

УДК 631.3.072.31

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ НЕДОСТАТОЧНОЙ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ  
АГРЕГАТОВ И ПУТИ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, М. А. Латышева, В. В. Посметьев  
ФГБОУ ВО Воронежской государственной  
лесотехнической академии им. Г. Ф. Морозова

В стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года дан подробный анализ состоянию и вскрыты системные проблемы лесного комплекса, неразрывно связанные с техническим уровнем и качеством производимых в настоящее время в стране машин и оборудования для лесного хозяйства [1]. В документе, в частности, акцентируется внимание на следующие основные факторы, обусловившие появление системных проблем в развитии лесного хозяйства:

- истощение эксплуатационных запасов древесины в зонах расположения действующих лесопромышленных предприятий и путей транспорта;
- недостаточная точность учета лесных ресурсов;
- низкая эффективность государственного лесного контроля на региональном уровне;
- значительные потери лесных ресурсов от пожаров, вредителей и болезней, ущерб от которых существенно выше общих расходов на охрану, защиту и воспроизводство лесов;
- невысокое качество лесовосстановления;
- низкий технический уровень лесохозяйственных работ;
- слабо развитая инфраструктура в лесах;
- высокий уровень нелегального оборота древесины;
- нарушение биологического разнообразия лесов.

За последние два десятилетия количество отраслевых научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций сократилось в 5 раз, а численность научных сотрудников – в 50 раз. Резко снизилось финансирование научных организаций за счет бюджетных средств. Бизнес практически не принимает участие в научно-исследовательской деятельности. Это, в конечном итоге, привело, с одной стороны, к распылению бюджетных средств на решение мелких и частных вопросов, не позволяющих решить проблемы стратеги-

ческого характера, а с другой – к стагнации научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций. Полностью разрушена действовавшая раньше система опытных предприятий, испытательных станций и полигонов. В лесном хозяйстве используются устаревшие технологии, машины и оборудование с высокой долей ручного труда и низкой производительностью.

Неадекватность российского лесного машиностроения задачам развития лесного комплекса привела к тому, что к настоящему времени большинство заводов лесного машиностроения прекратило свою производственную деятельность. В результате в десятки раз снизились объемы выпуска лесохозяйственных машин, оборудования и тракторов. Действующие предприятия лесного машиностроения не обеспечивают необходимый технический уровень и качество выпускаемой лесохозяйственной техники, значительно уступающей по показателям энерго- и материалоемкости импортным аналогам. Разрушена отраслевая научно-исследовательская и проектная база развития лесного машиностроения и отсутствует база сервисного и эксплуатационного обслуживания отечественной лесной техники.

Недостаток квалифицированных кадров и низкий уровень оплаты (в 2,2 раза ниже, чем в среднем по стране) и производительности труда обусловлены слабым развитием социального партнерства, низким по сравнению с другими отраслями экономики уровнем оплаты труда работающих, ухудшающейся ситуацией в профессиональной и квалификационной подготовке рабочих кадров, специалистов, а также возрастающим дефицитом квалифицированных кадров по разным направлениям лесохозяйственной деятельности.

Вышеперечисленные проблемы лесного комплекса страны являются одной из основных причин недостаточного технического уровня и качества лесных почвообрабатывающих орудий (ЛПО). Отечественные образцы ЛПО еще значительно уступают по своим эксплуатационным свойствам и качеству изготовления лучшим зарубежным аналогам. Негативные тенденции ослабления контроля со стороны соответствующих государственных органов за состоянием и повышением технического уровня и качества продукции лесохозяйственного машиностроения заметно сдерживают процесс обеспечения лесного хозяйства современной эффективной техникой.

Используемые в настоящее время серийные ЛПО, вследствие своей недостаточной надежности, плохо приспособлены к эффективной работе на лесных вырубках. Из-за несовершенства средств защиты рабочих органов от перегрузок на одних орудиях и полного отсутствия таких средств на других продолжи-

тельность эксплуатации до списания большинства ЛПО вдвое меньше регламентированной и зачастую не превышает 2 ... 4 года.

Основными причинами недостаточных надежности и эффективности ЛПО являются: недооценка актуальности, слабое финансирование и координация НИР и НИОКР по данной проблеме, отсутствие материальных и организационных возможностей для полноценного выполнения требований, как отечественных по надежности, так и международных стандартов системы качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании техники в лесном машиностроении.

