оказалась конструкция ЦНИИМЭ. Недостатком работы ЗСУ ЛТА была неудачная конструкция упора (гидродомкрата), при работе которого наблюдались частые проскальзывания по стволу и, как следствие, не обеспечивалось беззажимное пиление. После срезания ЗСУ конструкции ОТЗ наблюдались частые сколы комлевой части дерева из-за большого валочного момента, создаваемого гидроцилиндром поворота срезающей головки. В конечном итоге, к серийному выпуску была рекомендована ВТМ конструкции ЦНИИМЭ ЛП-17.

Бесчокерный способ сбора и трелевки пачки деревьев или хлыстов вызвал необходимость внесения изменений и в конструкцию устройства для ее закрепления на машине.

Первая попытка бесчокерного удержания деревьев на машине при трелевке была осуществлена в 1950 году при испытании машины ЛК-1, созданной в ЛТА на кафедре станков и инструментов, под руководством А. Э. Грубе.

Удерживающее устройство содержало жесткие рычаги, поворачиваемые механическим путем.

Подвижные концы рычагов соединялись провисающим канатом, который служил опорой для уложенных сверху деревьев. При сведении рычагов внутрь канат замыкается в пространстве, образуя петлю.

Основным недостатком такого устройства было то, что рычаги имели значительную металлоемкость, так как работали при трелевке на изгиб.

В 1952 году институтом НАТИ на базе КТ-12 был разработан опытный образец валочно-трелевочного трактора под маркой ВТТ-1 (рис. 5.8). Это была первая попытка создания машины для механизации процессов повала, пакетирования и увязки деревьев в пачки бесчокерным способом. Совмещение пакетирующего рычага с обвязочным канатом позволило упростить механизм замыкания обвязочного каната на пачку, однако, значительное разнесение концов каната по длине кониковой балки сделало невозможным поворот машины с закрепленной пачкой при неповоротном конике.

Поэтому для устранения этого, закрепляющий механизм был выполнен поворотным.

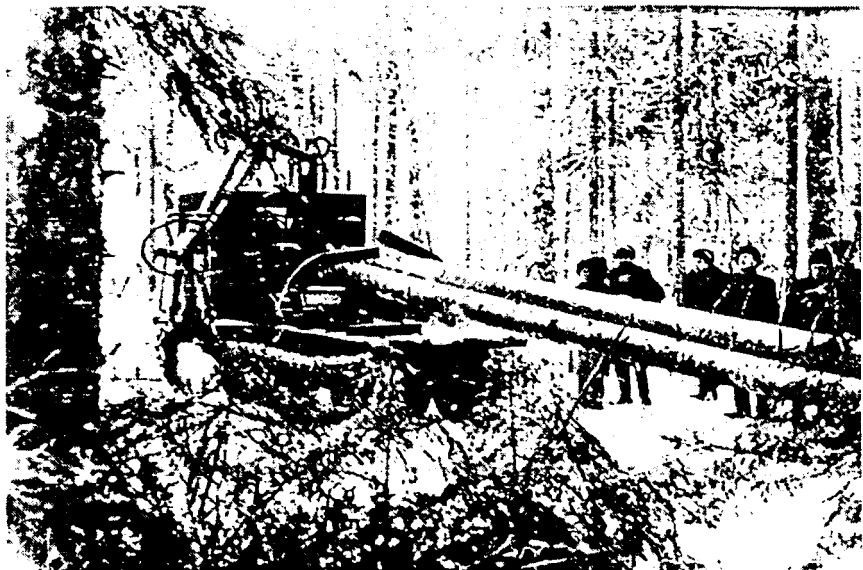


Рис. 5.7. Опытный образец машины ЛТА

В 1961 году одновременно в ЛТА и ЦНИИМЭ были начаты работы по созданию конструкций по бесчокерному удержанию деревьев или хлыстов в пачках при трелевке. На рис. 5.1, 5.7 показан первый опытный образец для бесчокерного сбора и трелевки, изготовленный в ЛТА. Устройство для удержания пачки было выполнено с жесткими рычагами, оси поворота которых разнесены по краям кониковой балки. Образец машины для бесчокерной трелевки ЦНИИМЭ содержал устройство для закрепления деревьев, состоящее из полуэллиптического коника с жесткими рычагами, оси поворота которых также разнесены по краям балки (рис. 5.10).

В процессе испытаний этих машин было выявлено, что постоянная кривизна рабочих поверхностей рычагов не обеспечивает необходимого контакта рычагов с закрепляемыми деревьями.

Образуются «окна», в которых концы деревьев удерживаются только за счет сил трения и сцепления, которых недостаточно для удержания деревьев при трелевке.

В этой связи для второго опытного образца трактора с гидроманипулятором в ЛТА было разработано удерживающее устройство с тросовой петлей треугольной формы (рис. 5.9).

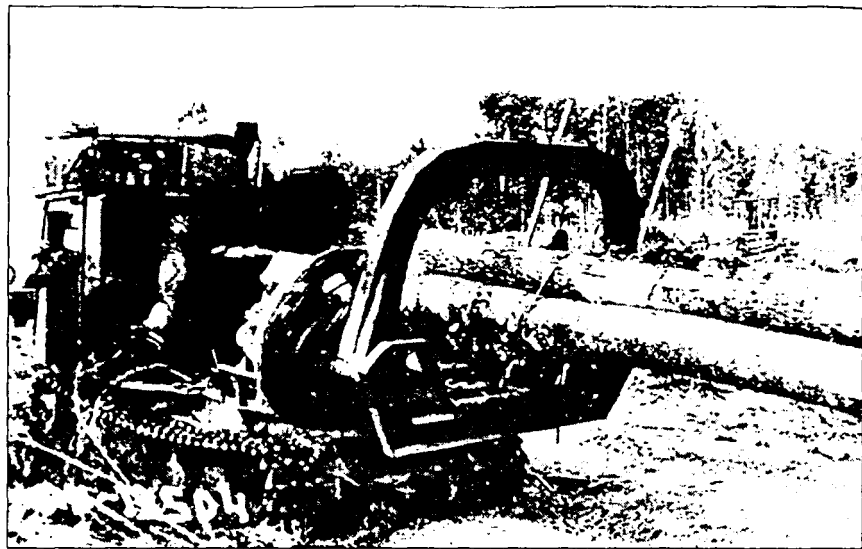


Рис. 5.8. Машина ВТТ-1

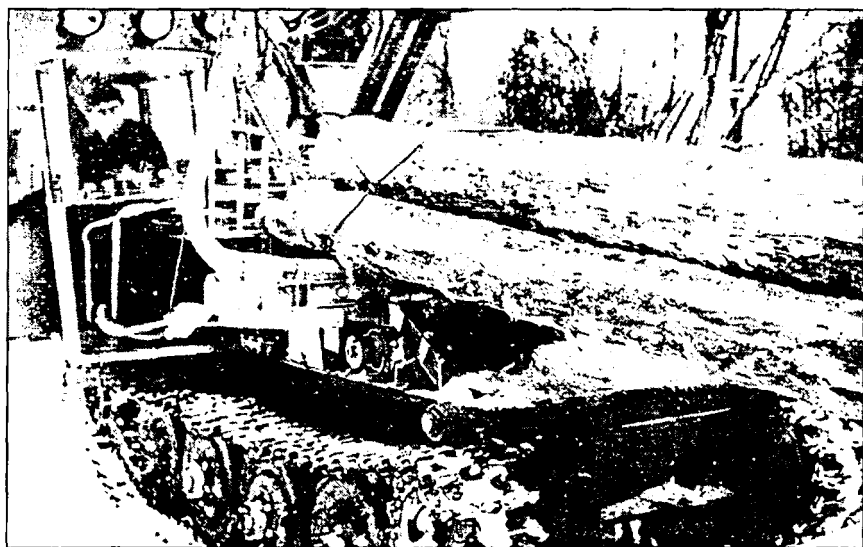


Рис. 5.9. Общий вид машины ЛТА с закрепленной пачкой

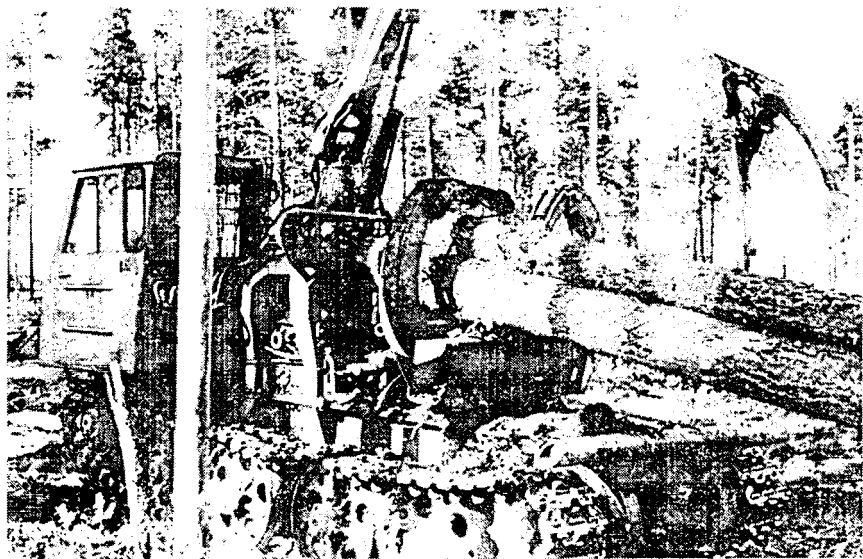


Рис. 5.10. Трактор ТБ-55 с закрепленной пачкой

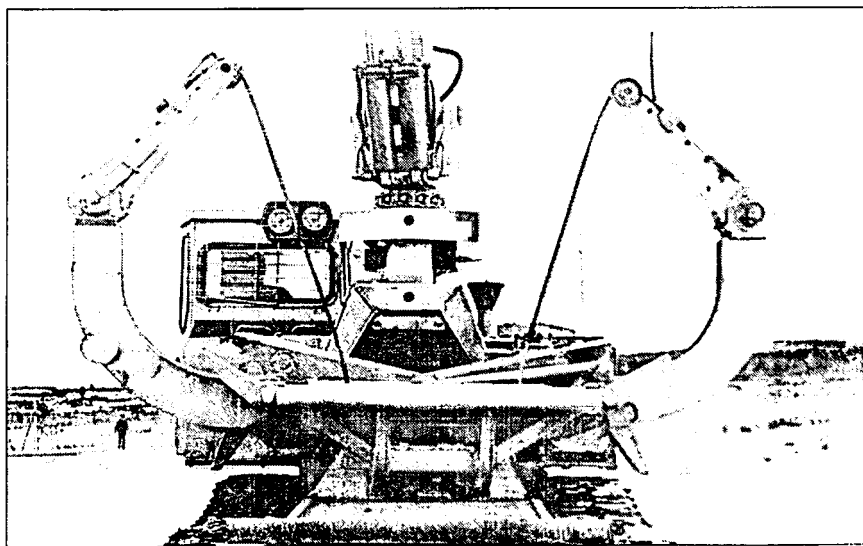


Рис. 5.11. Коник серийно выпускаемых тракторов ОТЗ

Испытания машины показали работоспособность удерживающего устройства, названного впоследствии коником. Наличие формирующих элементов в виде отрезков каната с пружинами позволили обеспечить необходимую исходную форму пачки перед закреплением.

Основным недостатком устройства являлись затруднения при укладке концов деревьев внутрь канатной петли.

Впоследствии Онежским тракторным заводом был разработан коник, содержащий обвязочный канат, состоящий из двух отрезков, натяжение которых при закреплении пачки обеспечивалось поворотными шарнирно-сочлененными составными рычагами, приводимыми в действие гидроцилиндром (рис. 5.11). Укладка стволов деревьев манипулятором производилась сверху. Эта конструкция оказалась удачной и стала основной у серийно выпускаемых трелевочных тракторов ТБ-1 и валочно-трелевочных машин ВП-80 и ЛП-17А.

Подводя итог, можно отметить, что начало семидесятых годов ознаменовалось широким использованием на лесосечных работах манипуляторов, вначале в качестве погрузочных устройств, а затем и устройств, обеспечивающих доставку захватно-срезающих головок к дереву и укладку последнего после срезания на машину или волок.

6. МЕХАНИЗАЦИЯ ЛЕСОЗАГОТОВОК (1964–1980 гг.)

Первые образцы валочно-пакетирующих машин были созданы в СССР еще в 50-х годах. Эти машины конструкции ЦНИИМЭ ВПМ-1 и ВПМ-4 были выполнены на базе тросовых (канатных) экскаваторов, но дальнейшего развития не получили.

Первой в мире валочно-пакетирующей машиной манипуляторного типа следует считать машину конструкции ЛатНИИЛХП «Дятел-1», созданную в 1964 году.

Предназначена эта машина была для ведения рубок ухода за лесом. В начале в качестве базы был использован сельскохозяйственный колесный трактор Т-28 Владимирского тракторного завода. Работала машина по способу бесповальной рубки деревьев, то есть срезанное дерево выносилось в технологический коридор в вертикальном положении. Предпосылкой для разработки ВПМ явилось то, что по результатам исследования изменений таксационных элементов в насаждениях разных пород и возраста при прокладке густой сети технологических коридоров при рубках ухода, проводимых в 1964–1965 гг. в ходе экспериментальной проверки разных технологических схем разработки лесосек были установлены возможные четыре технологические схемы для перемещения срезанного дерева до технологического коридора:

- 1) валка деревьев и их перемещение по земле вершиной вперед;
- 2) валка деревьев и их перемещение по земле комлем вперед;
- 3) срезание деревьев, подъем вверх, вывод их из полога насаждения и перемещение до технологического коридора;
- 4) срезание деревьев, подъем до частичного вывода кроны дерева из полога насаждения и перемещения до технологического коридора.

В результате сравнения этих четырех схем было признано [13]:
– первая и вторая схемы не обеспечивают выполнения лесотехнических требований по сохранению лесной среды (подроста,

почвенного покрова и т. д.) и, самое главное, не решают основной задачи — механизации процесса лесозаготовок;

- третья схема конструктивно трудно осуществима;

- четвертая схема является наиболее перспективным технологическим вариантом.

Для практической реализации четвертой схемы в институте ЛатНИИЛХП в 1964 году и были начаты опытно-конструкторские работы по созданию специальной машины.

Технологическое оборудование машины (см. рис. 6.1) состояло из поворотной колонны, стрелы, захватно-срезающего и фор-



Рис. 6.1. Валочно-пакетирующая машина «Дятел-1»

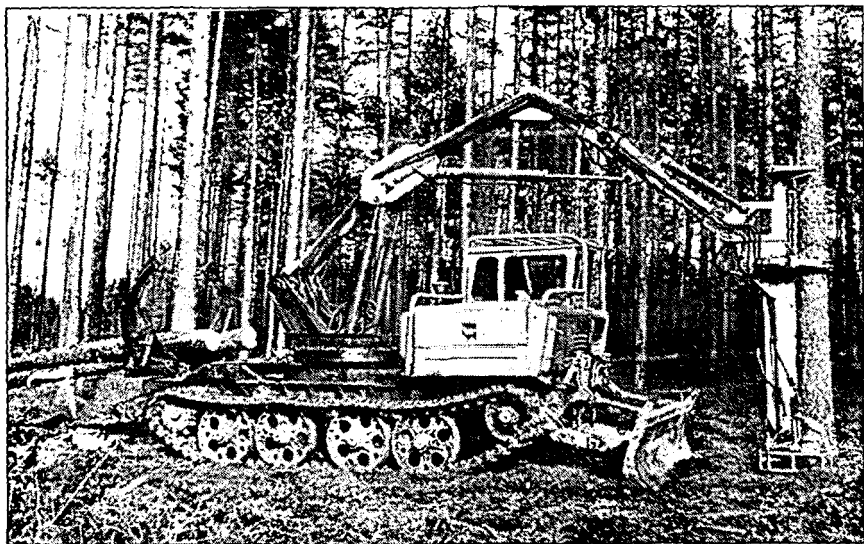


Рис. 6.2. Экспериментальный образец ВПМ «Дятел-2»

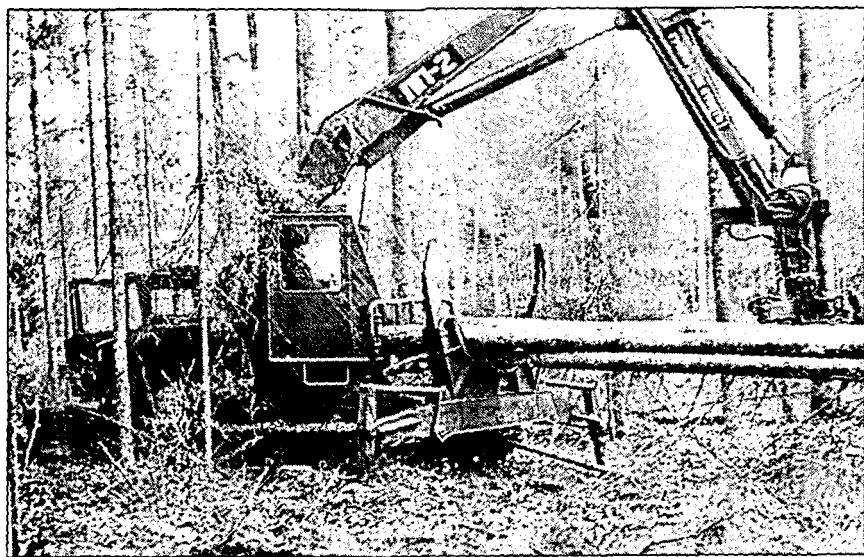


Рис. 6.3. Валочно-пакетирующая машина ЛП-2

мирующего устройств*. По результатам испытаний первого экспериментального образца были разработаны лесотехнические требования на машину «Дятел-1», которые в 1969 году были утверждены Гослесхозом СМ СССР и уже в качестве базы опытного образца был использован более мощный трактор «Беларусь» МТЗ-52. Максимальный диаметр срезаемых деревьев был 18 см, а в последующих образцах – до 20 см. Опытный образец машины «Дятел-1» в 1966 году прошел заводские и ведомственные испытания, а в 1967 и 1969 гг. – государственные испытания. В 1968 году заводом «Ригалесмаш» была изготовлена опытная партия машины «Дятел-1», которая прошла производственную проверку в различных регионах СССР. Конструктивные усовершенствования машины «Дятел-1» производились вплоть до 1971 г. В период с 1969–1970 гг. были изготовлены два образца «Дятел-1» на базе промышленной модификации трактора Липецкого завода Т-50 АП и специального лесохозяйственного Т-5Л этого же завода. В результате доработок производительность машины была доведена до 15–20 м³ плотных в смену. Время выполнения рабочего цикла составило соответственно 55,3, 63,0 и 40,2 с (это для образца на базе Т-5Л). Результаты испытаний машин «Дятел-1» явились в дальнейшем ценным научным материалом для создания многооперационных лесосечных машин.

В конце 1966 года в ЛатНИИЛХП на базе трелевочного трактора ТДТ-55 был изготовлен экспериментальный образец машины «Дятел-2» с вылетом стрелы 5,5 м (см. рис. 6.2). В качестве срезающего устройства вначале был применен нож, но результаты испытаний этого устройства были неудовлетворительными, и в дальнейшем нож был заменен цепной пилой.

В 1967 году эту машину переоборудовали манипулятором с вылетом 10,5 м и провели производственные испытания на проходных и сплошных рубках. Средняя продолжительность полного цикла обработки дерева на проходных рубках составила 109 с, на сплошных рубках – 88 с. После внесения ряда конструктивных усовершенствований в 1968 году на Великолукском заводе «Торфмаш» и на опытном заводе «Ригалесмаш» были изготовлены опытные образцы – лесопромышленные ЛП-2 (см. рис. 6.3) и лесохозяйственные «Дятел-2». Лесопромышленный вариант был изготовлен с вылетом манипулятора – 7,5 м и грузоподъемностью 1200 кг.

В 1969 году заводские испытания машины ЛП-2 были закончены. По результатам испытаний машины было принято реше-

* В первых конструкциях под термином «стрела» имелся в виду весь манипулятор.

ние о выпуске промышленных образцов. Однако доработка машины ЛП-2 продолжалась вплоть до начала серийного выпуска в 1971 году.

Таким образом, машина ЛП-2 явилась первой промышленной ВПМ не только у нас в стране, но и в мировой практике. Технологический процесс сплошных рубок машиной ЛП-2 с сохранением подроста производился следующим образом. С полосы шириной до 14 м срезались и укладывались на коник дерева. В зависимости от характера насаждения, с одной стоянки спиливалось 5–8 деревьев. Сформированная на конике пачка деревьев объемом до 5 м³ сбрасывалась на землю для последующей трелевки подборщиком. (Машина может укладывать деревья и непосредственно на землю). На обработку одного дерева в среднем затрачивалось 60–90 с. При среднем объеме дерева 0,2–0,3 м³ средняя сменная производительность достигала 50–70 м³.

Какие же можно сделать выводы по использованию машины этого типа?

Достоинства.

1. Полностью заменяется ручной труд на заготовке леса (на первой ее фазе).

2. Отсутствует канатно-чokerная оснастка.

3. Коэффициент использования рабочего времени (технологического оборудования): при укладке в КЗУ составляет 0,68, при укладке на землю – 0,73.

Недостатки.

1. Технологическое оборудование составляет примерно одну треть от общей массы машины.

2. Наличие второй кабины создает неудобства работе оператора. Он вынужден в течение смены многократно переходить из одной кабины в другую. При этом затраты времени на переход составляют в расчете на 1 м³ 4,8–5,2 %.

3. Невозможность низкого (в соответствии с лесоводственными требованиями) срезания деревьев зимой из-за снега.

4. Недостаточная проходимость и маневренность машины из-за большого удельного давления на грунт (1,25 кгс/см², т. е. 0,125 МПа).

5. Мала устойчивость ВПМ, необходима установка аустригеров.

В то же время, во многом несовершенная, эта машина оказала огромное влияние на дальнейшее развитие валочно-пакетирующих машин манипуляторного типа, на поиск новых конструктивных и компоновочных решений.

Одновременно стало очевидным, что в качестве базовой машины для ВПМ, предназначенной для ведения сплошных рубок, нужна другая, более мощная, база, а лесопромышленные тракторы ТДТ-55 и ТДТ-75 (ТТ-4, ТТ-4М) могут быть использованы в качестве баз для широкозахватных (манипуляторных) валочно-трелевочных машин.

Для рубок ухода НПО «Силава» на базе ЛП-2 была сконструирована машина МВП-35 с вылетом манипулятора 10,36 м.

Так как с увеличением вылета манипулятора существенно увеличилось и время выполнения операций подведения ЗСУ и выноса дерева, конструкция ЗСУ была изменена — захватное устройство было дополнено еще одним рычагом. Это позволило производить поочередно срезание и набор нескольких деревьев в ЗСУ и снизить таким образом затраты времени в расчете на одно дерево. Как показали наблюдения за работой ВПМ МВП-35, несмотря на возросшие расстояния до объекта труда, больших затруднений у оператора, связанных с наведением ЗСУ на дерево, не было. Основные сложности происходили в момент перемещения дерева вследствие сцепления (сплетения) ветвей выносимого дерева с соседними, что приводило к большим затратам времени на их размыкание (разъединение) и динамическим нагрузкам.

По результатам испытаний было принято решение продолжить работы по усовершенствованию машин такого типа. Была разработана новая ВПМ МВП-1 уже на базе лесопромышленного трактора ТТ-4 с одной кабиной. Управление технологическим оборудованием и движением машины осуществлялось из кабины, установленной на поворотном круге. В дальнейшем, институтом ВПКИлесмаш и НПО «Силава» (разработчики) и Йошкар-Олинским заводом «Лесмаш» была изготовлена новая валочно-пакетирующая машина ЛП-54, предназначенная для рубок ухода за лесом. Базой машины является трелевочный трактор ТТ-4М с демонтированной кабиной. На шасси трактора установлено опорно-поворотное устройство, на раме которого расположена кабина и гидроманипулятор с ЗСУ с накопителем. Спеленные деревья собираются в пачку в накопителе ЗСУ, затем выносятся из пачки в вертикальном положении и укладываются комлями в коник машины. После накопления в КЗУ пачки она сбрасывается на технологический коридор. Машина имеет конструктивную массу 18680 кг при максимальном вылете манипулятора 10,5 м и грузоподъемности 500 кг.

Проблему ведения рубок ухода за лесом примерно в эти же годы пытались решить и за рубежом. В частности, финская фир-

ма предложила свой вариант решения, создав малогабаритный трактор «Макери-34Т», оснащенный захватно-срезающим устройством, установленным впереди машины. Вынос срезанного дерева на технологический коридор осуществлялся в вертикальном положении, где производилась очистка ствола от сучьев и раскряжевка на сортименты. Попытка использования этих машин в СССР в 80-е годы в условиях Карелии в зимний период закончилась неудачей вследствие незначительного дорожного просвета.

Накопленный опыт в вопросе создания и применения первых валочно-пакетирующих машин, разработанных в ЛатНИИЛХП и ЛТА, а также в США (Drott-40LC), был использован в дальнейшем при разработке мощной отечественной машины ЛП-19 (разработчики ЦНИИМЭ и Йошкар-Олинский завод лесного машиностроения). В качестве базовых машин были использованы экскаватор ЭО-4121 и трелевочный трактор ТТ-4 (ходовая часть). Опытная партия ЛП-19 была выпущена заводом в 1974 году. Первая модель ЛП-19 выпускалась в период с 1974 по 1984 гг.* Было выпущено 3268 машин. Машина состояла из самоходного шасси, полноповоротной платформы с кабиной и гидроманипулятора с захватно-срезающим устройством.

ВПМ ЛП-19 разрабатывала пасеку шириной 15–16 м. Технологический процесс при обработке дерева такой же, как и у ЛП-2. Отличием является то, что ЛП-19 формирует пачку на земле. С одной позиции (стоянки) в зависимости от параметров лесосеки машина обрабатывает от пяти до десяти деревьев. Затраты времени на обработку одного дерева составляют в среднем 40–45 с.

Приобретенный опыт эксплуатации первой модели позволил заводу перейти в 1984 году на новую модификацию ЛП-19А. ВПМ ЛП-19А (рис 6.4) была основной серийно выпускаемой машиной на протяжении более десяти лет. В 1993 году была разработана и изготовлена новая переходная модель ВПМ ЛП-19Б-01 с увеличенным вылетом манипулятора до 9,9 м, а затем, в конце 1994 года, основная машина – ЛП-19В.

Для работы в тонкомерных лесах Севера была разработана валочно-пакетирующая машина ЛП-60 («Абакан»). Три опытных образца проходили производственную проверку в Оленинском и Крестецком леспромпхозах. По результатам испытаний машина была рекомендована к серийному производству, но в дальнейшем не выпускалась. Вместо этой машины была подготовлена к выпус-

* Серийный выпуск был начат в 1976 г.



Рис. 6.4. Валочно-пакетирующая машина ЛП-19А

ку ВПМ ЛП-60-01 на базе трактора ТТ-4М. Испытания ее опытных образцов в Оленинском леспромхозе и на лесозаготовительных предприятиях Красноярского края показали, что машина имеет недостаточную грузоподъемность манипулятора для эксплуатации в лесах Сибири. В этой связи завод совместно с ОАО «ЦНИИМЭ» в 1996–1997 гг. разработал более мощную ВПМ ЛП-60-01А. Было изготовлено в металле три опытных образца, которые прошли испытания в Инбахинском леспромхозе Красноярского края. По результатам испытаний машина была доработана, но серийный выпуск так же, как и ЛП-60-01 не состоялся. В табл. 6.1 приведены краткие технические данные перечисленных машин.

В 1995 году фирма АО Йошкар-Олинский завод лесного машиностроения подготовила к выпуску новую модификацию ВПМ на базе ЛП-19 с выравнителем полноповоротной платформы (ЛП-19Б). ЛП-19Б была предназначена для работы на склонах до 15° благодаря наличию подвижной рамы. Кроме того, конструкция позволяет разворачивать ЗСУ в плоскости, перпендикулярной продольной оси манипулятора на $\pm 15^\circ$.

Однако в результате разразившегося в стране общего экономического кризиса выпуск ЛП-19Б не был осуществлен, а фирма прекратила свое существование.

Технические данные валочно-пакетирующих машин

Параметры	ЛП-19А	ЛП-19Б-01 (ЛП-19В)	ЛП-60 «Абакан»	ЛП-60-01А
Масса, т	24,3	23,5	19,3	24,1
Мощность, кВт	95,6	95,6 (136)	95,6	95,6
Скорость движения, км/ч	2	4 (4,5)	5,5	5,5
Допустимый уклон местности, град.	8	8	8	8
Грузоподъемность, т	3,2	2,5	1,9	3,2
Максимальный вылет, м	8,0	9,9	8,2	8,0
Диаметр среза, см	90	90	65	90
Среднее давление на грунт, кПа	81;68	75;63	51,1	81
Производительность при $V_{cp} = 0,5 \text{ м}^3, \text{ м}^3/\text{ч}$	65,2	65	45 ($V_{cp} = 0,3 \text{ м}^3$)	56

Применение на лесозаготовках валочно-пакетирующих машин ЛП-2 и ЛП-19 выдвинуло новую задачу – создание специальных подборщиков пачек деревьев. Попытки использования для этих целей уже серийно выпускаемых бесчokerных трелевочных тракторов ТБ-1, ЛП-11, ЛП-11-1А и ЛП-18А, а также колесных К-700 оказались малоэффективными*.

Было установлено, что производительность трелевочных тракторов при подборе пачек от ВПМ повышается на 20–30 % по сравнению с тем, когда воз формируется из отдельных деревьев, поваленных бензопилами, но при этом одновременно на 48 % увеличивается себестоимость [9].

Использование тракторов с манипуляторами на подборе пачек, работающих по принципу поштучного набора деревьев, нецелесообразно и по технологическим соображениям и с позиций основ конструирования – зачем такое сложное гидрофицированное оборудование, когда перевернутый коник бесчokerного трактора может с успехом выполнять функции пачкового захвата.

Кроме перечисленных основных валочно-пакетирующих машин в последние годы был разработан ряд новых. В частности, для рубок ухода за лесом НПО «Силава» была сконструирована и изготовлена в металле машина на колесной базе МВП-20, предназначенная для прореживания в молодняках бесповальным спосо-

* ЛП-11 и ЛП-11-1А – прототипы ЛП-18А.

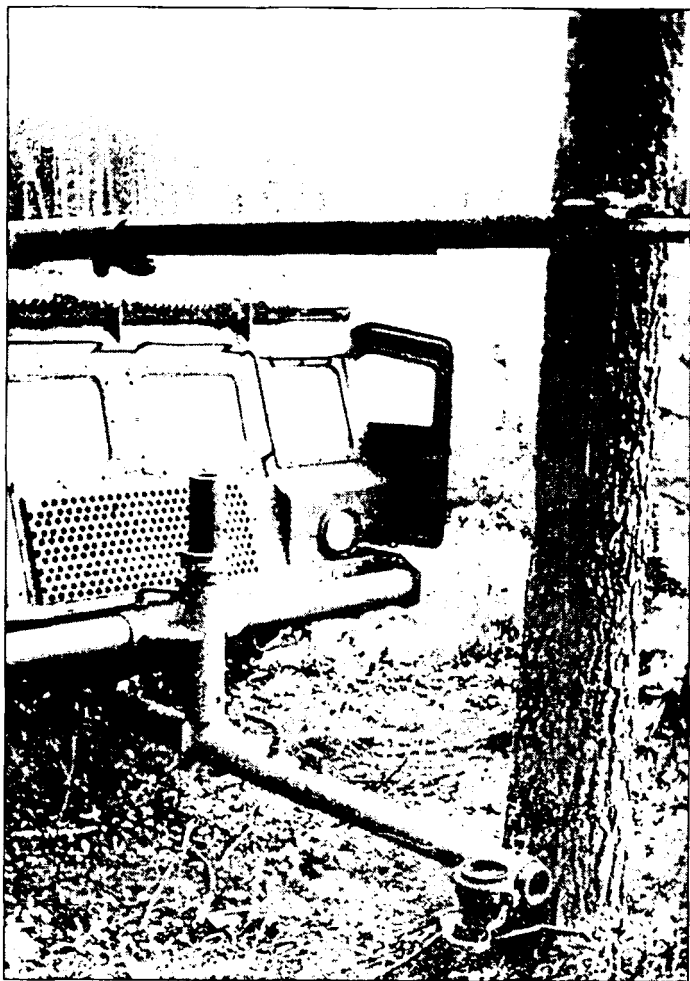


Рис. 6.5. ВТМ фронтального типа с цепным механизмом резания

бом. Машина оснащалась манипулятором с вылетом 6 м и грузоподъемностью 250 кг. Ее масса составляла 6500 кг. До серийного выпуска дело не дошло, был изготовлен лишь макетный образец.

На базе ВПМ ЛП-19А была разработана валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина МЛ-20 (1983 г.), предназначенная для заготовки сортиментов на рубках главного пользования и особенно на лесосеках, тяготеющих к приречным складам, с преобладанием хвойных пород, со средним объемом хлыста до 0,7 м³. Захватно-

срезающее устройство у нее дополнительно снабжено протаскивающим устройством и ножами для удаления сучьев. Раскрывающая на сортименты производилась пильным механизмом. На серийный выпуск машина также не была поставлена. Разработана и подготовлена к выпуску ВПМ МЛ-78 на базе погрузчика-штабелера ЛТ-72Б. ЗСУ машины снабжено накопителем, вылет манипулятора 8 м, грузоподъемность — 2 т. Масса машины — 18 т.

В настоящее время небольшими партиями выпускаются валочно-пакетирующие машины МЛ-135, МЛ-119А. В отличие от машины ЛП-19А эти машины имеют повышенную мощность двигателя соответственно 165 и 125 кВт. Кроме того, захватно-срезающее устройство машины МЛ-135 оборудовано дисковым пильным устройством, устройством поперечного наклона ЗСУ и накопителем.

Несколько слов о срезающих механизмах лесосечных машин.

В связи с тем, что вопросу разработки и исследованию механизмов для машинного срезания деревьев посвящено много научной литературы [5, 7, 131] мы остановимся лишь, на наш взгляд, на малоизученных, но вполне перспективных устройствах.

Машинная валка леса возможна в двух вариантах:

— с остановкой машины у каждого дерева;

— при непрерывном движении машины без остановки или как ее принято называть «напроход».

В машинах, работающих по первому способу, наибольшее применение нашли режущие механизмы с цепной консольной пилой.

Цепные пилы при высокой производительности обеспечивают качественный пропил и позволяют срезать деревья любого диаметра. Основным недостатком цепных пил заключается в их малой прочности (надежности). Они требуют введения в захватно-срезающее устройство дополнительных механизмов, обеспечивающих пиление и защиту от повреждения в процессе наведения, срезания и пакетирования дерева.

В отличие от бензиномоторной пилы, когда вальщик управляет ею непосредственно, при машинном срезании деревьев срезающее устройство находится от оператора ВТМ или ВПМ на расстоянии 5–10 м. Кроме того, оператор управляет процессом срезания дерева с помощью гидропривода, а не рук, то есть он не «чувствует» пилу.

Поэтому не случайно в 70-е годы прошлого столетия с появлением многооперационных машин в лесу в ведущих лесозаготовительных странах и в СССР были развернуты работы по замене не надежной цепной пилы другими механизмами и в частности, ножевыми. На рис. 6.6 и 6.7 соответственно представлены ноже-

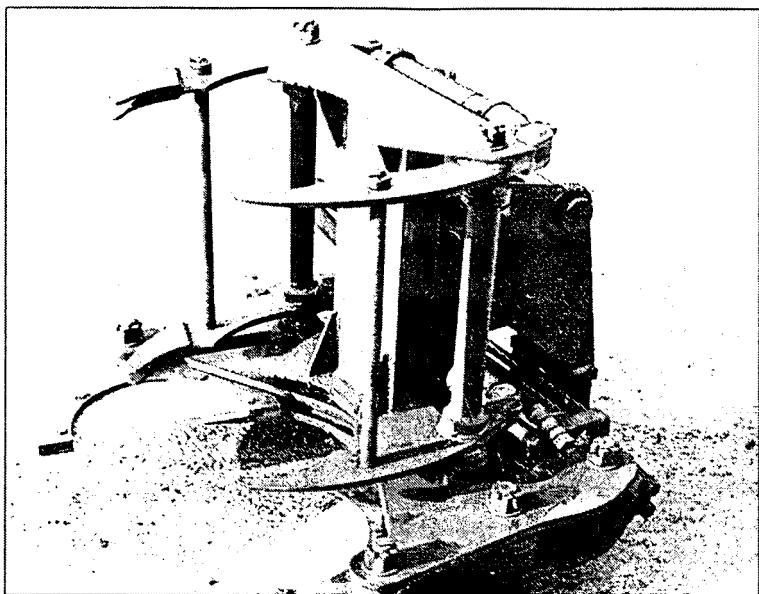


Рис. 6.6. Захватно-срезающее устройство ЛТА

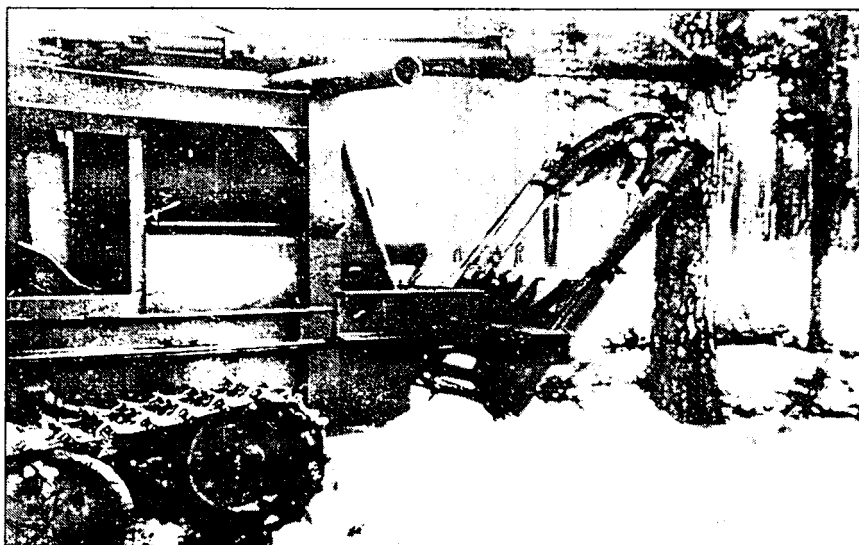


Рис. 6.7. Машина Т-48Б со срезающим устройством КРНИИЛП

вые ЗСУ ЛТА, которым была оснащена валочно-трелевочная машина на базе трелевочного трактора ТБ-1, и машина Т-48Б конструкции КарНИИЛП. Чем было привлекательно ножевое устройство? Во-первых, простота и высокая надежность конструкции. Легкость в управлении и если так можно сказать – «неприхотливость» в обслуживании, во-вторых.

Основные недостатки ножевого режущего механизма заключаются:

1. В необходимости при срезании деревьев большого диаметра создания больших усилий на ножах, что вызвало в свою очередь использования для их привода гидроцилиндров большого диаметра и соответственно увеличения массы всей головки.

2. После просыхания древесины в комле дерева образуются микротрещины глубиной 10...15 см.

Нужно сказать, что к сожалению после многочисленных исследований, проводимых в ЦНИИМЭ, КарНИИЛП, ЛТА, ножевые механизмы у нас в стране были преданы забвению.

А зря. Не нужно было создавать срезающие головки для валочно-трелевочных и валочно-пакетирующих машин с учетом срезания самого крупного дерева на лесосеке, которых всего 5–7 %. Нужно было для ВТМ и ВПМ проектировать ножевые ЗСУ с возможностью срезания деревьев диаметром 35–40 см, а для «дорезания» остающихся на лесосеке 5–7 % крупных навешивать сменную головку с цепной пилой. Причем, не обязательно сменная головка должна быть у каждой машины. На мастерском участке достаточно иметь одну-две.

В последнее время за рубежом появились комбинированные механизмы резания (см. рис. 6.8), где в головке komponуются одновременно ножевое и цепное устройства. Насколько такое решение целесообразно трудно сказать, ведь в этом случае для их привода нужны и силовой гидроцилиндр и гидромотор.

На первых экспериментальных валочно-трелевочных машинах, разработанных в ЦНИИМЭ, таких как ВТМ-2, а также на машине для сводки леса МТП-43 была сделана попытка использования в качестве механизма резания дисковых пил и дисковых фрез. Однако было выявлено, что им присущи значительные недостатки:

- дисковые пилы обладают недостаточной жесткостью и прочностью, легко зажимаются в пропилах;

- при использовании фрез получается широкий пропил и требуется мощный двигатель для привода.



Рис. 6.8. ЗСУ с комбинированным механизмом резания

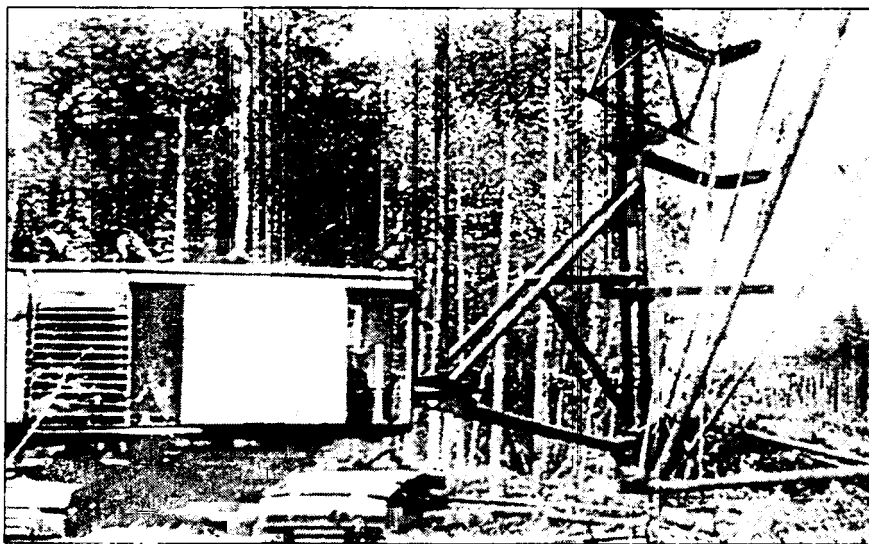


Рис. 6.9. Машина для сводки леса

Вследствие этого они не получили дальнейшего распространения.

С появлением в лесу трелевочного трактора и удачным его использованием на лесосечных работах конструкторов лесозаготовительной техники всегда волновала идея создания машины, которая не только бы трелевала хлысты или деревья, но и срезала бы их ходом машины или как позже стали говорить «напроход». Даже появился термин — «безостановочная валка».

Наиболее известные исследования по реализации этой идеи проводились в институте ЦНИИМЭ (рис. 6.10). В результате проведенных исследований было установлено, что наиболее удобны для работы «напроход» кусторезы. Принципиальную идею кустореза заманчиво использовать и для валочной машины: он прост, надежен, не требует отдельного привода, не имеет вращающихся частей. Но кусторезы могут срезать лишь небольшие деревья — до 20 см, делая к тому же рваный срез со сколами и трещинами по стволу. Попытки срезать крупные деревья кусторезами, смонтированными на мощных тракторах, закончились безрезультатно. В США, например, трактор мощностью 240 л. с. резал, вернее, рвал, деревья диаметром до 50 см.

Однако попытки использовать толкающую силу трактора для резания ножами, не имеющими дополнительного привода, кончились неудачей. Объясняется это тем, что подачи на зуб здесь очень велики — до 15–20 мм, т. е. в 30–50 раз больше, чем у обычных пил. Образующаяся при срезании стружка не может разместиться в пазухах, спрессовывается, достигая 5–7-кратной плотности самой древесины, давит на волокна и разрывает их. Чем выше мощность трактора, тем больше спрессовывается стружка, и интенсивнее разрываются волокна.

Исследуя резание бесприводными ножами, ЦНИИМЭ искал возможность избежать прессования стружки, чтобы добиться срезания деревьев больших диаметров (в макетном образце до 60 см) и получить чистый рез без сколов и трещин. Исследования проводились на элементах режущего органа, которые проверялись на стенде. После длительных поисков была найдена конструкция режущего механизма.

В начале 70-х годов прошлого века на кафедре проектирования специальных лесных машин были проведены экспериментальные исследования, целью которых была проверка возможности использования для срезания деревьев «напроход» баровой пилы, применяющейся в угольной промышленности. Для этих

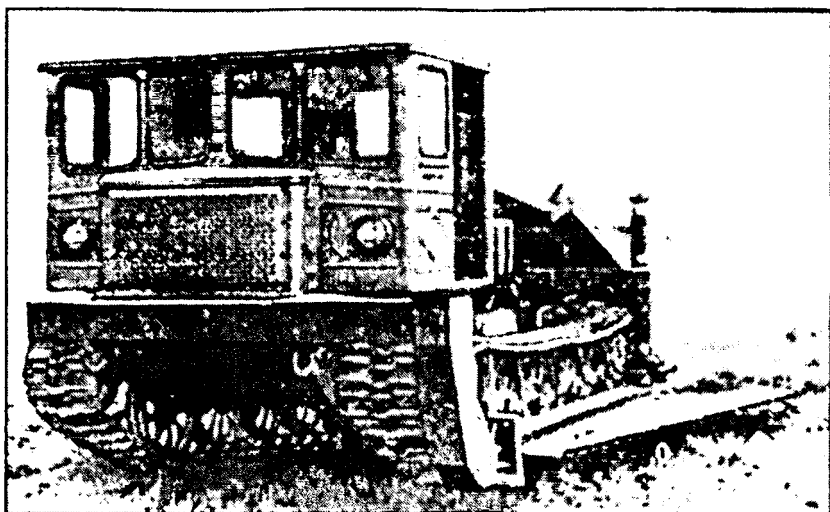


Рис. 6.10. Макетный образец лесореза (ограждение кабины снято)

целей был изготовлен на базе трактора ТДТ-40М макет валочно-пакетирующей машины, который кроме трактора включал:

- срезающее устройство – баровую пилу с приводом от автономного двигателя Урал Зис-353А;
- специально сконструированное ударно-импульсное устройство для направленного повала дерева;
- прицеп с пакетирующим устройством в виде наклонной консольной балки и коником.

