

## ЛИТЕРАТУРА

1. Устойчивое управление лесным хозяйством: научные основы и концепции / Под общ.ред. А.В.Селиховкина. Санкт-Петербург – Йоэнсуу. 1998.
2. Федоренчик А.С., Завойских Г.И. Аспекты экологической лесной сертификации // Труды Белорусского государственного технологического университета. Лесное хозяйство. Вып. VI. Минск, 1998. – С. 19-25.
3. Федоренчик А.С., Жуков А.В. Создание и опыт применения систем лесных машин на базе колесных тракторов отечественного производства // Сборник научных трудов Института леса НАНБ. Лесная наука на рубеже XXI века. Вып. 46. Гомель, 1997. – С. 315-317.
4. Федоренчик А.С., Марцуль В.Н., Головач А.М. Химические факторы воздействия лесозаготовительной техники на лесные экосистемы // Материалы Международной научно-технической конференции «Ресурсосберегающие технологии в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности». Минск, 1999. – С. 160-164.

УДК 630.36

М. С. Высоцкий, директор НЦ  
ПММ НАНБ;

В. П. Коробкин, гл. констр.  
ОКБ МТЗ4;

А. В. Жуков, профессор

### КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ МАШИН ДЛЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

The positions of the concept of development and creation of wood machines with use of a aggregate-modular approach of forming of their structure are explained

На основании длительного изучения опыта применения различных типов лесных машин на лесозаготовительных работах определены главные лесотехнические требования на их создание [1]. Согласно им, лесная машина, обеспечивая при необходимой производительности высокие тягово-сцепные, скоростные и другие технико-эксплуатационные показатели, должна удовлетворять лесохозяйственным и экологическим критериям [2], соответствовать эргономическим

требованиям. Машина должна иметь минимальную численность обслуживающего персонала, возможность маневрировать в условиях лесосеки, работать в узких трассах с минимальным повреждением лесной среды, обеспечением безопасности оператора. Мощность двигателя машины должна быть достаточной как для обеспечения транспортных операций на повышенных рабочих скоростях, так и операций по обработке предмета труда (валка, пакетирование, погрузка, раскряжевка, обрезка сучьев, окорка, измельчение на щепу и т.д.).

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

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

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

Системы формируются с учетом наиболее оптимальной стыковки отдельных машин, входящих в систему, что зависит от целой гаммы условий производственного, экономического, экологического, социального характера. В Республике Беларусь, например, в лесном комплексе в настоящее время создались особые условия. Парк оборудования, укомплектованный в основном техникой российского производства, изношен на 70-80%. Его пополнение и обновление из-за рубежа затруднено вследствие отсутствия у предприятий финансовых средств и высоких цен, хотя определенное количество машин, механизмов и оборудования, особенно в системе Минлесхоза, все же приобретается. Постепенно налаживается выпуск лесного оборудования и внутри республики: трелевочные тракторы ТТР-401, ТТР-402, МЛ-126, "Амкодор - 2200", форвардеры МЛПТ-354, МЛ-131, прицепные

агрегаты, лесовозные тягачи и прицепы-ропуски, магистральные автопоезда-сортиментовозы.

В соответствии с прогнозом на перспективу парк машин лесозаготовительных и лесохозяйственных предприятий республики в основном будет увеличиваться за счет внутреннего рынка. При этом системы применяемых лесозаготовительных машин постепенно будут включать технику, выполненную на базе однотипных шасси.

На базе машиностроительных предприятий Беларуси представляется возможным создание семейств лесных машин трех групп: малогабаритные – с двигателем мощностью до 30 л.с. на базе трактора МТЗ-320; средней мощности – типа 4К4 и 6К6 на базе трактора МТЗ кл. 1,4-2,0, увеличенной мощности – на базе погрузчиков ГО-18 кл. 3.

Возможно создание групп лесных машин малой мощности на базе мотоблока минитракторов МТЗ-08БС и МТЗ-084, а также машин кл. 2 на базе гусеничного шасси, которое в сельскохозяйственном варианте разрабатывается в настоящее время на МТЗ.