Вследствие недостаточной эффективности существующих средств защиты рабочих органов от перегрузок, ЛПО обладают, как правило, повышенными тяговым сопротивлением и металлоемкостью, а также низкими проходимостью и маневренностью. Механизаторы вынуждены агрегатировать такие орудия с менее маневренными на вырубках тракторами повышенного тягового класса, что в конечном итоге приводит к существенному снижению рабочих скоростей, а следовательно, и производительности почвообрабатывающих агрегатов, перерасходу топлива и увеличению расходов на содержание такой техники. Положение усугубляется также тем, что механизаторы приспособливают для работы на лесных объектах, в том числе на вырубках сельскохозяйственные почвообрабатывающие орудия (СПО). Все это в совокупности ведет к неоправданным материальным и трудовым затратам, снижению объемов, уровня механизации и качества работ при лесовосстановлении [2, 3].

Основные причины недостаточной эффективности предохранителей ЛПО представлены на рисунке 1 и связаны с несовершенством их конструкций. Им присущи следующие недостатки: неспособность обеспечивать рабочим органам преодоление высоких препятствий и сохранения равновесия орудия при этом, все еще отсутствуют надежные предохранители для массивных ЛПО (плугов, покровосдирателей и др.), они не защищают в полной мере от перегрузок при возврате рабочих органов в исходное положение и от воздействия на них боковых нагрузок, высокая инерционность срабатывания предохранителей приводит к нежелательным перегрузкам, отсутствуют типовые конструкции предохранителей и унификация их узлов, из-за несовершенства подвижных уплотнений гидравлические предохранители страдают повышенной чувствительностью к изменению температуры окружающей среды и утечкам рабочей жидкости, отсутствуют системы рекуперации энергии.