Срезающее устройство с приводом и двигателем монтировалось на раме тележки, которая на опорных катках с помощью гидроцилиндров имела возможность перемещаться по полкам лонжеронов трактора. Мощное пильное устройство «баровая пила» состояла из шины, ведущей и ведомой звездочек, цепи и механизма натяжения цепи. Зубья серийной цепи были заменены специально разработанными и изготовленными подрезными и скалывающими резцами, обеспечивающие резание древесины. Ударно-импульсное устройство (см. рис. 6.11) включало раму, две направляющих, траверсу, пружину, ударник и замковое устройство с гидроцилиндром.

Работало ударное устройство по такой схеме: при срезании дерева вместе с шиной перемещается ударник. В момент полного отделения комля дерева от пня, с помощью гидроцилиндров разжимается замковое устройство, спускается пружина и траверса с ударником, скользя по направляющим, приходит в движение. По

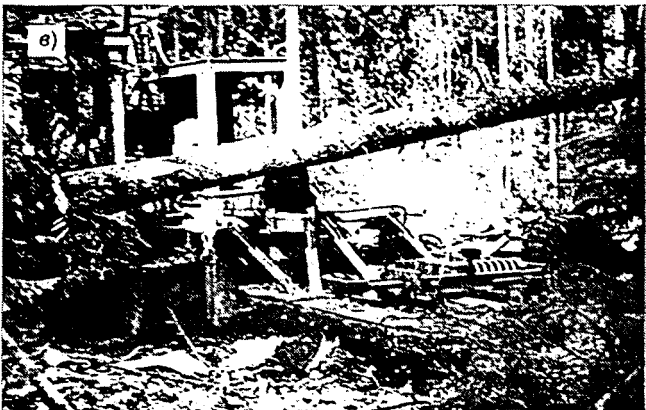
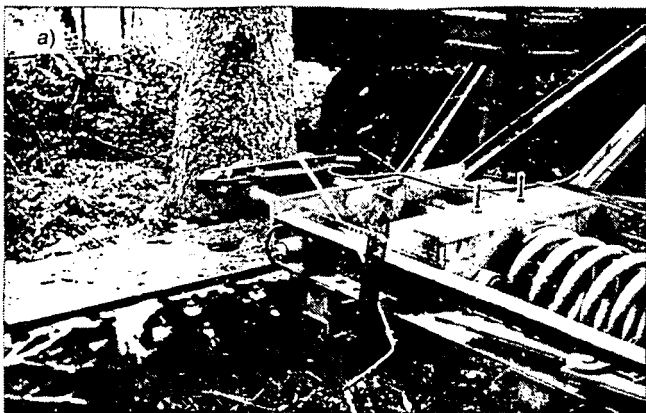


Рис. 6.11. Ударно-импульсное устройство:
а) Подведение срезающего устройства к дереву;
б) Перерезание ствола дерева; в) Процесс пакетирования

мере разжатия пружины скорость ударника возрастает и в момент удара о дерево достигает максимума.

В результате ударного воздействия дерево падает на приемную балку и скользя по ней пакетируется в коник. Управление всей системы осуществлялось оператором из кабины.

Интересны параметры срезающего устройства:

Ширина пропила, мм – 100...110

Длина шины, мм – 2250

Скорость рабочей цепи, м/с – 3,14–20,8

В результате исследований было установлено:

1. Перерезание стволов без повреждения при выбранной форме подрезных и скалывающих резцов возможно со скоростью резания 3–4 м/с и скоростью надвигания пилы 0,9...1,5 м/с.

2. Срезание деревьев возможно заподлицо, что облегчает последующее лесовосстановление с помощью автоматизированных посадочных агрегатов.

3. С использованием баровой пилы возможно осуществление старой заманчивой идеи – срезание деревьев «напроход», т. е. подача пилы (надвигание на дерево) может осуществляться трактором.

4. Для привода механизма резания типа баровая пила требуется значительная мощность силовой установки.

Дальнейшие работы по изучению процесса резания баровой пилой не производились вследствие отсутствия финансирования.

7. ПОДБОРЩИКИ ПАЧЕК

Как уже ранее отмечалось, появление на лесозаготовках ВПМ манипуляторного типа выдвинуло новую задачу – создание трелевочных тракторов для подборки пачек. Причем, учитывая, что ВПМ обладали высокой производительностью и чтобы сократить число необходимых подборщиков, ориентация в начале была сделана на колесные машины.

В это время отечественной промышленностью выпускались маломощные сельскохозяйственные колесные тракторы, и только «Кировец» К-700, казалось вроде бы, отвечал требованиям лесозаготовителей. Поэтому институтом ЦНИИМЭ совместно с Кировским заводом была разработана лесная модификация трелевочного трактора с пачковым захватом ЛТ-48 (1971 г.).

Рейсовая нагрузка на испытаниях в Карелии составляла 5–5,2 м³ при среднем объеме хлыста 0,40...0,45 м³ [50]. По магистральному и пасечному волокам и неустроенной лесосеке скорость их движения летом была: с грузом – 6,2, 4,6, 2,4 км/ч; без груза – 8,2, 4,9, 3,1 км/ч. Зимой соответственно 10,8, 8,6, 4,2 км/ч и 12,9, 9,3, 5,6 км/ч. Часовая производительность машины при расстоянии трелевки 550 м летом была 17 м³, в зимних условиях при расстоянии трелевки 725 м она достигала 21 м³. Трактор К-700 имел двигатель мощностью 200–220 л. с. (147–162 кВт). Допускаемая рейсовая нагрузка ограничивалась грузоподъемностью машины (при трелевки деревьев комлями вперед составляла – 6 м³). Таким образом, грузоподъемность базового трактора К-700 использовалась лесозаготовителями лишь на 85 %.

Исследованиями [51] были установлены следующие важные закономерности.

– Повышение скорости движения колесного трелевочного трактора может быть достигнуто при улучшенном волоке, однако затраты на его строительство не должны быть дороже лесовозного уса. В противном случае, трелевка леса колесными тракторами будет неэффективной, так как по такому пути могут пройти лесо-

возные автомобили, у которых рейсовая нагрузка значительно больше.

– Трелевка леса колесными тракторами непосредственно к веткам или магистрали будет эффективной лишь при рейсовой нагрузке подборщика не менее 12 м^3 .

– Повышение рейсовой нагрузки может быть достигнуто переходом на трелевку деревьев или хлыстов вершинами вперед.

– На влажных грунтах и при глубоком снежном покрове производительность колесных тракторов резко снижается.

Для исключения последнего недостатка авторы статьи [49] рекомендуют использовать колесные тракторы в сочетании с бесчокерными ТБ-1 и ЛП-18.

Несколько раньше, в 1969 году, в ЦНИИМЭ было разработано и изготовлено навесное технологическое оборудование для механизированного сбора и транспортирования пачек древесины. Оборудование было смонтировано на колесном тягаче КТЦ-1 [50].

Испытания экспериментального образца с клещевым захватом показали работоспособность машины для трелевки пачек от валочно-пакетирующих машин.

Результаты испытаний трактора КТЦ-1 были использованы при создании опытного образца подборщика на базе К-703. В 1972 году по разработкам 1971 года ЦНИИМЭ был разработан и рекомендован к серийному выпуску новый колесный подборщик ЛТ-40А с клещевым захватом на базе трактора К-700А (см. рис. 7.1), предназначенный транспортировать пачки объемом $7-8 \text{ м}^3$. Одновременно с выпуском этих машин были продолжены работы по дальнейшему развитию колесных подборщиков.

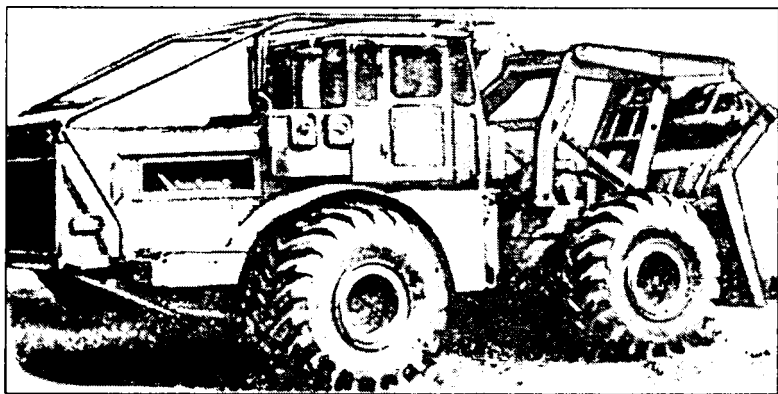


Рис. 7.1. Подборщик ЛТ-40А

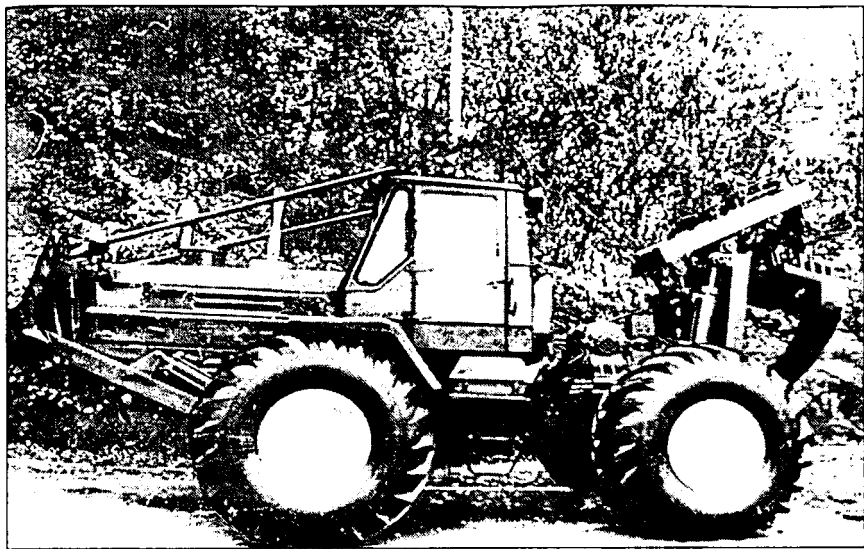


Рис. 7.2. Трелевочный трактор Т-157

В 1974 году было начато серийное производство колесных тракторов Т-157 и ЛТ-157 (выпускался до 1984 г., разработчики: Кавказский филиал ЦНИИМЭ, Харьковский тракторный завод и Радомышльский машиностроительный завод). Машина имела навесное оборудование (см. рис. 7.2), включающее реверсивную однобарабанную лебедку, подвижной щит, клещевой пачковый неуправляемый захват. Применение ЛТ-157 в качестве подборщика пачек, сформированных ЛП-19, позволило на трелевке достигнуть производительности в смену до 210–220 м³.

Позже машина ЛТ-157 была усовершенствована с учетом опыта эксплуатации и начала выпускаться, начиная с 1985 года, вначале под маркой ЛТ-171, а затем, с 1988 года, ЛТ-171А, более совершенная машина на базе трактора Т-150К-027 ХТЗ лесопромышленной комплектации с мощностью двигателя 121 кВт.

Усовершенствование машины продолжалось вплоть до 1990 года.

На базе колесного трактора К-703 в это же время (1974 г.) был разработан трелевочный подборщик ЛТ-40. Эти машины обеспечивали трелевку пачек хлыстов по волоку со скоростью до 12 км/ч.

Производственная проверка колесных подборщиков пачек показала, что эти машины являются эффективным средством для решения задачи – подбора пачек за ВПМ. Одновременно были выявлены и недостатки в их работе, в частности – недостаточная проходимость на грунтах с пониженной несущей способностью и при высоком снежном покрове. Конечно, рекомендация авторов работы [49] об использовании колесных тракторов в сочетании с бесчокерными не является выходом из положения. Наличие на подборе пачек еще одной не приспособленной для этих целей машины только удорожает себестоимость заготавливаемой древесины. В этой связи и были начаты работы в КомиГипроНИИЛеспроме по созданию подборщиков пачек на базе гусеничных трелевочных тракторов. В период 1974–1975 гг. институтом КомиГипроНИИЛеспром был разработан и изготовлен в металле подборщик на базе трелевочного трактора ТДТ-55, получивший марку ЛТ-89 (см. рис. 7.3). Технологическое оборудование включало: опорную раму, дугообразную стрелу, клещевой захват, гидрооборудование, лебедку и органы управления. В процессе трелевки удержание пачки деревьев в захвате осуществляется гидроцилиндром и поджатием пачки к челюстям тросовой петлей, соединенной с лебедкой.

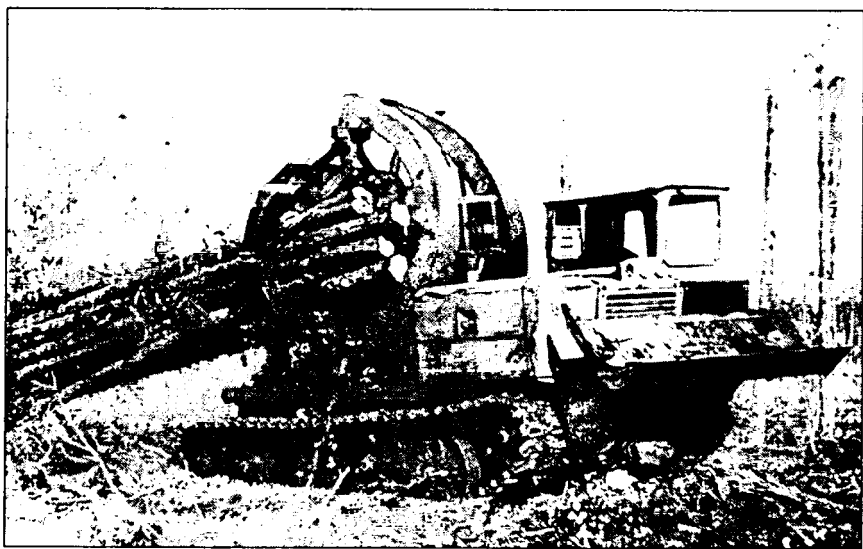


Рис. 7.3. Подборщик пачек ЛТ-89

После испытаний машина была поставлена на серийный выпуск на Сыктывкарском механическом заводе. Несколько позже, в 1977 году, этим же институтом была разработана подобная машина на базе трелевочного трактора ТТ-4, которая под маркой ЛТ-154 начала серийно выпускаться в 1978 году (см. рис. 7.4). Новая машина была предназначена для использования в насаждениях со средним объемом хлыста 0,5 м³ и выше. Емкость клещевого захвата позволяет на плотных грунтах трелевать пачки объемом до 10 м³. Итак, для подбора пачек за ВПМ в короткий промежуток времени было создано два типа машин: колесные и гусеничные. Что же показала эксплуатация этих машин?

– Технологии разработки лесосек с применением колесных и гусеничных тракторов, оборудованных пачковым захватом, практически не различаются.

– Гусеничные подборщики обладают лучшей проходимостью в условиях слабых грунтов и глубокого снега.

– Гусеничные машины производительны. Их сменная производительность даже в неблагоприятных условиях достигает 140–200 м³.

– Колесные подборщики по сравнению с гусеничными могут работать на более высоких скоростях и в этой связи они более производительны. По некоторым данным их производительность может превышать 200 м³ в смену [49]. Однако, по данным производственной эксплуатации, гусеничные машины ЛТ-154 также развивают производительность в смену до 200 м³ и более.



Рис. 7.4. Подборщик пачек ЛТ-154

– Колесные машины требуют более качественной подготовки волоков.

Машины с пачковыми захватами ЛТ-154 и ЛТ-89 более приспособлены, чем машины с гидроманипуляторами для работы в тяжелых условиях, поскольку могут отойти на небольшие расстояния от пачки. С целью повышения проходимости машин ЛТ-154 ПКТБ объединения Вологдалеспром совместно с работниками Тотемского леспромпхоза провел и ее переоборудование, заключающееся в установке на стреле (арке) дополнительного блока и щита-ограждения. Кроме того, обвязочный канат заменили тяговым диаметром 22 мм и длиной 30 м. Такое переоборудование позволило машинисту с помощью лебедки преодолевать труднопроходимые участки так же, как и трелевочному трактору.

В то же время система, состоящая из валочно-пакетирующей машины и трактора с пачковым захватом, имеет и значительные недостатки:

– при изменении характеристики лесонасаждений и расстояния трелевки должно изменяться количественное соотношение ВПМ и подборщиков, что в условиях эксплуатации осуществить трудно;

– простой ВПМ вызывает простой трелевочных машин, поэтому для бесперебойной работы системы машин необходимо постоянно иметь запас поваленного леса;

– узкая специализация машин с клещевым захватом;

– необходимость при больших расстояниях трелевки делать на волоке развороты, что, естественно, приводит к повреждению поверхности (при незначительных расстояниях трелевки машины осуществляют подъезд к пачке задним ходом).

Применение комплекса, состоящего из ВПМ ЛП-19 и трактора с захватом, целесообразно при следующих условиях:

– средний объем пачки, подготовленной ВПМ, должен быть не менее $2,5 \text{ м}^3$, что обеспечивается при запасе леса на гектаре 200 м^3 ;

– среднее расстояние трелевки сравнительно невелико (до 200 м);

– масса трелевочного трактора с захватом должен быть небольшой (менее 11 т) [2].

В дальнейшем для подбора пачек деревьев за ВПМ ЛП-19 был разработан, изготовлен и внедрен еще ряд новых гусеничных и колесных машин. В частности, на базе модернизированного трелевочного трактора ТБ-1М-03 институтом КомиГипроНИИлеспромом был разработан подборщик МЛ-84. Технологическое оборудование этой машины состояло из поворотной платформы (см. рис. 7.5), на которой были шарнирно установлены стрела с ло-



Рис. 7.5. Бесчokerная трелевочная машина МЛ-84

жементом и гидроцилиндры ее привода. На верхнем конце стрелы навешена рукоять с приводом и клещевым пачковым захватом, который при движении находится в ложементе стрелы. Благодаря поворотной платформе, МЛ-84 может набирать пачку, находясь от нее сбоку, что расширяет возможности машины.

На базе трактора ТТ-4М этим же институтом был разработан, испытан и рекомендован в серийное производство подборщик ЛТ-187. Эта машина должна была заменить тракторы ЛТ-154 и ЛТ-154А. В машине увеличена надежность технологического оборудования за счет применения низколегированных сталей, обладающих высокими механическими и технологическими свойствами. Номинальное давление в гидросистеме было повышено до 18 МПа (у ЛТ-154А было 10 МПа). С целью повышения удобства при подборе пачек в ЛТ-187 применен механизм поворота захвата, привод которого осуществлялся от моментного гидроцилиндра.

Первые два опытных образца были изготовлены в 1988 году Плещецким механическим заводом. Их испытания проводились в Палаузском леспромхозе Комилеспрома в период с июля по декабрь 1988 года. Максимальная сменная производительность машины в период испытаний составила 197,6 м³ при среднем расстоянии трелевки 176 м и среднем объеме пачки 6,2 м³. В целом



Рис. 7.6. Трелевочный трактор ТЛК-4-01

испытания показали, что производительность машины ЛТ-187 выше по сравнению с ЛТ-154А на 16-23 % [95]. По результатам испытаний приемочная комиссия в декабре 1988 рекомендовала машину ЛТ-187 в серийное производство. Выпуск был намечен на 1990 год. На базе модификаций колесного трактора «Кировца» К-700А, К-703 и К-703М были разработаны и созданы подборщики пачек МЛ-30 и МЛ-56, а на базе трактора Т-150 К – подборщик МЛ-18 (см. рис. 7.7 и 7.8).

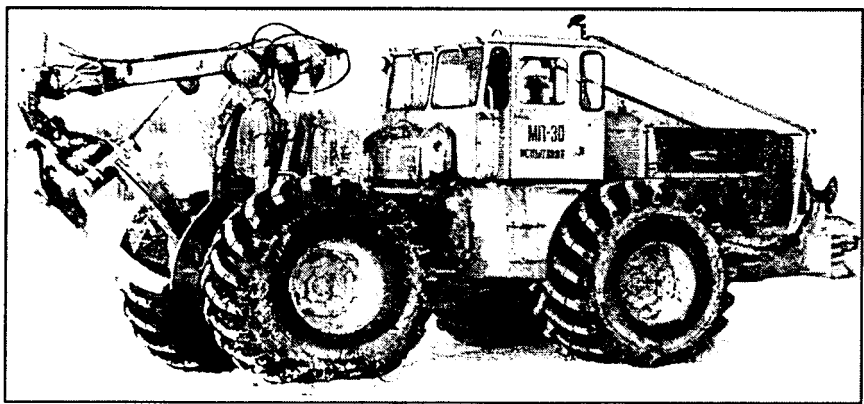


Рис. 7.7. Подборщик пачек МЛ-30



Рис. 7.8. Подборщик пачек МЛ-18

Онежским тракторным заводом совместно с ВНПОлеспром и КарНИИЛП разработан специальный колесный лесопромышленный трактор ТЛК4-01 с мощностью силовой установки (дизеля) – 147 кВт (рис. 7.6). В последние годы на смену подборщикам ЛТ-157 и ЛТ-89 пришли МЛ-136, ЛТ-135, ЛТ-230 и ТБ-1М-30.

Краткие технические характеристики колесных и гусеничных подборщиков пачек приведены в табл. 7.1 и 7.2.

Таблица 7.1

Краткие технические характеристики колесных подборщиков пачек

Параметры	КТЦ	К-703 (ЛТ-40)	КТЦ-1	ЛТ-157	МЛ-56	МЛ-30	ТЛК-4-01
Марка базового трактора	Оригин.	К-703	Оригин.	Т-150	К-703М	К-700А К-703	Оригин.
Мощность, кВт	73,5	147	95,6	110	184	158	147
Энергонасыщенность, кВт/т	9,3	8,9	12,35	10,3	10,51	9,6	10,2
Максимальная скорость, км/ч	30,9	34,0	33,7	31,2	43,0	35,0	32,2
Масса, кг	7900	16500	7735	10680	17500	16500	14430
Объем трелюемой пачки, м ³	8–10	8–10	7–8	5–6	7,0	7,5	7,0
Производительность м ³ /ч/с,м	$\frac{8,8}{300}$	–	15,1	$\frac{21,2}{120}$	$\frac{30}{300}$	$\frac{9,5}{500}$	$\frac{30}{300}$
Год выпуска	1967	1962 (1974)	1969	1974	–	1987	–

Таблица 7.2

Краткие технические характеристики гусеничных подборщиков пачек

Параметры	ЛТ-89	ЛТ-154	МЛ-84	ЛТ-187
Марка базового трактора	ТДТ-55	ТТ-4	ТБ-1М-03	ТТ-4М
Мощность, кВт	46	80,9	70	95,6
Энергонасыщенность, кВт/т	4,47	5,47	5,8	—
Максимальная скорость, км/ч	10,0	10,0	10,35	10,2
Масса, кг	10300	14800	12050	—
Объем трелюемой пачки, м ³	6,0	10,0	7,0	8,0
Производительность м ³ /ч/с, м	10-13/300	17-21/300	—	28/300
Год выпуска	1974–1975	1978	—	Рекомендована в серийное производство

8. ВАЛОЧНО-ТРЕЛЕВОЧНЫЕ МАШИНЫ

Превращение бесчокерного трактора в валочно-пакетирующую и валочно-пакетирующе-трелевочную машины оказалось неудачным вследствие незначительной остаточной грузоподъемности манипулятора, так как масса захватно-срезающего устройства превышала 600–800 кг, т. е. на предмет труда – дерево оставалось 450–650 кг грузоподъемности. Кроме того, машина в таком виде имела плохую устойчивость против опрокидывания. В этой связи, в ЛТА на кафедре ПСЛМ еще при испытаниях ВПМ на базе ТБ-1 с ножевой захватно-срезающей головкой в 1970 году был опробован способ пакетирования дерева во время его повала. Основная идея заключалась в укладке манипулятором дерева в КЗУ до соприкосновения его вершинной части с поверхностью лесосеки. В противном случае, манипулятор будет подвергаться большим динамическим нагрузкам. Для реализации этого способа пакетирования на серийном тракторе с целью увеличения скорости перемещения привод стрелы осуществлялся одним гидроцилиндром (второй был отключен). Испытания показали возможность использования такого приема, но лишь в том случае, если кинематика и привод манипулятора серийного трактора будут существенно изменены.

Результаты испытаний были доложены в ГСКБ ОТЗ. После этих предварительных опытов, проводимых на базе трактора ТБ-1, на ОТЗ и в ЦНИИМЭ практически одновременно были начаты работы по переориентации трелевочного трактора ТБ-1 в валочно-трелевочную машину, работающую по циклу – фиксирование дерева в ЗСУ, срезание дерева, повал его на землю и пакетирование с земли в КЗУ. Здесь мнения разделились: ОТЗ, создавая ВТМ под маркой ВП-80 (см. рис. 8.2), приняли способ повала дерева с освобождением его после срезания от ЗСУ, то есть пакетирование с перехватом. В конструкции ЦНИИМЭ (ЛП-17) не предусматривалось освобождение ЗСУ от дерева в процессе его падения.

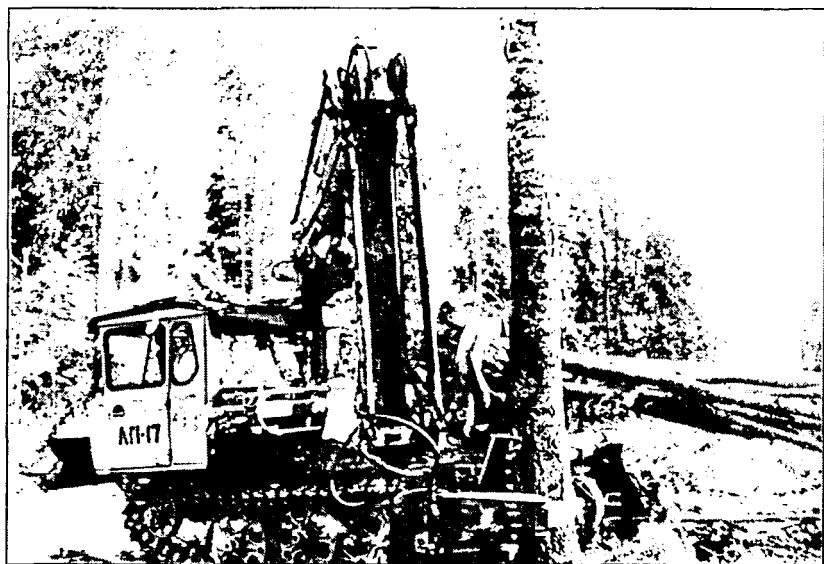


Рис. 8.1. Валочно-трелевочная машина ЛП-17А

Вот как об этих поисковых работах пишет первый заместитель министра лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР Г. К. Ступнев [53]:

«Ряд лет ученые и конструкторы ЦНИИМЭ, ЛТА, ОТЗ упорно искали технические решения превращения бесчокерного тракто-

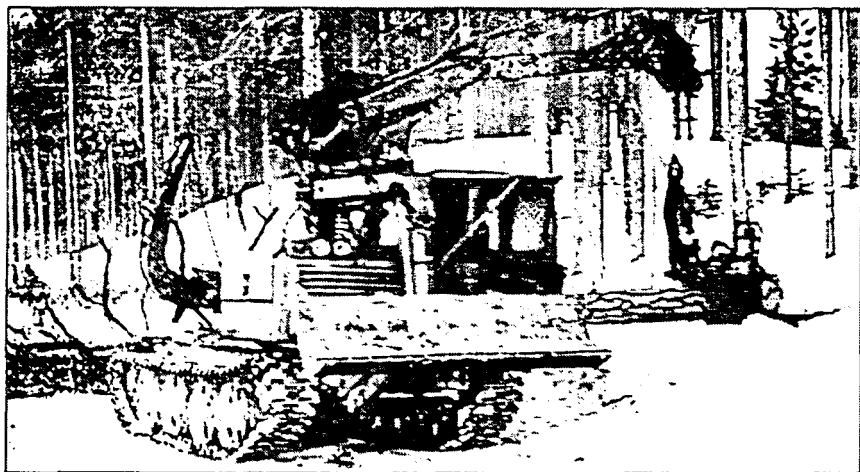


Рис. 8.2. Валочно-трелевочная машина ВП-80

ра ТБ-1 в валочно-трелевочную машину. Наконец удалось создать удачную конструкцию режущей головки. Предполагается, что незначительная энергонасыщенность и некоторая переутяжеленность этих машин как транспортных средств в меньшей степени скажутся при применении их на грунтах с хорошей несущей способностью. В то же время машины подобного типа, относительно конструктивно простые, позволят на первых порах решить проблему механизации труда вальщика и чоковерщика».

Первые валочно-трелевочные машины ЛП-17, выполненные на базе трелевочного трактора ТБ-1, были изготовлены объединением Лесреммаш и Сыктывкарским механическим заводом в конце 1977 года.

Несколько раньше, в 1975 году, ОТЗ изготовил два макетных образца ВТМ ВП-80, которые прошли испытания в Шуйско-Виданском и Ругозерском леспромпхозах объединения Кареллеспром. При работе машины в летний период, преимущественно в сосновых насаждениях со средним объемом хлыста $0,36 \text{ м}^3$, средняя сменная выработка на машину достигала $59,9 \text{ м}^3$ [54]. В целом, по мнению авторов статьи, ВП-80, обслуживаемая одним рабочим, в условиях Карелии позволяет повысить производительность труда на валке – трелевке более чем в 2,5 раза (по сравнению с тракторами ТДТ-55, обслуживаемыми тремя рабочими), полностью исключая тяжелую работу вальщика и чоковерщика.

Машина ЛП-17 предназначалась для выполнения технологических операций валки – трелевки, однако она могла работать также в режимах валки – пакетирования и валки леса. Основное применение машины – северные, северо-западные и центральные районы страны в насаждениях со средним объемом хлыста $0,15-0,35 \text{ м}^3$. Наибольшее распространение в лесозаготовительных предприятиях получили технологические схемы, при которых движение машин ЛП-17 осуществляется ходами, перпендикулярными лесовозному усу, параллельными усу, под углом около 45° и кругами вокруг деянки [55]. В случае если ЛП-17 работают в режиме валки, то за ними должны идти тракторы ТБ-1 и ЛП-18А. Если в режиме валка-пакетирование, то необходимо использовать подборщики пачек ЛТ-89, ЛТ-154 и ЛТ-157.

В ЦНИИМЭ (совместно с заводом Краслесмаш) на базе трактора ЛП-18 была разработана валочно-трелевочная машина ЛП-49 (в 1978 г. – опытные образцы), см. рис. 8.3, предназначенная так же, как и ЛП-17, для срезания и валки деревьев со средним объемом до $0,6 \text{ м}^3$, формирования их в пачку и трелевки к погрузочному пункту.

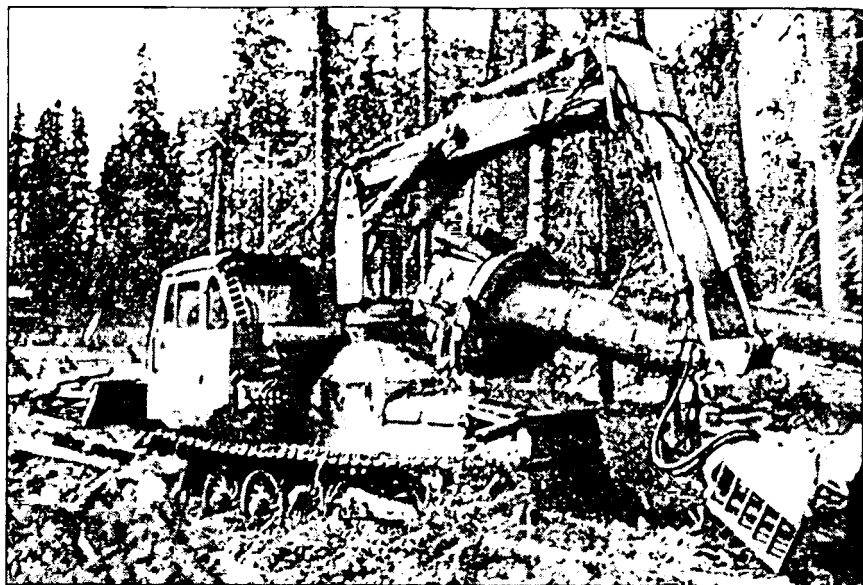


Рис. 8.3. Валочно-трелевочная машина ЛП-49

Испытания первых машин ЛП-49 в Оленинском леспромхозе показали, что машина способна достичь сменной производительности $100\text{--}110\text{ м}^3$. Время обработки одного дерева составляет 55–60 с. Машина в отличие от ЛП-17 имела больший угол поворота манипулятора (227° вместо 173° у ЛП-17), что позволяло при технологических переездах и трелевке перераспределять нагрузку на ходовую систему путем расположения манипулятора с ЗСУ впереди машины. Это, в некоторой мере, улучшало ее проходимость на грунтах с пониженной несущей способностью.

Первая промышленная серия ЛП-49 поступила в леспромхозы в 1980 году. Новая машина была воспринята лесозаготовителями положительно. Так, в Луковичком леспромхозе (Архангельсклеспром), характеризующимся низкой несущей способностью грунтов и малыми запасами древесины ($80\text{--}100\text{ м}^3$ на 1 га) при среднем объеме $0,16\text{--}0,20\text{ м}^3$, машинисты В. Д. Шахов и В. И. Ерохин заготавливали на ней в среднем 200 деревьев, или около 40 м^3 в смену, в то время, как выработка бригад, работающих на базе бензопилы и трелевочных тракторов, не превышала $8\text{--}10\text{ м}^3$ на чел.-день [56].

Почти одновременно с выпуском ЛП-49 в развитии ВТМ на базе ЛП-18А была создана ВТМ ЛП-53 (СибНПО «Краслесмаш»), отличающаяся от ЛП-49 конструкцией ЗСУ, захватное

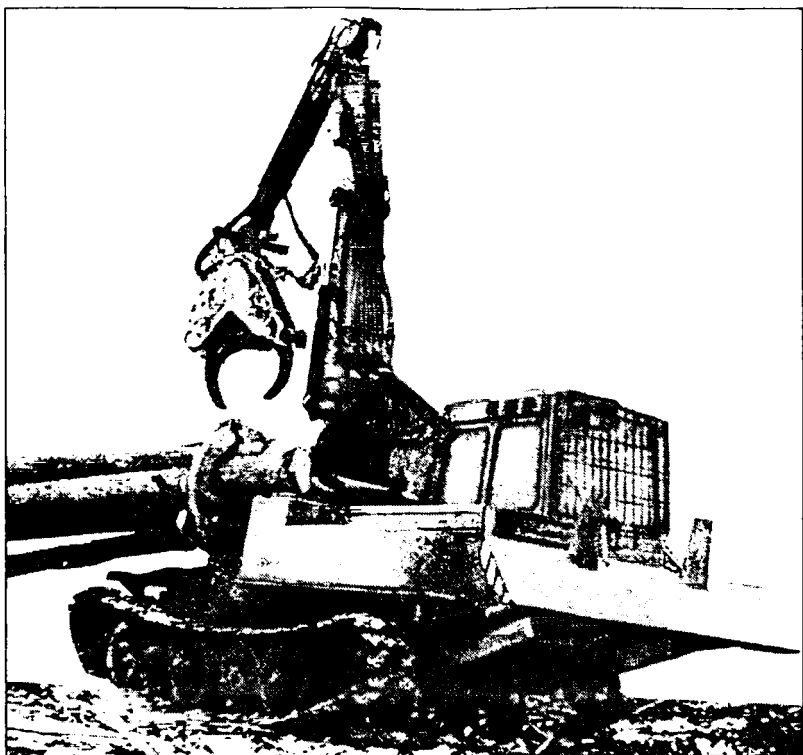


Рис. 8.4. Валочно-трелевочная машина ЛП-58

устройство которого размещалось ниже зоны пиления, и после срезания дерево направленно валилось на землю. При этом ЗСУ было освобождено от дерева в процессе его повала. По окончании валки повторным захватом дерево с земли пакетировалось в КЗУ. При таком способе валки значительно снижаются передаваемые от дерева на манипулятор и ЗСУ динамические нагрузки.

В связи с тем, что серийный выпуск ВТМ ЛП-49 был остановлен под давлением лесохозяйственных органов, машина была модернизирована в направлении улучшения основных параметров и экологических показателей (см. табл. 8.1). В 1983 году для серийного производства был рекомендован модернизированный образец ЛП-17А (см. рис. 8.1), созданный на базе трактора ТБ-1М. У новой машины были увеличены грузоподъемность манипулятора и угол поворота. В результате конструктивных изменений произ-

**Краткие технические характеристики
валочно-трелевочных гусеничных машин**

Параметры	ЛП-17	ЛП-17А	ЛП-49	ЛП-53	ЛП-58
Марка базового трактора	ТБ-1	ТБ-1М	ТТ-4	ТТ-4	ТТ-4М
Мощность, кВт	61,1	73,8	80,9	80,9	95,6
Энергонасыщенность, кВт/т	4,85	5,67	4,4	4,3	5,2
Скорость движения, км/ч	2,89– 12,8	2,4– 10,5	2,25– 9,75	2,3– 10,23	2,3– 10,23
Масса, кг	12600	13000	18500	18900	18500
Масса ЗСУ, кг	650	800	800	1200	1200
Грузоподъемность манипуля- тора, кг	800	700	2000	1500	2000
Вылет манипулятора, м	5	5	5	5	5 (8)
Угол поворота манипулятора, град	173	285	226	226	360
Давление в гидросистеме, МПа	11,5	13	14	14	16
Среднее статическое давление на грунт, кПа	59	60	68	58	58
Время цикла на обработку од- ного дерева, с	40–50	40–50	40–50	40–50	40–50

водительность ВТМ увеличилась на 15–16 %. Серийный выпуск ЛП-17А был начат на Сыктывкарском механическом заводе в 1985 году.

Применение в лесу валочно-трелевочных машин позволило значительно упростить организацию и технологию проведения подготовительных и основных лесозаготовительных работ на лесосеке, так как машины такого типа по сравнению с другими обладают рядом преимуществ:

1) универсальностью, поскольку машины не нуждаются в специальной подготовке лесосеки, кроме того, сами могут работать в режимах «валка», «валка-трелевка», «валка-пакетирование»;

2) автономностью, поскольку при обеспечении достаточной несущей способности грунтов и необходимого фронта работ на лесосеке, для успешной производительной работы хватает одной исправной машины.

В то же время, при эксплуатации ВТМ манипуляторного типа еще более резко обозначился недостаток, который перешел к ним от бесчokerного трелевочного трактора – низкий процент использования технологического оборудования. Наиболее трудоемкая и опасная операция – валка дерева – занимает в их рабочем цикле не более 8–10 %. Более 60 % времени уходит на чисто транспортные работы и 30 % – на различные переезды, маневры на лесосеке, в том числе и на пакетирование деревьев, т. е. 70 % времени технологическое оборудование перевозится как балласт. Более того, при этом снижается ее грузоподъемность как транспортного средства.

9. ЛЕСОЗАГОТОВКИ И МНОГООПЕРАЦИОННЫЕ МАШИНЫ

Поисковые опытно-конструкторские работы по усовершенствованию лесопромышленного трактора и многооперационных машин

Поисковые работы по усовершенствованию трелевочного лесопромышленного трактора, как уже отмечалось ранее, начались практически сразу после начала его серийного выпуска. Так, уже в 1950 году коллектив научных работников Уральского филиала ЦНИИМЭ в творческом содружестве с производителями Свердловского мотороремонтного завода создал первый опытный электрический трелевочный трактор ЭТТ-1, смонтированный на базе трактора КТ-12 (см. рис. 9.1).

Трансмиссия, коробка передач, главная передача, ходовая часть и погрузочный щит трактора КТ-12 были оставлены без изменений. Вместо двигателя внутреннего сгорания были установлены механизмы электромоторной группы: тяговый электродвигатель мощностью 38 кВт с планетарным механизмом и сцеплением, регулятор натяжения кабеля, конический редуктор и фрикционная муфта. На тракторе был установлен барабан емкостью 800 м для электрокабеля. Тяговый электродвигатель и кабель устанавливались в передней части трактора, процесс трелевки леса мало отличался от трелевки леса трактором КТ-12 и не требовал какой-либо дополнительной подготовки лесосеки и волоков. Фактическая сменная производительность электрических тракторов была на 22–52 % выше, чем у газогенераторных тракторов КТ-12, а стоимость трелевки – на 32 % ниже. Кроме того, к достоинствам трактора следует отнести: отсутствие потребности в системе охлаждения и легкий запуск в течение нескольких секунд. Основным недостатком электрического трактора

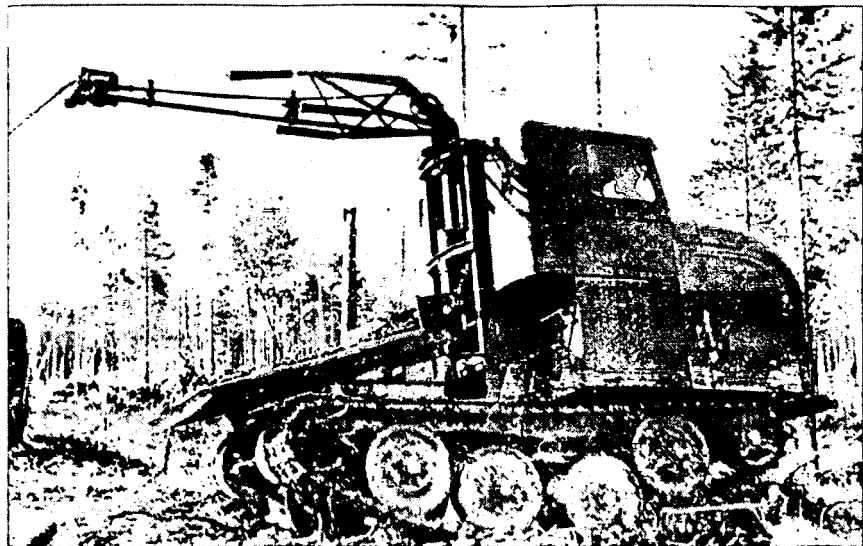


Рис. 9.1. Трелевочный трактор ЭТТ-1

было кабельное питание, которое ограничивало маневренность машины. Кроме того, при эксплуатации были необходимы повышенные требования к электробезопасности. В силу этих недостатков работы по созданию электрического трелевочного трактора были прекращены.

Вторым направлением в деле усовершенствования трелевочного трактора были попытки осуществления дистанционного управления трактором на лесосеке. Так, еще в 1961 году Г. Я. Крючков в статье «Агрегатные лесосечные машины – нужны» [35] писал: «Я глубоко убежден в том, что агрегатные машины с автоматическим и дистанционным управлением в ближайшие годы займут на лесосечных работах ведущее место». Потребность дистанционного управления трелевочным трактором заключалась в необходимости улучшения условий работы тракториста. Подсчитано, что за смену тракторист выполняет до 6–7 тысяч переключений, которые связаны с физическими усилиями, приводящими к концу смены к снижению работоспособности человека. Работы по созданию дистанционного управления трелевочным трактором велись длительное время в Воронежском лесотехническом институте, а также в Ленинградской лесотехнической академии и ЦНИИМЭ [92; 93; 94]. Несмотря на некоторые достижения в этом вопросе, практического применения разработанной теле- и радиоаппаратуры не было достигнуто.

Следует заметить, что и попытки дистанционного управления сельскохозяйственными агрегатами также не получили практического применения, хотя условия эксплуатации их значительно лучше. Кроме того, сельскохозяйственный машинно-тракторный агрегат в отличие от трелевочного трактора практически все время находится в зоне видимости тракториста или оператора. Улучшение условий труда трактористов было достигнуто использованием в системах управления гидроусилителей и электрогидравлических систем.

С широким применением на лесосечных машинах манипуляторов, управление которыми связано с большим количеством рукояток и частыми переключениями, выдвинуло новую задачу – автоматизировать процесс управления с целью хотя бы частичной разгрузки оператора. Автоматизация управления развивалась по двум основным направлениям – установка в кабине бортового компьютера, частично разгружающего оператора при управлении машиной, и полная замена оператора путем создания роботов.

Частичная разгрузка оператора при автоматизации управления технологическим оборудованием позволяет снизить его утомляемость в процессе выполнения работы и несколько повысить рабочие скорости. Однако, как показала практика развития краностроения и экскаваторостроения, сокращение цикла управления путем применения элементов автоматизации и совмещения операций крайне ограничено.

Было установлено, что автоматизация работы грузоподъемной машины дает рост производительности в среднем от 5 до 20 %. Причем этот рост получается, главным образом, за счет более точного соблюдения оптимальных технологических режимов, а не за счет увеличения скоростей перемещения груза [91].

В конце 80-х годов в Иркутском филиале ЦНИИМЭ был создан оригинальный робот для валки и пакетирования деревьев. Робот снабжался тремя системами связи: информационно-измерительной, исполнительной и управляющей [96]. Конструктивно он состоял из трех манипуляторов, снабженных захватно-срезающими устройствами.

Манипуляторы монтировались на общей стойке. Через систему связи оператор обменивался информацией с роботом и выдавал команды в виде радиосигналов. При этом ответ получал в виде звуковых и световых сигналов.

Информационно-измерительная система снабжена датчиком угла для измерения поворота каждого манипулятора относительно стойки, ультразвуковым дальномером для определения рас-

стояния от дерева и фотодатчиком для установки манипулятора в горизонтальной плоскости по отношению к дереву. Управляющая система обеспечивала выработку закона управления захватно-срезающими устройствами и реализовывалась малогабаритной ЭВМ. Исполнительная система робота была выполнена в виде манипуляторов, гидроцилиндров, гидромоторов, двигателей, позволяющих совершать движения по ориентации манипуляторов для захвата дерева, срезания его с корня, перемещения и укладки в пачку.