Создаваемая лесотранспортная техника, включающая лесовозные тягачи и прицепы-ропуски, магистральные сортиментовозы, щеповозы и другой прицепной состав, удовлетворяет необходимым требованиям, и в перспективе ее выпуск будет расширяться на основе базовых средств МАЗ.

В создавшихся условиях с учетом задач, стоящих перед лесным комплексом республики по внедрению новых ресурсосберегающих технологий, исключительно важными являются обоснование параметров базовых шасси по группам лесных машин и четкое представление общей концепции их разработки.

При решении вопроса обоснования базовых шасси для специальных лесозаготовительных машин различных групп следует рассматривать возможности его агрегатирования с различным технологическим оборудованием и максимальной унификации с узлами и агрегатами отработанной и выпускаемой серийно продукции, причем с учетом лесных условий эксплуатации и тяжелых нагрузочных режимов.

Так, при разработке в БГТУ захватно-срезающего устройства ножевого типа была обеспечена его компактность и сравнительно малая металлоемкость, что позволило провести агрегатирование с трактором МТЗ-82 при использовании серийной подвески, а привод ЗСУ осуществить от вала отбора мощности.

Таким образом, созданы узкозахватная валочная машина, рубительная машина УРП-3, разработанная на ММЗМ, и трелевщики ТТР-

401, ТТР-402, лесопогрузочная машина МТП-441, разработанные на МТЗ с участием БГТУ.

Сюда же следует отнести погрузочно-транспортный агрегат ПТА-1 (АО "Амкодор") и прицепные тележки ПА-7, ПЛ-11 ("Агромаш", г. Бобруйск), предусматривающие работу в агрегате с трактором МТЗ-82.

Указанные машины составляют новое семейство машин, созданных на базе трактора МТЗ-82Л лесохозяйственной модификации, предусматривающей установку толкателя, элементов защиты днища и кабины, дополнительного освещения фронта работ, улучшения показателей эргономики.

Близким представляется принцип построения семейства лесных машин АО "Амкодор", предусматривающего выпуск трелевщика, харвестера, форвардера и челюстного погрузчика. Эта группа машин повышенной мощности выполняется на базе погрузчика ТО-18 с шарнирно сочлененной рамой и гидромеханической трансмиссией, с отбором мощности для привода технологического оборудования. Характерная черта этой группы машин – высокая степень унификации с базовым погрузчиком.

Более сложная задача по созданию семейства специальных колесных лесных машин с шарнирно сочлененной рамой решается на МТЗ. Данная работа включала создание специального энергетического средства с шарнирно сочлененной рамой и его последующее агрегатирование с различным лесотехнологическим оборудованием. Такое энергетическое средство, включающее одноосный энергетический модуль (трактор МТЗ-82 без переднего моста) и шарнирно сочлененный с ним прицепной модуль с активной осью, было создано. Привод активной оси осуществляется от вала отбора мощности энергомодуля через карданный вал, задний мост трактора МТЗ-82 и колесную передачу. Шасси оснащено новой системой управления, специальными шинами, защитой днища и кабины, реверсивным постом управления, дополнительным освещением фронта работ, толкателем и др. За кабиной предусмотрена площадка для размещения технологического оборудования.

Данное шасси является специальным и имеет значительное число оригинальных узлов и деталей. Часть узлов и деталей, выпускаемых серийно, изменены и доработаны. Это касается кабины, органов управления, трансмиссии и ходовой части.

На базе данного двухосного шасси был разработан и серийно выпускается форвардер МЛПТ-354 с гидроманипулятором грузоподъ-

емностью 3,5 кН·м, создан опытный образец трелевочной машины МЛ-126 с тросочкерным оборудованием [4], который в настоящее время проходит испытания в объединении "Молодечнолес". Там же испытывается опытный образец форвардера МЛ-131 типа 6К6 грузоподъемностью 10 т. В конструкции трехосного шасси с удлиненной рамой используется грейдерная тандемная тележка Брянского завода дорожных машин.

Описанный подход к созданию специальных лесных машин позволил получить приемлемые результаты по компоновке базового шасси с технологическим оборудованием, а также по материалоемкости, энергоемкости и производительности.