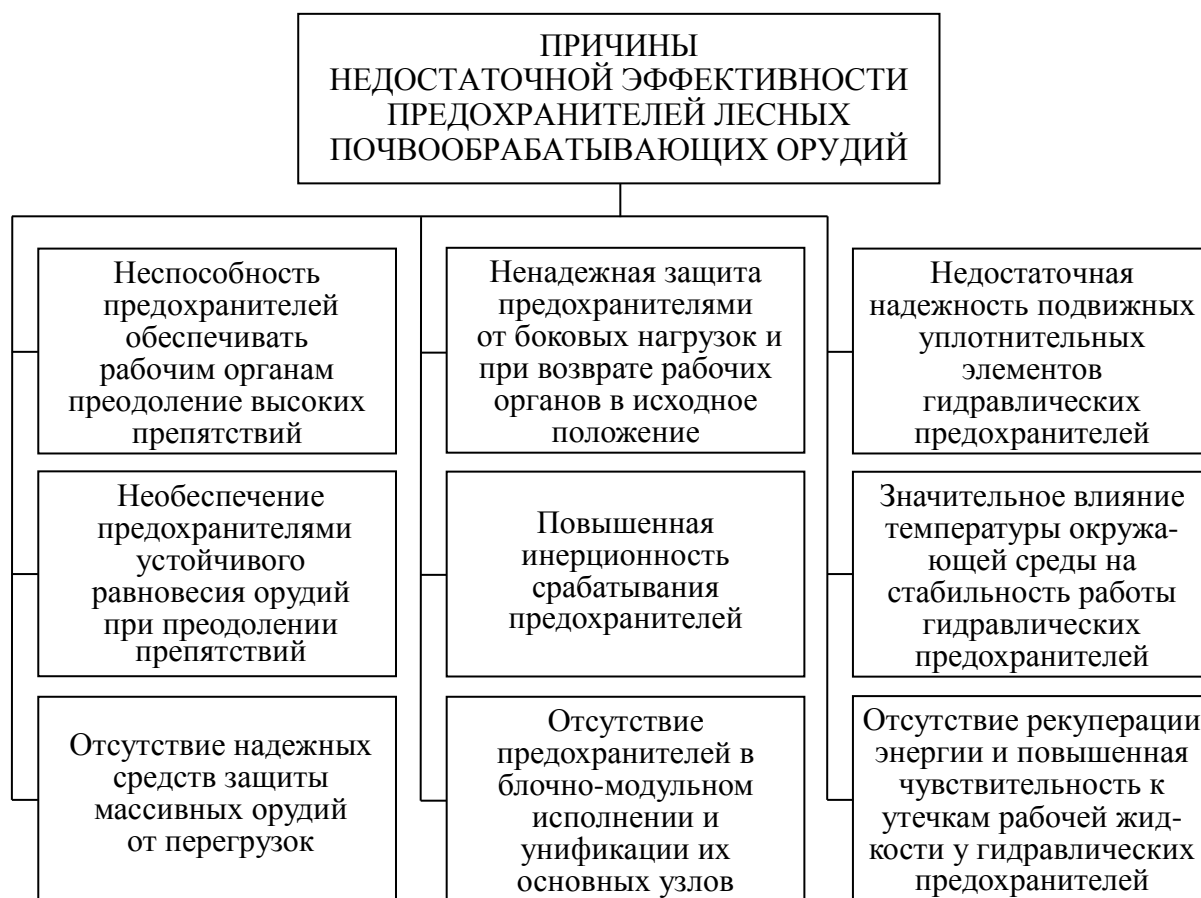


Рисунок 1 – Основные причины недостаточной эффективности предохранителей лесных почвообрабатывающих орудий

Проведенный анализ патентных материалов, НИР и НИОКР, результатов испытаний и эксплуатационных наблюдений экспериментальных, опытных и серийных отечественных и зарубежных конструкций СПО, ЛПО и предохранителей для них свидетельствует:

1) несмотря на уже имеющееся значительное количество патентов на предохранительные механизмы, большая их часть предназначена для СПО. Однако такие предохранители не пригодны для непосредственного использования их на ЛПО по следующим основным причинам:

- их конструктивные параметры не обеспечивают отход рабочего органа на необходимую высоту (0,5 ... 0,6 м от дна борозды);
- силовая характеристика рабочих органов либо «круто-восходящего», либо «падающего» типов, что неприемлемо для ЛПО, так как последние, как правило, являются навесными орудиями и не имеют опорных колес;
- их конструкция часто не обеспечивает технологические регулировки ин-

дивидуально каждого из рабочих органов ЛПО (установку ширины защитной зоны, углов рабочих органов и др.);

– из-за повышенных массы и габаритов рабочих органов ЛПО такие предохранители плохо komponуются на этих орудиях и обладают относительно высокой инерционностью срабатывания;

– вследствие значительного удельного сопротивления резанию лесных почв и наличию в них большого числа древесных включений эти предохранители не обеспечивают надежное удержание рабочих органов ЛПО на заданной глубине обработки;

2) современные серийные отечественные и зарубежные СПО оснащены в основном автоматическими индивидуальными предохранителями с общим пневмогидроаккумулятором;

3) серийные ЛПО комплектуются преимущественно одним типом предохранителей – простейшими пружинными горизонтального, вертикального и комбинированного действия. Все они относительно несложны по устройству, дешевы в изготовлении и просты в эксплуатации. Однако длительное использование ЛПО на лесных объектах показало низкую эффективность таких предохранителей. Они допускают значительные удары подвижных частей о раму орудия при возврате рабочих органов, в результате чего не исключены поломки орудия;

4) из большой группы автоматических предохранительных механизмов наиболее эффективными для использования на ЛПО являются индивидуальные предохранители с одной степенью свободы перемещения стойки рабочего органа и оснащенные автономным или общим аккумулятором, а также предохранители гидронасосного типа. При прочих равных условиях они имеют преимущества перед другими типами предохранителей и позволяют:

– снизить вес и стоимость орудия за счет применения общего аккумулятора или гидронасоса трактора;

– обеспечить рациональную компоновку элементов конструкции предохранителя на раме орудия;

– преодолевать рабочим органам препятствия на вырубках высотой до 0,6 м от дна борозды без существенного увеличения тягового сопротивления орудия;

– устранить ударные нагрузки в момент возврата рабочих органов в исходное положение;

– снизить инерционность срабатывания и тем самым уменьшить динамические нагрузки на конструкцию орудия;