На лесосеку робот должен доставляться специальной базовой машиной, в которой располагаются узлы контроля и управления всеми операциями. Каковы же, по мнению авторов [96], преимущества от применения робота на валке и пакетировании деревьев? Прежде всего на его работу никакого влияния не оказывает один из важнейших лесоэксплуатационных факторов – рельеф местности. Робот может работать как на равнинных, так и на горных лесосеках. Во-вторых, поскольку робот управляется дистанционно, а оператор находится в комфортных условиях на базовой машине, возможна круглосуточная работа на лесосеке, причем один оператор может управлять группой роботов. В-третьих, использование робота на лесосечных работах освободит человека от опасных и неблагоприятных воздействий окружающей среды и машины, увеличит производительность и качество труда. Наконец, робот вследствие высокой производительности позволит освободить человека от утомительного и опасного труда на лесосечных работах.

В начале 90-х годов в институте ЦНИИМЭ были начаты исследования по созданию интерактивных роботов или роботов со смешанным управлением – ручным и автоматическим. Были разработаны экспериментальные образцы следящего гидрораспределителя с электроуправлением и автоматическая система управления траекторией движения манипулятора. По мнению [115], такой вариант перспективен для автоматизации валки, пакетирования, трелевки, погрузки и штабелевки леса.

Применение же жестко или гибко программируемых роботов невозможно ввиду отсутствия точного позиционирования предмета труда относительно манипулятора. Адаптивные же роботы, получающие и перерабатывающие информацию об объекте непосредственно в ходе выполнения операции, требуют применения ЭВМ и датчиков, передающих информацию о внешней среде. Системы управления такими работами сложны и дороже самих машин.

С целью проверки возможности создания лесозаготовительного робота в ЦНИИМЭ был изготовлен и испытан макетный образец на базе валочно-пакетирующей машины ЛП-19. В процессе проверки работоспособности было выявлено больше недостатков, чем достоинств и вопрос о создании лесопромышленных роботов был отложен на неопределенное время.

Другим направлением улучшения показателей трелевочного трактора было совершенствование ходовой системы. Впервые эту работу проделали рационализаторы Йыхвиского лесопункта Ракверского лесокombината Эстонии [114]. Они установили на трелевочный трактор ТДТ-55 гусеничную болотную ленту от сельскохозяйственного трактора ДТ-75Б. При этом опорные катки заменили направляющими колесами ходовой части ДТ-75Б, взамен балансировочных пружин установили листовые рессоры. В результате такой реконструкции удельное давление гусеницы на грунт снизилось до $0,27 \text{ кгс/см}^2$ (27 кПа), что обеспечивало беспрепятственную проходимость трактора по заболоченным местам.

В дальнейшем к эстонцам подключились работники ЦНИИМЭ и ОТЗ. Совместные исследования показали, что существенно повысить проходимость тракторов ТДТ-55А и ТБ-1 и их производительность можно путем использования уширенных асимметричных гусениц вместо серийных шириной 420 мм.

На ОТЗ оперативно были разработаны и изготовлены гусеницы шириной 550 мм (полностью взаимозаменяемые с серийными), которые были испытаны на 13 образцах. При этом 10 тракторов испытывались в Йыхвиском лесопункте на слабых грунтах. По мнению трактористов, асимметричные гусеницы значительно повышают проходимость трактора. Так, за время лабораторно-полевых испытаний на осушенных лесосеках число проходов тракторов ТДТ-55А с опытными гусеницами по одному следу возросло на 33 %. При этом расход топлива снизился на 10 %. Тракторы ТБ-1 с опытными гусеницами обеспечивали выработку, близкую к нормативной, в условиях, где тракторы ТБ-1 с обычными гусеницами не могли бы работать [116].

Совещание по проблемам повышения проходимости тракторов, организованное в ЦНИИМЭ, рекомендовало применять асимметричные гусеницы на тракторах ТДТ-55А и ТБ-1 в качестве сменного комплекта при эксплуатации их на грунтах с низкой несущей способностью. Новые гусеницы были внедрены в серийное производство с 1985 года.

В дальнейшем асимметричные гусеницы испытывались на предприятиях Кареллеспрома и Комилеспрома на машинах ЛП-17, ЛП-30 и ПЛ-1.

Одновременно ОТЗ совместно с ЦОКБлесхозмашем был создан лесохозяйственный трактор ЛХТ-100Б на базе лесохозяйственного трактора ЛХТ-100.

При использовании нового трактора на трелевке лесохозяйственное оборудование заменялось погрузочным устройством. Помимо уширенных гусениц (до 640 мм) принципиальным отличием являлось применение опущенных ведущих колес, которые на грунтах со слабой несущей способностью служат дополнительными опорными катками. Благодаря этому, удельное давление на грунт снизилось до 28 кПа, что позволило использовать его на переувлажненных грунтах на лесохозяйственных работах и на трелевке, а также в условиях глубокого снега.

В последние годы появились публикации [126], претендующие на авторство в части разработки и создания новых ходовых систем и в частности болотных гусениц. В этой связи, мы считаем своим долгом, восстановить истину.

В нашей стране впервые для снижения удельного давления на грунт стал применять уширенные (болотные) гусеницы Волгоградский тракторный завод, выпустив трактор сельскохозяйственного назначения ДТ-55 (1956 г.) [125]. Этот трактор класса тяги 3 т был создан на базе трактора ДТ-54 и предназначался для работы на заболоченных почвах, на мелиоративных работах, а также на торфопеработках.

Основные отличия гусеницы от базового трактора состояли в следующем:

- увеличены в диаметре и опущены через гусеницы на грунт направляющие колеса, вследствие чего значительно возросла опорная поверхность гусениц;
- уширены траки гусеницы;
- ведущая звездочка имеет другой профиль и иной шаг зацепления.

Впоследствии, начиная с 1958 г., Волгоградский завод выпускал болотный трактор под маркой ДТ-55А.

Примерно в этот же период Алтайский тракторный завод начал выпускать более мощный трактор тяги 4 т – ТБ-4 для работы на увлажненных почвах и болотистой местности. Еще раньше в конце 50-х годов, болотный трактор С-80Б-2 выпускался Кировским заводом в г. Челябинске. В дальнейшем Челябинским заводом выпускались болотоходные тракторы С-100Б и С-100БХ.

Из зарубежной техники фирма CASE выпускала, начиная с 1976–77 гг. валочно-пакетирующие машины с уширенными гусеницами, фирма Drott ВПМ Liebherr с шириной гусениц до 1,8 м (две широкие гусеницы объединены в одну).

Сравнительные испытания ЛХТ-100Б и ТДТ-55А проводились на рубках главного пользования зимой и весной 1984–1985 гг. На рубках промежуточного пользования тракторы испытывались в период весенней распутицы. На рубках промежуточного пользования сравнительные испытания не проводились, так как трактор ТДТ-55А не мог работать вследствие недостаточной проходимости. На рубках главного пользования при глубине снежного покрова до 45 см производительность трактора ЛХТ-100Б была выше чем у ТДТ-55А на 14 %, а при глубине снежного покрова 75–80 см. на 25 %. В дальнейшем на ОТЗ на базе трелевочного трактора ТДТ-55А был создан трактор ТДТ-55А-13 (см. рис. 9.2) после установки на базовый трактор уширенной гусеницы и понижения полуосей ведущих колес заднего моста. На базе трелевочного трактора ТБ-1-14, также с уширенными гусеницами, был разработан сортиментовоз ТБ-1-16 (см. рис. 9.3). Трактор агрегируется совместно с двухосным полуприцепом. В качестве погрузочного устройства применяется манипулятор с вылетом 8 м. Недостатками асимметричных гусениц, выявленных при эксплуатационной проверке ТДТ-55А, ТБ-1 и ЛП-49, были повсеместные



Рис. 9.2. Трелевочный трактор ТДТ-55А-13

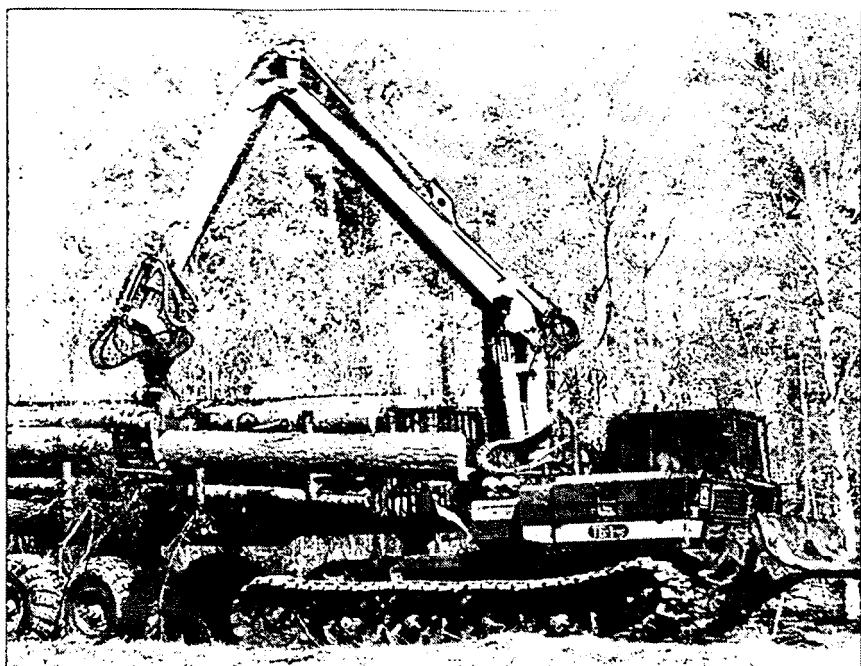


Рис. 9.3. Сортиментовоз ТБ-1-16

перекосы гусеницы с отгибами и поломкой направляющих гребней, увеличенное сопротивление самопередвижению трактора. Проблема перекосов еще более обостряется специфической для заболоченных лесов значительной неоднородностью пути, где податливый грунт перемежается жесткими включениями (пнями и прикорневыми неровностями). В поисках движителя, сочетающего необходимую эластичность в поперечно-вертикальной плоскости с достаточной продольной устойчивостью для машин на базе тракторов ТТ-4 и ТТ-4М работниками ЦНИИМЭ [123] был опробован пневмогусеничный движитель (ПГД), в котором обычная гусеница была снабжена подстилающими асимметрично уширенными резинокордными пневмоэлементами (разработка Нижегородского политехнического института). В октябре 1991 г. в Оленинском ЛПХ были проведены сравнительные испытания трелевочной машины ЛП-18Д с серийным движителем и с ПГД (см. табл. 9.1).

Испытания показали, что машины, оснащенные ПГД, имели лучшие показатели. Выступающие за контур части гибких пневмоэлементов, деформируясь при наезде на пни, корни и порубоч-

Краткие технические характеристики испытываемых машин

Параметры	ЛП-18Д с серий- ным двигателем	ЛП-18Д-П с ПГД
Масса, кг	18140	19500
Масса эксплуатационная с грузом, кг	21890	23250
Масса серийного звена, кг	13,5	13,0
Масса пневмоэлемента, кг	—	9,7
Ширина, мм:		
звена гусеницы	500	500
пневмоэлемента гусеницы	—	810
Средне давление на грунт машины, кПа:		
порожней	53,3	38,9
с полезной нагрузкой	64,3	46,4

ные остатки, хорошо поглощают асимметричные нагрузки и способствуют снижению колееобразования с улучшением плавности хода.

В дальнейшем в АО «ЦНИИМЭ» был разработан высокоэластичный гусеничный движитель (ВЭД), который может устанавливаться на серийные лесозаготовительные машины на базе трактора ТТ-4 и ТТ-4М. Эксплуатационные и лабораторные испытания ВЭД на машинах ЛП-18Г, ЛП-18Д и ТТ-4 на болотистых и переувлажненных грунтах в ЛПХ Тверской, Вологодской областей и Республики Коми при трелевке с сохранением подроста от ВПМ ЛП-19А показали их высокую эффективность по сравнению с серийными машинами. По данным [117], средняя рейсовая нагрузка возросла в 2,9 раза, средняя выработка за смену увеличилась с 30 до 124 м³. При этом колееобразование уменьшилось в 2,5–3,8 раза.

Конструктивные параметры ВЭД

Ширина гусеницы, мм.....	810
Масса одного комплекта металлогусеницы (142 шт.), кг ...	1519,4–1846
Масса эластоэлемента с металлическим звеном в сборе, кг ..	22,7–28,0
Масса эластоэлементов в комплекте ЭГД (142 шт.), кг	1704–2130
Масса одного комплекта ЭГД с металлической гусеницей (2 ленты по 71 звену), кг	3223,4–3976

Следующим направлением совершенствования многооперационной техники в последние годы были попытки расширения зоны

применения ее путем введения в опорно-поворотные устройства выравнивателей платформ. Впервые валочно-пакетирующие машины с выравнивателем платформы были созданы за рубежом. Это машины «Drott-40LC» (США) и фирмы «OSA». По такому же принципу позже была разработана и отечественная ВПМ ЛП-19Б. Эксплуатация таких машин в лесосеках с пересеченным рельефом подтвердила их эффективность при работе на склонах до 30–35°. В ряде конструкций выравнивание платформы, а точнее – поддержание ее в горизонтальном положении, осуществляется посредством поворотных бортовых редукторов, что повышает устойчивость машин при движении по склону, а также создает удобства оператору. Следует заметить, что такой способ был реализован Минским тракторным заводом еще в 70-е годы в крутосклонной модификации сельскохозяйственного трактора «Беларусь».

Если в начале 90-х годов считалось перспективным направлением дальнейшего совершенства многооперационных машин – сокращение времени на обработку дерева, то в последние годы было установлено, что существенного повышения производительности валочно-пакетирующих машин можно достичь снабжением их валочно-сучкорезно-раскряжевыми головками, и соответственно, превращением в валочно-сучкорезно-раскряжевые машины. При этом трудозатраты сокращаются на 30–50 %.

В некоторых публикациях последних лет [120; 124] предлагается в качестве нового подхода к вопросу создания лесозаготовительной техники, в том числе и лесосечной, так называемый модульный принцип, в основе которого система лесозаготовительных машин формируется на энергетических, технологических и лесотранспортных модулях, оснащенных гидрообъемными передачами (ГОП), способными передавать энергию на расстояние по шлангу (гибкому трубопроводу – *прим. автора*). ...«Гидромотор ГОП обеспечивает энергией движитель энергетического модуля и передает энергию по шлангу на технологические и транспортные модули».

Технологический модуль, скажем, ВПМ, по мнению авторов, должен состоять из ходовой части с активно-пассивным движителем и технологического оборудования (МВП).

Для его привода рекомендуется энергетический модуль большой единичной мощности (ЭМБ). Такой подход ставит больше вопросов, нежели дает ответ на решение задачи. Например, для чего нужен энергетический модуль большой единичной мощности, когда возможности его силовой установки могут использоваться лишь частично для привода гусеничного движителя ВПМ

при технологических переездах? Известно, что на самопередвижение ВПМ ЛП-19А затрачивается 85 % мощности силовой установки, а на привод технологического оборудования – всего 30–31 % [80]. В то же время не понятно, каким образом будет обеспечиваться устойчивость такого комплекса, и можно спрогнозировать, что масса его возрастает в среднем на 40–50 % по сравнению с массой ВПМ*. Как видим, возникает еще много вопросов.

Необходимо заметить, что впервые модульная концепция построения самоходных агрегатов, в том числе и лесных, была изложена в работе Ксеновича И. П. и Яцкевича В. В. [129].

В многочисленных НИИ и вузах страны весь послевоенный период велась напряженная исследовательская работа по разработке новой и модернизации существующей лесозаготовительной техники. Охватить все разработки в рамках одной книги, естественно, невозможно. Только вопросу создания захватно-срезающих устройств или манипуляторов можно посвятить целые книги. Поэтому, мы рассмотрели здесь, на наш взгляд, наиболее интересные поисковые и опытно-конструкторские работы по совершенствованию трелевочных тракторов и многооперационных машин.

Многооперационные машины и подрост

Попробуем проанализировать, что же дает для механизации лесозаготовок применение многооперационной техники. Оценку произведем с позиции ведения несплошных рубок, рубок ухода за лесом (ВПМ) и сплошных рубок с сохранением подроста (ВПМ и ВТМ).

Несплошные рубки и рубки ухода за лесом. Использование на несплошных рубках и рубках ухода за лесом широкозахватных валочно-пакетирующих машин в целом показало на возможность такого решения этой проблемы. Однако одновременно поставило целый ряд новых задач. В частности, для эффективного лесопользования, по мнению лесоводов, необходим вылет манипулятора не менее 17,25 м. [19]. В то же время исследованиями [18] установлено, что увеличение вылета манипулятора ВПМ с 5–8 м до 17,5 м в крупномерных древостоях приводит к снижению производительности машин, причем тем значительно, чем

* Технологический модуль ВПМ в таком виде будет иметь массу 92–95 % от массы валочно-пакетирующей машины традиционной компоновки, так как масса силовой установки, которая, по мнению авторов, должна быть перенесена на ЭМБ, составляет всего лишь 5–8%.

больше средний объем хлыста, и, наоборот, при небольших вырубаемых объемах леса с 1 га и соответствующих соотношениях среднего объема хлыста увеличение вылета может способствовать повышению производительности ВПМ. На рубках ухода за лесом продолжительность цикла при вылете манипулятора 5,5–10,5 м уменьшается с увеличением вылета, расстояния и скорости технологических переездов. Скорость выполнения рабочих операций или их элементов, ее увеличение значительно влияют на общий результат труда, однако интересы сохранения лесной среды строго ограничивают скорости машинных работ: так, движения гидроманипуляторов машин под пологом леса должны быть в пределах 0,5–0,7 м/с, скорости лесных тракторов с грузом – 3–4 км/ч [18]. В то же время опыт проектирования, изготовления и испытания валочно-пакетирующих машин с вылетом до 10 м выявил больше недостатков, нежели достоинств. Среди них:

- значительная металлоемкость технологического оборудования;

- увеличение времени цикла обработки дерева вследствие ухудшения видимости при наведении ЗСУ, а также сплетения ветвей и сучьев выносимого дерева (деревьев) с оставленными на пасеке;

- низкая устойчивость машины.

Произведем оценку целесообразности создания ВПМ с увеличенным вылетом манипулятора исходя из следующих показателей: производительность, металлоемкость и стоимость.

Учитывая, что последние два показателя взаимосвязаны, в дальнейшем будем вести разговор о металлоемкости и производительности машины. Металлоемкость технологического оборудования ВПМ, в основном, определяется грузоподъемностью и вылетом манипулятора [20]. Причем, грузоподъемность выступает как параметр, определяемый предметом труда – деревьями и варьированию не подлежит. На рис. 9.4 приведен график зависимости металлоемкости манипулятора (стрелы и рукояти) без учета масс гидроцилиндров от вылета. Из рисунка видно, что с увеличением вылета пропорционально возрастает масса стрелы с рукоятью. Так, с увеличением вылета манипулятора ВПМ ЛП-19А с 8 до 10 м происходит рост массы в 1,45 раза (с 1,595 до 2,32 т), а при вылете 16 м она уже составляет – 4,07 т, то есть в 2,5 раза выше, чем у серийной машины.

Таким образом, если рассматривать в качестве базовой машины для несплошных рубок и рубок ухода за лесом ЛП-19А без снижения ее грузоподъемности, то ее применение становится не реальным. При создании машин для несплошных рубок и рубок

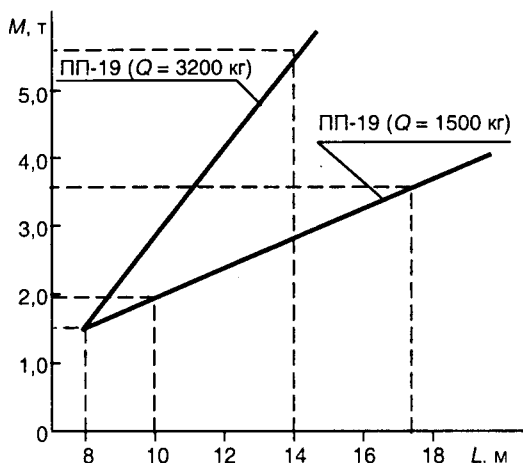


Рис. 9.4. График зависимости массы манипулятора от вылета

ухода за лесом с большим вылетом манипулятора, на наш взгляд, с целью снижения металлоемкости необходимо принимать его грузоподъемность на максимальном вылете – 0,8–1,0 т (без учета массы ЗСУ). Деревья большой массы на середине пасеки в этом случае обрабатываются бензиномоторными пилами.

Сплошные рубки. Использование многооперационной техники на сплошных рубках дало мощный толчок в вопросе механизации лесозаготовок. Были достигнуты потрясающие результаты по производительности.

Вот, например, как пишет в статье Г. А. Минин [25]:

«...Первые многооперационные машины стали поступать к нам в конце 1975 года, а уже в 1976 году машинист Н. И. Кузовников из Советского ЛПК (Тюменьлеспром) довел годовую выработку на ЛП-19 до 35 тыс. м³».

И далее: «...благодаря эксплуатации техники в многосменном режиме выдающихся успехов добивается прославленная бригада из Комсомольского леспромпхоза, которую возглавляет дважды Герой Социалистического Труда П. В. Попов. За десятую и одиннадцатую пятилетку его бригада заготовила 3 млн м³. Годовая выработка на ЛП-19А превысила 150 тыс. м³».

Для читателя замечу, что годовая производственная программа целого лесопункта среднего леспромпхоза III категории составляла в то время 100–150 тыс. м³.

Много добрых слов было сказано и в адрес ВТМ. Однако наряду с восторженными откликами в печати стали появляться и бес-

покойства в отношении сохранения подроста хозяйственно ценных пород при работе многооперационной техники.

Еще известный ученый – лесовод Г. Ф. Морозов говорил, что рубки должны быть организованы так, чтобы вслед за ними «возникал новый лес» [63].

Учитывая, что в нашей стране в период 1960–1990 гг. ежегодные объемы лесозаготовок составляли в среднем 400–450 млн м³, что высвобождало от леса примерно 2 млн га площадей, эта задача приобретала огромное значение, так как проведение искусственного лесовозобновления в таких масштабах, как показала жизнь, было нереальным.

В этой связи, еще на ранней стадии механизации лесозаготовок лесоводы забили тревогу о неприемлемости многих создаваемых машин и технологий ведения лесозаготовок с позиций нанесения ущерба лесной среде и уничтожения подроста.

Было установлено, что такие машины как ВТМ-4, ВМ-4, ЛП-17, которые работают по принципу – повал срезанного дерева у пня – почти полностью уничтожают подрост (до 90 %). При этом лесорастительные условия вырубок после работы ВТМ-4 изменяются в такой же мере, как и после работы трелевочных тракторов ТДТ-55, ТДТ-75 и ТТ-4 – наблюдается сильное задержание почвы и создаются неудовлетворительные экологические условия для возобновления хвойных пород [64]. При работе ВТМ ЛП-17 подрост и молодняк повреждаются и уничтожаются почти так же, как и после ВТМ-4. В то же время машины, работающие по принципу выноса срезанного дерева манипулятором на волок (ВПМ ЛП-2 и ЛП-19), позволяют сохранить до 50–60 % подроста. Однако затем этот показатель существенно снижается вследствие дополнительного уничтожения подроста подборщиками пачек за счет расширения волоков путем неоднократного прохода по ним. В пределах пачек отрицательное воздействие трелевки на подрост сказывается в основном на прилегающей к волоку полосе шириной до 2 м. Здесь следует заметить, что вследствие того, что лесозаготовки в нашей стране ведутся на огромной территории с большим разнообразием лесорастительных, почвенно-грунтовых, климатических условий и т. д., а также то, что одни и те же машины могут быть использованы в различных сочетаниях и технологиях, результаты по сохранению подроста и лесной среды могут быть получены совершенно неожиданные. Так, в статьях [65; 26] отмечается, что в зависимости от принятой технологической схемы ВПМ ЛП-19 в сочетании с подборщиками ЛТ-157 и ЛТ-154 сохраняется на лентах 60–70 %, а в целом по лесосеке 52 % неповрежденного хвойного подроста, а с учетом погрузоч-

ных площадок – до 61,2 %. Причем, наибольшее количество подроста сберегается при технологии, предусматривающей трелевку пачек деревьев за комель тракторами ЛТ-154, а хлыстов за вершину тракторами ТТ-4; при трелевке же машинами ЛП-18А более половины подроста уничтожается. В работе [27] читаем: «...Появление в лесосеках многооперационных машин ВМ-4, ЛП-18А, ЛП-19 привело к отказу от технологии узких лент. Уничтожение подроста и второго яруса при лесозаготовках стало широко распространенным явлением и значительно усложнило восстановление вырубок темнохвойных пород...». И здесь же, в этом журнале, уже в статье Г. И. Головина [28]: «...Лучших результатов по сохранению подроста добиваются бригады, разрабатывающие лесосеки машиной ЛП-19 с трактором ЛП-154...».

Далее в работе [29] читаем: «...В 1987 году предприятиями Тюменьлеспрома заготовлено 11,3 млн м³ древесины, из них путем валки леса машинами ЛП-19 – 7,9 млн м³. При этом, подрост сохранен на 51,9 тыс. га (70 %)». Наряду с перечислением выгод, авторы статьи [29] указывают и на некоторые недостатки, связанные с сохранением подроста, а именно то, что производительность лесосечных машин (имеется в виду ЛП-19 плюс подборщик) снижается на 15–20 %. В то же время этот недостаток может быть частично устранен организацией правильной эксплуатации. И далее: «...Тюменские лесозаготовители и дальше хотят работать по сложившейся традиции – с сохранением подроста, используя машины ЛП-19, ЛТ-157 и ЛТ-154». Вот так-то – ни больше, ни меньше.

На хорошее сохранение подроста при заготовке древесины ВПМ ЛП-19 в кедровых лесах указывает и Садиков Н. А. [30]: «...При заготовке древесины ВПМ ЛП-19 доля подроста, сохраняемого на участках между волоками, колеблется в зависимости от его высоты и достигает 90 %. Остающиеся, однако, при трелевке широкие волока (7,0–7,5 м) снижают в целом сохранность подроста до 50–55 %». Причем, автор заключает, что этот недостаток может быть снижен технологией двухприемных полосно-постепенных рубок, в основе которых лежат технические возможности ЛП-19. Наблюдения за работой валочно-пакетирующей машины МЛ-73, выполненной на базе ЛП-19Б-01, показали, что при валке леса подрост повреждается, в основном, ходовой частью машины при переездах, манипулятором при наведении ЗСУ на дерево и при повороте платформы [23]. Причем более всего повреждается подрост ели третьей высотной группы (свыше 1,5 м) и менее первой (до 0,5 м). Сохранившийся подрост распределялся следующим образом: на пасечной части лесосеки между волока-

ми — 93,6 %, на волоках — 6,4 %. Авторы статьи считают, что технология с использованием ВПМ МЛ-73 и подборщика пачек МЛ-84 обеспечивает частичное сохранение подроста и является в настоящее время наиболее перспективной.

Одновременно с требованиями лесоводов о необходимости обязательного сохранения подроста на вырубках появились работы, констатирующие, что сохраненный подрост в последующие годы гибнет из-за изменившихся условий произрастания. Так, в работе [66] отмечено, что в Сибири многочисленными исследованиями на обширном материале установлено, что сохраненный подрост нередко гибнет. Причем отмечается, что роль подроста в лесовозобновлении с возрастом рубок снижается, в то время как появляющийся самосев занимает ведущее место. Связано это с тем, что вышедший из-под полога леса подрост отличается неодинаковой устойчивостью. Теневой тип хвои не всегда в состоянии перестроиться на световой. Растения гибнут или перестраиваются в течение 2–5 лет. В то же время самосев быстро обгоняет сохраненный подрост. В конечном итоге, по мнению авторов, сложившиеся взгляды на надежды, на ускорение выращивания леса за счет сохранения подроста (на 20–30 лет) оказываются иллюзорными, и не следует рассматривать сохранение подроста при механизации как перспективный метод лесовосстановления.

В последние годы в печати стали появляться работы, в которых все настойчивее высказываются мысли о необходимости на вырубках допускать смену пород. Так, финский профессор К. Куусела в книге «Динамика бореальных хвойных лесов» пишет: «...Продолжительное господство ели приводит к отрицательным изменениям природной микросреды. Питательный режим почвы ухудшается, круговорот питательных веществ между почвой и деревом становится менее интенсивным, другие породы не могут возобновляться, возникают благоприятные условия для заболачивания, в конце концов, участок может превратиться в торфяное болото».

Комментируя это высказывание, Ю. Н. Спирин (зам. начальника отдела лесного хозяйства корпорации «Российские лесопромышленники») замечает [99]: «По-видимому, мы должны ясно представлять, к каким последствиям может привести выполнение требования о повсеместном сохранении хвойного подроста после рубок главного пользования. Ведь после рубки в темнохвойных лесах на этой территории естественным путем возникают мягколиственные насаждения. Через 15–20 лет после возникновения таких лесов под их пологом снова появляются ель или пихта, которые при естественном развитии древостоя посте-

пенно вытесняют мягколиственные деревья. Однако за время существования мягколиственного насаждения происходит крайне важный процесс разложения продуктов отпада хвойного древостоя с одновременным накоплением мягкого гумуса. Ликвидируя этот естественный процесс, не подрубаем ли мы сук, на котором сидим?»

В связи с тем, что валочным машинам ВМ-4, валочно-трелевочным машинам ВТМ-4, ЛП-17, ЛП-17А, а в дальнейшем и ЛП-49 лесозаготовителями и лесоводами была дана оценка как машины, не сохраняющие подрост, то, естественно, лесоводы поставили вопрос о снятии их с производства, хотя по сравнению с системами машин на базе ЛП-19 они во многих случаях были более эффективны. В защиту валочно-трелевочных машин на страницах журнала «Лесная промышленность» выступили ученые ЦНИИМЭ и, в частности, Г. К. Виногоров, уже однажды инициировавший дискуссию по вопросу «Нужны ли агрегатные машины?» В статье «Машины и подрост» [67], опубликованной в журнале «Лесная промышленность» № 12 за 1987 г., он изложил свое видение проблемы.

— В лесной промышленности происходит массовый переход на трелевку деревьев за комли; подрост при этом не сохраняется.

— Согласно «Инструкции по сохранению подроста молодняка хозяйственно-ценных пород при разработке лесосек и приемке от лесозаготовителей вырубок с проведенными мероприятиями по восстановлению леса» (М.: Гослесхоз СССР, 1984), требуется сохранять подрост, при наличии его до рубки, 2 тыс. шт./га.

По мнению автора, этого явно недостаточно. Чтобы обеспечить гарантированное возобновление необходимо не менее 10–14 тыс. шт./га. до рубки с тем, чтобы сохранилось и адаптировалось около 2 тыс., которые действительно могут сформировать ценные насаждения. В качестве подтверждающего аналога Г. К. Виногоров считает, что следует принять официальные нормы по густоте культур. Согласно «Основным положениям по лесовосстановлению» (1969), на рубках в благоприятных условиях густота культур должна быть не менее 4 тыс. шт./га (до 7–8 тыс. в более сухих местонахождениях). Это соответствует количеству подроста, которое должно быть сохранено при проведении лесосечных работ. Одновременно отсюда следует, что количество подроста до рубки должно быть не менее 10 тыс. шт./га.

Автор также отмечает, что область использования машин достигает на территории страны 80 %. Если же ввести ограничения по подросту, то область применения машин снижается до 29 %.

Посмотрим, как же на эти выводы ответили ученые и производственники. Кандидат технических наук П. Б. Закревский, отмечая, что Г. К. Виногоров недостаточно убедительно обосновал необходимость на лесосеках, назначаемых в рубку, для гарантированного лесовозобновления иметь не менее 10–14 тыс. шт. подроста, тем не менее, соглашается с этими цифрами [68]. В этом же журнале с Г. К. Виногоровым не соглашаются специалисты из Тюменьлеспрома [29], которые ссылаясь на то, что уровень механизации всего цикла лесосечных работ у них составлял 50 %, а на валке и трелевке соответственно 70 % и 62 %, тем не менее, подрост сохранен на 70 % вырубленной площади, в то время как Г. К. Виногоров прогнозировал максимально возможный уровень механизации для Тюменской области – 20 %. Далее авторы статьи считают, что при исходном количестве подроста, равном 2 тыс. шт./га, после рубки и адаптации остается 0,8 тыс. шт./га. Этот подрост является надежным ядром будущего нового насаждения, к которому добавится самосев.

Одновременно они отвергают машины ЛП-49 и ВМ-4, которые в отличие от ВПМ ЛП-19 не предусматривают сохранение подроста.

Примерно такие же суждения высказаны в работе [70], посвященной выбору приемлемых систем лесосечных машин для условий Республики Коми. По мнению авторов, все применяемые системы машин были созданы без учета лесовосстановительных требований в надежде на то, что на вырубленных площадях будут высажены культуры. Сохранение подроста в минимально необходимом количестве для возобновления лесов возможно только при разработке лесосек машинами ЛП-19 в сочетании с тракторами ЛТ-154. При использовании тракторов ЛП-18А на подборе пачек сохранность подроста резко снижается. ВТМ ЛП-17 и ЛП-49 подрост полностью уничтожают. Исследованиями также установлено, что наибольшее отрицательное влияние на почвенный покров оказывают лесозаготовительные машины в бесснежный период в лесах с избыточным увлажнением. Происходит разрушение почвенного слоя, уменьшается внутрипочвенный сток, ухудшаются водный, воздушный и тепловой режимы, что способствует эрозийным процессам и заболачиванию. В зимнее время почвенный покров повреждается незначительно. Летом при работе машин ЛП-49 и ЛП-17 он разрушается примерно на 70 % площади, а системой на базе ВПМ ЛП-19 на 35–40 %.

Основной вывод – для условий Европейского Севера технически и экономически целесообразно создание системы машин в составе трактора с гидрозахватом на более легком базовом шасси

и ВПМ, имеющей ЗСУ с накопителем и манипулятором с вылетом не менее 10 м. В низкобонитетных насаждениях применение систем машин на базе ЛП-19 и ЛП-49 не эффективно.

Экономическую неэффективность применения ВПМ ЛП-19 в комплекте с гусеничными трелевочными тракторами в сравнении с валочно-трелевочными машинами отмечают в своих работах и известные специалисты К. И. Вороницын (директор ЦНИИМЭ), С. М. Гугелев [69] и Н. П. Мошонкин [71].

Так, Н. П. Мошонкин пишет, что утверждение об экономической неэффективности применения валочно-пакетирующих машин ЛП-19 в комплекте с гусеничными трелевочными тракторами в сравнении с комбинированными машинами (например, валочно-трелевочными), изложенное в работе [69], следует считать вполне правильным.

В. М. Готов в статье «Еще раз о сохранении подроста» [97], проанализировав предыдущие работы, делает следующие выводы.

1. Необходимо внесение изменений в специальную Инструкцию (1984 г.) с целью приближения ее к имеющимся реалиям. При этом площади под погрузочными площадками и другие участки, требующие сплошного уничтожения подроста по производственной необходимости, должны выделяться и выписываться в лесорубочном билете отдельно и исключаться из площади с подростом.

2. Минимальный уровень площади с сохраняемым подростом должен быть снижен до 45–50 % площади лесосеки (без учета площадей с полным уничтожением подроста).

3. Площадь лесосеки с подростом, подлежащая сохранению, должна устанавливаться для каждой делянки, лесосеки не по инструкции, а исходя из конкретных условий, с учетом размеров лесосеки и погрузочных площадок, согласованной технологии, ширины пасеки и пасечного волока, возможных при данных условиях.

4. Зоны безопасности необходимо разрабатывать с обязательным сохранением подроста.

5. Мнение авторов [102] о нецелесообразности сохранения подроста ошибочно. По мнению автора, сохранение подроста экономически выгодно и, кроме того, сокращает на 15–20 лет срок выращивания спелого леса.

Такие противоречивые мнения производителей и ученых о возможностях многооперационных машин можно было бы продолжить и далее, но попробуем все же подвести некоторые итоги.

1. В соответствии с Инструкцией [22], на лесосеках, разработанных сплошными рубками машинным способом, площадь па-

**Краткая техническая характеристика валочно-пакетирующей машины
МЛ-73**

Параметры	ВПМ
Масса, кг	25800
Мощность, кВт	95,6
Скорость движения, км/ч	4,0
Грузоподъемность, т	2,5
Вылет манипулятора, м	4,1–10
Расстояние от оси вращения поворотной платформы до коника, мм	6120
Объем пачки, формируемой коником-накопителем, м ³	3,5–5,0
Производительность при $V_{ср} = 0,3 \text{ м}^3$, шт./ч	90

сек без волоков с сохранившимся подростом должна занимать не менее 60 % общей площади делянки. Сохранность подроста на пасеках (в % от количества, угнетенного до рубки) с оценкой по коэффициентам должна составлять при сплошных рубках на склонах до 10 % в бесснежный период не менее 60 %.

2. Анализ опубликованных противоречивых результатов наблюдений за работой ВПМ позволяет констатировать тот факт, что ВПМ ЛП-19, ее модификации, а также ВПМ, выполненные на ее базе и подобные ей с увеличенным вылетом (МЛ-73, «Абакан» и др., см. табл. 9.2.), в значительной мере позволяют сохранить подрост в соответствии с утвержденной инструкцией.

3. Количество сохранившегося подроста в значительной мере зависит от используемой технологии лесозаготовок и параметров машин-подборщиков пачек, так как эксплуатацией выявлено, что большая часть подроста уничтожается трелевщиками.

4. При валке деревьев ВПМ, несмотря на значительное удельное давление на грунт, вследствие однократного прохода по поверхности лесосеки не оказывают существенного отрицательного воздействия на почвенный горизонт.

5. ВПМ характеризуются высокой сменной производительностью.

6. Машинизация лесосечных работ привела к социальным переменам – возросла привлекательность профессии механизатора (оператора). При этом повысился общеобразовательный уровень механизаторов.

7. В результате внедрения многооперационной техники с лесосечных работ было высвобождено большое количество рабочих.

Численность вальщиков, помощников вальщиков, чокеровщиков и т. д., снизилась в среднем на 20–25 %.

8. С заменой опасного труда вальщиков и помощников вальщиков, резко снизился травматизм в целом по отрасли, так как на долю рабочих этой категории приходился наибольший процент травм со смертельным исходом.

К недостаткам многооперационных валочно-пакетирующих машин можно отнести следующие.

1. Педально-рычажные системы управления ВПМ требуют от оператора значительных физических сил. В смену оператор выполняет в среднем 12–14 тыс. включений (приблизительно 21 операция на одно дерево). В этой связи, для снижения утомляемости необходима частичная автоматизация.

2. Вибронагруженность операторов ВПМ не соответствует санитарным нормам, вследствие чего значителен процент профессиональных заболеваний.

3. С использованием на лесозаготовках ВПМ, имеющих большую массу и малую скорость передвижения, возникли трудности с перебазированием техники на новые лесосеки. Для их перевозки потребовались трейлеры и дороги с улучшенными покрытиями и мостами. Производственники при отсутствии трейлеров нашли свой способ переброски ВПМ в зимний период – путем снятия гусениц и буксировки на катках трелевочным трактором.

Подводя итоги дискуссии по вопросу сохранения подроста, можно также сделать некоторые выводы.

Трудно не согласиться с известным лесоводом Г. Ф. Морозовым в том, что рубки должны быть организованы так, чтобы вслед за ними «возникал новый лес». Но вот каким образом он должен «возникать»? Здесь, на наш взгляд, кажется больше вопросов, нежели ответов.

Конечно, с такими объемами высвобождаемых из-под леса площадей справиться одними лишь искусственными лесопосадками или посевом семян невозможно и нужно бороться за сохранение подроста. Правда, настораживают последние многочисленные данные исследований, указывающие на неспособность подроста адаптироваться к изменившемуся в результате рубки леса условиям и его гибель в последующие 2–3 года [105]. В то же время наполнять машинно-тракторный парк лесозаготовительной отрасли мощными ВПМ типа ЛП-19, которые способны сохранить подрост, вряд ли целесообразно по следующим причинам.

Во-первых, нереально с позиций возможности промышленности. Даже в условиях хорошо развитого машиностроения в СССР

Таблица 9.3

Выпуск многооперационных машин по годам

Марка машины	Завод-изготовитель	Выпуск по годам, шт.								
		1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
ЛП-2	«Торфмаш» (г. Великие Луки)	80	47	78	100	—	—	—	—	—
ЛП-19	«Лесмаш» (г. Йошкар-Ола)	20	100	200	300	320	400	480	450	430
ВМ-4	Абаканский механический	—	25	200	260	—	—	—	—	—
ЛП-17	Сыктывкарский механический	—	—	20	45	—	—	—	—	—

Примечания. 1. За период с 1984 года по 1992 гг. было выпущено 4227 ЛП-19А, в 1993 г. — 97 шт. ЛП-19А и 150 ЛП-19Б-01.

2. Выпуск ВПМ ЛП-19А прекращен в 1997 г. в связи с экономическим кризисом в стране.

до 1990–91 гг. доля ВПМ ЛП-19 от всего парка машин отрасли не превышала 3–4 %. Причем, это наполнение происходило за несколько лет. В табл. 9.3 приведены данные по выпуску многооперационной техники по годам.

Во-вторых, практика показала, что не только в нашей стране, но и за рубежом в развитых странах отношение машин экскаваторного типа к общему количеству тракторов сельскохозяйственного и общего назначения никогда не превышало одного к десяти.

В-третьих, необходимо считаться со значительным удорожанием кубометра заготовленной древесины лесозаготовительными системами машин на базе ЛП-19 по сравнению с более экономически выгодными системами машин на базе валочных или валочно-трелевочных машин. По данным ЦНИИМЭ, себестоимость заготовки 1 м³ древесины ВПМ ЛП-19 выше в среднем на 30–33 % по сравнению с валочно-трелевочной машиной ЛП-49. Это является следствием значительно меньшей стоимости ВТМ, созданной на базе трактора массового производства.

Таким образом, для окончательного решения этой проблемы нужны дальнейшие совместные исследования экономистов, лесоводов и механизаторов, направленные на более тщательное изучение выживаемости сохраненного подроста, а также на обоснование технологий и систем машин, реализующих эти технологии для каждого лесозаготовительного региона в отдельности.

Несмотря на казалось бы убедительные доводы ЦНИИМЭ, ряда ученых в защиту валочных и валочно-трелевочных машин, машины ВМ-4 и ЛП-17, по требованию организаций лесного хозяйства, были сняты с производства.

ВТМ ЛП-49 снята не была, но ее разработчики обязались существенно модернизировать ее с учетом требований сохранения подроста.

В защиту валочно-трелевочных машин выступил и В. А. Сре-тенский [98].

Сравнивая машины ЛП-19 и ЛП-49, автор отмечает, что экономические и социальные выкладки свидетельствуют о преимуществах последней: один оператор заменяет целую бригаду вальщиков с бензопилой и трелевщиков. Кроме того, машина может работать круглосуточно.

Автор соглашается с тем, что после работы ВТМ ЛП-49 по традиционным технологиям не сохраняется подрост, но приводит пример, когда разработанная специально под нее технология с ориентацией на несплошные рубки дает хорошие результаты по сохранению подроста.

Так, в Усть-Уральском ЛПХ, где эта технология была апробирована, количество благонадежного хвойного подроста сохранилось до 14 тыс. шт./га.

Хорошие результаты показала новая валочно-трелевочная машина ЛП-58, предназначенная для разработки лесосек с частичным сохранением подроста. Частичному сохранению подроста способствовали увеличенный до 8 м вылет манипулятора и возможность выноса деревьев в вертикальном положении с последующим укладыванием их в коник или на землю.

10. КОЛЕСНЫЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫЕ ТРАКТОРЫ

В середине шестидесятых годов (1956 г.) одновременно с совершенствованием гусеничных трелевочных тракторов в СССР были начаты конструкторские работы по созданию колесных тракторов для более эффективного по сравнению с гусеничными машинами ведения лесозаготовок.

Предпосылками необходимости создания колесного лесопромышленного трактора являлось осуществление бестрелевочной вывозки леса, что позволило бы снизить расходы на перевозку древесины с лесосеки на нижний склад. В это время был уже накоплен определенный опыт эксплуатации на лесозаготовках колесных тракторов за рубежом и отечественный опыт эксплуатации сельскохозяйственных тракторов. В заслугу колесным тракторам по сравнению с гусеничными ставилось следующее:

- универсальность, так как они могут работать не только в условиях лесосеки, но и на дорогах общего пользования;
- более высокая скорость движения, а следовательно, и более высокая производительность;
- отношение стоимости ходовой системы к стоимости машины у колесного трактора 8–10 % (у гусеничного – 20–25 %);
- меньшая материалоемкость.

Основным недостатком колесных тракторов является недостаточная проходимость в условиях лесосеки.

В этой связи, Онежским тракторным заводом в 1958–1960 гг. был разработан и изготовлен опытный образец колесного тягача для бестрелевочной вывозки деревьев с лесосеки на нижний склад, а также для трелевки крупномерного леса в полупогруженном состоянии. Кроме того, он мог также использоваться на трелевке леса, прямой вывозке, на строительных работах и ряде других работ (см. рис. 10.1).