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

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

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

Классическим примером построения типажа машин по такому принципу могут служить трелевочные машины ТТР-401 с тросочкерным оборудованием, ТТР-402 и "Муравей" с пачковым захватом, валочные, погрузочные машины, рабочее оборудование которых устанавливается на передней или задней навеске лесохозяйственного трактора МТЗ-82Л (рис. 1). К данному ряду можно отнести также машины, образованные агрегатированием трактора с прицепной тележкой, на которой устанавливается рабочее (форвардерное, рубительное, процессорное, окорочное и др.) оборудование. В данном случае в качестве

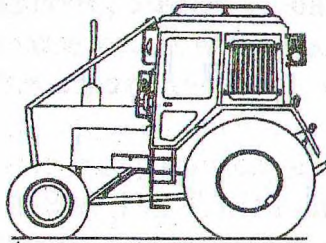
СТМ рассматривается прицепной агрегат с рабочим оборудованием, а общая структура специализированной лесозаготовительной машины, образованной по описанному способу, представлена в виде схемы, приведенной на рис. 2.

Структура построения типажного ряда лесных машин с шарнирно сочлененной рамой типа МЛПТ-354, МЛ-126, МЛ-131 на базе специализированного лесного шасси также соответствует приведенной на рис. 2 схеме. Отличие состоит только в том, что ЭТМ не выделяется самостоятельно, а входит в состав ЭМ – энергетического модуля, т.е. является его составной частью.

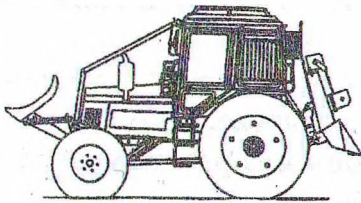
Концепция создания лесной машины предполагает установление проектных параметров шасси и специализированного технологического модуля (СТМ), а также элементов привода рабочего оборудования (ЭТМ).

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

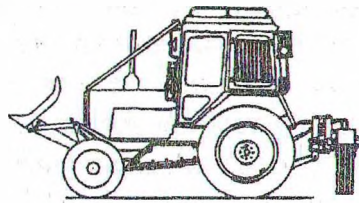
При формировании семейства машин на основе одного базового шасси структурная схема, приведенная на рис. 2, характеризуется тем, что элементы на концах заранее определены, т.е. известны параметры базового шасси, а также параметры рабочей среды и предмета труда. В данном случае возникает задача установления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



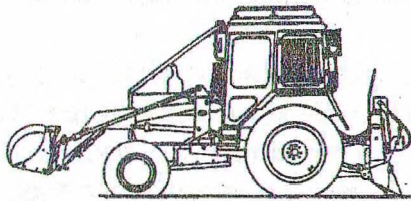
Трактор лесохозяйственный



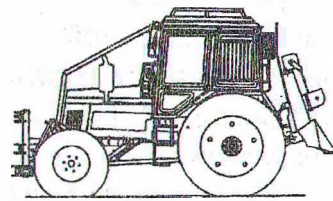
Трактор трелевочный с тросочерным оборудованием



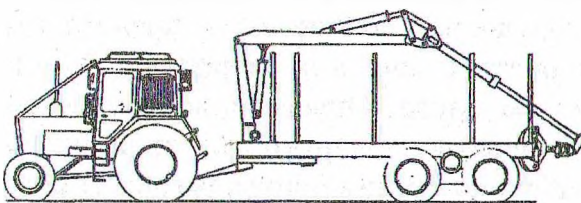
Трактор трелевочный с пачковым захватом



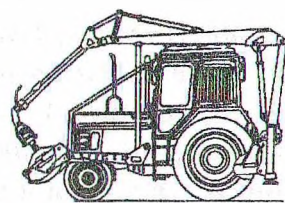
Машина трелевочно-погрузочная



Машина валочно-трелевочная



Машина погрузочно-транспортная



Машина погрузочно-разгрузочная

Рис. 1. Семейство лесных машин на базе тракторов "Беларус"