– обеспечить силовую характеристику, практически исключаящую вертикальные и горизонтальные перемещения рамы орудия при преодолении его рабочими органами препятствий;

– легко регулировать начальное усилие срабатывания в зависимости от удельного сопротивления лесных почв;

– унифицировать детали и узлы предохранителя;

5) российские ученые и разработчики СПО достаточно успешно решают проблему повышения надежности этих орудий. Ими выполнены существенные теоретические и экспериментальные исследования, созданы вполне работоспособные конструкции предохранителей. Однако вследствие значительных отличий условий работы ЛПО и СПО результаты этих исследований не могут быть механически перенесены на ЛПО, хотя они и представляют определенный методический интерес и содержат ряд удачных идей;

6) зарубежные ученые внесли значительный вклад в разработку теоретических основ и методического обеспечения экспериментальных исследований, направленных на обоснование эффективных способов повышения надежности и создание работоспособных конструкций предохранителей СПО. В то же время достаточно значимых специальных исследований по разработке как ЛПО, так и предохранителей для них в доступных зарубежных публикациях не выявлено. Это объясняется в основном различием отечественной и зарубежных технологий и объемов лесовосстановления, природно-климатическими факторами, а также полным заимствованием зарубежными фирмами и компаниями, занимающимися лесохозяйственной деятельностью, подходящие для этой цели по своим эксплуатационным возможностям машин (сельскохозяйственных, строительных и др.);

7) количество, содержание и уровень опубликованных теоретических и экспериментальных исследований, посвященных повышению надежности ЛПО, все еще недостаточны и не в полной мере соответствуют актуальности рассматриваемой проблемы.

В настоящее время из-за отсутствия и (или) недостатка в лесном хозяйстве тракторов необходимого тягового класса практически повсеместно, в той или иной степени, наблюдается нерациональное комплектование лесных почвообрабатывающих агрегатов (ЛПА). Это, соответственно, приводит к существенному снижению эффективности ЛПА.

Значительный ущерб лесному хозяйству наносит недостаточное качество обработки почвы ЛПО, что в конечном итоге приводит к снижению эффектив-

ности лесовосстановительных работ и их удорожанию вследствие дополнительных затрат на восстановление неоправданно потерянных при посадке и уходе лесных культур на вырубках. Основными причинами недостаточного качества обработки почвы рабочими органами ЛПО являются нестабильность глубины обработки, вызванная слабой заглабляющей способностью дисковых рабочих органов и непостоянством плотности и твердости почвы в пределах даже одного участка или гона. Обеспечить в этих условиях постоянство глубины обработки с помощью традиционных грузов в полной мере, в режиме реального времени, не представляется возможным.

Кроме этого, заметно снижается качество обработки почвы из-за неудовлетворительного копирования дисками обрабатываемой поверхности в продольной и поперечной вертикальных плоскостях при работе орудия на лесных объектах, насыщенных препятствиями, и вследствие неровного рельефа обрабатываемой поверхности. Это объясняется тем, что серийные тракторы оснащены традиционными навесными устройствами, которые конструктивно не обеспечивают перекосы рам навешиваемых ЛПО на необходимый угол в поперечно-вертикальной плоскости. К тому же из-за повышенной инерционности при работе стандартных навесных устройств существенно ухудшается копирование дисками обрабатываемой поверхности и в продольно-вертикальной плоскости.

Батарейное крепление дисков также отрицательно сказывается на качестве обработки почвы. Вследствие совместного вращения всех дисков на одной оси часто наблюдается их забивание сорной растительностью и сгущивание почвы, ухудшаются крошение и рыхление почвы. Кроме этого, батарейное крепление дисков конструктивно не позволяет устанавливать углы атаки и наклона к вертикали индивидуально для каждого диска, чем ухудшаются их заглабляющая способность и независимое вращение.

Современные ЛПА отличаются пониженными энерго- и материалосбережением, что соответственно отражается на их эффективности. Основными недостатками ЛПА, снижающими их энергосберегающие параметры, являются повышенный расход топлива агрегируемыми тракторами и отсутствие систем рекуперации энергии у ЛПО. Как уже отмечалось выше, нерациональное комплектование ЛПА приводит к перерасходу топлива агрегируемым трактором. Кроме этого, из-за низкого качества обработки почвы вследствие несовершенства конструкций ЛПО механизаторы вынуждены выполнять повторные проходы при обработке почвы, на что дополнительно расходуется топливо.