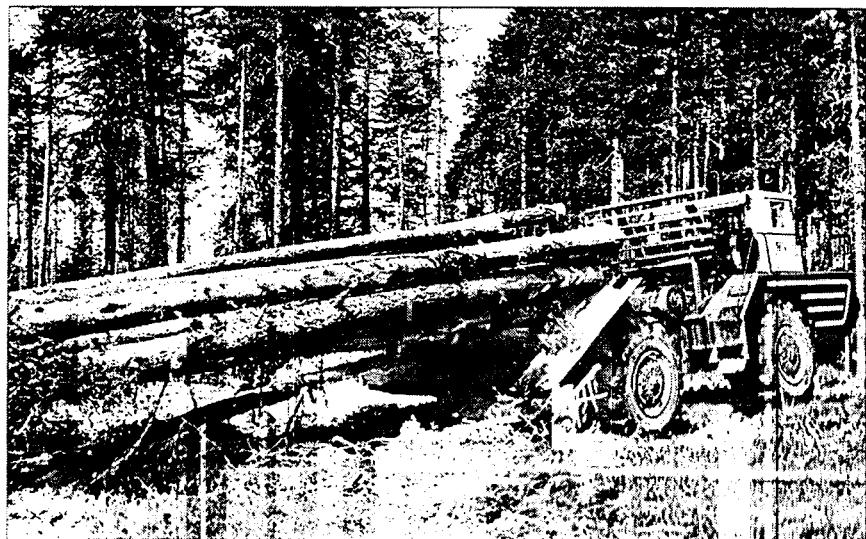


Рис. 10.1. Колесный тягач Т-210 (ОТЗ)

Тягач состоял из двух частей, соединенных между собой вертикальным шарниром поворота, обеспечивающим наибольший угол «переламывания» оси трактора на 40° в обе стороны. Кроме того, на тягаче имелся горизонтальный шарнир качения, обеспечивающий одновременное сцепление всех четырех колес с грунтом, что значительно повышало его проходимость. В особо тяжелых дорожных условиях предусмотрено самовытаскивание тягача лебедками. На тягаче был установлен двигатель мощностью в 300 л. с. (220,6 кВт), что обеспечивало перевозку одним рейсом 50 м^3 древесины. Для трелевки на тягаче был предусмотрен погрузочный щит, управляемый с помощью гидроцилиндров.

Кроме ОТЗ, к работам по созданию колесных тягачей были привлечены Минский автомобильный завод, создавший шасси тягача МАЗ-532, институт Гипролесмаш, разработавший к нему технологическое оборудование и институт ЦНИИМЭ, приступивший в 1957 г. к проектированию тягача ТТ-1 на базе одноосного тягача МАЗ-529 и лесовозного активного полуприцепа. Несколько позже в эту работу включились — Могилевский автомобильный завод (1961 г.), приступивший к проектированию трелевочно-транспортного тягача МоАЗ-546 Г-865*, и Кировский

* Создание тягача МоАЗ-546 Г-865 осуществлялось Могилевским заводом в содружестве с ОТЗ.

завод (1962 г.) – тягача К-703 [57]. Все перечисленные тягачи относились к тяговым классам от 3,8 т и выше и имели мощность от 165 до 300 л. с. (121,3–220,6 кВт). Тягач МоАЗ-546 Г-865 (см. рис. 10.2) состоял из одноосного тягача МоАЗ-546 Г, максимально унифицированного с базовым одноосным тягачом МоАЗ-546 и специального колесного лесовозного полуприцепа с технологическим оборудованием «лебедка-щит».

Для повышения проходимости и увеличения тягового усилия ось полуприцепа сделана ведущей. Привод активной (ведущей) оси полуприцепа и лебедки осуществлялся от силового генератора постоянного тока номинальной мощностью 85 кВт и тягового электродвигателя с номинальной мощностью 75 кВт. Одноосный тягач имел возможность поворота на 90° в обе стороны относительно полуприцепа. Машина свободно преодолевала снежную целину глубиной до 80 см.

Производственные испытания [58] показали, что для работы на лесосеке никакой подготовки волоков не требуется.

Машина свободно преодолевает препятствия размером до 80 см без отрыва колес от грунта. Машина работала по технологическому процессу так же, как и тягач Т-210, предусматривающему повал леса к центру пасеки с двух сторон. Деревья чокеро-

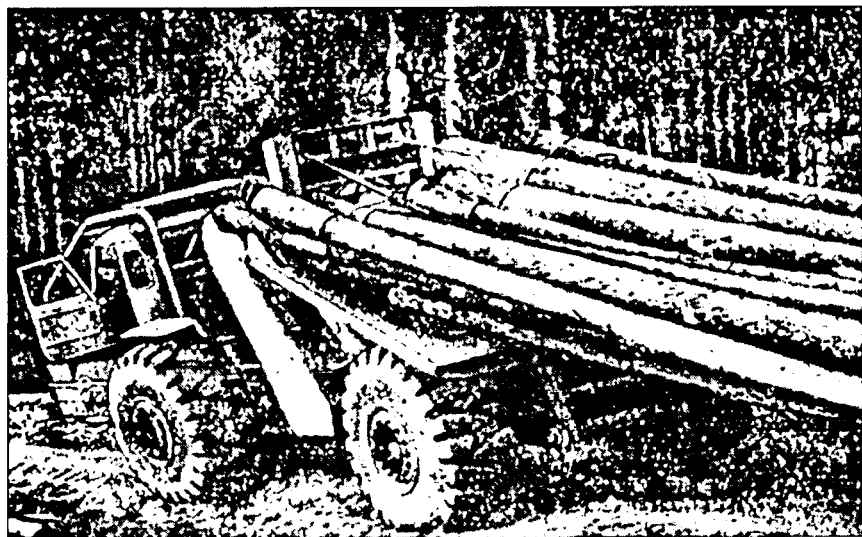


Рис. 10.2. Лесовозная машина МоАЗ-546Г-865

вались одновременно к двум тяговым канатам с двух сторон. После окончания чоковойки обе пачки одновременно подтаскивались двумя барабанами лебедки. Как показали испытания, оснащение тягачей большой мощности двухбарабанной лебедкой дает явное преимущество перед машинами, оборудованными од-
нобарабанной лебедкой:

- лучше формируется пачка при уменьшении нагрузки на тя-
говый канат;
- сокращаются простои машины на пасеке, так как чоковаяки
производится с двух сторон;
- уменьшаются затраты времени на отцепку пачки.

На испытаниях в Гомельском и Бобруйском леспромхозах
СНХ БССР средняя рейсовая нагрузка по снежной целине со-
ставляла 13 м^3 , при трелевке же хлыстов комлями вперед сред-
няя нагрузка составляла 20 м^3 . Средняя рейсовая нагрузка в лет-
ний период составляла $16,5 \text{ м}^3$ при средней скорости движения
 $6,5\text{--}7 \text{ км/ч}$.

В целом же результаты испытаний этих мощных тягачей по-
казали, что использовать их целесообразно в лесах с крупномер-
ными насаждениями. Сбор и погрузка больших пачек мелких
деревьев или хлыстов затруднителен и связан с большими затра-
тами времени [58]. Читатель, наверное, помнит, что об этом мы
уже говорили в разделе 5.



Рис. 10.3. Экспериментальный образец колесного трелевочного
трактора на базе Т-125

Вследствие таких же причин загрузка гусеничных трелевочных тракторов ТДТ-55 и ТТ-4 не превышает 0,5–0,55 номинальной нагрузки машин. Так что вопрос о потребной мощности трелевочного трактора остается открытым, и к нему мы здесь еще вернемся позже.

В те же годы было принято решение создать колесный тягач меньшей мощности. Харьковский тракторный завод в содружестве с Кавказским филиалом ЦНИИМЭ разработал новый тягач Т-127 (кл. тяги 3 т. с.), мощностью 130 л. с. (95,6 кВт) (см. рис. 10.3). Почти одновременно тягач такой же мощности был создан ЦНИИМЭ на базе серийных агрегатов под маркой КТЦ-1 (см. рис. 10.4).

Трелевочный трактор Т-127 был разработан на базе колесного трактора Т-125 общего назначения. Трактор предназначался для трелевки хлыстов в полуподвешенном состоянии. Технологическое оборудование состояло из модернизированной однобарабанной лебедки от трактора ТДТ-40, подвижной стрелы с блоком и щита. В 1966 г. в Братском леспромхозе комбината Братсклес велись производственные испытания двух тракторов К-703 конструкции Кировского завода и одного трактора Т-127 Харьковского тракторного завода. Район проведения – Восточная Сибирь был выбран не случайно. Ее почвенно-грунтовые условия наиболее благоприятны для работы колесных машин. На испытаниях было установлено следующее [59]:

1. Скорость движения колесных тракторов в грузовом и порожнем направлениях по пасечному волоку ограничивается плавностью хода и равна летом и осенью 6,5–7 км/ч, что в 2–2,5 раза

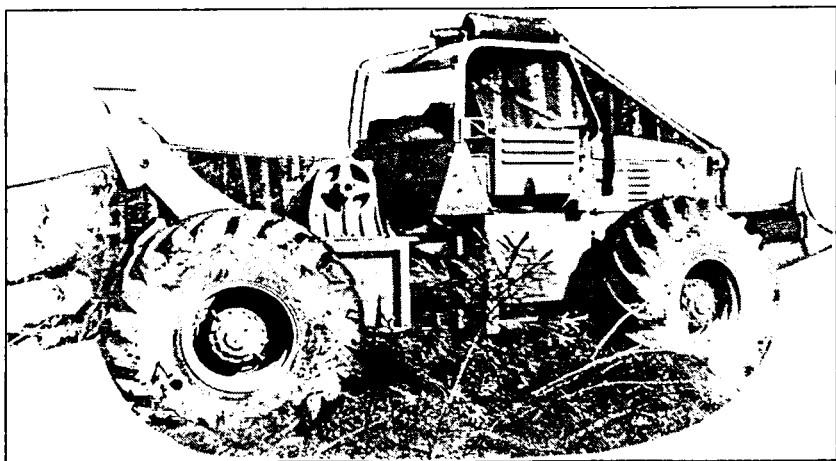


Рис. 10.4. Колесный тягач КТЦ-1

**Краткие технические характеристики
первых отечественных колесных тягачей**

Параметры	Т-210	МАЗ-532	ТТ-1
Мощность двигателя, кВт	220,6	121,3	150,7
Масса эксплуатационная (без груза), т	22	17	22,3
Скорость движения, км/ч	2,8–32,1*	2–45	2,5–40
Продольная база, мм	4000	3000	4500
Колея, мм	2450	2420	2300/4500**
Дорожный просвет, мм	855	570	750
Диаметр шин, мм	2220	1770	1770
Давление воздуха в шинах, МПа	0,1–0,25	0,08–0,25	0,25
Грузоподъемность с прицепом, т	40	25	25
Удельная мощность на тонну массы тягача, кВт	10	7,1	6,8

* Трактор имел шесть передач для движения вперед и три заднего хода.
 ** В числителе – колея передних колес, в знаменателе – задних.

превышает скорость гусеничных тракторов. Увеличению скорости препятствуют естественные препятствия (камни, пни, корни и. т. д.).

2. Летом в сухую погоду проходимость колесных тракторов и их маневренность в условиях лесосеки мало отличаются от тех же показателей гусеничных тракторов.

3. На влажных почвах лучшей проходимостью обладал трактор К-703, у которого была автоматическая блокировка дифференциала (у Т-127 блокировка отсутствовала).

Снежный покров глубиной 40–50 см не препятствует движению тракторов. Предельной глубиной снежного покрова для трактора Т-127 была 70–80 см. При глубине 90 см он полностью терял проходимость. Эта же глубина была практически предельная и для тракторов К-703 (85 см). Кроме того, при движении по глубокому снегу, как и по грязи в распутицу упорный щит, так необходимый при погрузке пачки, создавал дополнительное сопротивление и снижал проходимость.

Тракторы летом и зимой могли преодолевать обособленные неровности (пни или поваленные деревья) высотой до 75 см. В сырую же погоду и зимой, при глубине снежного покрова 40–50 см – деревья диаметром до 25–30 см [62].

4. Недостатками конструкции трактора К-703 являются:

- высокое расположение пачки (приложения силы тяги), что снижает поперечную устойчивость трактора;
- высокое расположение кабины затрудняет частый выход тракториста для оказания помощи чокеровщику;
- отсутствие упорного щита, необходимого при подтягивании пачки (трактор в процессе подтягивания пачки сползает к ней).

5. Сменная производительность колесных тракторов К-703 и Т-127 была выше, чем у трактора ТДТ-75 в среднем на 26 % (К-703) и 16 % (Т-127) при расстояниях трелевки до 500 м. С увеличением расстояний этот показатель резко возрастает.

Таким образом, колесные тракторы в хороших почвенно-грунтовых условиях зарекомендовали себя с лучшей стороны. Позднее Кировский завод совместно с институтом ЦНИИМЭ спроектировали новый колесный тягач.

Основная задача творческих коллективов при проектировании состояла в том, чтобы максимально унифицировать трелевочно-транспортный тягач К-703 с основным трактором К-700, так как это позволило бы быстрее освоить серийное производство тягачей без перестройки производственной базы завода и выпускать с одного конвейера два типа машин.

С целью проверки приемлемости такого решения в 1965–1966 гг. в Сосьвинском леспромхозе Тюменской области проводились испытания колесного сельскохозяйственного трактора К-700. В результате испытаний были выявлены следующие основные недостатки в конструкции сельскохозяйственной машины.

1. В суровых зимних условиях эксплуатации наблюдались частые проколы шин при наезде на препятствия. Это, по мнению исследователей [60], было вызвано недостаточной прочностью корда и потерей эластичности резины при низких температурах воздуха.

2. Неполностью используется мощность двигателя вследствие недостаточного сцепного веса. Это связано с тем, что пачка трелюется (волочится) полностью по поверхности лесосеки. Эти недостатки были устранены при создании лесного унифицированного тягача К-703 (уровень унификации с базовым трактором К-700 достиг 85 %) путем установки специальных шин низкого давления с менее насыщенным протектором и более глубокими почвозацепами, а также арочного технологического оборудования, позволяющего трелевать пачку деревьев в полуподвешенном состоянии. Сцепной вес увеличивается вследствие того, что его дополняют технологическое оборудование и часть силы тяжести пачки.

Испытания опытных унифицированных образцов К-703 проводились в весенне-летний период 1965 г., в Крестецком лес-промхозе. После устранения ряда конструктивных недостатков колесный тягач К-703 был рекомендован к серийному выпуску. Все перечисленные колесные тягачи, за исключением Т-210, конструкции ОТЗ, создавались на базе серийных тракторов или агрегатов автомобильной и тракторной промышленности СССР и шин отечественного производства. Тягач Т-210 за исключением двигателя имел все основные агрегаты оригинальной конструкции, а шины для этого тягача были поставлены французской фирмой Мишелен. Колесный тягач средней мощности КТЦ-1 был изготовлен в конце 1966 г. по проекту ЦНИИМЭ. В 1967 г. он был испытан в одинаковых производственных условиях с тягачом Т-127. В результате испытаний было установлено, что трактор КТЦ-1 по многим показателям (лучшая проходимость и маневренность) был эффективнее Т-127. Преимущество трактору КТЦ давало то, что он был скомпонован из отработанных готовых узлов и агрегатов, выпускаемых автотракторной промышленностью на оригинальной усиленной раме, рассчитанной на эксплуатацию в сложных лесных условиях. Тягач Т-127 был создан на базе сельскохозяйственного трактора Т-125 путем навешивания на него лесотехнического оборудования. Общая компоновка поэтому была подчинена агротехническим требованиям. Сравнение же показателей колесных с гусеничными тракторами ТДТ-75 дало следующие результаты [61]:

- при небольших расстояниях трелевки у колесных тягачей были наибольшие простои;

- при увеличении расстояния трелевки колесные тягачи имели меньшие простои и за счет повышенных скоростей движения показывали более высокую выработку;

- наиболее неблагоприятна для работы колесных тягачей осенняя распутица, когда на отдельных участках волока образуются глубокие колеи: в этих условиях рейсовая нагрузка снижалась до 30 %.

Недостатки, выявленные в процессе испытаний трактора КТЦ-1 плохой доступ к отдельным узлам, отсутствие упорного щита (в результате при погрузке пачки большого объема наблюдалось сползание тягача назад), были учтены при создании нового образца КТЦ-2.

Таким образом, в процесс создания колесных тягачей для лесной отрасли в СССР как видим, включился одновременно целый ряд крупных заводов страны; первые машины отличались

большой мощностью и, соответственно, высоким классом тяги. К сожалению, не все рассмотренные машины были доведены до постановки на серийный выпуск.

Выжили, в основном, не те машины, которые по своим параметрам отвечали в полной мере лесотехническим требованиям и были оригинальных конструкций (Т-210, КТЦ-1), а машины, которые имели в качестве базовых выпускаемые крупными партиями тягачи К-700, Т-150 и т. д.

Основные принципы такого сложившегося положения были заключены в следующем.

1. Во-первых, потребность лесной отрасли в колесных тягачах была незначительной по сравнению с сельским хозяйством и хозяйством страны в целом. В этой связи заводам было невыгодно изготавливать для лесной промышленности небольшие партии машин оригинальных конструкций. Оригинальность конструкции и малая потребность в лесных машинах удорожали во много раз их стоимость.

2. Во-вторых, руководители крупных тракторных заводов страны несли ответственность за выпуск техники для полей, а выпуск лесозаготовительной техники рассматривался как дополнительная нагрузка.

Как уже отмечалось, дальнейшее развитие колесных тягачей происходило в направлении разработки подборщиков пачек после валочно-пакетирующих машин.

Мы рассмотрели процесс создания в нашей стране мощных колесных тягачей для трелевки леса, но в эти же годы шла напряженная работа и по созданию универсальных лесных легких колесных тракторов.

Дело в том, что в послевоенный период в стране все большее внимание стало уделяться комплексной механизации работ в рубках промежуточного пользования, лесовосстановлению и уходу за лесом.

Наибольшим препятствием являлось отсутствие эффективных малогабаритных машин. Практически рубки промежуточного пользования до конца 60-х годов выполнялись вручную, с гужевым транспортом. В целом же по стране в этот период при рубках промежуточного пользования необходимо было заготавливать в год до 20 млн м³ древесины. Поэтому не случайно в конце 1962 г. было принято Постановление Совета Министров РСФСР № 1600 от 13.12.1962 г. о развертывании опытно-конструкторских работ по созданию лесного легкого колесного трактора класса тяги 6 кН высокой проходимости для трелевки древесины при рубках ухода и других лесохозяйственных работ.

Выходу этого Постановления предшествовали поисково-исследовательские работы, проводимые в ЛТА коллективом кафедры проектирования специальных лесных машин под руководством профессора С. Ф. Орлова.

Рассмотрим, вследствие каких же обстоятельств были начаты эти работы?

Одной из причин было то, что кафедра проектирования специальных лесных машин создавалась в 1961 г. на базе кафедры механизации лесного хозяйства и наряду с основной дисциплиной «Проектирование и расчет специальных лесных машин» читались курсы «Машины и оборудование лесного хозяйства» и «Механизация лесохозяйственных работ».

Научная работа кафедры также велась по двум направлениям — создание техники для лесозаготовок и лесного хозяйства.

Второй причиной было то, что после свертывания производства на Онежском тракторном заводе тракторов ТДТ-40М вследствие перехода на более мощную базовую модель (ТДТ-55), лесное хозяйство лишилось мобильного легкого лесохозяйственного трактора Т-47 (кл. 2 т. с.), так как трактор ЛХТ-55 по своим габаритам, массе не мог выполнять ряд лесохозяйственных работ. Попытки заполнить вакуум использованием на лесохозяйственных работах сельскохозяйственных колесных тракторов окончились неудачей вследствие их недостаточной проходимости, маневренности и по своей компоновке не пригодных для установки на них специального лесохозяйственного технологического оборудования.

Для начала поисковых работ по созданию легкого колесного трактора был закуплен зарубежный сельскохозяйственный колесный трактор «Фиат» (колесная ф. 4×4). Трактор имел жесткую (не ломающуюся) раму и четыре ведущих колеса большого диаметра (рис. 10.5). Причем, все колеса были одинакового диаметра и управляемые. Производственные испытания были проведены в условиях учебно-опытных лесхозов Лесотехнической академии. Основной задачей было выявление эксплуатационных возможностей малогабаритной машины на лесохозяйственных работах под пологом леса. Испытания подтвердили перспективность машин такого типа на лесохозяйственных работах. Трактор имел хорошую проходимость и маневренность. В то же время не ломающаяся рама снижала устойчивость трактора при движении на лесосеке. Поэтому было принято решение разрабатывать легкий колесный трактор подобного типа, но с ломающейся (шарнирно-сочлененной) рамой.

Проектирование такого трактора было начато в 1963 году. Новому трактору была присвоена марка Л-101. В качестве базы было использовано самоходное шасси Ш-101 Харьковского завода тракторных самоходных шасси (ХЗТСШ). Трактор имел трехцилиндровый тридцатисильный дизель с воздушным охлаждением.

Рама состояла из двух полурам, соединенных между собой посредством шарнира. Все колеса были ведущие, причем, колеса заднего моста подключались к постоянно ведущим передним автоматически при 5 % буксовании передних. Задний мост трактора был унифицирован с трактором Т-40А. Трактор был оборудован лебедкой, щитом, сборным канатом длиной 100 м и комплектом чокеров. Максимальная рейсовая нагрузка составляла 2,9 м³. Такую пачку трактор уверенно трелевал в полупогруженном состоянии за вершины и за комли по глубокой колее на второй передаче со скоростью 5 км/ч. Производственные испытания проводились в лесхозах Ленинградской и Брянской областей на проходных рубках (рис. 10.6). При трелевке на расстояния до 300 м трактор показал сменную производительность 27 м³ при $V_{ср} = 0,18$ м³.

По результатам испытаний экспериментального образца было принято решение продолжить работы по созданию ЛЛКТ и разработать технические условия и требования на опытные промышленные образцы.

В дальнейшем работы по созданию легкого колесного трактора были продолжены на базе самоходного шасси СШ-28. Новая базовая машина была оснащена двигателем Д-120 Владимирского тракторного завода (30 л.с.). В 1977 г. опытные образцы СШ-28 прошли ведомственные испытания и завод изготовил партию образцов для государственных испытаний, которые успешно проходили в НПО «Силава» (в лесной опытной станции «Калснава»). Трактору была присвоена марка ТЛ-28 (рис. 10.7).

И все же несмотря на то, что трактор ТЛ-28 прекрасно зарекомендовал себя на работах лесхоззяйственного производства, ХЗТСШ отказался от постановки его на серийное производство. В этой связи коллективом кафедры проектирования специальных лесных машин были начаты работы по созданию ЛЛКТ класса тяги 6 кН теперь уже на базе тракторов Владимирского завода. Было разработано и изготовлено в ЭПМ ЛТА несколько макетных и экспериментальных образцов [12] под маркой Т-25АЛ (рис. 10.8) с различным технологическим оборудованием. Испытания образцов проводились в ряде лесхозов Ленинградской области. Были получены неплохие результаты, однако до серийного производства дело так и не дошло. Интересен тот факт, что спустя десяток лет, в 1997 году был издан рекламный проспект

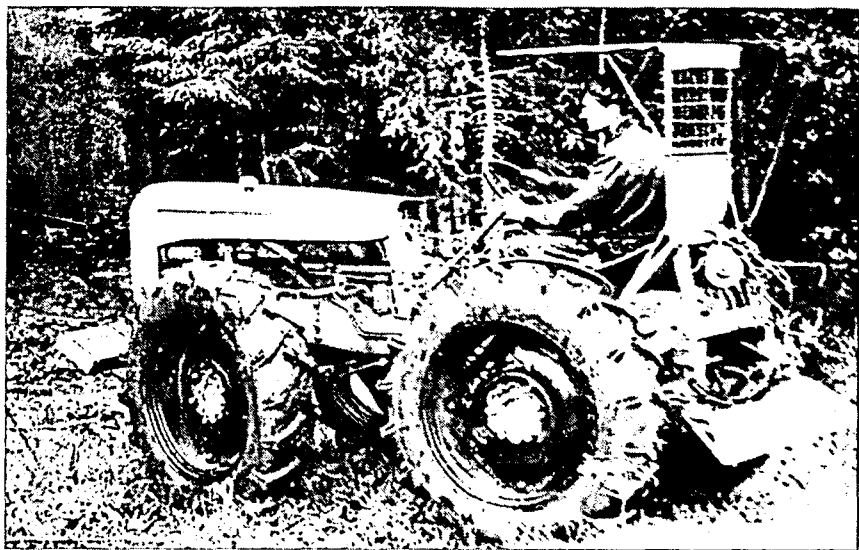


Рис. 10.5. Первый экспериментальный образец легкого лесного колесного трактора



Рис. 10.6. Трактор Л-101 на проходных рубках



Рис. 10.7. Макетный образец трактора ТЛ-28 на испытаниях

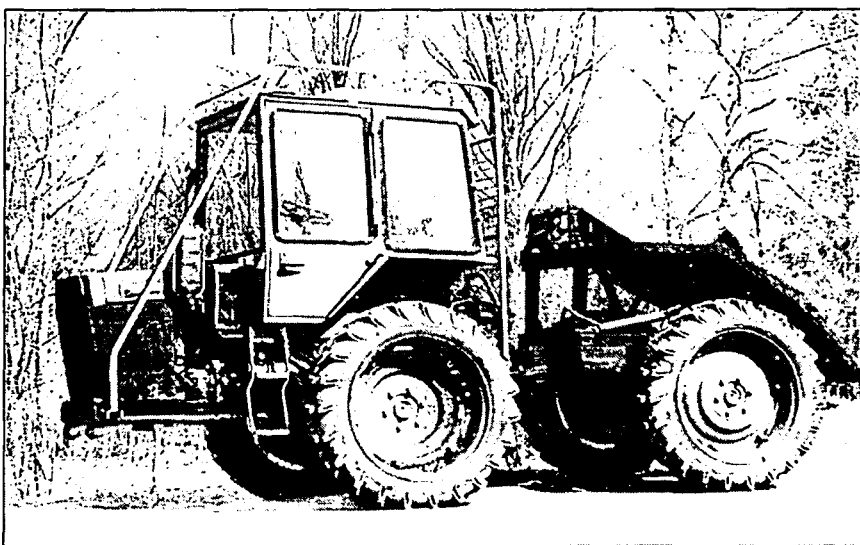


Рис. 10.8. ЛЛКТ Т-25АЛ

АО «УПАК», НПО «Промлес» (разработчик технической документации), где приведена фотография и техническая характеристика универсального малогабаритного колесного трелевочного трактора ЛМТ-3 «Лосенок» (класса тяги 6 кН), выполненного на базе трактора Харьковского завода, но Санкт-Петербургская лесотехническая академия не упоминается, хотя все работы по переоборудованию сельскохозяйственного трактора Харьковского завода в лесной были широко опубликованы в печати [34; 103]. Для сравнения приведем краткие технические характеристики этих машин (см. табл. 10.2).

Как видно из таблицы, технические параметры этих машин практически одинаковы. Они обе были выполнены с ломающимися шарнирно-сочлененными рамами и предназначались для проведения рубок главного и промежуточного пользования.

Кроме колесного, эта же фирма предлагает и малогабаритный гусеничный трелевочный трактор ЛМТ-6. Таким образом, все-таки наработки коллектива кафедры проектирования специальных

Таблица 10.2

Краткие технические характеристики малогабаритных тракторов

Параметры	Т-25 АЛ (ЛТА)	ЛМТ-3 (АО «УПАК»)
Тяговый класс	0,6	0,6
Колесная формула	4 × 4	4 × 4
Двигатель	Д-21	Д-21
Эксплуатационная мощность, кВт (л. с.)	24 (32,6)	18,7 (25)
Удельный расход топлива, г/кВт · ч	258	258
Скорость, км/ч	1,78–9,09	до 25
Тяговое усилие лебедки, кН	20	20
Объем трелеваемой пачки, м ³	1,5	1,5
База, мм	2200	2250
Колея, мм	1500	1810
Клиренс, мм	520	480
Габаритные размеры (с отвалом и трелевочным оборудованием), мм	4500 × 1750 × × 2500	5450 × 2215 × × 2350
Производительность при трелевке древесины до 300 м, м ³ /ч	18–22 м ³ в смену	6,0
Конструктивная масса (с отвалом и трелевочным оборудованием), кг	3000	3400

лесных машин под руководством профессора С. Ф. Орлова не пропали, как говорят, даром. Почти одновременно с работой по созданию легкого колесного трактора в ЛТА велись и опытно-конструкторские работы по созданию колесного лесного трактора класса тяги 0,9 кН на базе сельскохозяйственного трактора Т-40А Липецкого завода.

При разработке трактора ставилась задача, во-первых, максимально унифицировать его с базовой машиной и максимально использовать необходимые дополнительные агрегаты от других серийных тракторов, во-вторых, обеспечить наиболее простую технологию изготовления оригинальных (новых) деталей и узлов. Первые опытные образцы были изготовлены в 1970 и 1971 годах. Трактор так же, как и легкий колесный трактор имел шарнирно-сочлененную раму, в качестве главной передачи заднего моста использовался дифференциал от переднего ведущего моста сельскохозяйственного трактора. Привод на колеса осуществлялся от вала отбора мощности через синхронизирующий редуктор посредством бортовых редукторов, таких же, как и на переднем модуле. Трактор предназначался для использования на рубках ухода, выборочных рубках, лесовосстановлении и на других лесохозяйственных работах. Следует заметить, что в последующие годы профессором С. Ф. Орловым вместо названия задний мост был введен термин «активный полуприцеп». Вызвано это было тем, что со стороны заводов-изготовителей сельскохозяйственных тракторов было много противников, которые из-за малой потребности лесной отрасли в специальных лесных тракторах не хотели связывать себя с его серийным выпуском и всячески препятствовали этому, обосновывая свои доводы необходимостью внесения в серийно выпускаемые тракторы для сельского хозяйства больших конструктивных изменений. Наученный горьким опытом при попытках наладить серийный выпуск ЛЛКТ, С. Ф. Орлов предложил своего рода конспиративный прием – называть трактор не лесным, а сельскохозяйственным в агрегате с активным полуприцепом, то есть предполагалось, что сочетание, базового трактора без изменений с добавлением к нему активного полуприцепа внешне не создает видимости изготовления нового трактора. Конечно, это был камуфляж, и для специалистов не составляло большого труда разгадать этот маневр.

Производственные испытания нового трактора, получившего марку Т-40Л, проводились в 1971 г. в Шапкинском лесничестве Тосненского лесхоза Ленинградской области в зимний период. Средняя сменная выработка на проходных рубках составила

17,85 м³. При испытаниях глубина снежного покрова достигала 50 см. Трелевка осуществлялась хлыстами, преимущественно за вершины. Расстояние трелевки колебалось от 240 до 510 м. В августе 1971 г. один из образцов Т-40Л демонстрировался на Всесоюзной конференции руководящих работников лесного хозяйства в Латвии. Новая машина получила положительную оценку участников конференции. Положительную оценку дали и представители Министерства лесного хозяйства и лесной промышленности Латвии. В дальнейшем трактор проходил производственную проверку на лесной опытной станции «Калснава», где за 50 отработанных смен и 277 часов чистой работы стрелевал 1011 м³ или, в среднем, 20–22 м³ в смену.

Приведем для сравнения данные по производительности используемых в то время в Латвии в тех же условиях сельскохозяйственных тракторов «Беларусь», оснащенных трелевочным приспособлением. Сменная производительность трактора «Беларусь», в целом по Латвии, в 1970 г. составила 12,9 м³. Следует заметить, что в это же время (в начале 1971 г.) здесь же проходили испытания опытные образцы лесохозяйственного трактора Т-80Л, созданного Липецким заводом совместно с институтом ВНИИЛМ на базе трактора общего назначения Т-5. Несмотря на неотработанность ряда узлов, трактор Т-40Л зарекомендовал себя с лучшей стороны и по результатам испытаний.



Рис. 10.9. Трактор Т-40Л на испытаниях

Минлесхозлеспромом Латвии было принято решение об изготовлении в 1972 г. на заводе «Ригалесмаш» опытной партии. Несколько слов о лесном тракторе на базе Т-5. Этот трактор впервые Липецкий завод изготовил в 1965 г. Он был с оригинальной схемой компоновки. Центр тяжести трактора был смещен в сторону передней оси. За кабиной находилась площадка для размещения технологического оборудования. Вначале на базе трактора Т-5 институты ЦНИИМЭ и ВНИИЛМ в творческом сотрудничестве с Липецким тракторным заводом создали трактор-тягач лесной модификации для выполнения большого комплекса лесохозяйственных работ. Первые два макетных образца были изготовлены в 1968 г. и проходили испытания в Загорском лесхозе Московской области. Трактор имел ведущие колеса с индивидуальной подвеской одинакового размера. Причем все колеса были управляемые. При повороте с радиусом кривой более 10 м поворачивались только передние колеса, при более крутом повороте поворачивались и задние колеса, причем более интенсивно, чем передние. Скоростной диапазон был расширен по сравнению с другими сельскохозяйственными тракторами этого класса. Трактор имел пятискоростную, четырехрежимную коробку перемены передач. Режимы были следующие: замедленный, рабочий, транспортный и заднего хода. Благодаря этому, трактор имел 15 скоростей переднего хода (от 2,4 до 42 км/ч) и пять — заднего (от 5,2 до 12 км/ч). Кроме того, установленный ходоуменьшитель позволял иметь дополнительно 12 замедленных скоростей переднего и четыре — заднего ходов. Вследствие индивидуальной подвески колес трактор мог свободно переезжать одним колесом через пни высотой до 400 мм. При этом сцепление остальных колес с почвой не нарушалось. В качестве технологического оборудования применялись — лебедка, упорный щит с блоком, бульдозерный отвал. Трактор получил марку Т-5Л (см. рис. 10.10).

На испытаниях в Загорском лесхозе трактор, по мнению специалистов, себя зарекомендовал неплохо. Особенно на агрегатировании лесного плуга ПКЛ-70 и трелевке. Так, по данным [104], при среднем объеме хлыста до 0,3 м³ производительность трактора Т-5Л на трелевке была выше, чем у ТДТ-40М. Кроме того, благодаря шинам низкого давления и широкого профиля трактор почти не повреждает почвенный покров. В дальнейшем после усовершенствования лесной модификации Т-5Л в направлении создания лесохозяйственной машина получила марки Т-55Л и Т-80Л (см. рис. 10.11). Недостатком перечисленных машин было отсутствие шарнирности рамы с вертикальной осью вращения, что снижало их проходимость и устойчивость.



Рис. 10.10. Трактор Т-5Л



Рис. 10.11. Трактор Т-80Л (Опытный образец)

В конечном итоге, в силу отмеченных недостатков, а также неприемлемой компоновки, лесохозяйственные модели так и остались нереализованными. Судьба же к трактору Т-40Л была более благосклонна. Если не удалось найти завод-изготовитель в Российской Федерации, то эта машина после совместной обработки рабочей документации ЛТА и НПО «Силава» выпускалась небольшими партиями (до 30 машин в год) в Латвии.

Трактор Т-40Л в 1978-79 гг. демонстрировался на ВДНХ СССР и был удостоен двумя серебряными и тремя бронзовыми медалями.

В период 1971-72 гг. на тракторе Т-40Л щит и лебедка были заменены на манипулятор с коником. Модификация получила марку Т-40ЛБ (бесчokerный). Производственные испытания подтвердили работоспособность новой модификации и возможность ее использования на рубках промежуточного пользования. На рис. 10.12 показан опытный образец трактора Т-40ЛБ, а на рис. 10.13 – макетный образец, выполненный на базе Т-40ЛБ с третьей дополнительной активной осью.

В начале 1972 г. в ЛТА на кафедре проектирования специальных лесных машин были начаты работы по созданию универсальной колесной базы одновременно для использования на лесохозяйственных и лесосечных работах. В качестве базовой машины был принят сельскохозяйственный трактор «Беларусь» Минского тракторного завода. Необходимость этой работы заключалась в том, что в этот период неоднократно в Минтрактор-проме ставился вопрос о снятии с производства трактора Т-40А Липецкого завода и таким образом не было уверенности, что лесохозяйственная модификация Т-40Л увидит свет.

При перекомпоновке сельскохозяйственного трактора «Беларусь» в лесную машину возникли большие трудности. Если Липецкий трактор Т-40А имел бортовые редукторы, которые путем поворота вперед по ходу машины позволяли, во-первых, осуществлять перераспределение нагрузки на одноосный модуль (передать ее частично на активный полуприцеп), а во-вторых, уменьшить консоль моторной части при снятых передних колесах малого диаметра, то Минский трактор их не имел. Поэтому при снятии передних колес вся нагрузка трактора (переднего модуля) распределялась на полуоси базовой машины и колеса, что вызывало неуверенность в их надежности. Кроме того, большая консольная моторная часть резко ухудшала проходимость машины.

Профессором С. Ф. Орловым была создана рабочая группа из сотрудников кафедры для решения задачи по перекомпоновке трактора «Беларусь» в лесную модификацию. В связи с тем, что практически сразу в группе возникли глубокие противоречия по решению поставленной задачи, ответственным за «налаживание» работы был назначен автор этих строк, до этого вообще не принимавший участия в разработке колесных машин. Суть противоречий заключалась в том, что С. Ф. Орлов, понимая, что если значительно усложнить конструкцию лесного трактора за счет использования при перекомпоновке агрегатов с других машин или разработки новых сборочных базисных единиц, то машина, несмотря на хорошие параметры, будет обречена вследствие большой стоимости и при малой потребности в ней вряд ли увидит свет. В этой связи С. Ф. Орлов предложил вариант перекомпоновки, предусматривающий смещение колес посредством установки дополнительной оси под моторной частью, а передачу крутящего момента на колеса с полуосей трактора предложил осуществлять с помощью цепной передачи. Противником такого решения был А. Н. Жингаровский, предлагавший вариант перекомпоновки с установкой вместо коробки передач базовой машины совершенно новой базисной единицы – раздаточной коробки. Безусловно, установка специально разработанной раздаточной коробки сразу решала многие вопросы: можно было получить хорошую тягово-скоростную характеристику машины, перераспределить нагрузку по колесам и уменьшить консоль моторной части, то есть, практически, решить все проблемы. Минусом было создание новой базисной единицы (от базовой машины оставались мотор, кабина и колеса), что было не реальным в условиях сравнительно небольшой потребности в такой машине (примерно 1000 штук в год).

Понимая, что трактор, все же – не велосипед и цепная передача вряд ли будет надежна в эксплуатации, а также то, что создавать практически новую машину по варианту А. Н. Жингаровского нецелесообразно, мною совместно с С. Ф. Орловым был предложен третий вариант перекомпоновки, суть которого заключалась в снятии передних колес серийного трактора «Беларусь» и установке на полуоси заднего моста дополнительных редукторов для смещения задних колес вперед по ходу машины. Этот вариант и был реализован в 1974 г. в мастерских ЛТА в виде макетного образца на базе трактора МТЗ-50 ПЛ (рис. 10.14).

В качестве бортовых передач были использованы редукторы от автогрейдера, которые были подвергнуты незначительной переделке для привода лишь одного колеса, а не двух, как у автогрейдера. На активном полуприцепе были установлены бортовые редукторы от Липецкого трактора Т-40А. Главная передача (дифференциал) также была от переднего моста трактора Т-40А.

Предварительные испытания макетного образца проводились в условиях Охтенского лесхоза Ленинградской области. Машина уверенно осуществляла трелевку пачки деревьев объемом 3,5–4,0 м³. В дальнейшем, на тракторе было установлено манипуляторное технологическое оборудование (манипулятор и коник) и испытания продолжены в производственных условиях Лисинского учебно-опытного лесхоза Ленинградской области (рис. 10.15).

В период 1976–79 гг. был разработан и изготовлен в металле на базе сельскохозяйственного трактора МТЗ-80 новый образец, но уже сортиментовоз (рис. 10.16). После предварительных испытаний машина была передана институту КарНИИЛП (г. Петрозаводск), где на ней был установлен манипулятор «Фискарс». Особенностью нового образца было то, что вместо бортовых редукторов от автогрейдера были установлены редукторы от крутосклонной модификации трактора «Беларусь». Производственные испытания проводились в условиях Карелии в период 1983–84 гг. в Петрозаводском мехлесхозе и Ладвинском леспромхозе, а также на лесной опытной станции «Калснава» НПО «Силава» и Юрмальском леспромхозе Латвийской ССР. В целом результаты испытаний показали, что машина работоспособна, хорошо вписывается в технологический процесс рубок ухода с заготовкой сортиментов. Было принято решение о разработке опытного образца подборщика-сортиментовоза.

В дальнейшем институт КарНИИЛП вследствие того, что крутосклонная модификация трактора «Беларусь» была снята с производства и бортовые редукторы не стали выпускаться, вынужден был перейти на безредукторную схему одноосного модуля. В качестве главной передачи и бортовых редукторов активного полуприцепа была использована от автогрейдера ДЗ-143 тележка в сборе.

В этой работе кроме КарНИИЛПа и ЛТА принимали участие НПО «Силава» и институт ВПКИлесмаш (г. Майкоп). Новой машине была присвоена марка ЛТ-189 (рис. 10.17). В 1987 г. сортиментовоз ЛТ-189 прошел приемочные испытания и был рекомендован к серийному выпуску. Таким образом, в стране было положено начало созданию машин для сортиментной заготовки древесины.



Рис. 10.12. Бесчokerный лесохозяйственный трактор Т-40ЛБ



Рис. 10.13. Трехосный макетный образец на базе Т-40ЛБ



Рис. 10.14. Макетный образец лесного трактора на базе МТЗ-50ПЛ



Рис. 10.15. Лесопромышленный трактор на базе «Беларусь»
(бесчокерный вариант)



Рис. 10.16. Макетный образец сортиментовоза на базе сельскохозяйственного трактора МТЗ-80

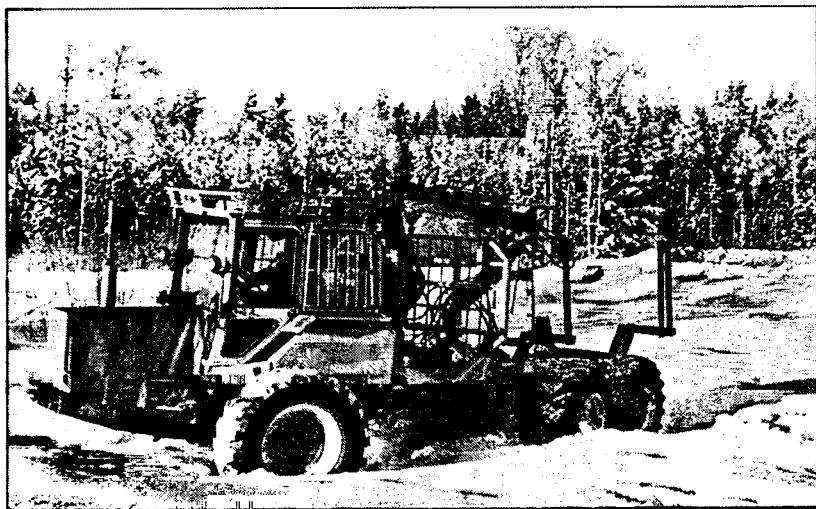


Рис. 10.17. Сортиментовоз ЛТ-189

В период 1987–93 гг. Петрозаводским ремонтно-механическим заводом были изготовлены партии колесных машин на базе трактора МТЗ-80: трелевочный трактор с манипулятором ЛТ-190 (рис. 10.18), погрузочно-транспортная машина ЛТ-189 и сучко-резно-раскряжевочный процессор ЛО-123.

Позже в Белорусском технологическом институте был разработан на базе сельскохозяйственного трактора МТЗ-82В бесчokerный трактор с колесной формулой 4х4, включающий энергетический модуль и полуприцеп с активной осью, унифицированный с задним мостом автомобиля МАЗ-509 с установкой шин от трактора Т-157. В качестве технологического оборудования был использован отечественный гидроманипулятор ЛВ-184 (грузовой момент 50 кН·м) и зажимной коник от трелевочного трактора ТБ-1. Машина могла трелевать пачку до 6 м³ со скоростью 8 км/ч.

Затем на базе трактора МТЗ-82В минчанами была разработана погрузочно-транспортная машина «Беларусь» МЛПТ-354, имеющая также колесную формулу 4х4 (рис. 10.19). Машина была предназначена для сбора, погрузки, транспортировки по лесосекам и волокам сортиментов. Грузоподъемность машины составляла 5000 кг, эксплуатационная масса – 9000 кг.

Из работ последних лет наиболее интересными являются разработки НПО «Силава», объединения Ленлес и ЦНИИМЭ.

В НПО «Силава» на базе колесного трактора Т-40Л были разработаны подборщики сортиментов ПС-0,75 и ПС-1,5 (1986 г.). Они использовались для рубок ухода за лесом. В качестве технологического оборудования применялась арочная П-образная стрела с грейферным захватом. Размещение сортиментов у ПС-0,75 осуществлялось на задней полураме между порталом, а у ПС-1,5 – позади задних колес, с упором в специальный щит.

Объединением Ленлес совместно с финской фирмой Валмет Офф Род в 1990 г. на базе отечественного трактора ЭСВМ-7, оснащенного широкопрофильными шинами, была создана система машин «Софит», включающая валочно-сучкорезно-раскряжевочную машину («Софит-Х») и форвардер («Софит-4Ф»). Машины были созданы для сортиментной технологии лесопользования.

Производство этих машин было организовано на Ленинградском ремонтно-механическом заводе. В ЦНИИМЭ был разработан экспериментальный образец сортиментовоза МЛ-49 с гидроманипулятором Фискарс-65. Сортиментовоз МЛ-49 включал колесное шасси на базе трактора К-703 с удлинённой рамой, tandemную тележку «Локомо 930/933» (производства финской фирмы «Раума – Реппола»). В качестве технологического оборудования ис-



Рис. 10.18. Трелевочный трактор ЛТ-190

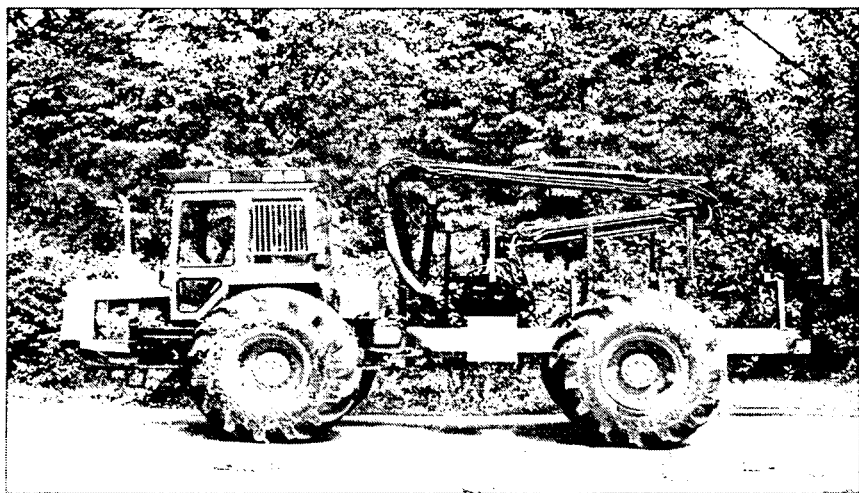


Рис. 10.19. Погрузочно-транспортная машина МЛПТ-354

пользовался гидроманипулятор. Колеса тележки при необходимости могли быть оборудованы легкосъёмными гусеницами. Испытания сортиментовоза проводились в Крестецком опытном леспромхозе Новгородлеспрома. Производительность сортиментовоза составила $14 \text{ м}^3/\text{ч}$ при среднем расстоянии трелевки 350 м. Средняя рейсовая нагрузка составила $10,2 \text{ м}^3$. Проходимость сортиментовоза была оценена как удовлетворительная.