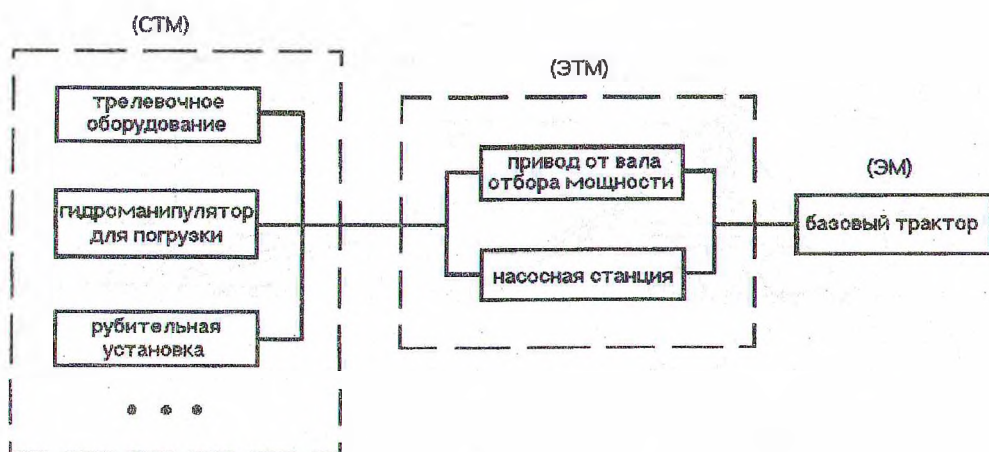


Рис. 2. Структурная схема специализированной лесной машины

Для примера на рис. 3 приведены расчетные схемы, соответствующие подсистеме "предмет труда – рабочий орган – двигатель" для определения параметров привода технологического оборудования трелевочного трактора при формировании пачки хлыстов тросочерным оборудованием.

При выполнении транспортных операций рассматриваемая система должна включать шасси, на вход которой прикладывается внешнее воздействие от неровностей поверхности движения [5], а при одновременном выполнении транспортных операций добавляется воздействие на рабочий орган. В таком виде динамическая система может использоваться для установления пригодности шасси как базового для создания семейства лесозаготовительных машин.

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

Особенности концепции разработки лесозаготовительной машины, состоящей в построении по блочно-модульному принципу, дают возможность декомпозиции сложной структуры машины и используются нами при создании новых лесных машин и автопоездов.