Неиспользованным резервом энергосбережения серийных ЛПА является отсутствие в их конструкциях систем рекуперации энергии. Разработчики ЛПА все еще не уделяют должного внимания этой проблеме и практически не проводят соответствующие НИР и НИОКР. Для ЛПО характерны значительные энергетические потери при холостых движениях их массивных деталей и узлов, достигающие до 30 %, которые могут быть возвращены полезно в работу с помощью систем рекуперации энергии [4, 5].

В общем случае материалосбережение ЛПА – это внедрение конструкторских, технологических и организационных разработок и мероприятий, направленных на экономное использование расходуемых материалов, минимально достаточных для качественного выполнения агрегатами лесовосстановительных работ [6]. Все еще недостаточная надежность серийных конструкций отечественных ЛПА приводит к непредвиденным расходам материальных и трудовых ресурсов на устранение последствий отказов, суммарная величина которых превосходит первоначальную стоимость этой техники в два-три раза [7].

В настоящее время, по разным причинам, часто несоблюдаются в полном объеме техпроцессы на выполнение ЛПА операций по лесовосстановлению, что косвенно также влияет на неоправданное повышение материалосбережения. В частности, при первичной обработке почвы на неподготовленных вырубках с большим количеством пней используются слабозащищенные от перегрузок лемешные плуги вместо дисковых. При уходах за лесными культурами на вырубках не соблюдается периодичность их проведения, что приводит к зарастанию посадок сорной древесной растительностью и увеличению тягового сопротивления дисковых культиваторов. В обоих случаях это способствует поломкам ЛПО и соответствующим материальным затратам на их восстановление.

Весомой причиной снижения эффективности ЛПА является также нарушение установленных правил эксплуатации и технических регламентов для этой техники. Недостаточное количество специальной лесохозяйственной техники и, по этой причине, вынужденная интенсивная эксплуатация в сжатые агротехнические сроки имеющихся ЛПА, а также слабая организация, несвоевременное и некачественное выполнение технического обслуживания и ремонта ЛПА в лесохозяйственных предприятиях (ЛХП), неизбежно ведут к непредусмотренным повышенным материальным и трудовым затратам.

Выявленные на основе системного анализа основные причины недостаточной эффективности ЛПА позволили выделить следующие основные пути ее



повышения (рис. 2). Повышение технического уровня и качества ЛПО преду-

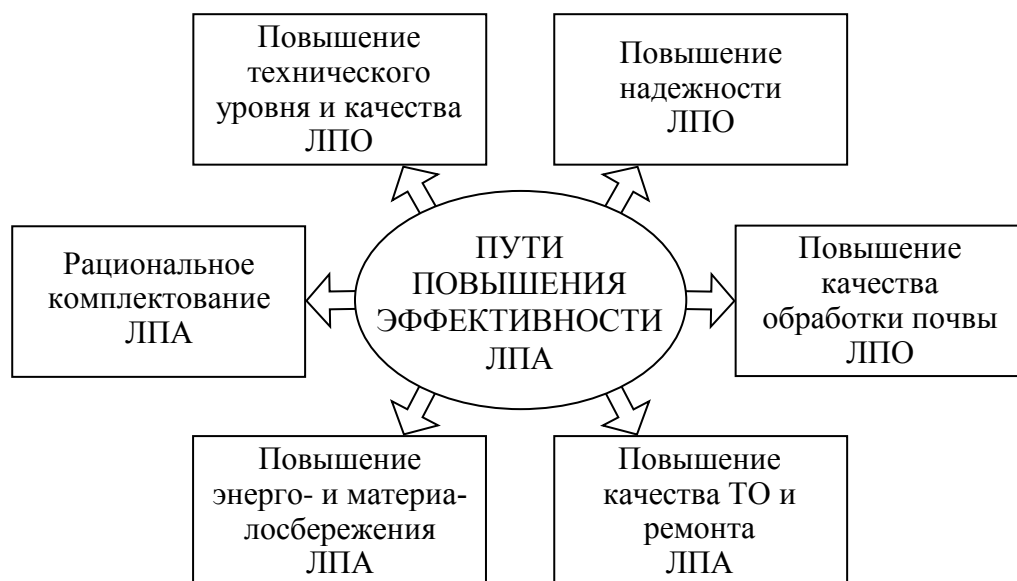


Рисунок 2 – Основные пути повышения эффективности лесных почвообрабатывающих агрегатов

