

УДК 631.3.072.31

UDC 631.3.072.31

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ К НАВЕСНОМУ УСТРОЙСТВУ ТРАКТОРА****RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF A HYDRAULIC TOOL FOR ANCILLARY EQUIPMENT TRACTOR**

Латышева Маргарита Александровна  
преподаватель

*Voronezhskaya gosudarstvennaya lesotekhnicheskaya akademiya, Voronezh, Rossiya*

Latysheva Margarita Aleksandrovna  
lecturer

*Voronezh State Academy of Forestry and Technologies, Voronezh, Russia*

Экспериментальные исследования нового приспособления, которое обеспечивает повышение заглубляемости дисковых рабочих органов, а также существенно улучшается копирование ими обрабатываемой поверхности на лесных вырубках, что способствует энергосбережению почвообрабатывающему агрегату

The article presents experimental studies of a new device that provides increased deepening of disk working bodies, as well as their significantly improved copying treated surface in felled areas that promotes conservation tillage unit

Ключевые слова: МЕХАНИЗМ НАВЕСКИ, ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОРУДИЕ, ГУСЕНИЧНЫЙ ТРАКТОР

Keywords: MOUNTING MECHANISM, SOIL-TILLING IMPLEMENT, CRAWLER-TYPE TRACTOR

В лесном и сельском хозяйствах для основной и поверхностной обработки почвы традиционно широко применяются почвообрабатывающие орудия с дисковыми рабочими органами – плуги, бороны, культиваторы, покровосдиратели, луцильники и др. Такие орудия обладают повышенной проходимостью и надежностью при работе на лесных объектах, изобилующих различными препятствиями, а почва которых отличается большим разнообразием по твердости и насыщенности растительными включениям. Благодаря благоприятной сферической форме и наличию пружинных амортизаторов и предохранителей дисковые рабочие органы преодолевают неперерезаемые и не смещаемые препятствия путем перекатывания последних сверху или обходом сбоку [1].

В тоже время известными существенными недостатками дисковых орудий являются слабая заглубляющая способность и устойчивый ход их рабочих органов на заданной глубине обработки. Вследствие указанных причин снижается качество обработки почвы, что вынуждает механизаторов проводить повторные проходы, а это соответственно ведет к неоправ-

данному повышению трудозатрат и перерасходу топлива агрегируемым трактором [2]. Кроме этого, нагрузки, воздействующие на конструкцию орудия при преодолении его дисками препятствий, достигают опасных значений, что в сочетании с неэффективностью установленных традиционных пружинных амортизаторов, неизбежно приводит к частым поломкам и выходу таких орудий из строя.

Основными известными способами регулирования хода рабочих органов навесных почвообрабатывающих орудий на заданной глубине обработки являются: высотный, позиционный, силовой и комбинированный. Однако эти способы эффективны в основном для массивных навесных сельскохозяйственных почвообрабатывающих орудий, работающих в значительно более благоприятных условиях и имеющих специальные конструктивные элементы в виде одного или нескольких опорных колес, лыж, подошв у рабочих органов и т. п. [3].

Более перспективным способом повышения заглубляемости дисковых рабочих органов является использование для этой цели принудительной вибрации. Результаты выполненной в ВГЛТА экспериментальной проверки на серийном лесном дисковом культиваторе КЛБ-1,7 подтвердили эффективность этого способа. Для принудительной вибрации рабочих органов были разработаны специальные конструкции гидромеханического и гидропульсаторного приводов [4]. Использование вибрации рабочих органов позволило не только повысить заглубляемость дисков, но и улучшить крошение и рыхление почвы, а также самоочищаемость рабочих органов от налипающей почвы и сорной растительности. При этом энергозатраты двигателя агрегируемого трактора на гидропривод вибрационного механизма полностью компенсировались за счет снижения на 20-25 % рабочего сопротивления орудия. Недостатками этого способа являются усложнение и удорожание конструкции орудия, а также необходимость

постоянной работы гидросистемы агрегируемого трактора.

В настоящее время механизаторы для лучшей заглабляемости рабочих органов как лесных, так и сельскохозяйственных дисковых орудий,



Рис. 1. Повышение заглабляющей способности дисковых орудий с помощью закрепленных на их рамах (показано стрелками): *а ... е* – бетонных блоков; *ж* – металлических догрузателей; *з* – бревна; *и* – емкости с жидкостью для полива, химзащиты или подкормки; *к* – ящиков с балластом; *л* – площадок для крепления грузов

вынуждены догружать их дополнительными грузами в виде массивных металлических деталей, бетонных блоков, бревен, ящиков с песком и т. п. (рис. 1). Дополнительный груз устанавливают либо на общей раме орудия, либо индивидуально на каждой раме секций дисковых батарей [5].