В 1991 году в ЦНИИМЭ [101] были проведены научно-исследовательские работы по обоснованию параметров трехосного колесного лесопромышленного трактора, предназначенного для использования в качестве базы многооперационных лесозаготовительных машин. С целью опытной проверки были изготовлены и испытаны экспериментальные образцы трактора-сортиментовоза МЛ-33 (рис. 10.20) и трелевочной машины МЛ-34 (рис. 10.21) на базе трехосного лесопромышленного шасси МЛ-32. Основные параметры этих машин:

- среднее удельное давление под передними колесами – 125, под задними – 150 кПа (оборудованных гусеницами – 40 кПа);
- скорость движения 2,9–37 км/ч;
- давление в системе гидропривода 16 МПа;
- дорожный просвет под передним мостом 500 мм, под задним – 750 мм.

Исследования проводились в Крестецком леспромхозе Новгородлеспрома.

Трехосное шасси МЛ-32 разработано на базе переднего модуля трактора Т-157 и tandemной тележки «Локомо 930/933» (производство финской фирмы «Раума-Реппола»). Для повышения проходимости и снижения давления на грунт колеса могут оборудоваться легкосъёмными гусеницами.

Эксплуатационные испытания сортиментовоза МЛ-33 проводились в летне-осенний период при заготовке сортиментов в лесах Усть-Волмского и Жаровского лесничеств Крестецкого ЛПХ.

В результате испытаний было установлено, что при использовании трактора Т-157 в качестве базы трехосного лесопромышленного шасси требуется существенная доработка конструкции с целью повышения надежности и обеспечения требований безопасности и эргономики.

В последние доперестроечные годы также были разработаны и изготовлены ряд машин совместного производства: СССР и ЧССР – сучкорезно-раскряжевая ЛО-115 на базе чехословацкого колесного трактора ВКС-160, мощностью 118 кВт; СССР и

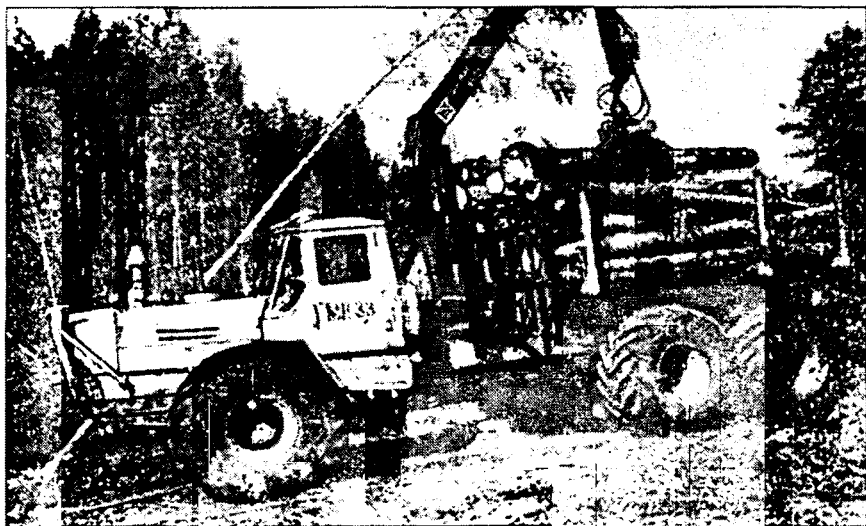


Рис. 10.20. Трактор-сортиментовоз МЛ-33



Рис. 10.21. Трелевочная машина МЛ-34



Рис. 10.22. Сортиментовоз «Амкодор 2661»

ГДР – валочно-пакетирующая машина СФМ-20, предназначенная для выборочной валки и трелевки леса при рубках ухода. Базой ВПМ служило специальное колесное шасси с четырьмя ведущими колесами.

Заслуживает внимание, разработанный в настоящее время сортиментовоз «Амкодор 2661» (республика Беларусь, см. рис. 10.22).

Форвардер транспортирует за один рейс 13–17 м³ сортиментов длиной до 6,5 м. Машина оснащена манипулятором грузоподъемностью 540 кг. Дорожный просвет в 600 мм обеспечивает хорошую проходимость.

Для хлыстовой технологии конструкторами ОАО «Амкодор» разработаны: тягач трелевочный с манипулятором «Амкодор 2243» и тягач для чокерной трелевки «Амкодор 2243 В». Объем трелеваемой пачки достигает 10 м³.

Основные выводы

1. Опыт создания и производственной эксплуатации колесных машин различных классов показал, что колесные лесопромышленные тракторы и многооперационные машины, выполненные на их базе, могут эффективно использоваться в ряде лесозаготовительных районов страны.

2. По сравнению с гусеничными колесные тракторы более универсальны, так как могут с успехом работать как в условиях лесосеки, так и на дорогах общего пользования.

3. Колесные машины более производительны вследствие более высоких скоростей движения. При этом условия работы трактористов более комфортны.

4. Основным недостатком колесных лесопромышленных тракторов является более низкая по сравнению с гусеничными проходимость в условиях движения на лесосеке. В то же время проходимость колесных машин может быть повышена за счет использования цепей противоскольжения, съемных гусениц, а также применения специальных лесных шин.

11. МАШИНЫ ДЛЯ ОБРЕЗКИ СУЧЬЕВ

Исторически вопросами создания машин и механизмов для обрезки сучьев начали заниматься значительно позже по сравнению с механизацией операций срезание-валка дерева и трелевка пачки. Причем вначале конструкторы пошли по пути замены топора при обрубке сучьев ручным моторным инструментом или, как его называли впоследствии, электросучкорезками и бензосучкорезками.

Еще в 1936 году, в Архангельском лесотехническом институте (АЛТИ) был создан первый образец дисковой сучкорезки, приводимой в движение электродвигателем через гибкий вал, но его испытания не дали положительного результата.

В 1946 году ЦНИИМЭ разработал цепную электросучкорезку. В том же году ЛТА предложил сучкорезку снабженную фрезой. Однако лишь применение электродвигателей повышенной частоты тока позволило приблизиться к решению задачи по механизации обрубке сучьев. После того, как в отрасль удалось внедрить электропилу ЦНИИМЭ-К5, были развернуты работы по созданию легких электросучкорезок.

Почти одновременно было разработано несколько типов дисковых и цепных сучкорезок на базе электродвигателей повышенной частоты тока.

В 1953 году была принята к серийному производству сучкорезка ЦНИИМЭ – РЭС-1. АЛТИ создал дисковые электросучкорезки «Север», затем совместно с ЦНИИМЭ – «Север-2» и «Север-3».

К недостаткам сучкорезки РЭС-1 следует отнести широкий пропи́л (8–9 мм), требующий применения двигателя значительной мощности (1,5–1,7 кВт), а также сложность и малый срок службы пильного диска.

Достоинством сучкорезки «Север» являлось простота их изготовления, малая ширина пропи́ла (2,5–3,0 мм), относительно малая масса и экономичное потребление электроэнергии.

Краткая техническая характеристика электросучкорезок

Параметры	РЭС-1	РЭС-2	РЭС-6
Годы изготовления	1954–1955	1956–1958	1968
Выпуск	Серийный	Серийный	Серийный
Мощность, кВт	1,3	1,7	1,8
Масса, кг	8,1	8,8	6,3
Тип пильного аппарата	Дискокольцо- вый	Дискокольцо- вый	Цепной консольный
Скорость резания, м/с	23	23	16,6
Диаметр сучка, мм	120	120	150

Недостатком – максимальный диаметр сучка меньше половины диаметра пильного диска.

В 1957 году к серийному выпуску была принята сучкорезка ЦНИИМЭ – РЭС-2 (модернизированная РЭС-1).

Внедрение на лесосечных работах бензиномоторных пил «Дружба» поставило вопрос о необходимости создания бензосучкорезок.

Первые бензосучкорезки, выполненные на базе бензопил, стали применять в 1968–69 гг. Это были бензиномоторные сучкорезки РБС-50М и БС-1. Основное их назначение было – обрезка сучьев с поваленных деревьев, но впоследствии их стали использовать и на рубках ухода за лесом. Мощность двигателя бензиномоторной сучкорезки БС-1 составляла 2,2 кВт, масса – 7,25 кг. Использование бензосучкорезок БС-1 повысило производительность труда рабочих в 2–2,5 раза по сравнению с обрезкой (обрубкой) сучьев топорами. Одновременно были установлены и недостатки:

- повышенная опасность от пильного аппарата, находящегося в непосредственной близости от работающего;
- длительный контакт моториста с работающей пилой;
- высокий уровень шума и вибрации.

В силу этих недостатков рабочие неохотно использовали бензосучкорезки, а предпочитали производить обрубку сучьев топором.

Несколько раньше ручных бензосучкорезок заводом Свердловлесмаш в 1967 г. начали выпускаться самоходная машина для обрезки сучьев СМ-2 (рис. 11.1) и стационарные установки ПСЛ-2 и МСГ-2 для обрезки сучьев на нижних складах. Машина СМ-2 была предназначена для очистки деревьев от сучьев диаметром в комле до 70 см и длиной до 30 м. Режущие органы машины обеспечивали

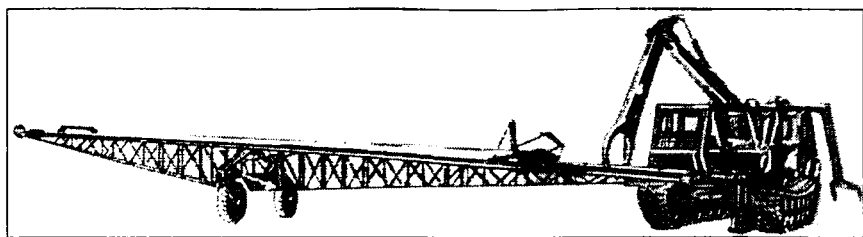


Рис. 11.1. Машина для обрезки сучьев СМ-2

высококачественную обрезку сучьев диаметром до 20 см при кривизне ствола до 15 %. Технологическое оборудование машины состояло из манипулятора с захватом, режущих органов, механизма для уборки срезанных сучьев и кабины оператора. Кроме того, на базовом тракторе ТДТ-55 или ТТ-4 монтировался протаскивающий механизм. Машина имела массу 18,7 т. Сменная производительность при среднем объеме хлыста $0,4 \text{ м}^3$ находилась в пределах 140 м^3 .

Внедрение одной машины СМ-2 высвобождало 4–5 рабочих. К 1973 г. на лесозаготовках уже работало более 600 машин. В наиболее благоприятных условиях (елово-пихтовые насаждения) и при четкой организации работ они заменяли 8–10 обрубщиков сучьев [76]. Существенным недостатком машины СМ-2 вследствие громоздкой многометровой фермы была недостаточная мобильность, из-за чего подлежащие обработке пачки деревьев подавались к машине с помощью других средств (трелевочными тракторами или челюстными погрузчиками). Это отвлекало эти машины от основной работы и снижало общую эффективность работы машины СМ-2. В последующих конструкциях машин для обрезки сучьев разработчики отказались от громоздкой прицепной фермы, заменив ее поворотной стрелой с расположенными на ней, по ее концам, сучкорезной и приемной головками (машина ЛП-30 «Луч-2»).

Положительный эффект от внедрения машины с поштучной обработкой деревьев нацелил конструкторов на создание самоходной машины для групповой очистки, то есть одновременно всей пачки деревьев от сучьев. Такая машина была создана в 1968 г. институтом СибНИИЛП и Абаканским механическим заводом. Интересен тот факт, что очистка деревьев от сучьев производилась без сброса пачки со щита или коника.

Устройство для срезания сучьев с пачки деревьев устанавливалось впереди трелевочного трактора (рис. 11.2) и шарнирно закреплялось на раме. Подъем и опускание навесного оборудования

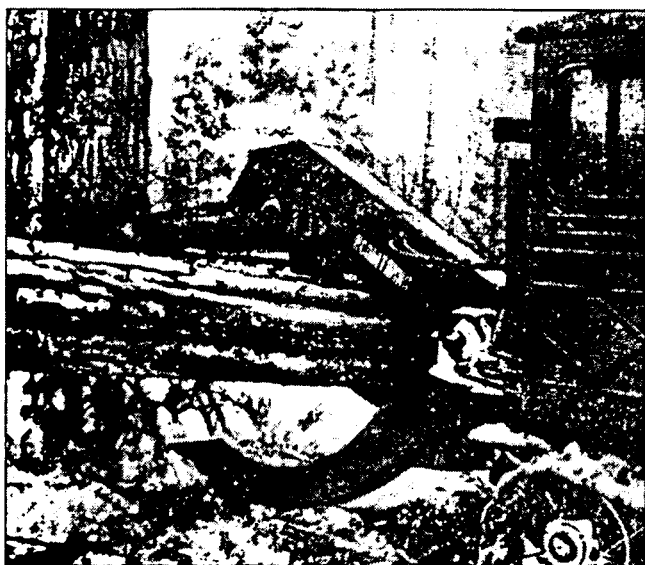


Рис. 11.2. Самоходная машина для очистки стволов от сучьев

осуществлялось одним гидроцилиндром. Ножи приваривались непосредственно к клещевым захватам. Протаскивание пачки деревьев осуществлялось трелевочным трактором. Машина обеспечивала предварительную обрубку сучьев с пачки деревьев в зимнее время до 90 %, а в летнее – 60–75 %. Время обработки одной пачки составляло 1–1,5 мин. Несмотря на высокую производительность, вследствие того, что все-таки после машины требовалась доочистка стволов, этот тип машин в дальнейшем не получил распространения. Подобно машине СМ-2, на базе трактора ТТ-4 была создана передвижная машина ЛО-72. На передовых предприятиях у лучших машинистов выработка на машино-смену достигала 180 м³ [47]. Позднее, на базе трелевочного трактора ТДТ-55 была разработана и поставлена на серийный выпуск (1997 г.) машина ЛП-30 «Луч-2» (Сыктывкарский механический завод) (рис. 11.3). Вследствие того, что эти машины имели недостаточную надежность, они были постепенно заменены более совершенной модернизированной машиной ЛП-30Б, у которой сменная производительность достигала 120–130 м³ при средней продолжительности обработки одного дерева 38–40 с. После приемочных испытаний машина ЛП-30Б в 1978 г. была рекомендована к серийному выпуску, а в первом квартале 1979 г. начала выпускаться. В 1979 г. было выпущено 527 таких машин, а всего

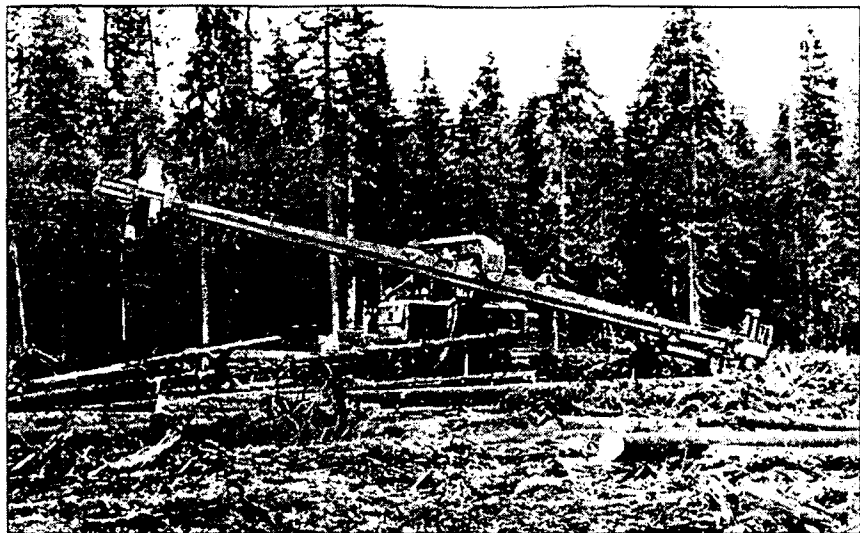


Рис. 11.3. Машина для обрезки сучьев ЛП-30

на лесозаготовках эксплуатировалось в этот период более 2000 машин ЛО-72 и ЛП-30Б.

Практика использования машин для обрезки сучьев показала, что для механизации этой технологической операции необходимы три типа: для мелкого леса – до $0,35 \text{ м}^3$, для среднего леса –

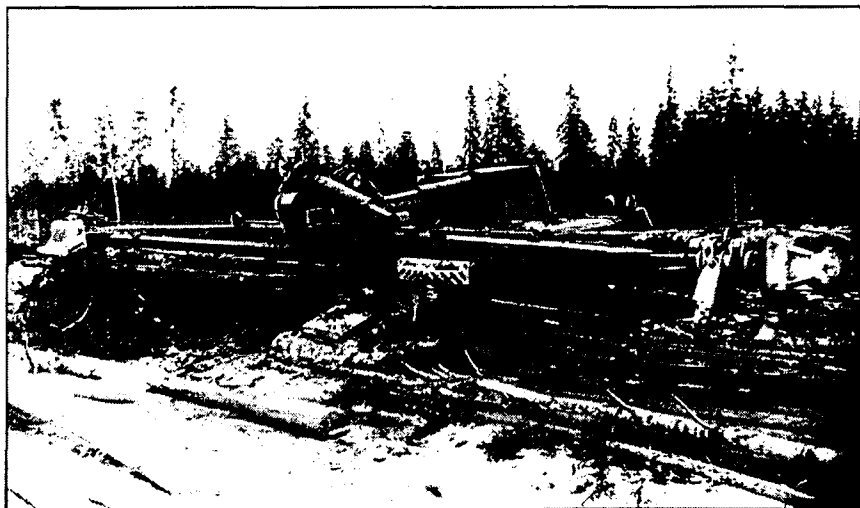


Рис. 11.4. Машина ЛП-30Г

до 0,3–0,8 м³ и для крупного – свыше 0,8 м³. Для решения этой задачи на базе трактора ТТ-4 были разработаны и переданы для серийного производства в 1980 г. новые машины ЛП-33 и ЛП-51. Машина ЛП-51 выполнена на базе трактора ТТ-4 и включала технологическое оборудование, состоящее из поворотной платформы, оснащенной гусеничным протаскивающим устройством, выдвижной балки с захватно-сучкорезной головкой и лотка для поддержания хлыстов при протаскивании (см. рис. 11.5). Первые два опытных образца ЛП-51 были изготовлены Свердловским заводом лесного машиностроения в 1979 г. и прошли испытания в условиях Оленинского леспромхоза ЦНИИМЭ и Кондопожского леспромхоза Кареллеспрома. Были достигнуты хорошие показатели. Так, сменная производительность достигала 277 м³ при среднем цикле обработки одного дерева 32 с. Машина по результатам испытаний была рекомендована к постановке на серийный выпуск.

Для работы в лесонасаждениях со средним объемом 0,55–1,0 м³ была разработана машина ЛП-33 также на базе трелевочного трактора ТТ-4 (рис. 11.6).

Опытные образцы показали максимальную производительность до 260 м³ при среднем цикле обработки одного дерева 45 с. Машина также была рекомендована к серийному производству.

Наряду с хорошими показателями по производительности, в новых машинах были недоработки качественного характера. Так, в статье председателя облправления НТО Тюменьлеспром Г. А. Минина [25] отмечается, что машина ЛП-33 плохо обрезает сучья с деревьев лиственных пород, особенно летом, поэтому механизаторам приходится заниматься дообрезкой сучьев бензопилами. Имелись нарекания и на недостаточную надежность привода механизма подачи и канатоблочной системы у машины ЛП-30Б. В этой связи, машина ЛП-30Б была модернизирована в 1988 году и получила марку ЛП-30Г (см. рис. 11.4).

В середине 80-х гг. в стране наметилась тенденция постепенного отхода от технологии, основанной на заготовке деревьев и хлыстов, и частичному переходу на сортиментную заготовку. Это было вызвано рядом причин, одной из которых являлось ежегодное увеличение расстояния вывозки и выходом при транспортировке древесины на дороги общего пользования, на которых вступает в действие ограничение на груз по габаритам. В этой связи и была сделана попытка передать технологическую операцию раскряжевка ствола вначале машинам для обрезки сучьев, а позже – исключить из перспективных систем машин и саму машину для обрезки сучьев, передав ее функции уже валочно-пакетирующей машине.

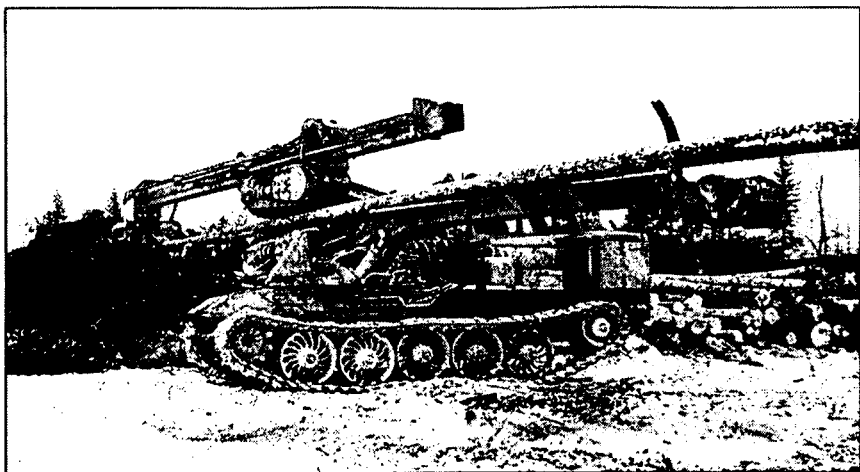


Рис. 11.5. Машина для обрезки сучьев ЛП-51

Впервые же разработка сучкорезно-раскряжевочных установок началась на лесозаготовительных предприятиях, когда рационализаторы попробовали расширить диапазон применения машин для обрезки сучьев. Так, в объединении Комсомольсклес и Амгуньском леспромхозе на базе машины ЛП-33 была создана сучкорезно-раскряжевочная установка. На стреле сучкорезной

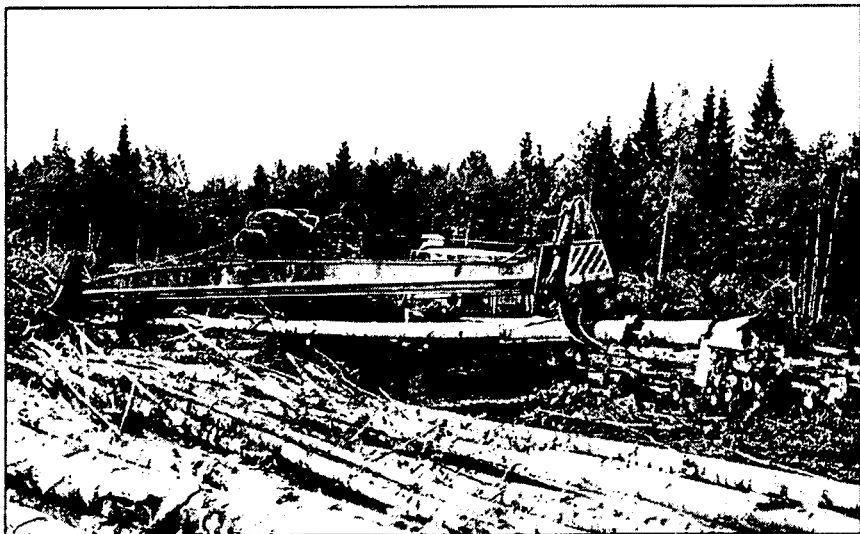


Рис. 11.6. Очистка стволов деревьев от сучьев машиной ЛП-33А

машины вместо приемной головки было установлено захватно-срезающее устройство машины ЛП-49. После захвата комля дерево протаскивается до упора, сучья обрезаются и уже хлыст в течение нескольких секунд распиливается на сортименты, которые укладываются в штабеля.

На стадии освоения сменная производительность достигала 120 м³. Этот опыт был рассмотрен и затем головным институтом ЦНИИМЭ совместно с КомиГипроНИИЛеспромом, Сыктывкарским механическим заводом, Свердловским лесозаготовительными объединениями были начаты работы над созданием таких машин.

В сжатые сроки на базе гусеничных самоходных машин для обрезки сучьев были разработаны и рекомендованы к серийному производству сучкорезно-раскряжевные машины ЛО-120 на базе трактора ТДТ-55А, ЛО-126 на базе ТТ-4, и ЛО-123 на колесной базе.

Машины ЛО-120 и ЛО-126 были предназначены для работы преимущественно в хвойных лесах соответственно при среднем объеме хлыста 0,14–0,4 и 0,3–0,8 м³. Максимальный диаметр срезаемых сучьев – соответственно 15 и 20 см.

ЛО-123 была сдана в серийное производство в 1986–1990 гг. (разработчик КарНИИЛП). Базой являлось трехосное колесное шасси с использованием в качестве энергетического модуля трактора МТЗ-80. Машина предназначена для подтаскивания поваленных деревьев (при несплошных рубках и рубках ухода за лесом), обрезки сучьев и раскряжевки хлыстов с автоматическим отмером длин сортиментов, окучивания и частичной сортировки по длинам, а также для сбора порубочных остатков и укладки их на волок. Кроме этих машин были также изготовлены опытные образцы сучкорезно-раскряжевной машины с программным управлением на базе самоходной машины для обрезки сучьев ЛП-33А.

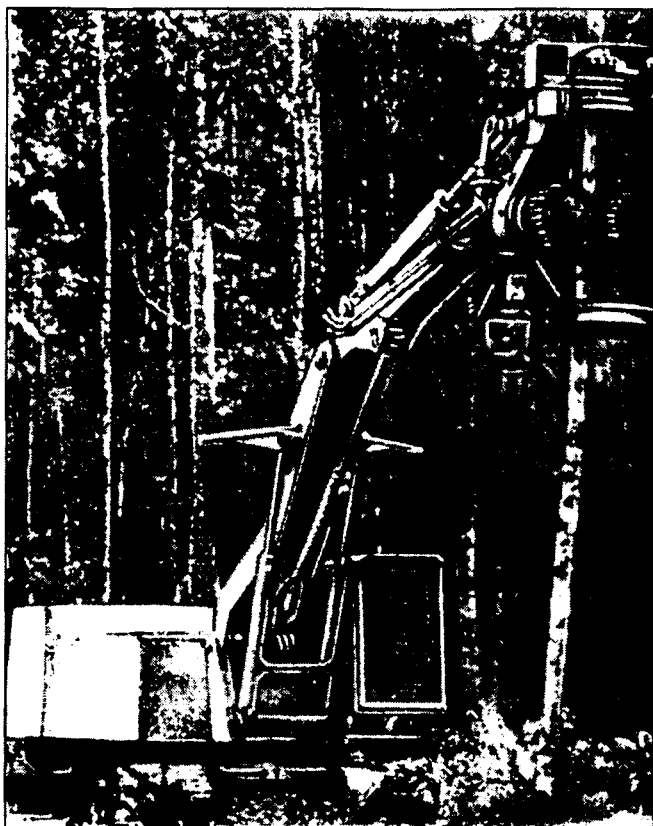
Первая попытка по привлечению многооперационных машин к очистке деревьев от сучьев и раскряжевке была сделана еще раньше, в 1977–78 гг., когда на базе трелевочного трактора ЛП-18А была разработана для нижних складов с небольшим грузооборотом сучкорезно-раскряжевная машина ЛО-76. Машина имела сучкорезную ножевую головку и дисковую пилу для раскряжевки хлыстов на длиномерные сортименты. В начале 90-х годов в ЛТА под руководством профессора К. Н. Баринаова велись поисковые работы по созданию многооперационной машины для заготовки сортиментов при рубках ухода за лесом. В качестве базы ис-

пользовался малогабаритный колесный трактор Т-25 с шарнирно-сочлененной рамой. На тракторе был установлен манипулятор, на рукоять которого навешивалась сучкорезно-раскряжевочная головка. Ввиду незначительной грузоподъемности манипулятора процесс заготовки сортиментов осуществлялся следующим образом: сучкорезно-раскряжевочная головка фиксировалась на дереве на высоте, равной длине заготавливаемых сортиментов, затем производилось перерезание ствола с последующим некоторым его смещением. После чего включением протаскивающего устройства (рябук) дерево (его оставшаяся часть) перемещалось вниз на заданную длину сортимента и вновь перерезалось. При этом в процессе его перемещения производилась очистка ствола от сучьев с помощью ножей. Последней срезалась комлевая часть ствола при опущенной к его основанию сучкорезно-раскряжевочной головке. Недостатком такого подхода к решению проблемы было то, что для подбора готовых сортиментов требовалась другая малогабаритная машина.

Такая идея была апробирована на единственном макетном образце, но ввиду отсутствия дальнейшего финансирования, работа была прекращена. Для сортиментной заготовки древесины при сплошных рубках и выборочных институтом ЦНИИМЭ, как уже отмечалось ранее, на базе серийно выпускаемой валочно-пакетирующей машины ЛП-19А была разработана валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина МЛ-20, а на базе трелевочного трактора ТТ-4М валочно-сучкорезно-трелевочная машина МЛ-55 (рис. 11.7 и 11.8). Были изготовлены опытные образцы, проведены испытания, но этим все и закончилось – до серийного выпуска дело так и не дошло. Такая же судьба постигла и валочно-сучкорезно-трелевочную машину МЛ-45, выполненную на базе колесного трактора Т-151К, превращенного в высокопроходимый ЭСВМ-7 («Софит»).

Производительность этой машины по комплексу работ (валка, обрезка сучьев, трелевка) за 1 час чистого времени при среднем объеме дерева $0,5 \text{ м}^3$ и расстоянии трелевки до 300 м составляла $12,5 \text{ м}^3/\text{ч}$. Наибольший диаметр срезаемого дерева в месте пропила составлял 0,65 м, сучьев – 0,15 м.

Машина ЛП-30Г и созданная на ее базе сучкорезно-раскряжевочная машина ЛО-120 были заменены в последнее время универсальной машиной для обрезки сучьев СМ-33. Машина была предназначена для обработки хлыстов, сортиментов и немерных балансов. При необходимости она могла быть трансформирована с минимальными затратами в валочную, валочно-сучкорезную, ва-



**Рис. 11.7. Валочно-сучкорезно-раскряжевочная
машина МЛ-20**

лочно-сучкорезно-раскряжевочную. В 1997 г. в ЦНИИМЭ были разработаны валочно-пакетирующие машины, которые могли работать не только в качестве ВПМ, но и в качестве харвестеров. Для работы в качестве гусеничного харвестера использовались ВПМ ЛП-19А, на манипуляторе которой навешивалась валочно-сучкорезно-раскряжевочная головка (ВСРГ). Подобная работа в настоящее время ведется и на машине МЛ-125 на базе ВПМ ЛП-60. На колесной базе ЦНИИМЭ совместно с АО «Велмаш» разработали харвестер МЛ-72, который может также работать в качестве форвардера. В этом случае машина оснащается пачковым захватом и прицепом. В качестве базовых машин используются тракторы Т-150К или Т-157Н.

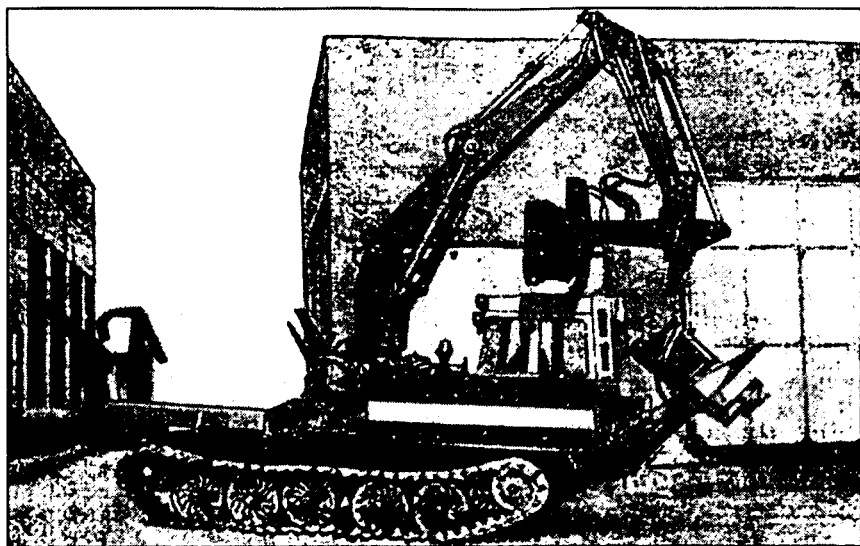


Рис. 11.8. Валочно-сучкорезно-трелевочная машина МЛ-55

В харвестерном варианте машина оснащается валочно-сучкорезно-раскряжевочной головкой. Головка рассчитана на максимальный диаметр среза 50 см. Наибольший диаметр в зоне срезания сучьев – 40 см, наименьший – 6 см. Скорость протаскивания – до 2,8 м/с. Головка имеет три ножа для обрезки сучьев и четыре подающих ролика.

В табл. 11.3 приведены краткие технические характеристики харвестеров последних разработок.

Здесь необходимо также отметить работы по созданию харвестеров в республике Беларусь. В ОАО «Амкодор» создан лесной харвестер «Амкодор 2551» (рис. 11.9) повышенной проходимости с гидростатической трансмиссией. Машина оснащена финской харвестерной головкой Kesla Foresteri 25RH, позволяющей спиливать деревья диаметром до 670 мм. Испытания машины показали, что при сплошной рубке за 8-часовую смену можно заготовить до 300 м³.

Подводя итоги, можно заключить, что развитие механизации процесса очистки стволов деревьев от сучьев шло от создания на первом этапе ручного моторного инструмента к разработке самоходных и стационарных установок, полностью исключая ручной труд на этой трудоемкой операции. Если выпуск стацио-

Таблица 11.2

Краткие технические характеристики самоходных машин для обрезки сучьев

Параметры	СМ-2	ЛО-72	ЛП-30	ЛО-76	ЛП-30Б	ЛП-30В	ЛП-30Г	ЛП-33	ЛП-51	СМ-33	ЛП-33А
Базовый трактор	ТДТ-55, ТДТ-75, ТТ-4	ТТ-4	ТДТ-55	ЛП-18А	ТДТ-55	ТДТ-55А, ТБ-1М	ТДТ-55А	ТТ-4	ТТ-4М	ТДТ-100, ТБ-1	ТТ-4М
Масса, кг	18200	25700	15500	—	12800	13400	12400	17800	20500	16000	20000
Максимальный диаметр срезаемых сучьев, см	20	20	15	20	15	15	15	25	20	20	20
Диаметр обрабатываемого дерева, см	70	70	70	70	70	70	70	80	70	70	80
Скорость протаскивания дерева, м/с	1,5	2,1	1,8	1,0	2,1	2,1	2,1	2,5	2,2	1,7	1,7
Диаметр дерева в зоне срезания сучьев, см	8–50	8–50	8–48	8–50	6–48	6–48	6–48	6–65	6–50	60	6–48
Год выпуска	1968 (ТДТ-75)	до 1977	1977	1977-78	1979	1984	1990	1980	1979	1998 (опытный образец)	1989– 1990 гг.
Производительность в смену, м ³	140	до 180	115–120	—	120–130	140	150–170	до 260	до 280	180–210	—

Технические характеристики харвестеров

Параметры	ЛП-19К	МЛ-72К
Мощность двигателя, кВт	95,6	121,4
Масса, т	24	12,5
Грузоподъемность, т	3,5	1,8
Диаметр срезаемого дерева, см	55	55
Максимальный диаметр срезаемых сучьев, см	10	10
Вылет манипулятора, м	8	8

нарных установок, предназначенных для работы на нижних складах, вскоре был прекращен вследствие отсутствия технологий и средств по утилизации древесины сучьев, то самоходные машины продолжали совершенствоваться вплоть до конца 90-х годов, когда им на смену начали приходить мобильные сучкорезно-раскряжевные агрегаты.

Внедрение в отрасль машин для обрезки сучьев позволило значительно повысить уровень механизации на этой операции и высвободить большое количество рабочих-сучкорубов (табл. 11.4).



Рис. 11.9. «Амкодор 2551»

Таблица 11.4

Уровень механизации обрезки сучьев

Показатели	Год		
	1970	1975	1981
Обработано, млн м ³	0,5	11,8	32,5
Уровень механизации, %	0,2	5,1	15,8
Высвобождено сучкорубов, тыс. чел.	0,2	4,3	11,4

В то же время необходимо отметить, что отечественная промышленность не смогла полностью снабдить лесозаготовительную отрасль этими достаточно производительными машинами.

12. ЕЩЕ РАЗ О ТЕНДЕНЦИЯХ РАЗВИТИЯ БАЗОВОГО ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО ТРАКТОРА В СССР–РОССИИ

...Итак, прошло более 50-ти лет с начала постановки на серийное производство первого отечественного гусеничного лесопромышленного трактора, оснащенного вначале технологическим оборудованием «щит-лебедка», а впоследствии явившегося базовым для целой гаммы различных лесосечных машин.

К 1992–93 гг. в лесозаготовительных предприятиях эксплуатировалось свыше 40 тысяч таких машин, выпускаемых Онежским и Алтайским тракторными заводами.

Проследим основные этапы развития лесопромышленного трактора с позиции энергонасыщенности на примере продукции ОТЗ. Как видно из рис. 12.1, на всех этапах развития отчетливо прослеживается тенденция роста мощности двигателя лесопромышленного трактора (кривая 1). Причем, в последние годы это происходило более интенсивно. В то же время достаточно четко обозначилось несоответствие роста мощности увеличению сменной производительности (кривая 2).

Так, за период с 1948 г. по настоящее время мощность двигателя возросла примерно в 3–3,5 раза, в то время как сменная производительность увеличилась лишь в 1,5 раза. Даже замена традиционного технологического оборудования «щит-лебедка» на манипулятор с захватом или захватно-срезающим устройством не дала резкого увеличения производительности.

Попробуем выявить и проанализировать некоторые основные и косвенные причины сложившегося несоответствия.

1. Перспективное развитие базовой машины определяли не лесозаготовители, а тракторостроители, которые находились под влиянием тенденции развития тракторов сельскохозяйственных и общего назначения.

В чем здесь мы видим недостатки?

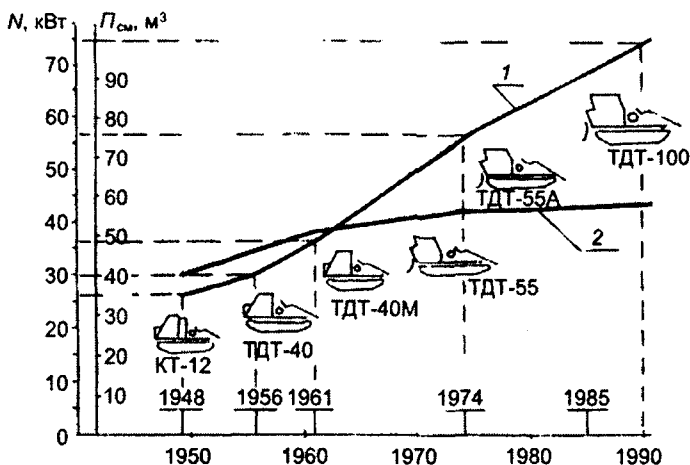


Рис. 12.1. Основные этапы развития лесопромышленного трактора

Во-первых, в связи с тем, что удельный вес выпускаемых лесопромышленных тракторов был всегда ничтожно мал по сравнению с выпуском сельскохозяйственных тракторов министерство тракторного и сельскохозяйственного машиностроения СССР основное внимание уделяло развитию последних*. Кроме того, и основную ответственность министерство несло за тракторы для полей.

Во-вторых, рост мощности сельскохозяйственного трактора или общего назначения приводит соответственно к увеличению скорости движения, например, пахотного агрегата, или увеличению рабочей ширины захвата и толщины снимаемого слоя почвы (бульдозер). То есть в большинстве случаев росту мощности соответствовал значительный прирост производительности.

Увеличение мощности двигателя лесопромышленного трактора также связывалось с увеличением сменной производительности за счет повышения рейсовой нагрузки, скоростей движения, а также с необходимостью отбора мощности на привод перспективного технологического оборудования — манипулятора с захватом или ЗСУ.

1. На практике получилось несколько иначе: лесопромышленный трактор вследствие тяжелых условий эксплуатации не может осуществлять движения с грузом со скоростью более 3–3,6 км/ч и 3,5–4,5 км/ч без груза при холостом ходе [78].

* В сельском хозяйстве уже в 1965 г. работало 1613 тысяч тракторов.

В связи с этим, мы наблюдаем следующее: несмотря на то, что мощность лесопромышленного трактора за эти годы выросла втрое, технические скорости машины также возросли, используемые скорости движения практически остались прежними.

2. Применение новых, более мощных, тракторов при существующих технологиях лесоразработок не позволило полностью использовать их тяговые возможности.

Наблюдения за работой трелевочных тракторов показали, что объем трелеваемых пачек деревьев ограничивается не возможностью перемещения их трактором и грузоподъемностью погрузочного щита или коника, а технологическими факторами, такими как удобство проведения работ при сборе (чокеровке) пачки деревьев на лесосеке, при обрубке сучьев, сбросе и расчокеровке пачки на погрузочной площадке.

Средний объем трелеваемой пачки деревьев тракторами ТДТ-55А и ТБ-1, по данным [78], составляет 4–5 м³, тракторами ТТ-4, ЛП-18А – 4,7–7,5 м³.

3. Рассмотрение необходимости дальнейшего роста мощности лесопромышленного трактора под углом более широкого внедрения лесосечных машин с манипуляторами и постепенным сокращением выпуска трелевочных тракторов с чокерным оборудованием, что кстати и было предусмотрено стандартом в части увеличения отбираемой мощности на гидропривод манипуляторного технологического оборудования с 20 до 97 %, также не решало проблемы полностью, так как комплекс проведенных исследований в ЛТА по изучению операторской деятельности [79] показал, что возможности даже серийного гидрооборудования операторами используются не полностью. Примерно такие же результаты были получены в ЦНИИМЭ. Так, по данным Л. П. Максимова [80], доля мощности первичного двигателя, отбираемая гидроприводом технологического оборудования машины ЛП-19 не превышает 30–31 %.

Недоиспользование операторами технических скоростей базовой машины и элементов технологического оборудования связано с воздействием рельефа местности, почвенных и гидрометеорологических условий, геометрических и массовых параметров деревьев, ветровой нагрузки на предмет труда, освещенности и т. д. [79].

II. С увеличением мощности двигателя базовых машин значительно возросли возможные скорости движения лесосечных машин и элементов технологического оборудования. Это потребовало от оператора умения предвидеть возможные ситуации, быстрой реакции и устойчивых навыков управления. Не случай-

но, поэтому, что тщательный отбор операторов лесосечных машин стал одним из главных условий при их подготовке. Невнимательный подбор операторов по возрасту и образованию, слабая подготовка в лесотехнических школах привели к тому, что около 50 % обученных операторов работать на лесосечных машинах (ВТМ и ВПМ) не смогли [81].

Одновременно сокращение цикла обработки дерева усложнило динамику машин и увеличило воздействие вибрации на оператора. Механические колебания тела человека или отдельных его частей оказывают сложное биологическое воздействие и могут вызвать ряд изменений в организме, влияющих на здоровье. Так, по данным [82], в США на 85 % тракторов водители из-за вибрации недоиспользуют 35 % мощности двигателя, чтобы не ухудшать условия работы. Исследованиями, проводимыми в ЛТА [79], получены данные, указывающие на то, что операторы лесосечных машин также не полностью используют возможный скоростной диапазон базовых машин и элементов манипулятора и одной из причин этого является значительный уровень вибрации на сидении.

III. Если рассматривать необходимость значительного увеличения мощности двигателя лесопромышленного трактора в связи с использованием его в качестве базы для специальных многооперационных лесных машин, в том числе и для валочно-трелевочных, валочно-пакетирующих машин, масса гидрофицированного навесного оборудования которых составляет 30–50 % от массы базы то здесь также, на наш взгляд имеется много противоречивого.

Во-первых, основное целевое назначение лесопромышленного трактора – сбор и транспортировка пачки деревьев на погрузочную площадку. Поэтому все его агрегаты и узлы рассчитаны на нагрузки, воспринимаемые в процессе выполнения этих технологических операций.

При использовании же его в качестве базы для валочно-трелевочных, валочно-пакетирующих машин, машин для обрезки сучьев и т. д. существенно меняется вид выполняемых технологических операций и, как следствие, характер и уровень воспринимаемых нагрузок базой и ходовой системой машины. В то же время подход к проектированию лесопромышленного трактора остался прежним. В связи с этим в эксплуатации многооперационных лесосечных машин часто наблюдаются отказы по базе и ходовой системе. (По данным [9], наработка на отказ шасси трактора при установке манипулятора в 1,9 раза меньше).

С другой стороны, если рассчитывать агрегаты и узлы лесопромышленного трактора с учетом нагрузок, воспринимаемых валочно-трелевочными и валочно-пакетирующими машинами, то лесопромышленный трактор будет переутяжелен, что вряд ли целесообразно, учитывая ограниченные возможности промышленности по выпуску новой лесозаготовительной техники.

Доля этих машин в общем количестве лесных машин всегда составляла всего лишь 7–8 %.