считывает проведение комплекса мероприятий по созданию принципиально новых конструкций отечественных ЛПО и специальных лесохозяйственных тракторов с учетом передовых достижений мировой науки и техники, а также на основе обновленной системы машин в лесном хозяйстве [8, 9]. Современные возможности промышленности, при достаточном государственном финансировании, позволяют отечественным производителям совместно с разработчиками обеспечить лесное хозяйство в короткие сроки высокопроходимыми и энерговооруженными тракторами, а также высокопроизводительными ЛПО с пассивными и активными рабочими органами. Для этого перспективные лесохозяйственные трактора необходимо оснастить более мощными механическими или гидравлическими системами отбора мощности для надежного функционирования высокопроизводительных ЛПО с активными рабочими органами. Для эффективного использования ЛПО необходимо создание надежных и высокопроизводительных машин для качественной предварительной подготовки лесных объектов, вышедших из-под рубок, гарей и других неудобий, насыщенных препятствиями (удаление пней, крупных корней, валунов и т. п.).

Очевидно, что без существенного повышения качества изготовления ЛПО и специальных лесохозяйственных тракторов насытить лесное хозяйство этой

техникой в достаточном количестве не представляется возможным. Важно довести показатели надежности отечественных ЛПО и тракторов до уровня показателей надежности лучших зарубежных аналогов, т. е. повысить их, как минимум, в два-три раза. Для этого производителям необходимо поэтапно выполнить соответствующие организационные, конструкторские и технологические мероприятия.

Повышение надежности ЛПО заключается в первую очередь в разработке и оснащении их совершенными средствами защиты от перегрузок на основе лесотехнических требований, представленных в п. 3.1. ЛПО, предназначенные для работы на вырубках, целесообразно оснащать безинерционными пневматическими [10] или пневмогидравлическими [11] предохранителями. Такие предохранители позволяют уменьшить на 50-70 % нагрузки на орудие и, соответственно, снизить на 20-30 % металлоемкость ЛПО. Очевидно, что снижение нагрузок на ЛПО с помощью совершенных конструкций предохранителей позволяет также повысить энергосбережение ЛПА [4, 5].

Важным путем повышения эффективности ЛПА является их рациональное комплектование на основе современных и перспективных технологических карт и системы машин. Для этого необходимо иметь оптимальные комплекты, как ЛПО под соответствующие технологические операции, так и подходящие им по тяговому классу колесные и гусеничные тракторы. Это позволяет заметно повысить производительность, энергосбережение и снизить эксплуатационные издержки при обработке почвы на различных лесных объектах. Но так как ЛХП часто не в состоянии обеспечить себя необходимым количеством и разными типами ЛПО и тракторов, разных по тяговому классу, то по примеру иностранных, аналогичных отечественным, хозяйствующих субъектов в лесном и сельском хозяйстве, следует создавать лизинговые, кооперативные и прокатные товарищества, фирмы, компании и др. организации, предоставляющие услуги по обеспечению, сервисному обслуживанию и хранению необходимой техники. Очевидно, что это целесообразно организовать совместно как с ЛХП, так и с соседними сельскохозяйственными предприятиями.

Повышение качества обработки почвы на вырубках возможно и необходимо обеспечить следующими основными путями: разработкой и внедрением на навесных ЛПО совершенных конструкций предохранителей рабочих органов, переходом с батарейного крепления дисковых рабочих органов на индивидуальное по типу дискаторов, совершенствованием навесных устройств тракторов или

созданием приспособлений к ним. Совершенные конструкции предохранителей, кроме защиты ЛПО от перегрузок, позволяют также повысить качество обработки почвы за счет уменьшения огрехов в обрабатываемой борозде при преодолении рабочими органами препятствий. Использование предохранителей с механическими [12, 13, 14] или гидравлическими [15, 16, 17] виброприводами позволяет к тому же лучше крошить и рыхлить почву, а также обеспечивать необходимую заглубляемость дисковых рабочих органов без применения грузов.