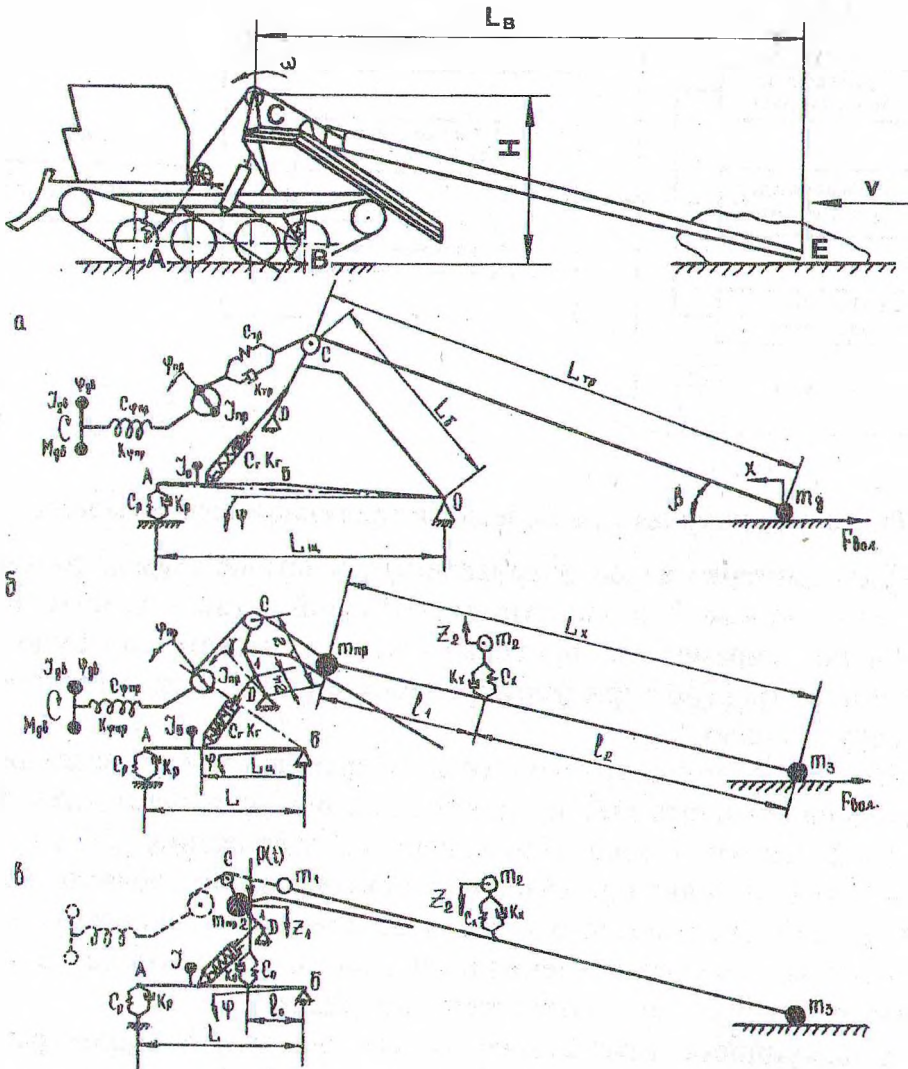


Рис. 3. Расчетные схемы, соответствующие подсистеме "предмет труда – рабочий орган – двигатель": а – подтаскивание пачки; б – подтаскивание с подъемом; в – опускание на щит

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бороновский В. А., Некрасов Р. М. Системы машин для лесозаготовок. М.: Лесная пром., 1977.
2. Лесоводственные требования к технологическим процессам лесосечных работ // ВНИИЛМ. М., 1993.

3. Жуков А. В., Федоренчик А. С., Клоков Д. В. Воздействие двигателей лесных колесных машин на почву и показатели их проходимости // Тр. БГТУ. Выпуск VI. Мн., 1998. - С. 11-17.
4. Коробкин В. А., Жуков А. В., Гришкевич С. Ф., Лой В. Н. Новая колесная трелевочная машина с шарнирно сочлененной рамой// Тр. БГТУ. Выпуск VII. Мн., 1999. - С. 22-28.
5. Высоцкий М. С., Жуков А. В., Коробкин В. А., Клоков Д. В. Имитационная модель движения колесной транспортно-погрузочной машины// Весці НАНБ. Сер. фіз.-тэхн. навук. 1998. № 1. - С. 25-31.

УДК 630.323

И. В. Турлай, доцент;  
В. А. Добровольский, доцент

### ТЕХНОЛОГИЯ ОСВОЕНИЯ ЛЕСОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ

The technologies of getting "clean" forest production in "dirty" radiation belt are offered.

В результате аварии на Чернобыльской АЭС оказались загрязненными цезием-137, стронцием-90 и другими тяжелыми радионуклидами 1.7 млн. га (25.2%) лесов Беларуси. По мере удаления от центра взрыва уровень загрязнения в основном уменьшается, хотя и отмечаются отдельные пятна с высоким содержанием радионуклидов.

По степени загрязнения вся территория разделена на 4 зоны: 1-5; 5-15; 15-40 и свыше 40 Ки/км<sup>2</sup>.

Из всех загрязненных лесов наибольшая часть попала в 1-ю зону – 1245.8 тыс. га, или 72.7% от всего загрязненного леса.

Во 2-ю зону – 304.4 тыс. га, или 17.7%.

В 3-ю зону – 129.6 тыс. га (7.6%), около 1.6 млн. м<sup>3</sup>.

В 4-ю зону – 34.3 тыс. га (2.0%).

Лесозаготовки в 1-й зоне, как не представляющие опасности для работающих, ведутся без всяких ограничений. Во 2-й зоне ограничением является то, что древесину в деревьях нельзя летом трелевать волоком по земле (поднимается пыль с радиоактивными элементами). В 4-й зоне проведение лесозаготовок не разрешается из-за трудности обеспечения безопасности работающих и получения "чистой" лесопродукции.