Во-вторых, эргономические исследования труда операторов лесосечных машин, проводимые в ЛТА [79], показали, что диапазоны скоростей перемещения элементов серийных манипуляторов близки к предельным по психофизиологическим возможностям человека. Кроме того, дальнейшее увеличение достигнутых диапазонов скоростей элементов технологического оборудования без усовершенствования гидрооборудования неизбежно приводит к аварийным динамическим нагрузкам и даже перелому ствола дерева [83].

Посмотрим теперь, как же определяли перспективы развития лесопромышленного трактора на протяжении пяти десятилетий ученые, исследователи головного НИИ отрасли и представители Минлесбумпрома. В 1972 г. в работе [84] директор ЦНИИМЭ К. И. Вороницын опираясь на результаты многолетних исследований и большой накопленный опыт эксплуатации тракторов в лесной промышленности, обосновывает необходимость применения на трелевке более мощных гусеничных тракторов. Ученые ЦНИИМЭ институт приходит к выводу, что для работы в лесу необходимо иметь следующие тракторы:

- трелевочный трактор класса тяги 30 кН с двигателем мощностью 75–90 л. с. (55,1–66,2 кВт) и конструктивной массой 8–8,5 т, то есть 6,9–7,8 кВт/т;

- трелевочный трактор класса тяги 40 кН с двигателем мощностью 110–130 л. с. (81–95,6 кВт) и конструктивной массой 12 т (6,75–8,0 кВт/т).

Выпускаемые ныне серийно тракторы ТДТ-55 и ТТ-4 в основном соответствуют перечисленным выше. Однако в последующем удельную мощность их нужно повысить до 12–15 л. с./т (8,8–11,0 кВт/т), увеличив мощность двигателя и снизив массу машин. Трактор ТДТ-55, мощность которого в будущем возрастет с 62 до 75–90 л. с. (с 45,6 до 55,1–66,2 кВт), целесообразно применять, в основном, в маломерных насаждениях, а трактор ТТ-4 мощностью 110 л. с. (81 кВт) – в средних и крупномерных.

Однако уже в 1974 году М. А. Перфилов (ЦНИИМЭ) пишет, что необходимо в самое ближайшее время энергонасыщенность трелевочных тракторов увеличить по трактору класса 30 кН (ТДТ-55) до 8,8 кВт/т и по трактору класса 40 кН (ТТ-4) до 10,2 кВт/т [5].

Получается не совсем корректно, только что в 1972 г. Головной НИИ разрабатывает на основании многолетних исследований и обобщения опыта типаж, где обоснована мощность лесопромышленных тракторов, а уже в 1974 г. этой мощности не хватает.

Год 1977-й ... В работе [85] авторы пишут, что серийно выпускаемые трелевочные тракторы ТДТ-55 и ТТ-4 не вполне отвечают требованиям монтажа на них соответствующих технологических навесок, особенно это относится к трактору ТДТ-55. И далее отмечают, что вместе с тем, потребность лесной промышленности в гусеничных тракторах может удовлетворяться за счет тракторов Алтайского завода. Эти тракторы в большей степени отвечают требованиям лесной промышленности, нежели трактор ТДТ-55 Онежского завода.

Таблица 12.1

Отечественные трелевочные тракторы

Марка трактора	Масса, т	Энергонасыщенность, кВт/т	Технологическое оборудование		Рейсовая нагрузка, м ³		Скорость движения, км/ч*	
			тип	масса, т	номинальная	фактическая	номинальная	используемая
ТДТ-55А	9,36	5,9	Щит-лебедка	0,75	9-10	4-5	2,89-12,8	$\frac{3,0-3,6}{3,5-4,5}$
ТЛТ-100	10,4	6,73						
ТБ-1	10,8	5,44	Манипулятор-коник	2,0	8,0	4-5	2,89-12,8	$\frac{3,0-3,6}{3,5-4,5}$
ТБ-1М		6,2						
ТТ-4	12,8	6,3	Щит-лебедка	1,5	15,0	4,7-7,5	2,3-10,2	$\frac{3,0-3,6}{3,5-4,5}$
ТТ-4М	14,0	6,8			21,0			
ЛП-18А	16,2	5,0	Манипулятор-коник	2,2	10,5	4,7-7,5	2,3-10,2	$\frac{3,0-3,6}{3,5-4,5}$
ЛТ-89	10,4	5,65	Пачковый захват	1,9	6,0	4-5	2,89-12,8	$\frac{3,0-3,6}{3,0-3,6}$
ЛТ-154А	14,7	6,51		3,75	8-9	4,7-7,5	2,3-10,2	$\frac{3,0-3,6}{3,0-3,6}$

* В знаменателе - при движении без груза.

Одновременно высказывается мысль, что на данном этапе развития лесной промышленности применение гусеничных тракторов уже не обеспечивает требований отрасли.

Авторы указывают на целесообразность применения колесных тракторов на трелевке леса, что позволит повысить производительность в 1,5–2,5 раза.

В заключение ученые предлагают типаж гусеничных лесопромышленных тракторов, энергонасыщенность которых превышает энергонасыщенность трактора ТТ-4.

Год 1981-й. В. Ф. Кушляев в работе [86] на основании обобщения направлений развития отечественной и зарубежной лесозаготовительной техники обосновывает целесообразность повышения энергонасыщенности базового трактора для валочно-трелевочной машины до 8–12 кВт/т, что на 30 % выше, чем у В. А. Барановского и Р. М. Некрасова (1977 г.).

Л. И. Егоров в статье «Каким быть лесопромышленному трактору» [122] отмечает: «... Недостатком существующих трелевочных тракторов, используемых в качестве базы лесозаготовительных машин, являются низкая энергонасыщенность, малая грузоподъемность, ограниченная проходимость, недостаточная надежность и несоответствие требованиям эргономики.

Автор здесь же предлагает два принципиальных, по его мнению, направления совершенствования лесопромышленных тракторов: модернизация существующих и разработка новых моделей.

В качестве первого направления приводит, как положительный пример, модернизацию трактора ТТ-4, который после увеличения мощности на 18 % и грузоподъемности на 17 %, а также улучшения условий труда за счет установки одноместной кабины под маркой ТТ-4М стал отвечать всем требованиям эргономики и безопасности труда. При этом производительность его на трелевке повысилась на 13 %.

Автор отмечает, что вследствие того, что масса ТТ-4М увеличилась на 1,5 т, проходимость его осталась на прежнем уровне, а в некоторых условиях даже ухудшилась. Автор предполагает, что новая модель трактора условного класса 100 кН, которая в будущем придет на смену ТТ-4М, должна иметь параметры: мощность 132,5–162 кВт, эксплуатационную массу без технологического оборудования не более 11 т, удельное давление на грунт не более 0,03 МПа.

Год 1985-й В. А. Барановский в статье «Забытая трелевка» (Лесная промышленность. 5 декабря. 1985 г.) пишет: «Технический уровень трелевочных тракторов ни в коей мере не обеспечивает роста производительности труда в лесу на протяжении

уже целого ряда лет. Происходит это потому, на мой взгляд, что ТДТ-55А и ТТ-4 по своим важнейшим параметрам находятся на крайне низком уровне, а по отдельным из них уступают даже своим предшественникам (по удельному давлению на грунт ТДТ-55А и ТТ-4М имеют худшие показатели, чем КТ-12)».

Далее автор указывает: теоретически и практически учеными Уральского лесотехнического института и ЛТА доказано, что оптимальная энергонасыщенность лесных тракторов должна быть в пределах 13–15 л.с. на тонну собственного веса, т. е. 9,5–11,0 кВт/т. Насколько нам известно, таких исследований в тот период не было проведено ни в УЛТИ ни в ЛТА, а «оптимальная энергонасыщенность» явилась предметом умозаключений двух-трех человек по результатам ограниченных испытаний по транспортировке древесины в полностью погруженном положении.

Наиболее интересные и объективные, на наш взгляд, выводы по обоснованию потребной энергонасыщенности лесопромышленного трелевочного трактора сделаны в совместной работе Челябинского филиала НАТИ и НПО НАТИ [9].

В результате проведенных собственных широкомасштабных экспериментальных исследований, а также обобщения опыта других организаций и, в частности, ЛТА, авторами установлено, что с повышением энергонасыщенности трелевочных тракторов более чем на 8 кВт/т, производительность трактора возрастает незначительно (до 5 %), одновременно снижаются топливная экономичность и показатели надежности. Авторы приводят такой пример, когда увеличение энергонасыщенности машин ЛП-18 в 1,4 раза позволяет повысить производительность не более чем на 5,5 %, поскольку в большинстве случаев скорость движения ограничивается условиями движения.

Повышение энергонасыщенности трелевочных тракторов целесообразно только при улучшении волока.

Прежде чем делать некоторые выводы, рассмотрим основные тенденции развития гусеничных лесопромышленных тракторов в основных лесопромышленных странах.

Несмотря на широкое применение в ведущих лесопромышленных странах на лесозаготовках колесных тракторов, наряду с ними продолжают использоваться и гусеничные. Такие их качества как проходимость по слабым грунтам, большее сцепление, устойчивость и т. д. остаются непревзойденными. Ведущее место среди фирм, выпускающих специальные гусеничные тракторы, занимают фирмы Бомбардье, Формост Индустрис Лимитед-Канада и ФМЦ Корпорейшн, Катерпиллер – США и др.

Технические характеристики некоторых гусеничных трелевочных тракторов, используемых на лесозаготовках в США и Канаде (технологическое оборудование — чокерное и пачковый захват)

Фирма-изготовитель	Модель	Масса, т	Энергонасыщенность, кВт/т	Скорость движения (max), км/ч
Caterpillar	D6C	13,8	7,46	—
—	D7H	19,3	7,61	—
—	D8K	30,0	7,36	—
—	D9H	41,4	7,3	—
International	tD7E	7,5	6,37	9
Harvester	tD8E	8,5	6,74	9
FMC	200CA	12,0	12,2	24
—	200BG	13,5	10,9	24
Bombardier	Muskeg Jimmy	5,0	19,1	20
Foremost	195A	13,2	10,9	25,6
FMC	220CA	12,7	11,5	24,1
FMC	220A	13,83	10,6	24,1

В табл. 12.2 приведены технические характеристики наиболее распространенных гусеничных трелевочных тракторов, оснащенных чокерным оборудованием или пачковым захватом, используемых на лесозаготовках в США и Канаде. Как видно из таблицы, энергонасыщенность гусеничных трелевочных тракторов, используемых в США и Канаде, не превышает энергонасыщенности отечественных лесопромышленных тракторов, имеющих технологическое оборудование щит-лебедка. Энергонасыщенность отечественных тракторов, оборудованных пачковым захватом, несколько ниже вследствие большой массы применяемых арок для подвешивания захватов.

В последние годы у ряда зарубежных фирм прослеживаются попытки создания трелевочных гусеничных машин, сочетающих достоинства своего типа и соперничающих в скорости с колесными (фирмы ФМЦ, Бомбардье, Формост). Повышенные скорости движения обеспечиваются увеличением мощности двигателя, совершенствованием или созданием новых конструкций ходовых систем.

Как следует из табл. 12.3, в США лесозаготовительные машины, снабженные бесчокерным оборудованием (форвардеры и скиддеры), применяются, в основном, на колесной базе.

Форвардеры и скиддеры с манипуляторами и кониками (США)

Марка машины	Масса, т	Энергонасыщенность, кВт/т	Вылет манипулятора L, м	Скорость движения, км/ч	Ходовая система
CGD Pulwood Porter	9,75	9,81	5,0	24,0	Колесная
Ranger 667 Shortwood	14,5	6,4	5,6	27,0	—
200 BG Bunk	13,2	10,9	2,7 (стрелы)	24,0	—
260 Chortwood	10,0	12,0	6,3	29,0	—
882 K Shortwood	13,2	7,5	6,7	32,0	к. ф. 6 × 6
Logma CS-21	13,5	8,66	6,8	29,0	Колесная
K-F2 Loader	39,9	4,7	6,0	8,0	Гусеничная

Бесчokerная машина K-F2 Loader, разработанная на гусеничной базе имеет энергонасыщенность значительно ниже отечественных серийно выпускаемых машин ТБ-1 и ЛП-18А.

В табл. 12.4 приведены основные параметры валочно-пакетирующих машин на гусеничной базе, применяемые за рубежом. Из приведенных характеристик видно, что энергонасыщенность валочно-пакетирующих машин значительно ниже энергонасыщенности трелевочных тракторов с чокерным оборудованием.

Таблица 12.4

Зарубежные валочно-пакетирующие машины манипуляторного типа на гусеничной базе

Марка машины	Масса, т	Энергонасыщенность, кВт/т	Вылет манипулятора, м	Скорость движения, км/ч
JD 693 B Feller-Buncher	20,4	4,1	7,5	2,7
40-LC Feller-Buncher	22,4	5,1	8,0	до 2,2
3966 Feller-Buncher	17,2	4,27	5,0	2,4
Кэйс 1187 В	23,85	4,71	7,6	3,5
Caterpillar FB 221	27,24	5,4	8,5	4,5
FB 217	24,4	3,16	7,8	3,7
227 Логгер	31,7	3,13	7,9	2,6
Джон Дир 693 С	21,4	4,3	7,8	2,7
Коринг К 625	31,0	4,4	8,4	2,8
Timberjack 2515	19,4	6,7	7,0	3,4
Timberjack 608	19,0	5,4	7,0	2,3-4,5
Timberjack 618	26,0	4,8	8,0	2,4-3,7
Timberjack 628	33,1	4,6	8,5	2,3-3,9

Отечественные многооперационные машины

Марка машины	Масса, т	Энергонасыщенность, кВт/т	Вылет манипулятора, м	Скорость движения, км/ч
ЛП-2	13,6	4,5	7,5	2,89-12,8
ЛП-19	24,4	3,92	8,0	2,2
ЛП-19В	23,5	5,78	9,9	4,5
МВП-35	14,0	4,36	10,36	2,89-12,8
ЛП-60	21,0	4,55	8,0	до 5,5
ЛП-54	18,7	5,12	10,5	2,3-4,0

Для сравнительной оценки энергонасыщенности валочно-такетирующих машин отечественного производства с зарубежными приведем данные ВПМ ЛП-2, выпускаемой на базе трактора ТДТ-55, ЛП-19 и ЛП-19В и опытных образцов ВПМ МВП-35 и ЛП-54 (НПО «Силава») для несплошных рубок и рубок ухода, а также валочно-погрузочной машины ЛП-60 «Абакан» (табл. 12.5).

Как видим, энергонасыщенность отечественных ВПМ и их основные параметры примерно такие же, как и у зарубежных машин. В табл. 12.6 приведены анализируемые параметры многооперационных машин, используемых в США.

Таблица 12.6

Многооперационные лесозаготовительные машины, используемые в США

Машина, механизм	Масса, т	Энергонасыщенность, кВт/т	Технологическое оборудование				Скорость движения, км/ч
			тип технологического оборудования	вылет L, м	тип ЗСУ	механизм для обрезки сучьев	
Model 30 Tree-Sength Harvester (колесная база)	13,6	4,6	Стрела	3,0	Ножевое (мах 36 см)	Ножевой механизм	25,0
Y. D. 743 Tree Harvester (колесная база)	19,0	5,9	Манипулятор	5,0	Ножевое (мах 46 см)	—	34,0
Uhothh Tree-Sength Harvester (гусеничная база)	23,0	3,04	Манипулятор	7,7	Мах 41 см	Головка для валки и обрезки сучьев	1,6
KN3D Shortwood Harvester (гусеничная база)	43,0	3,74	Манипулятор	6,0	Ножевое (мах 51 см)	—	8,0

Итак, сделаем некоторые выводы сначала по основным направлениям развития гусеничных машин за рубежом.

1. Основные параметры (масса, мощность, энергонасыщенность, скорость движения, удельное давление на грунт) зарубежных лесозаготовительных гусеничных машин, включая трелевочный трактор с чокерным или пачковым оборудованием, бесчокерный трактор (форвардеры и скиддеры), ВПМ и многооперационные машины близки к подобным параметрам соответствующих машин отечественного производства.

2. В связи с разнообразием выпускаемой лесозаготовительной техники прослеживается тенденция создания базовых тракторов нескольких классов (легкий, средний и тяжелый).

3. Достигнутая энергонасыщенность гусеничных лесозаготовительных машин с позиций отбора мощности на навесное технологическое оборудование и транспортировки древесины (грузоподъемность, тяговое усилие) удовлетворяет происходящим в настоящее время технологическим процессам.

Наметившаяся тенденция увеличения энергонасыщенности гусеничного лесного трактора целенаправленно связана с желанием создать трактор, конкурентоспособный по скорости с колесным.

На тенденциях и перспективах развития лесных колесных машин мы здесь не останавливаемся, так как их совершенствование в значительной, если не в полной мере, зависит от уровня развития колесных сельскохозяйственных и общего назначения тракторов. Но, в связи с тем, что в данной главе мы все же коснулись развития техники за рубежом, коротко остановимся на обобщении основных направлений в области совершенствования гусеничных лесных машин, проводимых в развитых лесопромышленных странах.

Основные направления совершенствования гусеничных лесопромышленных машин за рубежом

1. Повышение энергонасыщенности (с целью увеличения скорости движения) посредством:

- увеличения мощности двигателя;
- облегчения конструкции (снижения массы машины).

2. Совершенствование трансмиссии посредством:

- применения гидромеханической трансмиссии с гидродинамическим трансформатором, обеспечивающей бесступенчатое изменение скорости движения, плавное преобразование крутящего момента и выравнивание толчков, возникающих в процессе передвижений;

– использования двойных шестеренчатых редукторов с планетарным механизмом в бортовой передаче, рассчитанных на высокий крутящий момент.

3. Совершенствование ходовой системы посредством применения:

– новых гусениц из резиновых ремней с кованными стальными башмаками (резинометаллическая гусеница), позволяющих производить работу на грунтах с малой несущей способностью (удельное давление 0,015–0,020 МПа);

– кованых траков из легированной стали с пальцами в резиновых втулках, допускающих изгиб траков, распределение нагрузки по пальцу и устраняющих контакт металлических поверхностей и их преждевременный износ;

– пневмогусениц;

– переднеприводных ведущих колес, позволяющих нижней части гусеницы лучше копировать рельеф и иметь лучшее сцепление с грунтом;

– направляющих колес гусеничного движителя в качестве опорных;

– автоматического устройства натяжения гусениц, позволяющего подбирать минимальное сопротивление передвижению тягача в зависимости от его скорости (для гусениц с резино-металлическими шарнирами);

– сменных гусениц с траками различной ширины для снижения удельного давления на грунтах с пониженной несущей способностью.

4. Совершенствование подвески посредством:

– применения индивидуальной подвески на торсионах, позволяющей распределять массу машины на 10 точек вместо традиционных-четырех и сохранять высокую скорость движения на пересеченном рельефе.

5. Совершенствование шасси посредством применения двух активных шасси с поворотом от силовых гидроцилиндров (шарнирно-сочлененная рама).

6. Создание комфортных условий водителю посредством:

– размещения кабины за двигателем над коробкой перемены передач симметрично относительно продольной оси трактора, что позволяет уменьшить вибронагруженность трактористов и операторов лесных машин (фирма FMC);

– поддрессирования и демпфирования сиденья.

Выводы

1. У определенной группы работников Минлесбумпрома и ЦНИИМЭ длительное время существовало мнение, что невыполнение планов лесозаготовительной отрасли в «доперестроечные» годы связано с недостаточной энергонасыщенностью лесопромышленных тракторов. Широко бытовали взгляды, что производительность трелевочного трактора можно существенно повысить за счет увеличения скоростей движения с грузом и без него.

Так, В. А. Барановский в вышеупомянутой газете в статье «Забытая трелевка», анализируя статистические данные, пишет, что сменная производительность тракторов ТДТ-55 в 1984 году на два, а тракторов ТТ-4 на семь процентов ниже, чем она была в 1976 году. Основную причину этого автор видит в низкой энергонасыщенности лесопромышленных тракторов, которая не обеспечивает их движение на повышенных передачах.

К сожалению, такие взгляды были присущи не только В. А. Барановскому, но и ряду других ответственных работников отрасли. На наш взгляд, суждения о недостаточной энергонасыщенности серийно выпускаемых лесопромышленных тракторов являются ошибочными:

во-первых, многие авторы опубликованных работ делают выводы о необходимости повышения энергонасыщенности отечественных гусеничных тракторов, ссылаясь на новые марки тракторов зарубежных фирм. При этом не учитывают специфику условий работы, особенностей выполняемых технологических операций и древостои в этих странах;

во-вторых, лесосырьевые ресурсы Европейской части страны полностью вовлечены в эксплуатацию.

Леса республик Коми, Карелии да и Европейского Центра истощены. Средний объем древостоев имеет тенденцию к снижению. Удельный вес погрузочных операций при сборе поваленных бензопилой деревьев и освобождении чокеров составляет примерно 50 %, а у трелевочных тракторов с манипуляторами 60–70 % от полного времени цикла «сбор пачки–трелевка–разгрузка–холостой ход». Таким образом, при существующей технологии увеличение скорости движения даже в два раза не позволит существенно повысить производительность труда;

в-третьих, установлено, что рост энергонасыщенности лесопромышленного трактора в определенных пределах приводит к повышению рабочей скорости при трелевке пачки и сокращению продолжительности цикла, однако одновременно возрастают стоимость трактора, расход топлива на единицу выработки, ухудшаются показатели надежности. Кроме того, установлено,

что без улучшения состояния волока энергонасыщенность трелевочного трактора увеличивать нецелесообразно.

В то же время, существенно улучшать состояние волока в условиях принятой в стране технологии лесозаготовок вряд ли представляется возможным по экономическим соображениям.

2. Учитывая многолетний опыт эксплуатации и данные исследований лесопромышленных тракторов, оснащенных технологическим оборудованием «щит – лебедка», мощность двигателя 55,2–73,6 кВт (75–100 л. с.) следует считать достаточной.

В связи с недоиспользованием мощности двигателя трелевочного трактора, дальнейший рост сменной производительности необходимо достигать за счет: совершенствования технологий; повышения уровня использования техники и сокращения простоев по организационным и техническим причинам; улучшения эргономики труда трактористов; совершенствования конструкции базы (особенно ходовой системы) и повышения ее надежности.

3. Доля отбираемой мощности основного двигателя на гидропривод технологического оборудования у серийно выпускаемых валочно-трелевочных и валочно-пакетирующих машин не превышает 55 %, что указывает на значительный резерв неиспользуемой мощности базового трактора.

4. На наш взгляд, развитие отрасли сдерживается порочной практикой ведения лесозаготовок, когда вначале создаются лесозаготовительные машины, а затем под них разрабатывают технологии.

Технология должна быть первична!

Разрабатывая технологию под сконструированную новую машину практически сразу же исчерпывают ее технические возможности, делая ее неперспективной.

В этой связи интересен вывод Г. А. Иванова [87], который в результате анализа возможностей увеличения сменной производительности трелевочного трактора заключает, что существенно-го увеличения производительности трелевочных систем в рамках существующей технологии лесосечных работ путем совершенствования только конструкции тракторов ожидать не следует.

5. Окончательные данные по установлению потребной мощности двигателя лесопромышленного трактора могут быть получены в результате системного подхода к решению этой проблемы, включающего комплексы машин, взаимоувязанных в технологической цепочке, внешнюю среду, оператора и т. д.

Энергонасыщенность отечественных колесных тракторов (см. табл. 12.1) также существенно не отличается от энергонасыщенности зарубежных машин подобного назначения.

13. ПОГРУЗЧИКИ ЛЕСА

Для погрузки древесины на погрузочных пунктах и верхних складах в послевоенный период применялись самопогружающиеся автопоезда, специальные эстакады и различные крановые конструкции. Незначительные объемы древесины грузились лебедками ТЛ-1 и ТЛ-3. Уровень механизации погрузки был низким и составлял к 1950 году всего 14,9 %.

В качестве технологического оборудования у самопогружающихся автопоездов применялись специальные коники (один на автомобиле, другой на прицепе) с металлическими стойками, канатоблочная система и двух-трехбарабанная реверсивная лебедка с тяговым усилием до 60 кН (см. рис. 13.1, а).

Привод лебедки осуществлялся от двигателя автомобиля. Управление лебедкой и двигателем автомобиля при погрузке и разгрузке автопоезда было дистанционное и могло осуществляться при помощи переносного пульта на расстоянии до 20–30 м от автомобиля. Перед погрузкой коники под действием натяжения погрузочных канатов наклонялись, образуя вместе со стойками своего рода наклонные следи, по которым затем натаскивался пакет лоперными петлями погрузочных канатов. Полная погрузка осуществлялась за один-два приема.

Погрузка пачки хлыстов на автолесовоз (автопоезд) на эстакаде осуществлялась при помощи трелевочного трактора или стационарной лебедки за один прием. Поэтому такая погрузка и получила название *крупнопакетная** (см. рис. 13.1, б).

По способу перемещения пакета (пачки) хлыстов погрузочные эстакады подразделялись на четыре типа: с накатыванием пакета; натаскиванием пакета; подвешивание пакета при помощи стрел (мачт) и погрузкой его полуподвесным способом.

* Крупнопакетная погрузка была внедрена в 1951–55 гг. уральскими и вологодскими лесозаготовителями с участием ЦНИИМЭ.



Рис. 13.1. Погрузка хлыстов лебедкой:
а) Автолесовоза; б) Трелевочного трактора

Пакет обычно формировался равным рейсовой нагрузке транспортного средства. Этот способ погрузки хлыстов до появления челюстных погрузчиков был основным на лесозаготовках.

Достоинством способа являлась простота конструкции эстакады. Они изготовлялись из бревен и устанавливались на полозья. Поэтому легко перевозились по окончании рубки трелевочным трактором на другую лесосеку.

Срок эксплуатации эстакад был также длительный (5–8 лет). Обслуживал эстакаду все тот же трелевочный трактор. Было также установлено, что применение передвижных эстакад сокращает трудовые затраты и расход материалов на устройство погрузочных пунктов [106].

Одним из доводов о необходимости отделения погрузки от трелевки было дальнейшее повышение производительности труда, так как значительную часть рабочей смены трелевочный трактор занимается погрузкой вместо того, чтобы трелевать деревья.

Кроме того, некоторые лесоводы считали преступным использовать деловую древесину на строительство эстакад, что впрочем не имело особых оснований ввиду длительного срока эксплуатации последних.

Несмотря на эти недостатки, все же достоинства крупнопакетной погрузки были весомее. И, как увидим ниже, через два десятка лет после эксплуатации челюстных погрузчиков, ведущие специалисты отрасли вновь и вновь возвращаются к мысли, что некоторые преимущества крупнопакетной погрузки оказались непревзойденными.

Позднее Кавказским филиалом ЦНИИМЭ совместно с ГСКБ Львовского завода автопогрузчиков и Апшеронским автотракторным заводом был создан автопоезд ЛТГ-95 с погрузочным устройством – гидроманипулятором (примерно 1968–69 гг.).

Автопоезд состоял из автомобиля ЗИЛ-157 и полуприцепа КАЗ-717. Гидроманипулятор устанавливался за кабиной с захватом грейферного типа. Практикой эксплуатации было установлено, что применение таких автопоездов эффективно при погрузке древесины в рассредоточенных небольших лесосеках, расположенных вдоль лесовозных дорог.

Кроме перечисленных средств, на лесозаготовках в этот период широко применялись различные передвижные и стационарные крановые конструкции, в том числе и стреловые краны, выполненные на тракторной, автомобильной и экскаваторной базе. Там, где вывозка древесины осуществлялась по узкоколейной железной дороге, применялись железнодорожные краны.

Автомобильные краны (общего назначения) были выполнены на шасси автомобилей отечественных марок: ЗИС-150, ЗИЛ-164, ЗИЛ-130, МАЗ-200 и КраЗ-219. Грузоподъемность кранов в зависимости от базового шасси колебалась от 3000 (ЗИЛ-164) до

10000 кг (МАЗ-200). Грузоподъемность кранов, выполненных на тракторной базе, составляла от 3000 до 5000 кг.

Применение кранов общего назначения на лесозаготовках ограничивалось плохой проходимостью, невысокой скоростью перемещения груза (0,01–0,30 м/с) и недостаточной устойчивостью, так как они были рассчитаны лишь на вертикальный подъем груза. Этих недостатков были лишены краны, выполненные на тракторной гусеничной базе.

В качестве стационарных крановых конструкций использовались кабельные краны двух типов: однониточные (УК-1-3П) и двухниточные (УК-1-6П). Обычно кабельный кран состоял из двух мачт, расположенных друг от друга на расстоянии 50–60 м. Между ними натягивался несущий канат, по которому с помощью канатно-блочной системы и лебедки перемещалась грузовая каретка. Грузоподъемность кабельных кранов находилась в пределах 3000–6000 кг.

Из всех вышерассмотренных грузоподъемных средств к моменту окончательного перехода на челюстные погрузчики наибольшее распространение имела, как уже отмечалось, крупнопакетная погрузка на эстакадах трелевочными тракторами.

Отделение погрузки древесины на автолесовозы от трелевки началось в начале семидесятых годов (1961 г.).

Вначале лесопогрузчики были фронтального типа. Это модели П-10 (разработчик Гипролесмаш) и КМЗ-П1 (конструкция завода Краслесмаш). Основной их недостаток заключался в необходимости разворота трактора с хлыстами при погрузке или перемещении автолесовоза при челночном способе, что снижало производительность и приводило к быстрому разрушению погрузочной площадки. Кроме того, создавались большие инерционные нагрузки на металлоконструкцию.

Совместные поисковые работы ЦНИИМЭ и завода Краслесмаш в 1963–64 гг. привели к созданию новой конструкции лесопогрузчика перекидного типа на базе трактора Челябинского завода Т-100 МГП (П-2), рис. 13.2. Эта машина уже работала по принципу «через себя», то есть пачка хлыстов переносилась через кабину трактора, что упрощало схему погрузки. Лесопогрузчик, по мнению главного инженера Красноярского завода лесного машиностроения (КМЗ) Е. В. Герцога [72], получил широкое признание у эксплуатационников. Начиная с 1966 года, завод освоил серийное производство челюстного лесопогрузчика модели КМЗ-ЦНИИМЭ-П19 (рис. 13.3), работающего также по принципу «через себя», но на базе трелевочного трактора ТДТ-75.



Рис. 13.2. Челюстной погрузчик П-2

Погрузчик массой 15 т имел грузоподъемность 3 т. Первые отклики на новую машину были положительные. Так, в статье [73] авторы пишут, что «...поступающие в лесозаготовительную

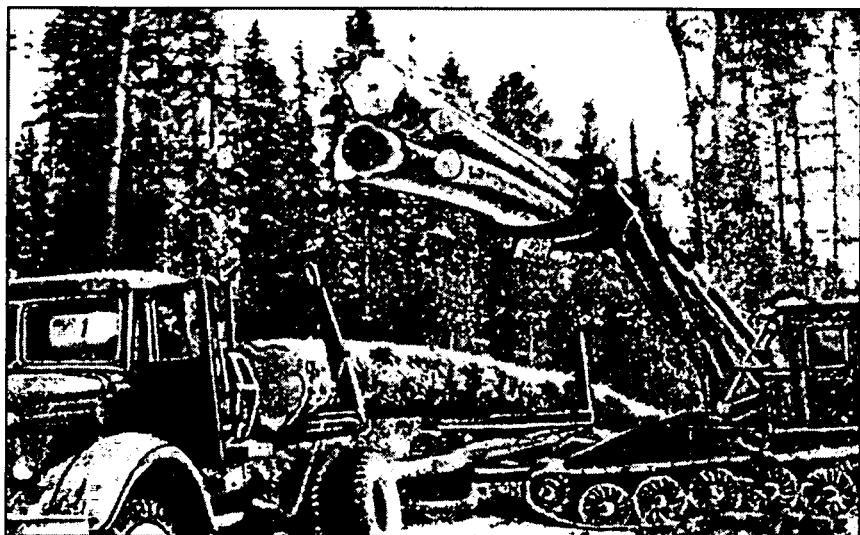


Рис. 13.3. Челюстной погрузчик П-19

промышленность тракторные челюстные погрузчики КМЗ-П-2 получили сейчас всеобщее признание. В период 1964–1965 гг. среднесменная выработка на челюстной погрузчик в целом по производственному объединению Красноярсклеспром составляла 190,7 м³, а в некоторых случаях доходила до 300 м³.

При крупнопакетной погрузке примерно 20 % рабочего времени трелевочного трактора уходило на погрузочные операции. При использовании же челюстных погрузчиков трелевочные тракторы использовались только по назначению. Кроме того, были полностью ликвидированы ручные операции (прицепщика) при росте производительности на погрузочных операциях в 2,5 раза».

Позже челюстные погрузчики были разработаны и на базе трелевочного трактора ТДТ-55 (1972 г.).

Это погрузчики ПЛ-1, ПЛ-1А и ПЛ-1В (рис. 13.4) для работы в условиях средней полосы и Европейского Севера. Особенностью новых конструкций было то, что рабочие органы выполнены как навесное оборудование.

Использование на вывозке леса мощных автомобилей КраЗ-255Л и КраЗ-260 ЛС вызвало необходимость усовершенствования основного погрузчика ПЛ-2. В этой связи заводом «Краслесмаш» совместно с институтом ЦНИИМЭ была разработана новая модификация, получившая марку вначале ЛТ-65, а затем после доработки – ЛТ-65Б (1984 г.), см. рис. 13.6.

Она отличалась от погрузчика ПЛ-2 кинематикой, обладала лучшей устойчивостью и большей скоростью выполнения рабочих операций. Серийный выпуск новой машины был начат в 1974 году.

В 1975 году большой группе специалистов за разработку и широкое внедрение в промышленность высокоэффективной технологии лесозаготовок с отделением трелевки леса от погрузки на базе челюстных лесопогрузчиков перекидного типа была присуждена Государственная премия СССР. Лауреатами стали ученые и конструкторы научно-исследовательских и проектных институтов лесной промышленности К. И. Вороницын, Ю. М. Федоров, О. А. Стефанов, М. Г. Ермаков, В. А. Давыденко, лесозаготовители Красноярского края Н. А. Усенко, И. А. Скиба, П. А. Кожевников, П. М. Пахомов, машиностроители Е. В. Герцог, В. Д. Ливкин, В. Ф. Полетайкин.

В дальнейшем была сделана попытка создания челюстного погрузчика на колесном шасси. В качестве базы был взят трактор Кировского завода К-700.

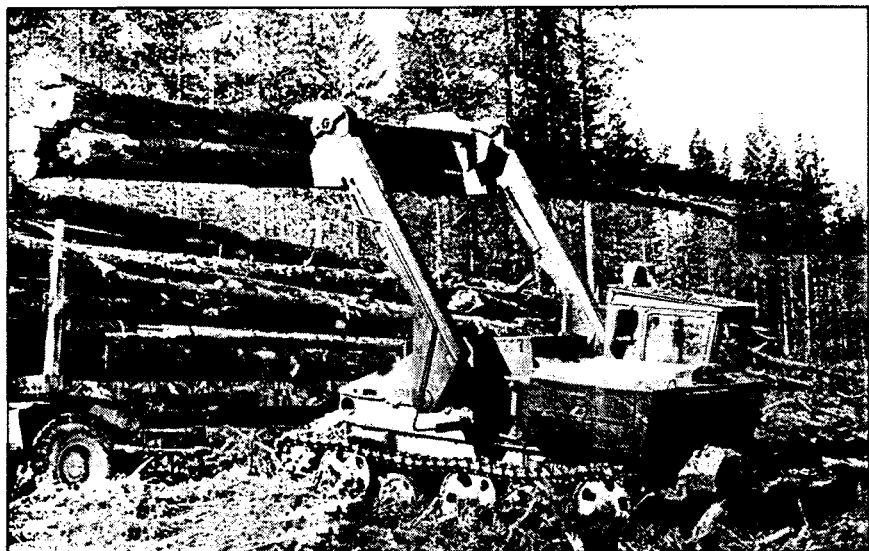


Рис. 13.4. Лесопогрузчик челюстной ПЛ-1В

Новый погрузчик, получивший название ПЛК-1 (рис. 13.5), отличался от гусеничных повышенной грузоподъемностью и улучшенной кинематикой.

Высокие скорости передвижения (до 35 км/ч) придавали машине хорошие эксплуатационные качества. Благодаря своей мобильности, погрузчики такого типа, по мнению разработчиков, с успехом могут применяться и на других работах.

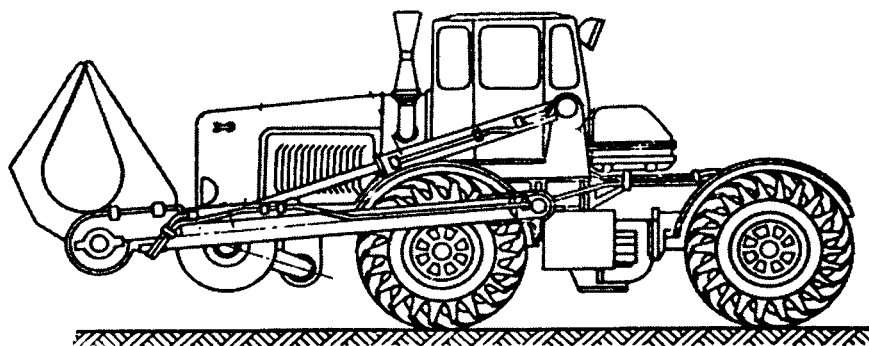


Рис. 13.5. Схема погрузчика ПЛК-1 на базе трактора К-700

Таблица 13.1

Краткие технические характеристики погрузчиков леса

Параметры	Марка											
	П-2	П-19	ПЛ-1	ПЛ-1А	ПЛ-1В	ПЛ-2	ПЛ-3	ЛТ-65	ЛТ-65Б	ПЛК-1	ЛТ-73	ПК-3
База	Т-100 МГП	ТДТ-75	ТДТ-55	ТДТ-55	ТДТ-55А	ТТ-4	Т-130	ТТ-4	ТТ-4	К-700	Т-130	К-703
Грузоподъемность, т	3,5	3,0	2,5	2,5	3,2	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	6,3	2,5
Высота подъема груза, м	3,8	3,8	2,8	2,8	2,8	3,8	3,8	4,0	4,0	4,5	4,0	6,0
Масса, т	18,3	16,2	11,04	10,9	11,3	15,2	20,5	16,6	16,8	18,0	21,0	18,0

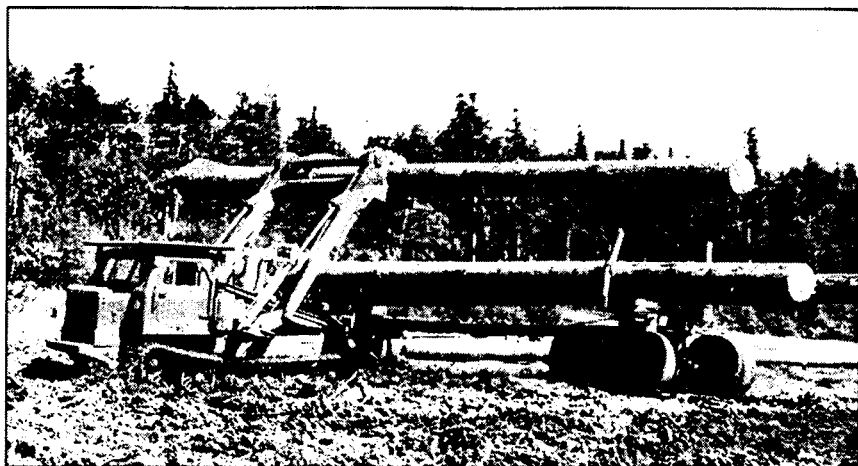


Рис. 13.6. Лесопогрузчик ЛТ-65Б

Итак, челюстные погрузчики были широко внедрены в промышленность, Государственная премия получена. По данным [74], в 1982 году механизированная погрузка древесины с помощью лесопогрузчиков достигла почти 100 %. Это позволило также сократить численность рабочих на погрузке древесины с 1959 по 1982 гг. в 5 раз. Однако здесь же автор отмечает и снижение годовой выработки на списочный лесопогрузчик с 1970 по 1982 гг. на 12–16 %.

Основной причиной такого снижения, по мнению автора статьи, явилась недостаточно четкая организация их работы. Так, коэффициент использования лесопогрузчиков снизился с 0,5–0,51 в 1970 году до 0,43–0,47 в 1982 году.

При этом коэффициент технической готовности все эти годы значительно превышал коэффициент использования (0,69–0,73).

Для улучшения работы челюстных погрузчиков рекомендуется обслуживание лесовозных поездов осуществлять групповым методом, то есть автопоезда обслуживать двумя–тремя лесопогрузчиками. В этом случае на лесосеке должен создаваться соответствующий запас хлыстов.

Совершенно иначе подходит к подобному вопросу Н. П. Мошонкин [75], отмечая, что исходя из специфики лесозаготовок и в целях применения методов поточного производства, необходимо создавать минимальные межоперационные заделы.

Для получения существенного эффекта от механизированной погрузки следует строго соблюдать технологический порядок на

стыке операций (*трелевка* – *погрузка*). Пачки хлыстов должны укладываться в зоне погрузки в строго установленном порядке, в непосредственной близости от фронта погрузки. Для этого необходимы, во-первых, более удлиненный (вытянутый) фронт отгрузки и, во-вторых, оптимальный задел хлыстов на погрузочных пунктах.

При нарушении этих требований глубина штабелей хлыстов увеличивается, и погрузка челюстным погрузчиком превращается в «вторую трелевку» с перемещением хлыстов, уложенных в тыльную часть штабелей, в ряде случаев на 100 м и более [74].

Н. П. Мошонкин делает вывод, что наиболее приемлемым организационным и технологическим решением при погрузке и вывозке такого рассредоточенного груза, как хлысты, следует считать самопогрузку автопоездов, оборудованных гидравлическими погрузчиками.

С Н. П. Мошонкиным сходны мнения В. Я. Руника и Э. Ф. Виксина [89], которые делятся опытом механизации лесосечных работ на Дальнем Востоке: «... Как уже неоднократно отмечалось в печати, технология с отделением трелевки от погрузки, которая ознаменовала в свое время революцию в лесозаготовительном процессе, в настоящее время нуждается в совершенствовании. Для эффективного использования челюстных погрузчиков необходимо сконцентрировать на погрузочном пункте значительный запас древесины, а это требует увеличения расстояния трелевки. В большинстве случаев работа челюстного погрузчика задает ритм лесовозному транспорту».

Необходимо обратить внимание еще на один важный штрих – на большой процент челюстных погрузчиков в общем машинно-тракторном парке страны. Так, уже к 1975 году парк челюстных погрузчиков в стране составлял более 8,5 тысяч – это примерно 21–23 % от парка трелевочных тракторов, то есть на каждые 4–5 трактора один погрузчик. В то же время многолетняя мировая практика показывает, что, по экономическим соображениям, грузоподъемные машины не должны составлять более 8–10 % от машино-тракторного парка любой страны.

Неудачным технологическим решением представляется отделение трелевки от погрузки путем внедрения челюстных погрузчиков перекидного типа считает В. П. Татаринев [75]: «... Внедрение челюстных погрузчиков перекидного типа не дало высокого экономического эффекта и потребовало дополнительного количества тракторов».

Таким образом, если погрузка пакетов хлыстов трелевочным трактором упрощала технологический процесс в лесу, так как на

лесосечных работах применялись лишь пила «Дружба» и трелевочный трактор, то при использовании челюстных погрузчиков технологический процесс усложнился. Кроме того, ранее пакет объемом 15–20 м³ натаскивался на автолесовоз за один прием, а при погрузке челюстными погрузчиками за 5–6 приемов.

При использовании погрузчиков травматизм не уменьшился, а даже несколько возрос. Причем рост травматизма произошел у водителей лесовозов, которые вследствие недостаточного обзора у машиниста погрузчика руководят процессом погрузки хлыстов, чаще всего находясь на подножке автомобиля или за кабиной. По данным [88], на водителей приходится 70 % травм при работе челюстных погрузчиков. Ручные работы на погрузке также не удалось полностью исключить. Так, по данным [77], на погрузке хлыстов челюстным лесопогрузчиком ПЛ-1А 15,8 % рабочего времени, затраченного на погрузку, уходит на ручные работы.

Вследствие перечисленных недостатков в ряде случаев для более эффективного ведения лесозаготовок производственники в последние годы стали использовать на погрузке хлыстов другие технические средства.

Так, в работе [90] авторы приводят опыт применения на погрузке хлыстов валочно-пакетирующей машины, убедительно доказывая, что на небольших лесосеках целесообразно использовать в качестве погрузчика ЛП-19 со сменным рабочим органом – захватом с упором.

Эффективность погрузчика на базе ЛП-19 оказалась выше, чем у челюстного. Причем, при погрузке лесовозов ЛП-19 наблюдалась более плотная укладка хлыстов, что обеспечивало увеличение рейсовой нагрузки лесовозов на 2–3 м³.

Таким образом, производственники и ответственные работники министерства лесной промышленности в последние годы стали все более склоняться к тому, что отделение процесса трелевки от погрузки не дало ожидаемого эффекта. В то же время предложение оснащать лесовозы технологическим оборудованием манипуляторного типа для самопогрузки также в данном случае не решает проблемы ввиду того, что коэффициент использования такого оборудования будет низок. Здесь необходимо учитывать тот факт, что в последние годы наблюдался непрерывный рост расстояний вывозки хлыстов. В отдельных районах он достигает 80–100 км, а это значит, что в течение рабочей смены лесовоз может совершать один-два рейса. При транспортировке хлыстов и порожнем рейсе погрузочное оборудование выполняет роль балласта довольно значительной массы, что, естественно, приводит к непроизводительным затратам энергии и дополнительному

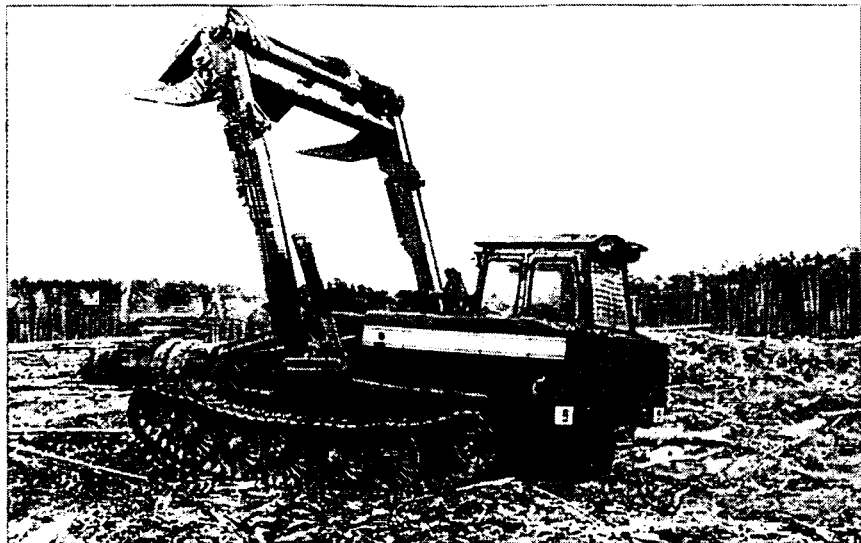


Рис. 13.7. Лесопогрузчик ЛТ-188

расходу топлива. Кроме того, погрузка и разгрузка хлыстов осуществляется поштучно, что не является прогрессивным явлением, и связана с большими динамическими нагрузками на лесовоз и затратами времени.