Разработка и внедрение лесных дискаторов является перспективным направлением, так как путем оснащения их традиционными или специальными предохранителями становится возможным использование таких ЛПО, в том числе и на вырубках. Здесь повышение качества обеспечивается за счет надежного независимого вращения сферического диска, а также вследствие имеющейся конструктивной возможности индивидуальной установки на раме орудия углов атаки и наклона диска к вертикали. Это позволяет повысить заглубляющий эффект сферических дисков и тем самым уменьшить массу бесполезно возимого груза, используемого на дисковых орудиях для обеспечения заданной глубины обработки. Кроме этого, вибрирующий эффект от автоколебаний упругих стоек рабочих органов в дискаторах также способствует рыхлению и самоочищению дисков от сорной растительности и налипшей почвы.

Для улучшения копирования рабочими органами широкозахватных ЛПО (культиваторов, борон и др.) обрабатываемой поверхности почвы в поперечной и продольной вертикальных плоскостях целесообразно разработать и внедрить приспособление к стандартному навесному устройству трактора [18, 19]. Такое съемное устройство с помощью автосцепки легко устанавливается между навесным устройством трактора и навешиваемым ЛПО. Оно обеспечивает раме орудия необходимые перекосы при движении агрегата по различным неровностям обрабатываемой поверхности вырубки. Кроме этого, устройство обеспечивает такое местоположение МЦВ звеньев навесного устройства, которое обеспечивает необходимую заглубляемость дисковых рабочих органов без использования на орудии дополнительных грузов, что способствует энергосбережению ЛПА [20].

Повышение энергосбережения ЛПА предполагает широкое использование устройств и систем рекуперации энергии, а также энергосберегающих конструкторских и технологических решений, позволяющих на 20-30 % снизить суммарные энергозатраты при выполнении лесохозяйственных работ. Эта реально осуществимая задача достигается за счет полезной утилизации энергии холостых

перемещений массивных деталей и узлов в предохранителях, навесном устройстве трактора и др. [5, 21, 22]. Повышение материалосбережения является прямым следствием уже отмеченного выше повышения надежности ЛПА [6].

Для решения проблемы обеспечения качественного и своевременного ТО и ремонта лесохозяйственной техники в условиях территориальной разбросанности и удаленности лесных объектов целесообразно изучить, углубить и расширить опыт передовых ЛХП по использованию соответствующих мобильных бригад. Оснащенные специализированными передвижными мастерскими, такие бригады квалифицированных специалистов способны оперативно и полноценно выполнить все регламентированные работы по ТО и ремонту как автотракторной техники, так и лесохозяйственных машин и оборудования. Рациональным решением проблемы является также организация кооперативных и прокатных товариществ, фирм и компаний, способных на высоком уровне обеспечить техническое обслуживание и необходимый ремонт лесохозяйственной техники.

#### Библиографический список

1 Приказ Минпромторга РФ № 482 от 31.10.2008 «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года» [Электронный ресурс] // СПС КонсультантПлюс / ВГЛТУ.

2 Посметьев, В. И. Обоснование перспективных конструкций предохранителей для рабочих органов лесных почвообрабатывающих орудий [Текст] : монография / В. И. Посметьев. – Воронеж, 2000. – 248 с.

3 . Hoffman, M. Pflanzenschutz ohne Ruckstands probleme [Text] / M. Hoffman // Landmaschinenmarkt. – 1973. – № 5. – 16 s.

4 Зеликов, В. А. Результаты моделирования системы энергосбережения лесного почвообрабатывающего агрегата на основе трактора ЛХТ-55 [Текст] В. А. Зеликов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, – Архангельск, 2010. – № 6. – С. 120-125.

5 Посметьев, В. И. Перспективные рекуперативные системы для гидроприводов лесных почвообрабатывающих агрегатов [Текст] / В. И. Посметьев, Е. А. Тарасов, В. С. Кухарев // Наука и образование на службе лесного комплекса. Т. 2 : сб. науч. тр. – Воронеж, 2005. – С. 132-136.

6 ГОСТ 27782-88. Материалоемкость изделий в машиностроении. Термины и определения [Текст]. – Введ. 1988. – М. : Госстандарт СССР, 1990. – 26 с.

7 . Посметьев, В. И. Методологические основы повышения эффективности почвообрабатывающих орудий с помощью предохранителей [Текст] : монография / В. И. Посметьев. – Воронеж , 1999. – 196 с.

8 Прохоров, Л. Н. Новые технологии и комплексы машин для выращивания лесных культур на вырубках [Текст] / Л. Н. Прохоров, С. А. Родин // Лесное хозяйство. – 1999. – № 3. – С. 35-38.

9 Стрельцов, Э. К. Разработка специальных лесных машин : плюсы и минусы [Текст] / Э. К. Стрельцов, О. Г. Климов // Лесная промышленность. – 1996. – № 2. – С. 30-31.

10 Зеликов, В. А. Перспективный пневматический предохранитель почвообрабатывающих орудий [Текст] / В. А. Зеликов // Рациональное использование ресурсного потенциала в агропромышленном комплексе : сб. науч. тр. ; под. ред. проф. Ф. В. Пошарникова – Воронеж, 1998. – С. 43.

11 Посметьев, В. И. Обоснование перспективных конструкций предохранителей для рабочих органов лесных почвообрабатывающих орудий [Текст] : монография / В. И. Посметьев. – Воронеж, 2000. – 248 с.

12 Демьяченко, А. Г. Вибрационные технологии и вибровозбудители в сельхозпроизводстве [Текст] / А. Г. Демьяченко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 11. – С. 34-35.

13 Зеликов, В. А. Механизм для виброзаглубления рабочих органов культиватора КЛБ-1,7 : методика и результаты моделирования [Текст] / В. А. Зеликов // Вестник Московского государственного университета леса. – 2011. – № 3 (79) – С. 114-117.

14 Зеликов, В. А. К исследованию взаимодействия вибрационных дисковых рабочих органов с растительными включениями в почве на лесных объектах [Текст] / В. А. Зеликов // Вузовская наука – региону : Материалы 8-й всероссийской науч.-техн. конференции. – В 2-х т. – Вологда, 2010. – Т.1. – С. 184-187.

15 Алимов, О. Д. Гидравлические виброударные системы [Текст] / О. Д. Алимов, С. А. Басов. – М. : Наука, 1990. – 372 с.

16 Варсанюфьев, В. Д. Гидравлические вибраторы [Текст] / В. Д. Варсанюфьев, О. В. Кузнецов. – Л. : Машиностроение. Ленигр. отд-ние, 1979. – 144 с.

17 Матвеев, И. Б. Гидропривод машин ударного и вибрационного действия [Текст] / И. Б. Матвеев. – М. : Машиностроение, 1974. – 184 с.

18 Патент 2542761 РФ, МПК А01В 59/041. Механизм навески трактора [Текст] / В. И. Посметьев, М. А. Латышева, В. А. Зеликов, А. С. Рыбалкин ; за-

явитель и патентообладатель ГОУ ВПО «ВГЛТА» ; – № 2013155880/13 ; заяв. 16.12.2013 ; опубл. 27.02.2015.

19 Патент 2494608 РФ, МПК А01G 23/00, В60Р 3/41. Механизм навески трактора [Текст] / В. И. Посметьев, М. А. Латышева, В. А. Зеликов, Т. В. Рыбалкина ; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «ВГЛТА» ; – № 2013149770/13 ; заяв. 06.11.2013 ; опубл. 10.04.2015.

20 Посметьев, В. И. Обоснование выбора схемы устройства к навесному механизму трактора при его агрегатировании с дисковыми орудиями [Текст] / В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, М. А. Латышева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 94. – № 94 (04). – С. 385-394.

21 Зеликов, В. А. Результаты моделирования системы энергосбережения лесного почвообрабатывающего агрегата на основе трактора ЛХТ-55 [Текст] В. А. Зеликов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, – Архангельск, 2010. – № 6. – С. 120-125.

22 Посметьев, В. И. Лесной дисковый культиватор с повышенными эксплуатационными свойствами [Текст] / В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, А. И. Третьяков, М. А. Латышева // Актуальные проблемы развития лесного комплекса : материалы седьмой международной научно-технической конференции / ВоГТУ. – Вологда, 2011. – С. 34-38.