Нельзя считать правильным и придание валочно-пакетирующей машине функций погрузчика, так как конструктивно ВПМ сложнее и совершеннее, к примеру, того же погрузчика и грузить хлысты на лесовоз, причем опять, как уже отмечалось выше, поштучно вряд ли целесообразно. Это неоправданная роскошь.

На наш взгляд, отказ в свое время от крупнопакетной погрузки был недостаточно обоснованным. Об этом же пишет и бывший первый заместитель министра лесной промышленности Г. К. Ступнев [113]:

«...В ряде случаев можно было бы с успехом и существенным экономическим эффектом заменить челюстной погрузчик в лесу крупнопакетной погрузкой». Тем не менее, несмотря на эти недостатки, отечественные заводы продолжают модернизировать и выпускать челюстные погрузчики.

В настоящее время заводом «Краслесмаш» подготовлен к серийному выпуску новый погрузчик ЛТ-188 (см. рис. 13.7) на базе трелевочного трактора ТТ-4М.

14. КАНАТНЫЕ УСТАНОВКИ

Значительная часть лесозаготовительной площади страны имеет заболоченные и сырые грунты или пересеченный рельеф.

Лесосеки в таких местах являются труднопроходимыми или вообще не проходимыми для колесных и гусеничных трелевочных тракторов. Применение канатных установок в этих условиях является не только целесообразным, но и во многих случаях единственно возможным способом механизированной трелевки леса.

На лесозаготовках применяют разнообразные канатные установки. По конструктивным признакам их можно разделить на наземные, полуподвесные и подвесные. При наземном способе перемещения пачка древесины соприкасается с грунтом по всей своей длине. Полуподвесной способ перемещения характеризуется тем, что передняя часть пачки поднята над грунтом и при движении не соприкасается с ним, а задняя — волочитя по грунту. При подвесном способе трелевки пачка не соприкасается с грунтом и перемещается в подвешенном состоянии.

В равнинных лесосеках применяют, в основном, установки для наземной или полуподвесной трелевки на небольшие расстояния до 300 м (в отдельных случаях до 500 м).

Такие установки более просты по устройству и более производительны по сравнению с установками для подвесной трелевки. Однако они значительно повреждают почву и подрост, вследствие чего их применение ограничено.

Канатные установки для наземной или полуподвесной трелевки можно применять в тех случаях, когда на лесосеке нет подроста или его не нужно сохранять и когда поверхностные повреждения почвы не вредны. В горных условиях применяют установки с несущим канатом. Для подвесной трелевки на расстояние до 300–500 м используются однопролетные установки, а для трелевки или транспортировки на большие расстояния (до 1500–2000 м) — многопролетные.

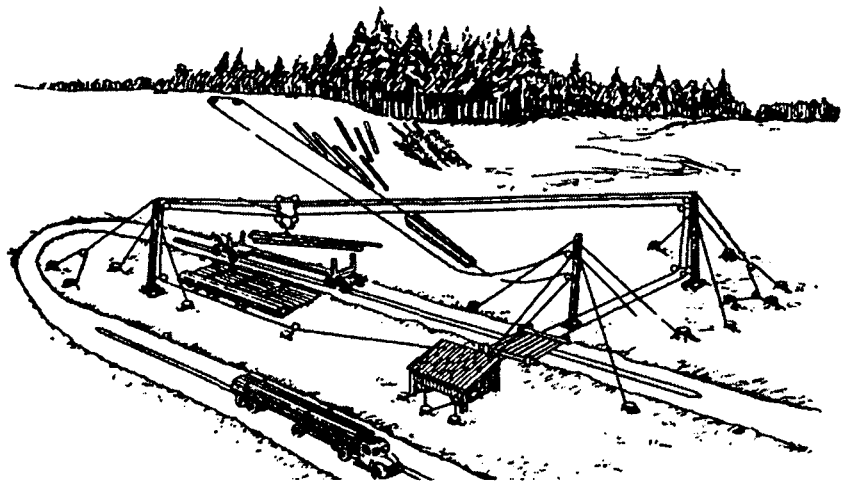


Рис. 14.1. Трелевочно-погрузочная установка ТПУ-3

Первые канатные установки были стационарные и включали: мачты, канатно-блочную систему и лебедки. Причем, мачты применялись как естественные (растущее дерево со спиленной вершиной на высоте 12–16 м), так и искусственные. Искусственные мачты изготовляли из окоренных большого диаметра бревен длиной 12–15 м. Трелевочная лебедка устанавливалась на расстоянии 15–20 м от мачты. Ее фиксировали за «мертвяки» (пни). На рис. 14.1 показана трелевочно-погрузочная установка ТПУ-3, которая помимо перечисленного выше оборудования включала в свой состав однониточный кабельный кран.

В ряде трелевочно-погрузочных установок вместо кабельного крана имелись погрузочные наклонные стрелы. Обслуживалась такая установка бригадой из пяти человек, включая вальщика. Производительность составляла 10–12 м³/ч. В случаях, когда древесина отгружалась в хлыстах, в состав бригады включались еще два–три обрубщика сучьев.

Для полуподвесной трелевки на лесозаготовках применялись в 70-е годы однопролетные установки ТПУ-7, УК-1Р, УК-1С, КПУ-2 и многопролетная установка конструкции СибНИИЛП.*

Принципиальные схемы однопролетных установок идентичны. Средняя производительность 7–9 м³/ч. Установка СибНИ-

* УК-1Р, УК-1С и ряд других установок являются модификациями универсальной канатной установки УК-1, разработанной Кавказским филиалом ЦНИИМЭ (1968–69 гг.).

ИЛП была разработана для использования в горных условиях. Она состояла из несущего каната, передней искусственной мачты с погрузочной стрелой, промежуточных опор, задней мачты, грузовой каретки и комплекта канатов и блоков. В качестве задней мачты, как правило, использовались растущие деревья. Привод установки обеспечивался лебедкой ТЛ-7. Диаметр несущего каната 26–28 мм. Наибольшая рейсовая нагрузка составляла 8 м³. Обслуживалась такая установка бригадой из шести человек (включая вальщика). Производительность установки при среднем объеме хлыста 0,4–0,5 м³ и расстоянии трелевки 500 м составляла 10 м³/ч.

Для трелевки и транспортировки древесины в горных условиях применялись подвесные установки типа воздушно-трелевочных (ВТУ), разработанные институтом ЦНИИМЭ (ВТУ-1,5 и ВТУ-3, 1951–55 гг.).

При их эксплуатации хорошо сохраняется подрост и молодняк, а также почти не повреждается почва, что особенно важно при разработке лесосек на крутых горных склонах, на которых имеется опасность возникновения эрозии почвы.

Из наиболее хорошо себя зарекомендовавших была воздушно-трелевочная установка ВТУ-3, представляющая собой многопролетный кабель-кран грузоподъемностью 3 т с радиусом действия до 1,5 км. Приводом служила двухбарабанная лебедка мощностью 60–70 л. с. (44,1–51,5 кВт). Установку обслуживала бригада из 3–5 человек, которая отгружала в смену от 40–50 м³ древесины в зависимости от местных условий.

В связи с тем, что главным элементом стационарных канатных установок являлась лебедка, остановимся подробнее на истории ее появления в лесу как самостоятельного агрегата для трелевки древесины.

Как уже отмечалось, специально для трелевки леса институт ЦНИИМЭ в 1947 году разработал лебедку, получившую марку ТЛ-3.

На лесосечных работах лебедки, кроме трелевки, нашли применение на погрузке и штабелевке древесины, а также для выполнения различного рода подготовительно-вспомогательных операций. Обычно лебедки состоят из двигателя, барабанов для навивки канатов, механизма передачи от двигателя к барабанам, устройства для управления лебедкой и рамы. Для лесосечных работ лебедки оснащаются двигателями внутреннего сгорания. Основными параметрами, которые определяют мощность привода и конструкцию лебедки, являются число барабанов, их канатоемкость, тяговое усилие и скорость движения канатов. Количе-

ство барабанов зависит от числа выполняемых операций. В зависимости от условий работы и назначения лебедок на лесозаготовках применяют следующие расстояния перемещения грузов: при трелевке в равнинных условиях – до 300 м, при трелевке в горных условиях – до 2000 м, при штабелевке и погрузке на верхних складах – до 100 м.

В 1956 году лебедки ТЛ-3 были заменены на более совершенные агрегатные лебедки ТЛ-4 и ТЛ-5 с дизельным и электрическим двигателями. Лебедка ТЛ-4 была четырехбарабанная с приводом от дизеля Д-48Л мощностью 35 кВт. Лебедка ГИЛМ-4 (см. рис. 14.2) имела пять барабанов. В качестве привода использовался дизельный двигатель Д-60Р мощностью 44 кВт. Лебедка ТЛ-7 отличалась от лебедки ГИЛМ-4 тем, что в качестве двигателя применялся дизель СМД-14А мощностью 55 кВт, в остальном принципиальных отличий не было. С 1968 года был начат выпуск унифицированных лесных лебедок. Это лебедки ЛЛ-8 четырех- или пятибарабанные (силовая установка двигатель ЯМЗ-236), а также лебедки ЛЛ-12 и ЛЛ-14. Лебедка ЛЛ-12 была предназначена для привода подвесных канатных установок. В качестве силовой установки использовался двигатель с воздушным охлаждением Д 37Л-С1 мощностью 37 кВт.

Лебедка ЛЛ-14 – четырехбарабанная и унифицирована с ЛЛ-12, отличается от нее лишь числом барабанов. Лебедка ЛЛ-14 универсальная и применялась в качестве привода канатных установок, используемых на трелевке, погрузке и штабелевке древе-

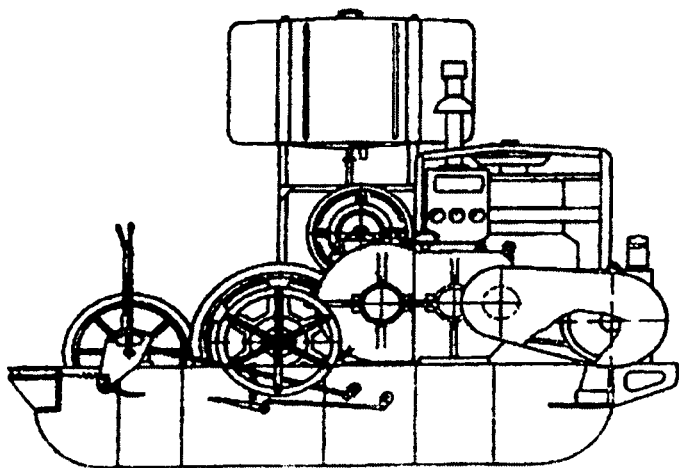


Рис. 14.2. Схема лебедки ГИЛМ-1

сины. Она заменила двухбарабанную лебедку 2Л-70, на которой был установлен карбюраторный двигатель мощностью 51 кВт.

Преимуществом лебедочной трелевки является ее независимость от рельефа местности и почвенно-грунтовых условий. Кроме того, стационарное положение лебедок в процессе трелевки обуславливает их меньший износ. Затраты на ремонт лебедок в 2–3 раза, а расход топлива на 50–60 % меньше, чем у тракторов. При использовании на трелевке и погрузке леса агрегатных лебедок сокращается число механизмов на лесосеке. Так, по данным [107], в зимний период 1957 г. при глубине снежного покрова 1,4–1,5 м и расстоянии трелевки до 500 м тракторы С-80 трелевали 30–50 м³ в смену, а сменная выработка лебедок ТЛ-5 при трелевке деревьев на расстояние 500–550 м и одновременной погрузке достигала 70–90 м³. Наличие в работе семи лебедок ТЛ-5 позволяло производить одновременно погрузку семи лесовозных автомобилей. Время погрузки одного вoза объемом 21–22 м³ консольно-стреловой установкой составляло 7–15 мин, лесопогрузчик же ПЛ-2 способен погрузить семь автомобилей лишь за 2,5–3,5 ч.

Анализ работы лебедок ТЛ-4 и тракторов ТДТ-40 в низкобонитетных насаждениях со средним объемом хлыста 0,2 м³ и запасом 150 м³ на 1 га показал, что стоимость машино-смены лебедок более чем в 1,5 раза, затраты на ремонт в 3 раза, а расход топлива на 50–60 % ниже, чем у тракторов [108].

Весь опыт эксплуатации лебедок на трелевке леса свидетельствует о том, что их применение эффективно на пересеченной, болотистой и другой труднодоступной для трелевочных тракторов местности.

Учитывая, что в стране более половины площади лесного фонда труднодоступно для трелевочных тракторов и многооперационных машин, то отказываться от лебедочной трелевки вряд ли целесообразно. Кроме того, вследствие экономического кризиса в стране на протяжении последних 8–10 лет не строятся лесовозные дороги и, в связи с этим, можно предположить, что интерес к лебедочной трелевке на большие расстояния будет возрастать.

В дальнейшем отечественная промышленность неоднократно модернизировала перечисленные выше лебедки в направлении повышения мощности приводных двигателей и тяговых усилий рабочих барабанов.

В начале 80-х годов стационарные канатные установки постепенно начали заменяться на самоходные. В качестве базовых машин использовались гусеничные трелевочные тракторы, большей частью, Алтайского тракторного завода.

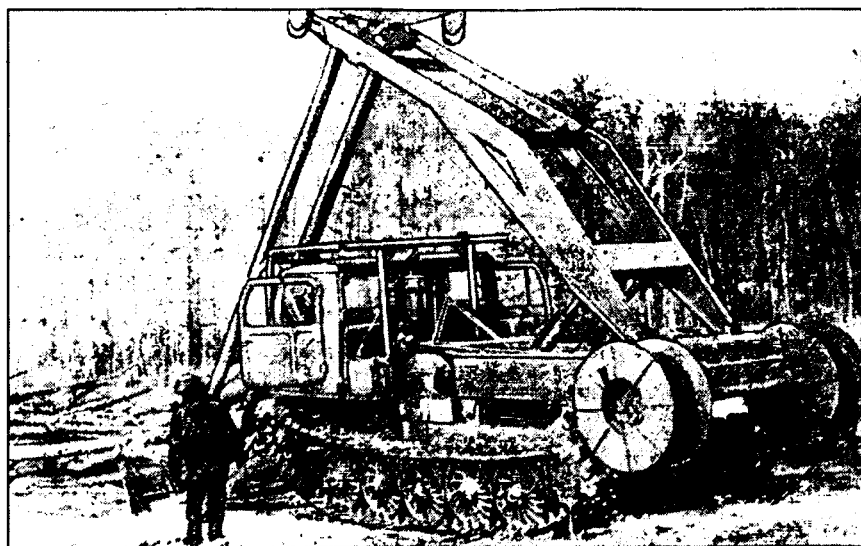


Рис. 14.3. Самоходная установка МЛ-43 (базовый трактор ТТ-44)

Для освоения лесфонда с небольшим запасом древесины (150–200 м³) или разрозненных лесосек ограниченной площади была разработана и сдана на серийное производство самоходная канатная установка МЛ-43 (см. рис. 14.3). С ее помощью производились лесозаготовки на склонах крутизной свыше 20° полуподвесным способом по технологии узких прямоугольных пашек. При этом сменное время при эксплуатации МЛ-43 использовалось следующим образом: на основную работу 50 %, подготовительно-заключительную – 5 %, простои – 45 % (в том числе по техническим причинам, организационным, технологическим и на монтажно-демонтажные работы). На перемонтаж канатной системы, который производился через 2–3 смены, затрачивалось до 15 чел.-ч.

Для разработки лесосек с низкой несущей способностью грунтов (болотистых участков) в ИркутскНИИЛПе была создана самоходная канатная установка МЛ-43-1, включающая лебедку с тыловой передвижной опорой и технологическое оборудование. На раме лебедки, установленной на тракторе ТТ-4, смонтированы четыре барабана для несущего, тягового, возвратного и монтажного канатов. Тыловая передвижная опора (также на базе трактора ТТ-4) имеет барабан для закрепления второго конца несущего каната. Лебедка и тыловая опора снабжены мачтой высотой 6 м и упором, которые с помощью гидроцилиндров могут устанавли-

ливаться в рабочее и транспортное положение. Масса установки 34500 кг. Опытный образец установки МЛ-43-1 был изготовлен в 1984 году на Вологодском трактороремонтном заводе.

За период испытаний часовая производительность при $V_{\text{ср}} = 0,21-0,29 \text{ м}^3$ составила 10 м^3 , а средняя рейсовая нагрузка $2,1 \text{ м}^3$.

Для освоения горных лесов Восточной Сибири и Дальнего Востока в этом же институте на базе канатной установки МЛ-43-1 была создана установка МЛ-43А-1.

С помощью установки можно было осуществлять трелевку полуподвесным и подвесным способами с горных склонов крутизной свыше 15° . Она состояла из самоходной четырехбарабанной лебедки, смонтированной на тракторе, технологического и вспомогательного оборудования. Лебедка оснащалась мачтой с упором и приводами управления. Два барабана обеспечивали перемещение тяговой и возвратной ветвей тягово-несущего каната; третий служил для привода несущего каната при подвесной трелевке, а четвертый – для монтажного. Управление лебедкой осуществлялось из кабины трактора (см. рис. 14.4).

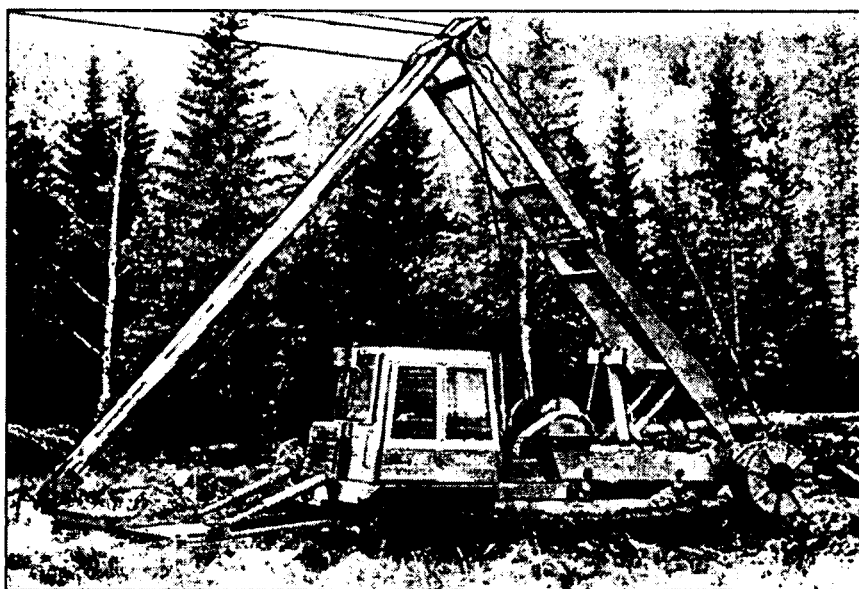


Рис. 14.4. Самоходная лебедка канатной установки МЛ-43А-1 в рабочем положении

Испытания опытного образца МЛ-43А-1 были проведены в 1989 году в Нижнеудинском леспромхозе Иркутсклеспрома. В процессе испытаний было выявлено, что установка имеет лучшие технико-экономические показатели, нежели МЛ-43.

Приемочная комиссия рекомендовала установку к аттестации по высшей категории качества. Ее серийный выпуск был намечен на Абаканском опытно-механическом заводе.

Примерно в это же время учеными КФ ЦНИИМЭ и ВПКИ-лесмаш была разработана и сдана в серийное производство самоходная канатная установка ЛЛ-31 (см. рис. 14.5), предназначенная для полуподвесной и подвесной трелевок хлыстов (спуска и подъема). Установка была предназначена для освоения узкими полосами горных лесосек на склонах протяженностью до 700 м. От места валки хлысты перемещаются канатной установкой на расстояние до 30 м с обеих сторон в полуподвешенном положении, и до 700 м – полностью подвешенными. Установка состоит из самоходной лебедки на базе трактора ТТ-4М, монтажного барабана с приводом от мотопилы, а также линейного оборудования, включающего несущий, грузовой и возвратный канаты; каретки соответственно для полуподвесной и подвесной транспортировки хлыстов, полиспаста и т. д.



Рис. 14.5. Привод самоходной канатной установки ЛЛ-31 (ТТ-4М)

Канатная установка прошла приемочные испытания в Первомайском ЛПХ при освоении двух лесосек сплошными узкополосными рубками. При полуподвесной трелевке на расстояние 270–300 м производительность за 1 час чистого времени равнялась $8,95 \text{ м}^3$, при подвесной – $4,93 \text{ м}^3$. Производительность в смену достигала $48,5 \text{ м}^3$.

Монтажно-демонтажные работы выполняло звено в составе оператора установки, тракториста и одного-двух чокеровщиков. (Трудозатраты на монтаж составляли 4 чел.-дня, на демонтаж – 2,5).

По результатам испытаний установка ЛЛ-31 была рекомендована в 1988 году в серию.

В 1989 году Кавказский филиал ЦНИИМЭ сконструировал для подвесной и полуподвесной трелевок хлыстов или деревьев на расстояние до 1000 м более совершенную установку МЛ-59 (см. рис. 14.6). При подвесной трелевке грузоподъемность установки составляла 3,2 т, а при полуподвесной – 6,3 т.

Для крупномерных насаждений была разработана стационарная канатная установка МЛ-50 грузоподъемностью 6,3 т и расстоянием трелевки до 1000 м. Установка имела производительность в смену $50\text{--}60 \text{ м}^3$.

Трелевку хлыстов в полностью подвешенном положении в среднемерных насаждениях осуществляли канатной установкой

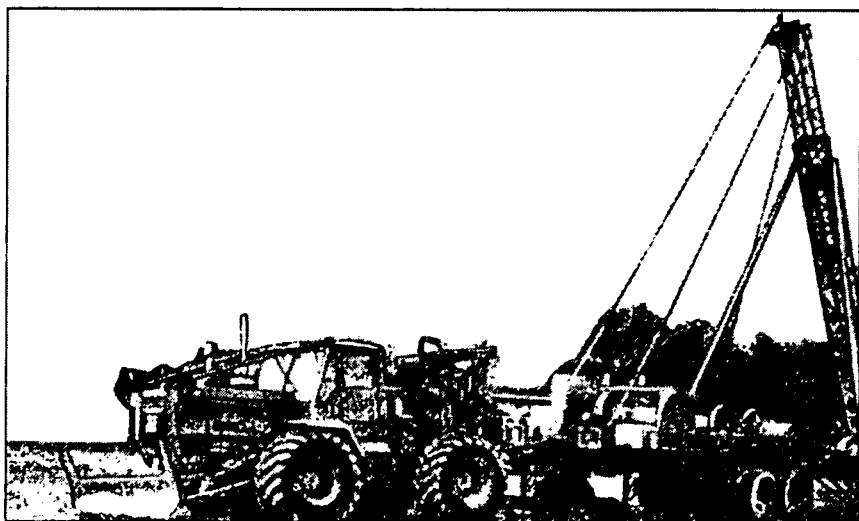


Рис. 14.6. Канатная установка МЛ-59

ЛЛ-30, трелевку сортиментов – ЛЛ-26Б. Грузоподъемность каждой из них была 3,2 т, расстояние трелевки – 1000 м, сменная производительность соответственно 35–45 и 30–40 м³.

В середине 90-х гг. для освоения лесосек Северного Кавказа была разработана технология лесозаготовок, предусматривающая комбинированную трелевку. Суть способа заключалась в том, что хлысты сначала доставлялись тракторами к канатным установкам по волокам, расположенным поперек склонов, а затем уже канатными установками подавались в подвешенном положении вверх или вниз по склонам к верхним складам.

При такой трелевке значительно меньше нарушаются почва, подрост, оставляемые деревья и т. д. Однако было установлено, что применение комбинированной трелевки целесообразно на склонах более 20° при сплошных, постепенных, добровольно-выборочных и котловинных рубках. В других случаях она экономически не эффективна [109].

Подведем некоторые итоги.

1. Канатные установки обладают рядом преимуществ при освоении горных лесосек по сравнению с тракторной трелевкой:

- эксплуатация канатных установок требует значительно меньшего объема строительства дорог;
- канатные установки могут использоваться в любую погоду и на любых грунтах;
- после работы канатных установок на лесосеке остается меньше отходов;
- становится возможным освоение лесосек, недоступных для других видов техники;
- меньше затрачивается энергии;
- сохраняется лесная среда.

2. Несмотря на достоинства и значительное количество разработанных типов конструкций канатных установок, основной объем горной трелевки в стране выполнялся гусеничными тракторами, что приводило к значительным повреждениям склонов. Причем, осваивались леса лишь на склонах крутизной до 15–20°, в то время как треть лесов располагалась на более крутых склонах.

3. Широкому использованию канатных установок в горных условиях препятствовало слабое развитие транспортной сети (4,5 м/га). Поэтому при эксплуатации канатных установок приходилось идти на увеличение их длины до 1 км и более, а это приводило к усложнению конструкции и росту затрат на монтажно-демонтажные работы, что, в свою очередь, формировало отрицательное отношение к канатному транспорту в целом [110].

4. При применении канатных установок используемая техника не перемещается по лесосеке и поэтому сокращается отрицательное воздействие на лесную среду (сохраняются подрост и почва). Здесь необходимо заметить, что если в равнинных условиях вопрос сохранения подроста дискуссионный, то в горных условиях подрост должен сохраняться однозначно, так как осуществление лесопосадок искусственным путем связано с большими затратами, а иногда его осуществление и просто невозможно.

5. Практикой эксплуатации было установлено, что длинно-дистанционные канатные системы с промежуточными опорами целесообразно применять при больших запасах древесины (300–400 м³/га) и в тех местах, где можно концентрированно отвести лесфонд. В иных случаях их использование приводит к значительному удорожанию заготавливаемой древесины.

6. Для освоения лесфонда с малым запасом древесины или разрозненных лесосек ограниченной площади в насаждениях с большими запасами целесообразно применять мобильные канатные установки, которые быстро монтируются и могут перемещаться из одной лесосеки в другую.

В то же время, в стране Правилами рубок и лесоводственными требованиями применение полуподвесной трелевки и сплошных рубок на крутых склонах было запрещено, а тракторная трелевка, несмотря на наносимый значительно большой ущерб лесной среде, не запрещалась.

По мнению [110], выход из этой противоречивой ситуации видится в замене трелевочных тракторов самоходными канатными установками для полуподвесной трелевки при сплошных узкоколесечных рубках.

В 1989 году по результатам совместных исследований ряда институтов была предложена новая технология узкоколесечных рубок разработки горных лесосек канатными установками, опытно-промышленная проверка которой подтвердила ее экологическую и экономическую целесообразность.

Однако узкоколесечные рубки и полуподвесная трелевка канатными установками так и не получили широкого применения (были разрешены лишь в рамках опытно-промышленной проверки до 1993 года).

Запреты на использование на крутых склонах (свыше 20°) полуподвесной трелевки привели к тому, что серийный выпуск самоходных канатных установок осуществлялся небольшими партиями (40–50 штук), причем не все установки запускались в

эксплуатацию. Ограниченное использование самоходных канатных установок было связано и с ростом себестоимости лесозаготовок в 2–3 раза по сравнению с тракторной трелевкой.

С широкомасштабным использованием на лесозаготовках в 80-е годы многооперационной техники в стране было ослаблено внимание к канатным установкам. Более того, были сделаны попытки модернизации лесосечных машин (ВТ и ВПМ) в направлении возможности их использования для работы на склонах более 15° , но все же последними исследованиями ряда НИИ доказано, что в горных условиях наиболее приемлемыми с экологической точки зрения являются канатные установки или вертолетная трелевка. Использование на лесосечных работах трелевочных тракторов на склонах свыше 20° недопустимо.

15. ПОДБОРЩИКИ ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ

Обследование вырубок показали, что на лесосеках, особенно зимой, в виде обломков и тонкомера остается до 30 % древесины от запаса на корню. Сбор и транспортировка этой древесины обычными лесосечными машинами связаны со значительным увеличением трудозатрат по сравнению с заготовкой хлыстов. Поэтому вопросу создания специальной техники для очистки лесосек от порубочных остатков, сучьев, валежника и обломков всегда уделялось большое внимание.

Первые машины были созданы в конце 60-х годов и получили название подборщики сучьев. На первом этапе развития подборщики сучьев были с механическим приводом грабельного типа (см. рис. 15.1). Технологическое оборудование монтировалось на трелевочном тракторе. К лонжеронам рамы трактора крепилась неподвижная рама, на которой устанавливался портал с направляющим блоком и подвижная (поворачивающаяся) рама с собирающими зубьями. Каждый собирающий зуб при помощи круглозвенной цепи или каната соединялся с поперечной балкой подвижной рамы. В процессе работы при помощи лебедки трактора и каната собирающие зубья опускались для сбора порубочных остатков. Благодаря независимой подвеске каждый собирающий зуб мог свободно подниматься и опускаться, обходя препятствия и не оказывая при этом влияния на положение остальных зубьев. Формирование пачки отходов происходит путем последовательного свертывания слоев, собираемых порубочных остатков и их уплотнения. По такому принципу были созданы подборщики ПС-1, ПС-2, ПСГ-3 с гидравлическим приводом рабочего органа соответственно на базе трелевочных тракторов ТДТ-40М, ТДТ-60 и ТДТ-75. Подборщики оснащались 10–12 собирающими зубьями коробчатого сечения, ширина захвата была 3,06–3,72 м. Подъем и опускание зубьев производились при помощи гидроцилиндров. Подборщики имели среднюю часовую производительность 0,3–0,6 га.

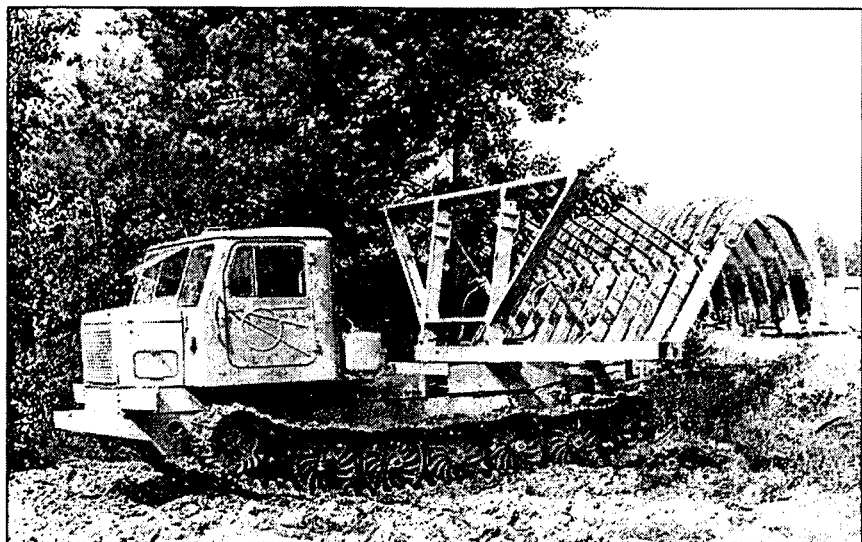


Рис. 15.1. Подборщик лесосечных отходов ЛТ-161

По такому принципу в дальнейшем были разработаны и серийно выпускались подборщики ЛТ-161, ПС-2,4, ПС-2Г и ПС-5А.

Одновременно были созданы в Кавказском филиале ЦНИИМЭ агрегатные подборщики на базе ТДТ-55, состоящие из сгребающего аппарата, гидроманипулятора с челюстным захватом, металлического кузова и лебедки. Сгребающий аппарат оснащался нижними и верхними зубьями с гидроприводом. Нижние зубья собирают порубочные отходы и перемещают их перед собой, верхние — обжимают пачку отходов.

При помощи гидроманипулятора собранные пачки отходов погружаются в кузов подборщика. Лебедка применяется при подтаскивании канатом крупномерных отходов объемом до 5 м³ из мест, не доступных для прохождения трактора (см. рис. 15.2).

В 1981 году была рекомендована в серию погрузочно-транспортная машина ЛТ-168 (см. рис. 15.3). Приемочные испытания ее проводились в Крестецком леспромхозе ЦНИИМЭ. Машина была предназначена для сбора и транспортирования древесного сырья и лесосечных отходов на пункты переработки. В качестве базового трактора был использован ТБ-1М с двигателем мощностью 61 кВт. Технологическое оборудование состояло из несамосвального полуприцепа и манипулятора с грейферным захватом.

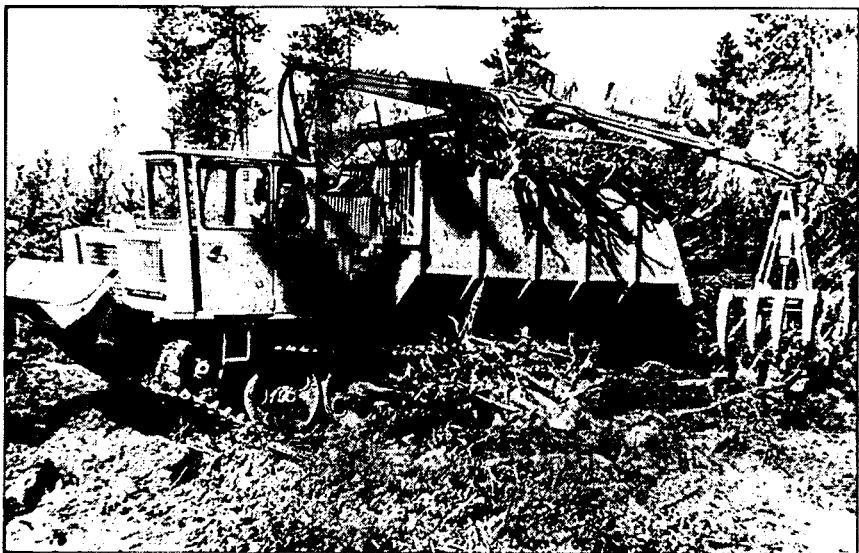


Рис. 15.2. Подборщик-погрузчик ПЛЮ-1

Средняя производительность машины при сборе, подвозке, разгрузке и укладке в штабель лесосечных отходов составляла 2,4 пл. м³ за 1 час, пачек тонкомерных деревьев 4,57 пл. м³ [111].

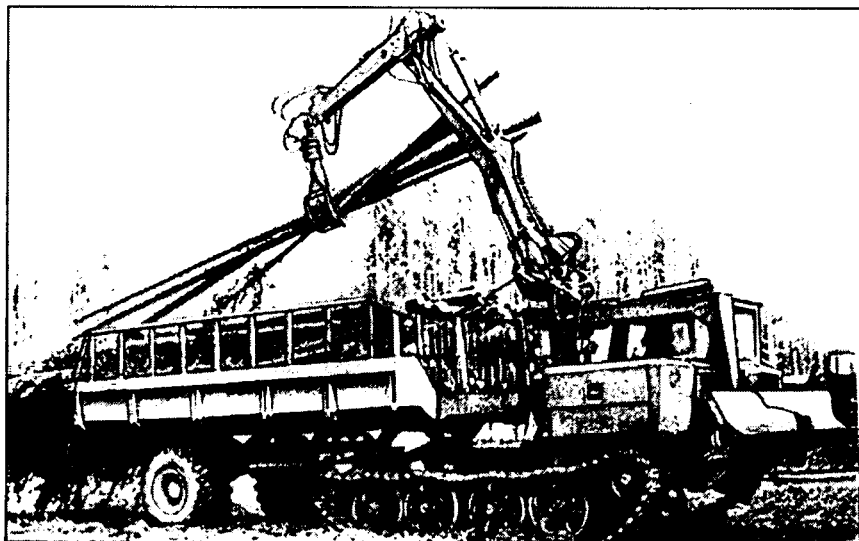


Рис. 15.3. Погрузочно-транспортная машина ЛТ-168

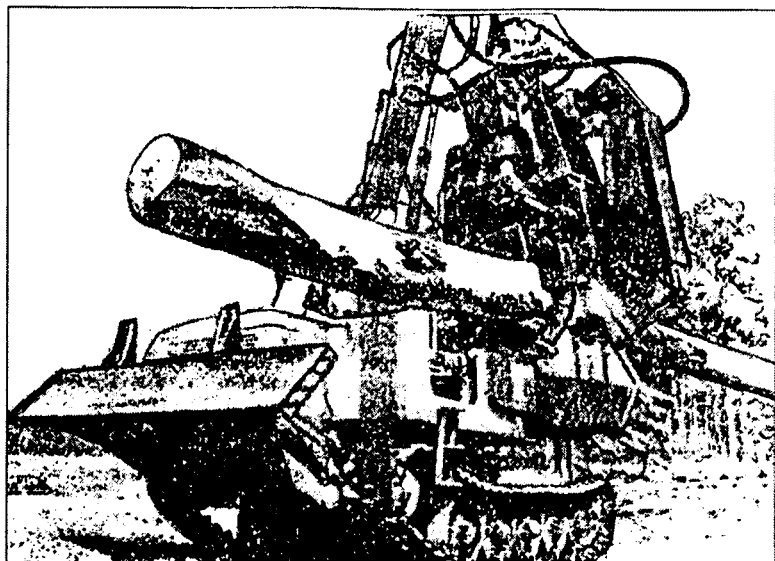


Рис. 15.4. Навесное оборудование ЛВ-194 (1990 г.)

Позднее институтом ЦНИИМЭ была разработана и внедрена система машин для сбора и переработки тонкомерной древесины и лесосечных отходов на щепу, используемую в производстве древесных плит. В состав системы вошли машина ЛТ-168, рубильная самоходная машина ЛО-63Б и контейнерный самосвальный автопоезд ТМ-12. Эта система была наиболее приемлема в тонкомерных насаждениях, а также там, где имелось производство по выпуску плит.

Для утилизации более крупных обломков диаметром 20–25 см Иркутский филиал ЦНИИМЭ совместно с Иркутсклеспромом разработал систему машин для утилизации лесосечных отходов в составе подборщика-раскряжевщика ЦЛС-98 и автопоезда К-104 со съемными самосвальными кузовами-контейнерами. Эта система производила сбор древесных остатков на лесосеке, заготавливала из них короткомер и доставляла его на нижний склад для переработки в технологическую щепу на стационарных рубильных машинах.

Агрегат ЦЛС-98 был создан на базе трактора ЛП-18А (рис. 15.5). На нем был установлен самосвальный кузов емкостью 10 м³ и гидроманипулятор с челюстным захватом. Кузов мог подниматься на высоту, достаточную для перегрузки отходов в контейнер автопоезда. На кузове агрегата устанавливался нож силового резания древесины. Технология работы сводилась к следующему. Подборщик ЦЛС-98, перемещаясь по лесосечному волоку, подбирал манипулятором обломки хлыстов и подавал

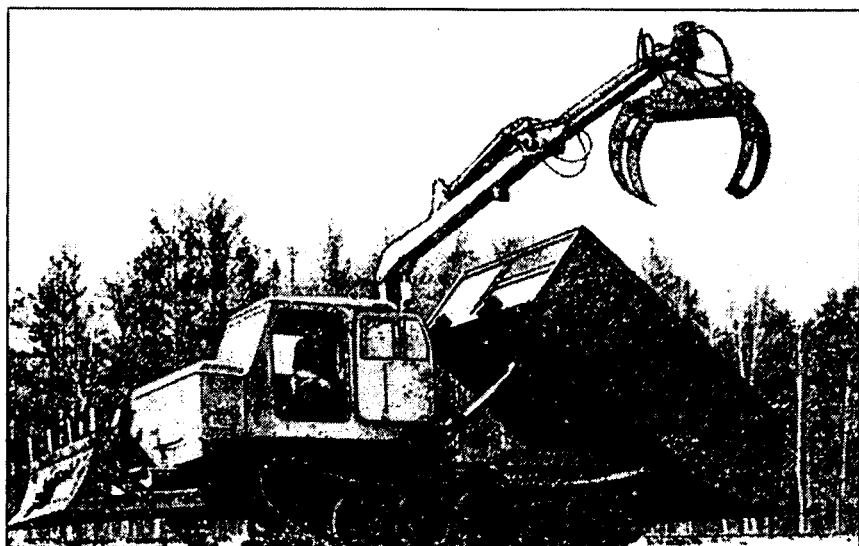


Рис. 15.5. Подборщик лесосечных отходов ЦЛС-98

их в зону навесного ножевого режущего устройства, откуда отрезки древесины падали непосредственно в кузов, который затем транспортировался к погрузочной площадке, где располагался съемный контейнер для приема отходов. Таким образом, система машин обеспечивала полную механизацию всех работ. Серийный выпуск таких агрегатов производился на заводах объединения Иркутсклестехника.

ИркутскНИИЛПом в 1980 году был разработан комплект оборудования К-106 и К-104 для механизации процессов сбора, разделки лесосечных отходов на балансы и доставки их потребителю. Технологическое оборудование было предусмотрено устанавливать на трактор ЛП-18Г*. Однако вследствие того, что выпуск базовых машин ЛП-18Г не был налажен, это оборудование не выпускалось.

Учеными СибНИИЛПа и специалистами Амурского ремонтного завода на базе трелевочных тракторов с манипуляторами ЛП-18Г и ЛП-18А было разработано навесное оборудование ЛВ-194 (рис. 15.4), предназначенное для подбора, перерезания длинных стволовых обломков и деревьев, не отделенных от корней. Оборудование состояло из двухчелюстного захватно-срезающего устройства с ножевым режущим механизмом и самосвального кузова. Ножевое устройство позволяло перерезать стволы диаметром до 25 см.

* ЛП-18Г отличается от трактора ЛП-18А лишь большим вылетом манипулятора ($L_{\max} = 10 \text{ м}$).

Таблица 15.1

Технологические характеристики машин для очистки лесосек

Параметры	Марка машины / базового трактора								
	ПСГ-3 ТДТ-75	ПС-2,4 ТДТ-55, ЛХТ-55	ПС-2Г ТДТ-55, ТТ-4	ПС-5А ТДТ-55	ЛТ-161 ТТ-4	ЛП-23 ТБ-1	ПЛО-1 ТДТ-55	ЛТ-168 ТБ-1М	ЛВ-194 ТТ-4М
Тип рабочего устройства	Грабельное					Манипуляторное			
Ширина обрабатываемой полосы, м	3,72	2,4	2,5	3,0	3,72	10,3	4,7	5,7	5
Грузоподъемность манипулятора на L_{\max} , т	—	—	—	—	—	1,05	1,05	1,05	1,5
Объем кузова, м ³	—	—	—	—	—	12	10	23	10
Емкость захвата, м ³	—	—	—	—	—	1,5	1,2	1,5	—
Количество собирающих зубьев	12	8	7	12	10	—	—	—	—
Производительность:									
на сборе и подвозке, м ³ /ч	—	—	—	—	—	4–7	3–5	5–6	4
на погрузке, м ³ /ч	—	—	—	—	—	6–10	5–8	5–10	—
на сборе, га/ч	0,3–0,6	0,6–0,7	0,6	0,2–0,3	0,3–0,7	—	—	—	—



Рис. 15.6. Машина для сбора лесосечных отходов ЛП-23

Для переработки стволов большого диаметра было разработано сменное захватно-срезающее устройство с пильной шиной (цепное).

Серийное производство навесного оборудования было начато в 1990 году на Амурском ремонтном заводе.

Институтом КарНИИЛП для сбора порубочных остатков была разработана на базе трактора ТБ-1 машина ЛП-23 (рис. 15.6).

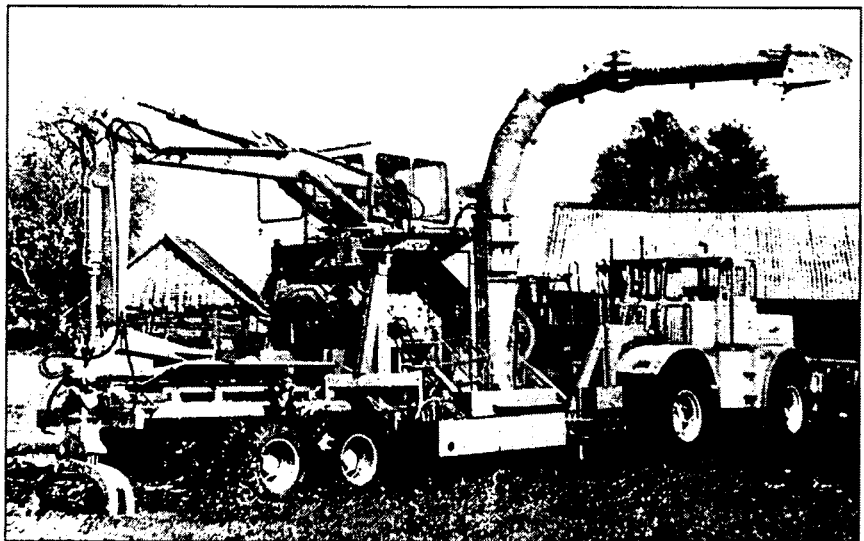


Рис. 15.7. Подборщик – измельчитель древесных масс ПД-17

На базе машины ЛТ-181 был создан подборщик-измельчитель лесосечных отходов.

Машина оснащена манипулятором, а вместо кузова имеет измельчающее V-образное устройство и выносной транспортер (1989 год). В последние годы институтом ЦНИИМЭ была разработана передвижная рубительная машина УРП-1 (УРП-1Б), предназначенная для переработки на технологическую щепу древесных отходов как непосредственно на лесосеке, так и у лесовозной дороги. Машина была изготовлена на базе колесного трактора Т-150К и могла перерабатывать кругляк диаметром до 30 см.

Выводы

1. Обследования вырубок, проведенные в ЦНИИМЭ, СибНИИЛПе и других организациях, показали, что на лесосеках после ухода лесозаготовителей остается большое количество нетоварной древесины в виде обломков, тонкомера и т. д. Так, было установлено, что в многолесных районах Сибири и Дальнего Востока в среднем на 1 га разработанных лесосек остается около 45 м³ стволовых обломков длиной до 6 м (40 %) и более 6 м (60 %). В процессе горных лесозаготовок также примерно 5 % обломанных стволов остается на лесосеке. Такие данные можно приводить и далее. Поэтому промышленное использование низкокачественной древесины и лесосечных отходов позволяет значительно (по некоторым оценкам до 10–12 %) повысить уровень производства деловой древесины.

2. За счет переработки и дальнейшего использования скопленных отходов на лесосеке, погрузочных площадках помимо экономического эффекта улучшается экологическая обстановка, а также снижается пожароопасность.

3. Учитывая, что в доперестроечный период ежегодно вследствие рубки леса высвобождалось примерно 2 млн га площадей, то понятно, что для очистки такого объема вырубок было необходимо много подборочной техники. Отечественная промышленность с этим явно не справлялась. В настоящее время, когда объемы лесозаготовок снизились до 24 % от ранее максимально достигнутого уровня [112], проблема механизированной очистки лесосек продолжает оставаться актуальной ввиду полного прекращения выпуска соответствующей техники.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы рассмотрели в хронологической последовательности процесс механизации лесосечных работ в России. Если в начале XX века механизации были подвергнуты такие основные операции, как срезание дерева, трелевка и погрузка, то в последующие годы были механизированы практически все технологические операции, производимые на лесосечных работах. Несмотря на то, что в стране на протяжении последних лет применялась в качестве основной технология, связанная с заготовкой и вывозкой хлыстов, внедренная в 1951 году, тем не менее, вследствие большого разнообразия почвенно-грунтовых, растительных условий, древостоев и т. д. применение одних и тех же машин в разных регионах давало, как уже отмечалось выше, разные результаты по производительности и себестоимости заготовки древесины, иногда совершенно неожиданные для разработчиков машин. Было установлено, что механизация отдельных технологических операций не всегда обеспечивает значительного повышения производительности и снижения себестоимости продукции. В то же время было выявлено, что эффективность производственного процесса может быть повышена за счет комбинации различных сочетаний специальных лесосечных машин, то есть объединения машин различного функционального назначения в системы.

Причем, как показала практика эксплуатации, из созданных машин для реализации одной и той же технологии могут быть сформированы различные системы машин.

К 1990 году все системы машин для ведения лесосечных работ подразделялись на четыре основные группы. Первая группа систем машин включала: валочные машины, вторая – валочно-пакетирующие, третья – валочно-трелевочные. Четвертая группа отличалась лишь тем, что валка леса осуществлялась бензиномоторными пилами. Первая, вторая и четвертая системы, как правило, включали в себя, кроме уже названных машин и механизмов, подборщики пачек или отдельных деревьев и машины для обрезки сучьев.

Третья система, основанная на базе валочно-трелесочной машины, могла в своем составе содержать также подборщики пачек и машину для обрезки сучьев, если ВТМ работала в режиме валки. В случае, если ВТМ осуществляла не только валку, но и трелевку деревьев, необходимость в подборщиках отпадала.

Несмотря на то, что отечественная промышленность, особенно в последние десятилетия, не справлялась с выпуском новой лесозаготовительной техники в необходимом для отрасли количестве, тем не менее, уровень механизации лесосечных работ (без применения ручного труда) постоянно возрастал и к 1990 году достиг – 63 %. Только за период 1985–89 гг. в отрасли сократилась численность рабочих, занятых ручным трудом, более чем на 25 тысяч человек.

Темпы механизации отрасли хорошо отражают и такие цифры – если на лесозаготовках страны в 1950–51 гг. работало всего около 12,5 тысяч трелесочных тракторов, то в 1990 году только Онежским тракторным заводом их было выпущено более 10,6 тысяч. В 1990 году отечественной промышленностью было выпущено 1000 тракторов с гидроманипуляторами, около 800 валочно-пакетирующих и валочно-трелесочных машин, 1580 машин для обрезки сучьев и сучкорезно-раскряжевых, более 2000 челюстных погрузчиков. Эти цифры можно было бы продолжить и далее.

Таким образом, мы видим, что несмотря на некоторое отставание лесной отрасли в части перевооружения по сравнению с другими отраслями хозяйства страны, тем не менее, ежегодные темпы выпуска новой техники постоянно наращивались вплоть до 1991 года, когда начался спад производства. О темпах сокращения объема выпуска техники за последние годы хорошо говорят следующие данные.

Спад производства основных машин и оборудования в стране

Машины	Марки машин	Год выпуска	
		1989	1997
Погрузчики челюстные и лесоштабелеры,	ПЛ-1В, ЛТ-65, ЛТ-188, ЛТ-72	2947	134
Оборудование для лесосечных работ (машины для обрезки сучьев и сучкорезно-раскряжевые)	ЛП-30, ЛО-120, ЛП-33, ЛП-126	1131	11
Валочные, ВП и ВТМ	ЛП-19, ЛП-49, МЛ-78	841	19
Машины трелесочные бесчорные с гидрозахватом	ЛТ-154, ЛП-18, МЛ-30	1372	26

Естественно, такой спад производства привел к резкому сокращению объемов заготавливаемой древесины, который, начиная с 1991 года, снизился и в настоящее время находится на уровне 74–96 млн м³, то есть ниже послевоенного 1946 года, когда было заготовлено 145,8 млн м³. В образовавшийся на отечественном рынке лесосечной техники вакуум устремились со своей техникой зарубежные фирмы, прежде всего, финские. Учитывая, что на Руси традиционно поклонялись всему иностранному, собственное производство было окончательно свернуто и, фактически, к 1999 году перестало существовать. Этому способствовала и печать. Так, в статье, «Шагающий харвестер» авторы Т. Баженова и Г. Надарейшвили, в диалоге с представителем фирмы «Тимберджек» [119]:

– А сколько времени ушло на создание машины? (т. е. шагающего харвестера. – *Прим. автора*).

– Один год – начиная от проекта и кончая вот этим экземпляром.

И далее... «Воспитанные с детства на убеждении, что у советских собственная гордость и что на буржуа следует смотреть свысока, мы эту цифру постарались воспринять с внешним достоинством, прогнав воспоминания о десятилетиях, потраченных нашими творцами лесозаготовительной техники на создание современного отечественного лесного трактора, которого до сих пор в наших лесах как не было, так и нет»^{*}.

Здесь уместно повторить еще раз, что первый в мире трелевочный трактор КТ-12 был создан менее, чем за 1 год, правда, этому предшествовали два года поисково-исследовательских работ.

К счастью, таких дилетантских мнений у производителей и специалистов почти нет. Наоборот, после использования на лесосечных работах зарубежной техники все больше звучат здравые мысли о необходимости возрождения техники отечественного производства.

Так, в статье «Чьи машины в лесу?» [98] производитель пишет: «Харвестер – машина колесная, сделана добротно, имеет 80 знаков для программирования, стоит 300 тысяч долларов»^{**}.

Однако для работы к харвестеру нужно прокладывать дорогу и предусматривать сортиментную погрузку и вывозку древесины,

^{*} В более поздней публикации (Лесная газета. 5 августа. 1997) фирма «Тимберджек» разъясняет, что разработка шагающего харвестера началась еще в 80-х годах.

^{**} Имеется в виду харвестер финской фирмы.

что в наших условиях с ориентацией на хлыстовую заготовку – не лучший вариант. В Перми есть две такие машины. Каждая из них по стоимости эквивалентна сорока ЛП-49 или семидесяти трелевочным тракторам. Производительность за смену почти такая, как у ЛП-49...»

В статье «Лесные технологии на фоне структурной перестройки ЛПК» [121] читаем:

«...Несмотря на высокий уровень импортной техники, реальное преимущество – у отечественной из-за более низкой цены и меньших затрат на содержание машин. Так, на сплошных рубках в Карелии удельные эксплуатационные и приведенные затраты при работе импортных машин в 1,3–2,5 раза выше, чем у российских. Вот почему ориентация на широкое применение импортной техники для лесозаготовительной промышленности России бесперспективна. На протяжении нескольких десятилетий в России до 90 % древесины заготавливалось по хлыстовой технологии с вывозкой на нижние склады. Исследования отечественных и зарубежных ученых по прогнозированию развития лесозаготовок показали, что эта технология останется у нас доминирующей и в будущем. Сдерживающие факторы применения в России сортиментной технологии – высокая стоимость харвестеров и запасных частей к ним, необходимость подбора высококвалифицированных операторов, малая пригодность многооперационной импортной техники для российских лесных условий, а также большие объемы лесозаготовок и расстояния транспортировки древесины».

Необходимо отметить, что за последние 80 лет отечественная лесная индустрия прошла огромный путь от лучковой пилы до сложной высокопроизводительной многооперационной техники. На протяжении ряда лет отечественные ученые и конструкторы лесных машин были, если можно так выразиться, законодателями моды в деле создания лесозаготовительной техники и во многом не их вина, что, начиная с 80-х годов, наметилась тенденция отставания в этом вопросе от ведущих зарубежных фирм.

Начиная с 1948 года и по настоящее время, основной объем лесозаготовок в России выполнялся и выполняется с использованием гусеничных трелевочных тракторов. Его компоновка стала классической и сохранилась до наших дней практически без изменений. Можно констатировать, что период 1960–2000 гг. прошел под знаком широкого использования на лесозаготовках различных манипуляторов в качестве технологического оборудования треле-

вочных тракторов и многооперационных машин. Учитывая, что манипулятор по кинематике сходен с рукой человека (дистанционно управляемое техническое устройство, имитирующее некоторые движения верхних конечностей человека), совершенство которой неоспоримо, можно прогнозировать, что они еще долго будут использоваться в качестве технологического оборудования различных машин, в том числе и лесосечных, если не всегда, пока существует жизнь.

В заключение хочется выразить надежду, что все имеющиеся трудности в части создания лесозаготовительной техники будут преодолены, как, впрочем, было уже не раз в нашей истории, и лесозаготовительная отрасль России вновь выйдет на новый, более высокий, уровень своего развития.

ПОСЛЕСЛОВИЕ

Итак, период с 1960 г. по настоящее время прошел под знаком широкого использования на лесозаготовках машин с манипулятором и в первую очередь валочно-трелевочных и валочно-пакетирующих машин, которые называют также многооперационными.

Сравнительно большие масштабы выпуска многооперационной техники в СССР, достигнутые к 1990 году, позволили поднять в лесозаготовительной отрасли страны уровень механизации лесосечных работ (без применения ручного труда) до 63 %. После чего начался резкий спад производства этих машин, а затем и вовсе прекратился их выпуск. В образовавшийся вакуум устремились зарубежные фирмы со своей техникой, созданной в основном под сортиментную технологию. После непродолжительного бума на импортную технику спрос на нее в настоящее время значительно упал.

Несмотря на высокий уровень импортной техники реальное преимущество — у отечественной из-за более низкой цены и меньших затрат на содержание машин. Ориентация на широкое применение импортной техники на лесозаготовках по мнению многих производителей бесперспективна. На протяжении десятилетий в России до 90 % древесины заготавливалось по хлыстовой технологии с доставкой на нижние склады. Исследования отечественных и зарубежных ученых по прогнозированию развития лесозаготовок показали, что эта технология останется у нас доминирующей и в будущем. Сдерживающие факторы применения в России сортиментной технологии — высокая стоимость харвестеров и запасных частей к ним, необходимость подбора высококвалифицированных операторов, малая пригодность многооперационной импортной техники для российских лесных условий, а также большие объемы лесозаготовок и расстояния транспортировки древесины.

Разработанные отечественными НИИ и заводами валочно-трелевочные и валочно-пакетирующие машины не уступают по производительности лучшим зарубежным аналогам, но менее надежны в эксплуатации.

Основными причинами этого, на наш взгляд, является использование конструкторами в своей работе устаревших статических методов расчета конструкций, а также ограниченного сортамента сталей и марок чугунов. Вносят свой «вклад» в снижение долговечности валочно-пакетирующих и валочно-трелевочных машин и технологи заводов, которые в противоречие со всеми теориями прочности располагают сварные швы в стреле или рукояти не по нейтральной оси сечений, а на верхней и нижней полках.

Технический прогресс в лесозаготовительной отрасли традиционно связывают с дальнейшим повышением производительности лесосечных машин. Так как у современных многооперационных лесосечных машин до 80–85 % времени смены уходит на работу технологического оборудования, то естественно повышение производительности по мнению некоторых исследователей может быть достигнуто за счет изменения (конечно повышения) скоростей перемещения элементов технологического оборудования и форсирования пуско-тормозных режимов его работы.

В то же время теоретическими и экспериментальными исследованиями [10] было выявлено, что именно пуско-тормозные режимы сопровождаются большими динамическими нагрузками в упругих связях выпускаемых лесосечных машин. Причем установлено, что в отдельных случаях динамические нагрузки в несколько раз превышают силу тяжести пакетируемых деревьев.

Рассмотрим возможности дальнейшего повышения производительности многооперационных машин:

1. За счет повышения скоростей перемещения элементов технологического оборудования.

Цикл обработки одного дерева от срезания до укладывания на машину или технологический коридор у современных лесосечных машин, таких как ЛП-17А, ЛП-49, ЛП-19А составляет в среднем соответственно 48–55 с и 40–45 с. Суммарное время перемещений стрелы рукояти и механизма поворота составляет в среднем 25–26 с, то есть примерно 46–65 % от времени полного цикла. Можно ли повысить производительность перечисленных машин за счет увеличения скоростей перемещения элементов манипулятора (стрелы рукояти, поворотной платформы)?

С позиций динамических нагрузок на технологическое оборудование и машину в целом это возможно при одновременном

«растягивании» пуско-тормозных режимов (увеличение времени разгона или торможения элементов технологического оборудования), так как время разгона и торможения мало по сравнению со временем выполнения отдельных технологических операций*.

С другой стороны, даже достигнутые технические скорости элементов манипуляторов серийных многооперационных лесосечных машин вследствие ряда причин, в том числе и психофизиологических, используются операторами не полностью. Установлено, что увеличение скорости свыше 0,75–1,0 м/с вызывает резкое утомление оператора. Кроме того, выявлено, что получение экономии времени в каждом элементе цикла на 0,3...0,5 с требует увеличения мощности силовой установки на 25–30 %. Отсюда видно, что полученные преимущества за счет увеличения скорости ниже дополнительных потерь.

2. Одновременным выполнением нескольких технологических операций.

Не следует увлекаться и сокращением цикла пакетирования дерева совмещением выполнения нескольких технологических операций, так как это приводит к увеличению динамических нагрузок, повышению утомляемости операторов и требуется большая мощность силовой установки. Необходимо принимать во внимание и то, что при объеме деревьев более 0,4 м³ снижение времени цикла не оказывает существенного влияния на повышение производительности ВПМ.

3. Введением накопителя в захватно-срезающее устройство.

Такое конструктивное решение позволяет значительно сократить (примерно на 20–25 %) время цикла на обработку одного дерева. В этой связи увеличение массы ЗСУ на 80–100 кг является вполне оправданным.

4. Дополнительным поворотом захватно-срезающего устройства в плоскости перпендикулярной манипулятору.

Придание ЗСУ еще одной степени свободы относительно манипулятора сокращает время цикла при обработке деревьев с естественным наклоном ствола. Такое конструктивное решение целесообразно для валочно-пакетирующих машин, не имеющих выравниватель платформы и работающих на пересеченном рельефе.

* Время выполнения технологических операций у ВПМ ЛП-19А составляет: наведение захватно-срезающего устройства на дерево – 3,5–3,9 с; срезание дерева – 3,7–3,8 с; подъем дерева – 3,0–4,0 с; перенос дерева на технологический коридор – 5,0 с; укладка дерева в пачку – 1,6 с; холостой ход манипулятора – 5,4 с.

Время разгона или торможения элементов технологического оборудования находится в диапазоне 0,3–0,8 с.

5. Введением в опорно-поворотное устройство выравнивателя платформы.

Выравниватель платформы позволяет значительно улучшить условия работы операторов на горных склонах и пересеченном рельефе, а также повысить устойчивость ВПМ и расширить возможности ее применения. При этом существенно повышается производительность.

В то же время, исследованиями, проводимыми в Санкт-Петербургской лесотехнической академии [127] выявлено, что с введением выравнивателя платформы в конструкцию ВПМ значительно возрастают динамические нагрузки в упругих связях машины.

Это вызвано тем, что выравниватель платформы расширяет возможности операторов по использованию новых технологических приемов при обработке дерева (например, подъем-опускание срезанного дерева поворотом выравнивателя платформы и т. д.). При этом в движение вовлекаются большие инерционные массы. В этой связи не случайно одной из рекомендаций по результатам исследований [127] было сделано заключение о необходимости введения в инструкцию по эксплуатации ВПМ с выравнивателем платформы пункта, запрещающего использование при пакетировании деревьев большого объема приема — подъем (опускание) срезанного дерева выравниванием платформы.

Наклон платформы в сочетании с поворотом ЗСУ в плоскости перпендикулярной манипулятору расширяют возможности оператора, при этом однако значительно усложняют конструкцию ВПМ. Поэтому на такие решения целесообразно идти при создании машин для работы в горных условиях, когда усложнение конструкции ВПМ перекрывается положительными эффектами.

6. Автоматизацией управления.

В процессе работы, за время одного технологического цикла, оператор современной валочно-пакетирующей машины выполняет в среднем 7–13 операций с 21–40 воздействиями на органы управления. Если учесть, что продолжительность одного технологического цикла составляет в среднем 40–45 с, то за 1 час работы оператор воздействует на органы управления до 3000 раз. В соответствии с отраслевым стандартом по эргономике такой труд относится к категории очень напряженного, поэтому вопросы автоматизации управления являются актуальными. Полная автоматизация управления или хотя бы частичная автоматизация управления позволяет разгрузить оператора, снизить его утомляемость в процессе работы и повысить рабочие скорости. Однако, как показала практика развития краностроения и экскаваторострое-

ния, сокращение полного технологического цикла применением элементов автоматизации управления крайне ограничено. Было установлено, что автоматизация работы грузоподъемной машины дает рост производительности в среднем от 5 до 20 %. Причем, этот рост получается главным образом, за счет более точного соблюдения оптимальных технологических режимов, а не за счет увеличения скоростей перемещения груза.

7. Сокращением времени цикла обработки дерева при стопорении в результате сплетения ветвей и сучьев выносимого дерева с оставляемыми на пасеке.

Опыт эксплуатации ВПМ показал, что время цикла обработки дерева вследствие ухудшения видимости при наведении ЗСУ с увеличением вылета возрастает несущественно, так как глубинное зрение у человека обладает большой точностью в оценке пространства [106]. Увеличение цикла обработки дерева происходит в основном вследствие ухудшения видимости из-за кустарника, подроста и других помех. Наибольшее влияние на увеличение продолжительности цикла оказывает сплетение ветвей и сучьев выводимого дерева с остающимися на пасеке. Как показали экспериментальные исследования, вследствие сплетения ветвей и сучьев происходит замедление движения манипулятора ВПМ или полная его остановка (стопорение). Причем, происходит не только увеличение времени на обработку дерева, но и последующее размыкание ветвей вызывает значительные динамические нагрузки на машину. В этой связи, как показывают исследования [127], в конструкцию манипулятора ВПМ целесообразно вводить дополнительное устройство – разобщитель, позволяющий не только быстро освободить выносимое дерево от сплетения ветвей, но и уменьшить начальную угловую скорость ствола и амплитуду колебаний выносимого из древостоя дерева.

...Для размышления.

Многооперационные машины, работающие по принципу – вынос срезанного дерева в вертикальном положении, имеют большую массу. Так, масса современных валочно-пакетирующих машин составляет 20000...25000 кг. Для их передвижения нужны силовые установки большой мощности. В то время как выполнение операций, связанных непосредственно с обработкой дерева нужна мощность в 1,8...2,0 раза меньшая.

В зависимости от объема обрабатываемых деревьев соотношение между массами валочно-пакетирующей машины ЛП-19А и обрабатываемого дерева находится в пределах 61:1 (дерево $V = 0,5 \text{ м}^3$) и 7:1 при обработке деревьев большого объема ($3,0...3,5 \text{ м}^3$).

При валке деревьев человеком (вальщиком) с помощью бензиномоторной пилы это соотношение соответственно находится в диапазоне 1 : 4 (дерево $V = 0,5 \text{ м}^3$) и 1 : 28 при объеме дерева — $3,5 \text{ м}^3$.*

По данным [80] наибольшая мощность валочно-пакетирующей машины затрачивается на срезание дерева (41,85 % от мощности силовой установки) и технологический переезд (86 %) **. Мощность, затрачиваемая (отбираемая) на привод технологического оборудования (манипулятор, платформу) не превышает 30...31 % [80].

При мощности силовой установки валочно-пакетирующей машины 95–100 кВт на срезание дерева отбирается соответственно 39,76 и 41,85 кВт, в то время как при срезании дерева бензиномоторной пилой является достаточным 1,8...4,0 кВт.

Как видим, здесь есть над чем задуматься не только конструктору многооперационной техники, но и ее покупателю.

У валочно-трелевочных машин с манипуляторами и узкозахватных мощность силовых установок используется более эффективно, так как примерно 35–40 % времени уходит на трелевку пачки деревьев и порожний ход, когда мощность используется полностью.

Исходя из соотношения масс машины и дерева, валочно-пакетирующие машины на сплошных рубках целесообразно использовать в лесосеках с крупным древостоем. При применении их на постепенных рубках и рубках ухода за лесом необходимо использовать сменный манипулятор с увеличенным вылетом и облегченное захватно-срезающее устройство.

Затраты времени в расчете на одно дерево при валке бензиномоторной пилой, погрузке, трелевке, разгрузке и холостом ходе трелевочного трактора типа ТДТ-55А или ТТ-4М в зависимости от объема деревьев составляет в среднем 170...247 с.

При использовании валочно-трелевочных машин флангового типа (узкозахватных) затраты времени на одно дерево составляют в среднем без учета трелевки 58...85 с и 110...125 с с трелевкой на расстояние до 250...300 м.

У валочно-трелевочных машин с манипуляторами типа ЛП-17А и ЛП-49 этот показатель находится в пределах 202...208 с.

Затраты времени в перерасчете на одно дерево при работе валочно-пакетирующей машины типа ЛП-19А с подборщиком па-

* Масса вальщика отнесена к массе пилы.

** По данным НАТИ [128] мощность, затрачиваемая на привод насоса у ВТМ ВП-80, изменяется в зависимости от диаметра спиливаемого дерева и параметров, определяющих подачу пилы, от 24 до 38 л. с. (17,65...27,94 кВт).

чек находится в пределах 185...195 с. Причем расстояние трелевки пачек до 200 м.

Из сопоставления четырех рассматриваемых вариантов наименьшие затраты времени на обработку одного дерева происходят при использовании узкозахватных ВТМ, которые в процессе обработки дерева не переносят его в вертикальном положении.

Таким образом, применение многооперационной техники — (ВПМ и ВТМ с манипуляторами) позволило: исключить ручной труд на валке деревьев (ВПМ), валке, погрузке, трелевке и разгрузке (ВТМ); сделать труд человека — оператора привлекательным и сократить численность рабочих на лесосечных работах.

В то же время, как видно из сопоставления затрат времени на обработку одного дерева использование энергонасыщенной дорогостоящей многооперационной техники не позволило существенно сократить время на обработку дерева по сравнению с системой «бензиномоторная пила—трелевочный трактор». Придание ВПМ дополнительных функций, таких как обрезка сучьев и раскряжевка стволов усложняет конструкцию машины, значительно повышает ее стоимость и целесообразно при сортиментной технологии.

Как видим, в вопросе дальнейшего развития многооперационной техники еще много спорного и неясного.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Артамонов М.Д., Михайловский Ю.В. Тяговые машины на лесозаготовках. М.: Гослесбумиздат, 1959. 322 с.
2. Орлов С.Ф. Теория и применение агрегатных машин на лесозаготовках. М.: Гослесбумиздат, 1963. 271 с.
3. Попов Н.С., Петров В.И., Попов А.Н. и др. Без тайн и секретов., СПб.: ИТЦ «Прана», 1997. 376 с.
4. Одлис Б.Н. Нарботки конструкторов ОТЗ никогда не теряли актуальности. Страницы истории // Онежец. 1995. 27 янв. С. 2-4 (Петрозаводск).
5. Перфилов М.А. Многооперационные лесные машины. М.: Лесн. пром-сть. 1974. 208 с.
6. Лесная индустрия СССР / Н.В. Тимофеев, Н.А. Медведев, Т.С. Лобовиков и др.; Под ред. Н.В. Тимофеева. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 407 с.
7. Виногородов Г.К. Лесосечные работы. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 272 с.
8. Артамонов Ю.Г. Проектирование специальных лесных машин: Учеб. пособие. Л.: ЛТА, 1976. 80 с.
9. Швед А.И., Ибатулин М.Т., Стрельцов Э.К. Выбор энергонасыщенности лесопромышленных тракторов // Лесн. пром-сть. 1987. № 4. С. 27-28.
10. Александров В.А. Моделирование технологических процессов лесных машин. М.: Экология, 1995. 256 с.
11. Кишинский М.И. Шире внедрять ледяные дороги // Лесн. пром-сть. 1958. № 2. С. 4-8.
12. Лайко М.В. Развитие лесозаготовок в районах Севера // Лесн. пром-сть. 1956. № 8. С. 4-8.
13. Озолиньш И.П. Создание валочно-пакетирующей машины «Дятел-2» и перспективы усовершенствования ее конструкции // Комплексная механизация рубок ухода. Рига: Зинатне, 1975. С. 139-150.
14. Румаков Ф.А., Каценельсон А.М. О работе модернизированных тракторов КТ-12 // Лесн. пром-сть. 1957. № 1. С. 7-9.
15. Лепенцов П.А. Новый трелевочный трактор ТДТ-54 // Лесн. пром-сть. 1955. № 12. С. 16-17.
16. Первый опыт трелевки трактором КТ-12 (по страницам республиканских и областных газет) // Лесн. пром-сть. 1949. № 1. С. 11-12.

17. Грачев И.В. Стахановцы Комипермеса на трелевке трактора-ми КТ-12 // Лесн. пром-сть. 1949. № 2. С. 11-12.
18. Атрохин В.Г., Иевинь И.К. Рубки ухода и промежуточное лесопользование. М.: Агропромиздат, 1985. 255 с.
19. Иевинь И.К., Розинь Т.Я. Доступность деревьев при машинной рубке выборочным способом // Комплексная механизация рубок ухода. Рига: Зинатне, 1975. С. 61-73.
20. Александров В.А., Лэ Суан Тху. К вопросу создания машин для несплошных рубок и рубок ухода за лесом // Межвуз. сб. науч. тр. СПб.: ЛТА, 1997. С. 170-181.
21. Шабанов А.М. Вывозка леса в хлыстах по тракторной ледяной дороге // Лесн. пром-сть. 1951. № 11. С. 4-6.
22. Инструкция по сохранению подроста и молодняка хозяйственно ценных пород при разработке лесосек и приемке от лесозаготовителей вырубков с проведением мероприятий по восстановлению леса. М.: Госкомлесхоз СССР, 1984.
23. Гугелев С.М., Савицкий В.Ю. Новые машины и подрост // Лесн. пром-сть. 1993. № 5-6. С. 24-25.
24. Савицкий В.Ю., Гугелев С.М. Воздействие лесосечных машин на лесную среду // Лесн. пром-сть. 1993. № 5-6. С. 27-28.
25. Минин Г.А. Улучшить эксплуатацию лесосечных машин // Лесн. пром-сть. 1989. № 3. С. 5-6.
26. Помазнюк В.А., Поздеев Е.Г., Колосов В.Д. Лесовосстановление в комплексных хозяйствах Урала // Лесн. пром-сть. 1987. № 6. С. 11-18.
27. Паневин В.С. Лесовосстановление в таежной зоне // Лесн. пром-сть. 1989. № 6. С. 20.
28. Головин Г.И. Разработка лесосек с сохранением подроста // Лесн. пром-сть. 1989. № 6. С. 21.
29. Вечерин А.М., Киселев Е.А., Стародубцев Н.А. Снова о подросте // Лесн. пром-сть. 1988. № 7. С. 9-10.
30. Садиков Н.А. Многооперационная техника в кедровых лесах // Лесн. пром-сть. 1989. № 7. С. 16-17.
31. Виногоров Г.К. Нужны ли агрегатные машины? // Лесн. пром-сть. 1961. № 1. С. 13-17.
32. Мошонкин Н.П. Внедрение агрегатных машин - наиболее прогрессивный путь // Лесн. пром-сть. 1961. № 4. С. 6-8.
33. Чиков Я.И. Какие же машины нужны на лесосеке? // Лесн. пром-сть. 1961. № 3. С. 19-20.
34. Проектирование и применение специальных активных полуприцепов в лесном хозяйстве / С.Ф. Орлов, И.К. Иевинь, Н.А. Гуцелюк, И.В. Лямин и др. Л.: ЛТА, 1979. 88 с.
35. Крючков Г.Я. Агрегатные лесосечные машины - нужны // Лесн. пром-сть. 1961. № 5. С. 13.
36. Гаврилов И.И., Мельников В.И. Комплексно механизировать лесосечные и лесовосстановительные работы // Лесн. пром-сть. 1961. № 7. С. 12-13.

37. Рогозкин А.В. Создать мощные многооперационные машины // Лесн. пром-сть. 1961. № 8. С. 3-4.
38. Гольдберг А.М. Удельная мощность лесотранспортных машин // Лесн. пром-сть. 1963. № 10. С. 14.
39. Ерахтин Д.Д. Тракторам и автомобилям - двигатель повышенной мощности // Лесн. пром-сть. 1965. № 4. С. 6-11.
40. Цыбаев Н. Нужен ли трелевочный трактор ТДТ-55 // Лесн. пром-сть. 1965. № 8. С. 3.
41. Перфилов М.А., Ступнев Г.К. Результаты эксплуатационных испытаний ВТМ-4. // Лесн. пром-сть. 1968. № 8. С. 4-6.
42. Зайчик М. И., Мошати́н И. М., Ковальков И. С., Ермо́льев В. П., Тарасов И. Н. Трелевочная бесчokerная машина касcетного типа // Лесн. пром-сть. 1965. № 4. С. 3-4.
43. Москвин И.П., Шулев А.С., Малин В.И. Машина ЛП-18 в Вологодских лесах // Лесн. пром-сть. 1974. № 12. С. 5-6.
44. Зорин С.П. Не только мощность, но и долговечность // Лесн. пром-сть. 1965. № 9. С. 7-8.
45. Горышин П.И., Золотогоров В.Г. Сравнительная экономическая эффективность трелевочных тракторов // Лесн. пром-сть. 1966. № 1. С. 10-11.
46. Саковский А.И. Выше производительность труда // Лесн. пром-сть. 1964. № 11. С. 1-4.
47. Желтов Е.М., Маврина Г.А. Основы технологии и организации труда на лесосеке // Лесн. пром-сть. 1977. 128 с.
48. Барановский В.А. Пути снижения трудоемкости лесозаготовительных работ // Лесн. пром-сть. 1977. № 12. С. 1-3.
49. Рыскин Ю.Е., Третьяков Н.Д. Трелевочное оборудование с пачковым захватом // ВНИПИЭИлеспром. 1978. 32 с.
50. Щипанов П.С., Рыскин Ю.Е. Испытания колесного тягача с клещевым захватом // Лесн. пром-сть. 1971. № 1. С. 8-9.
51. Федоров В.В., Емельянов В.М. Рационально использовать колесные тракторы на трелевке // Лесн. пром-сть. 1975. № 8. С. 6-7.
52. Майко И.П., Жуков А.В., Асмоловский М.К. К применению узкозахватных валочных машин // Лесн. пром-сть. 1990. № 4. С. 12-13.
53. Ступнев Г.К. Пятилетка и лесная наука // Лесн. пром-сть. 1975. № 8. С. 7-9.
54. Алава В.В., Пукари В.И., Полевая Л.В. На лесосеке - валочно-трелевочная машина ВП-80 // Лесн. пром-сть. 1976. № 6. С. 17-18.
55. Куницын И.А., Панев В.В., Кушляев В.Ф., Колобов Е.А., Копылов В.П. Опыт эксплуатации валочно-трелевочных машин // Лесн. пром-сть. 1981. № 1. С. 12-14.
56. Аболь П.И., Люманов Р.А., Залкинд А.С., Полетайкин В.Ф. На старте - машина ЛП-49 // Лесн. пром-сть. 1981. № 1. С. 17.
57. Горбачевский В.А. Колесные трелевочно-транспортные машины // Лесн. пром-сть. 1968. 256 с.

58. Сидоров И.А., Ревзин П.И., Лесман И.З. Новый мощный колесный тягач // Лесн. пром-сть. 1965. № 1. С. 7-11.
59. Щипанов П.С., Маевский А.П. Производственные испытания тракторов К-703 и Т-127 // Лесн. пром-сть. 1967. № 6. С. 16-17.
60. Щипанов П.С. Мощные колесные тягачи на лесозаготовках // Лесн. пром-сть. 1966. № 10. С. 8-10.
61. Щипанов П.С. Результаты испытаний колесного тягача КТЦ // Лесн. пром-сть. 1968. № 5. С. 8-11.
62. Рогалюк Л.А., Щипанов П.С., Поздеев Э.А. Исследование проходимости колесных тракторов при работе на лесосеке. Вопросы эксплуатации трелевочных тракторов: Науч. тр. / ЦНИИМЭ. Химки. 1971. № 121. С. 5-12.
63. Морозов Г.Ф. Избранные труды. Т. 1. М.: Лесн. пром-сть. 1970. 559 с.
64. Обыденников В.И., Рожин Л.Н. Возобновление леса в связи с применением новых машин на сплошных рубках // Труды ЦНИИМЭ. Машинная валка и трелевка леса. Химки, 1977. С. 59-63.
65. Обыденников В.И. Тавлинкин С.В. Новые машины на лесосеках с подростом // Лесн. пром-сть. 1978. № 5. С. 28-29.
66. Шарый М.А., Ботенков В.П. Машинизация и лесовосстановление // Лесн. пром-сть. 1981. № 7. С. 10-12.
67. Виногоров Г.К. Машины и подрост // Лесн. пром-сть. 1987. № 12. С. 10-19.
68. Закревский П.Б. Аргументы в пользу исходного норматива // Лесн. пром-сть. 1988. № 7. С. 10.
69. Вороницын К.М., Гугелев С.М. Технологическая оценка лесосечных машин // Лесн. пром-сть. 1988. № 4. С. 9-10.
70. Бартош П.Н., Андреев Л.А., Большаков Б.М. Выбор оптимальных систем машин для Коми АССР // Лесн. пром-сть. 1989. № 3. С. 7-8.
71. Мошонкин Н.П. О технологичности и эффективности лесных машин // Лесн. пром-сть. 1989. № 4. С. 16-17.
72. Герцог Е.В. Красноярские лесопогрузчики // Лесн. пром-сть. 1967. № 8. С. 13-14.
73. Решетов А.В., Задворная П.М., Маркина Т.С., Фоминых П.А. Организация лесосечных работ с применением челюстных погрузчиков // Лесн. пром-сть. 1967. № 3. С. 22-24.
74. Гончаренко Н.Т. На лесосеке новые погрузчики // Лесн. пром-сть. 1984. № 4. С. 17-18.
75. Татаринцов В.П. Лесозаготовки. Состояние и проблемы повышения эффективности // Лесн. пром-сть. 1979.
76. Ступнев Г.К. Рубежи лесной науки и эффективность производства // Лесн. пром-сть. 1984. № 9. С. 1-3.
77. Танашев Р.И. Опыт освоения новой лесосечной техники // Лесн. пром-сть. 1981. 136 с.
78. Кусакин Н.Ф., Минаков И.Ф., Носиков А.А. Повышение эффективности трелевки. М.: ВНИПИЭИлеспром, 1980. С. 40.

79. Александров В.А. Динамические нагрузки в лесосечных машинах. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. 152 с.
80. Максимов А.П. Повышение технико-экономических показателей валочно-пакетирующих машин за счет более эффективного использования мощности силовых установок в технологическом цикле: Автореф. ... канд. техн. наук. Химки, 1986. 20 с.
81. Тулатов В.А. Эксплуатация новой лесозаготовительной техники. М.: ВНИПИЭИлеспром, 1978. 28 с.
82. Иванов Н.И. Борьба с шумом и вибрациями на путевых и строительных машинах. М.: Транспорт, 1979. 272 с.
83. Афанасьев О.П., Матвеев А.И. К выбору скоростей перемещения дерева валочно-пакетирующими машинами // Известия вузов. (Архангельск). № 5. 1979. С. 97–101.
84. Вороницын К.И. Этапы научной деятельности ЦНИИМЭ // Труды ЦНИИМЭ. № 122. Химки, 1972. С. 3–5.
85. Барановский В.А., Некрасов Р.М. Системы машин для лесозаготовок // Лесн. пром-сть. 1977. 248 с.
86. Кушляев В.Ф. Лесозаготовительные машины манипуляторного типа // Лесн. пром-сть. 1981. 248 с.
87. Иванов Г.А. Повышение технического уровня трелевочного трактора // Лесн. пром-сть. 1987. № 9. С. 28–29.
88. Казаков Л.Г., Кожурин С.И. Снизить травматизм на погрузке леса // Лесн. пром-сть. 1984. № 6. С. 26–27.
89. Руник В.Я., Виксин Э.Ю. Опыт механизации лесосечных работ на Дальнем Востоке // Лесн. пром-сть. 1983. № 7. С. 13–14.
90. Барман М.А., Васильев О.М., Кругов В.С., Супрон Ю.П., Соустин К.Г. Погрузочное оборудование к машине ЛП-19 // Лесн. пром-сть. 1984. № 8. С. 20–21.
91. Александров В.А. Совершенствование машин для лесосечных работ // Экспресс-информ. М.: ВНИПИЭИлеспром. 1987. С. 12–25.
92. Гарузов В. М., Федоринин В.А., Яковлев В.Т. Радио и телеуправление трелевочными тракторами // Лесн. пром-сть. 1974. № 12. С. 22–23.
93. Гарузов В.И., Макеев В.Н., Федоринин В.А. Улучшить условия труда операторов лесных машин // Лесн. пром-сть. 1975. № 6.
94. Федоринин В.А. Дистанционное управление трелевочными тракторами // Лесн. пром-сть. 1984. № 5. С. 25–26.
95. Рочев А.И. Новая трелевочная машина // Лесн. пром-сть. 1989. № 10. С. 17–18.
96. Занегин Л.А., Гарькуша В.Н., Ильяшенко Б.Р. Робот на лесосеке // Лесн. пром-сть. 1980. № 8. С. 12–13.
97. Глотов В.М. Еще раз о сохранении подроста // Лесн. пром-сть. 1991. № 2 и № 3. С. 12–13 и С. 22–23.
98. Сретенский В.А. Чьи машины в лесу? // Лесн. пром-сть. 1993. № 2. С. 11.
99. Кярккяйнен М. Тенденция развития лесозаготовительной техники и технологии // Лесн. пром-сть. 1992. № 3. С. 27–28.

100. Воронина Н.Е. Сучкорезно-раскряжевная установка на базе ЛП-33 // Лесн. пром-сть. 1986. № 10. С. 26.
101. Рыский Ю.Е., Провоторов Ю.И., Нальский В.Б., Лабутин Н.В. Трехосные тракторы на лесосеке // Лесн. пром-сть. 1991. № 7. С. 6–8.
102. Виногоров Г.К., Гугелев С.М., Савицкий В.Ю. Технология разработки лесосек машинами с сохранением подроста // Лесоэксплуатация и лесосплав: Инф. сборник. М.: ВНИПИЭИлеспром, 1989. Вып. 23. 48 с.
103. Александров В.А., Гуцелюк Н.А., Козьмин С.Ф. Модифицированные сельскохозяйственные тракторы для лесозаготовок. М.: ВНИПИЭИлеспром, 1986. 24 с.
104. Щипанов П.С. Лесной трактор-тягач Т-5Л // Лесн. пром-сть. 1968. № 7. С. 4–5.
105. Фарбер С.К., Соколов В.А., Втюрина О.П. Лесовосстановление вырубок и влияние на них технологии лесозаготовок // Лесн. пром-сть. 1998. № 3. С. 19–22.
106. Кочегаров В.Г., Федяев Л.Г., Лавров И.А. Технология и машины лесосечных и лесовосстановительных работ. М.: Лесн. пром-сть, 1970. 400 с.
107. Евarestов А.В. Трелевку лебедками на новую техническую основу // Лесн. пром-сть. 1984. № 12. С. 22.
108. Лесоэксплуатация и лесное хозяйство: Научно-технический реферативный сборник / ВНИПИЭИлеспром. М., 1966. Вып. 11. 16 с.
109. Беленко Г.Т., Калинина А.В. Комбинированная трелевка в горных лесах // Лесн. пром-сть. 1984. № 4. С. 24.
110. Пикушов А.Н., Марченко А.И. В ладах с природой // Лесн. пром-сть. 1989. № 5. С. 10–11.
111. Потапова Л.А., Степин А.В., Брюханов В.Б. Погрузочно-транспортная машина ЛТ-168 // Лесн. пром-сть. 1981. № 10. С. 15.
112. ЦНИИМЭ и научно-технический прогресс лесозаготовительной промышленности / Под редакцией Большакова Б.М. Химки: ЦНИИМЭ, 1998. С. 63.
113. Ступнев Г.К. Размышления о прогрессе // Лесн. пром-сть. 1996. № 4. С. 9–10, 26.
114. Ялонен С.П. Трактор идет по болоту // Лесн. пром-сть. 1980. № 7. С. 14.
115. Алферьев Н.И., Виноградов Б.Г. Манипуляторы и роботы на лесозаготовках // Лесн. пром-сть. 1984. № 4. С. 16–17.
116. Сикка Р.Ф., Шляков Г.В. Лесосечные машины с асимметричными гусеницами // Лесн. пром-сть. 1985. № 6. С. 20.
117. Кузнецов А.П., Эмайкин Л.М., Соколов М.О., Андрушин М.И. Для повышения проходимости лесозаготовительных машин // Лесн. пром-сть. 1992. № 7. С. 18.
118. Гребенкин С.И. Проблемы и задачи лесного машиностроения // Лесн. пром-сть. 1998. № 2. С. 2–4.

119. Баженова Т., Надарейшвили. Такого еще не было. Шагающий харвестер // Лесная газета. 1996. 22 июня.
120. Анисимов Г.М. Новая концепция формирования системы машин для гибкого лесозаготовительного производства на модульном принципе. М.: ВНИИпроблем машиностроения, 1990. Т. 11. С. 8-14.
121. Тацун М.В. Лесные технологии на фоне структурной перестройки ЛПК // Лесн. пром-сть. 1996. № 1, 2. С. 2-3, 22-23.
122. Егоров Л.И. Каким быть лесопромышленному трактору // Лесн. пром-сть. 1981. № 8. С. 18.
123. Андрушин М.И., Кузнецов А.П. Высокоэластичный гусеничный движитель // Лесн. пром-сть. 1997. № 2. С. 22-23.
124. Анисимов Г.М., Большаков Б.М. Новые концепции теории лесосечных машин. СПб.: ЛТА, 1998. С. 116.
125. Косенко Б.Ф., Тюркин Б.П., Шепеленко Н.Г. Отечественные тракторы. Справочник. Москва-Ленинград: Машгиз, 1962. 535 с.
126. Анисимов Г.М., Кочнев А.М. Основы научных исследований. СПб.: ГЛТА, 2006. 492 с.
127. Гасымов Г.Ш., Александров В.А. Нагруженность валочно-пакетирующих машин на постепенных и выборочных рубках леса. СПб.: Изд-во СПб ун-та, 2005. 192 с.
128. Исследование и создание комплексных тракторных гидравлических систем с универсальными регуляторами для управления агрегатными машинами и гидравлическим отбором мощности. Отчет НАТИ. М.: Информационный центр (ВНИТИ), 1981. С. 23.
129. Ксенович И.П., Яцкевич В.В. О перспективах развития агрегатной унификации и создания модульных энергетических средств. М.: Тракторы и сельхозмашины. 1987. № 12. С. 6-11.
130. Орлов А. Канадские лесные машины в России: Предварительные итоги впечатляют! // Леспром. 2007. № 4 (44). С. 82-84.
131. Полищук А.П. Валка леса. М.: Лесная пром-сть, 1972. 178 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1. Механизация лесозаготовок в довоенный период (1917–1941 гг.)....	8
2. Создание трелевочного трактора (1945–1951 гг.)	14
3. Тенденции и перспективы развития трелевочного трактора (1951–1988 гг.)	32
4. Поисковые работы (1948–1965 гг.)	43
5. Лесосечные машины с манипулятором (1960- ... гг.).....	67
6. Механизация лесозаготовок (1964–1980 гг.)	83
7. Подборщики пачек.....	101
8. Валочно-трелевочные машины.....	111
9. Лесозаготовки и многооперационные машины	118
10. Колесные лесопромышленные тракторы	141
11. Машины для обрезки сучьев	171
12. Еще раз о тенденциях развития базового лесопромышленного трактора в СССР–России	185
13. Погрузчики леса	200
14. Канатные установки	212
15. Подборщики лесосечных отходов	224
Заключение	232
Послесловие.....	237
Библиографический список.....	244