Лесные почвообрабатывающие орудия, предназначенные для работы на вы-рубках, вследствие большого количества на последних крупных препятствий (пней, крупных поверхностных и полузаглубленных корней, валунов, выходов скальных пород), не имеют опорных конструктивных элементов, относительно которых осуществляется регулировка рабочих органов на заданную глубину обработки почвы. Установка на лесных орудиях таких опорных элементов неизбежно приводило бы к частым поломкам как самих элементов, так и орудий в целом. По этой причине лесные орудия традиционно проектируют с учетом использования дополнительных грузов, обеспечивающих регулирование глубины обработки рабочих органов. В качестве грузов используют бетонные блоки, тяжелый металлический прокат и чугунные отливки, которые закрепляют на рамах орудий с помощью шпилек или хомутов. Широко используют также доступные материалы – песок, камни и т. п., которые размещают в предусмотрительно закрепленных на рамах орудий или на дисковых батареях специальных ящиков, как например у культиватора КЛБ-1,7 (рис. 1, з), плугов ПЛД-1,2 и ПРН-40Д и других. В этой связи вопросы рационального подбора массы и места размещения на дисковом орудии дополнительного груза приобретают важное значение, так как недогруз и перегруз орудия одинаково отрицательно влияют на эффективность орудия.

При проектировании навесных безопорных дисковых орудий разработчики часто недооценивают влияние мгновенного центра вращения (МЦВ) звеньев навесного устройства агрегатируемого трактора на заглубляемость сферических дисковых рабочих органов в почву. Основная при-



чина этого заключается в массовом использовании на сельскохозяйственных тракторах всей линейки тягового класса серийных задних навесных устройств типоразмеров НУ-2, НУ-3 и НУ-4, параметры конструкции которых регламентируются государственным стандартом (ГОСТ 10677-2001 Устройство навесное заднее сельскохозяйственных тракторов классов 0,6-8. Типы, основные параметры и размеры). Однако этот стандарт не распространяется на навесные устройства тракторов специального назначения (п. 1 стандарта), включая лесохозяйственные [6]. Конструкции навесных устройств, выполненных с учетом требований этого стандарта, практически не позволяют изменять положение МЦВ звеньев устройства по высоте в необходимых пределах и ограничено лишь высотой от оси подвеса орудия до опорной поверхности трактора, составляющей 300-400 мм. Это существенно не влияет на работу орудий с лемешными рабочими органами, для которых эти навесные устройства изначально и создавались. В тоже время эффективность работы навесных безопорных лесных дисковых орудий существенно зависит от способности навесного устройства устанавливать МЦВ значительно ниже опорной плоскости трактора, то есть поверхности обрабатываемой почвы [7].

С целью устранения отмеченных недостатков в Воронежской государственной лесотехнической академии были выполнены теоретические обоснования нескольких конструкций приспособлений к навесному устройству трактора [8]. С их помощью обеспечивается повышение заглубляемости дисковых рабочих органов, а также существенно улучшается копирование ими обрабатываемой поверхности на лесных вырубках. Одной из перспективных таких конструкций является гидравлическое приспособление с четырехзвенным механизмом (далее – приспособление), которое устанавливается между навесным устройством трактора и навешиваемым дисковым орудием [9, 10].

Конструкция приспособления (рис. 2 и 3) включает в себя раму, состоящую из соединенных между собой вертикального *1* и горизонтального брусьев *2*. В вертикальном бруссе размещена выдвижная стойка с проушиной *3* для присоединения заднего конца верхней тяги *19* навесного устройства трактора. Стойка регулируется на нужную высоту с помощью пальца *4*, вставляемого в отверстие в рамном бруссе *1* и в соответствующее отверстие в стойке. Задние концы двух нижних тяг *20* навесного устройства трактора шарнирно закреплены на осях, выполненных на обоих торцах горизонтального бруса *2* рамы приспособления. Рама, с помощью верхнего *8* и двух нижних *9* рычагов, посредством кронштейнов *5* и *14*, а также проушин *6* и *7*, шарнирно соединена с присоединительным треугольником автосцепки *10*. На присоединительный треугольник навешивается ответная часть автосцепки вместе с культиватором *18*. Нижние концы присоединительного треугольника с помощью проставок жестко соединены с брусом *11*, в центре которого установлен кронштейн *15*. Между кронштейнами *5* и *15* шарнирно установлен гидроцилиндр *16*, соединенный с помощью гибких трубопроводов с гидрораспределителем гидросистемы трактора (на рис. не показано). В транспортном положении приспособление с навешенным на него культиватором надежно удерживается цепью *17* с помощью пальца в кронштейне *5*. Для отсоединения навешенного орудия *18* от приспособления из кабины трактора служит рукоятка *12* с тросиком, удерживаемая в рабочем положении пружиной *13*. Рукоятка связана кинематически с размещенным в присоединительном треугольнике *10* фиксатором, с помощью которого орудие надежно соединяется с приспособлением при навешивании без участия тракториста или вспомогательного персонала.

Приспособление работает следующим образом. Перед навешиванием культиватора вначале на трактор устанавливают приспособление. Для это-

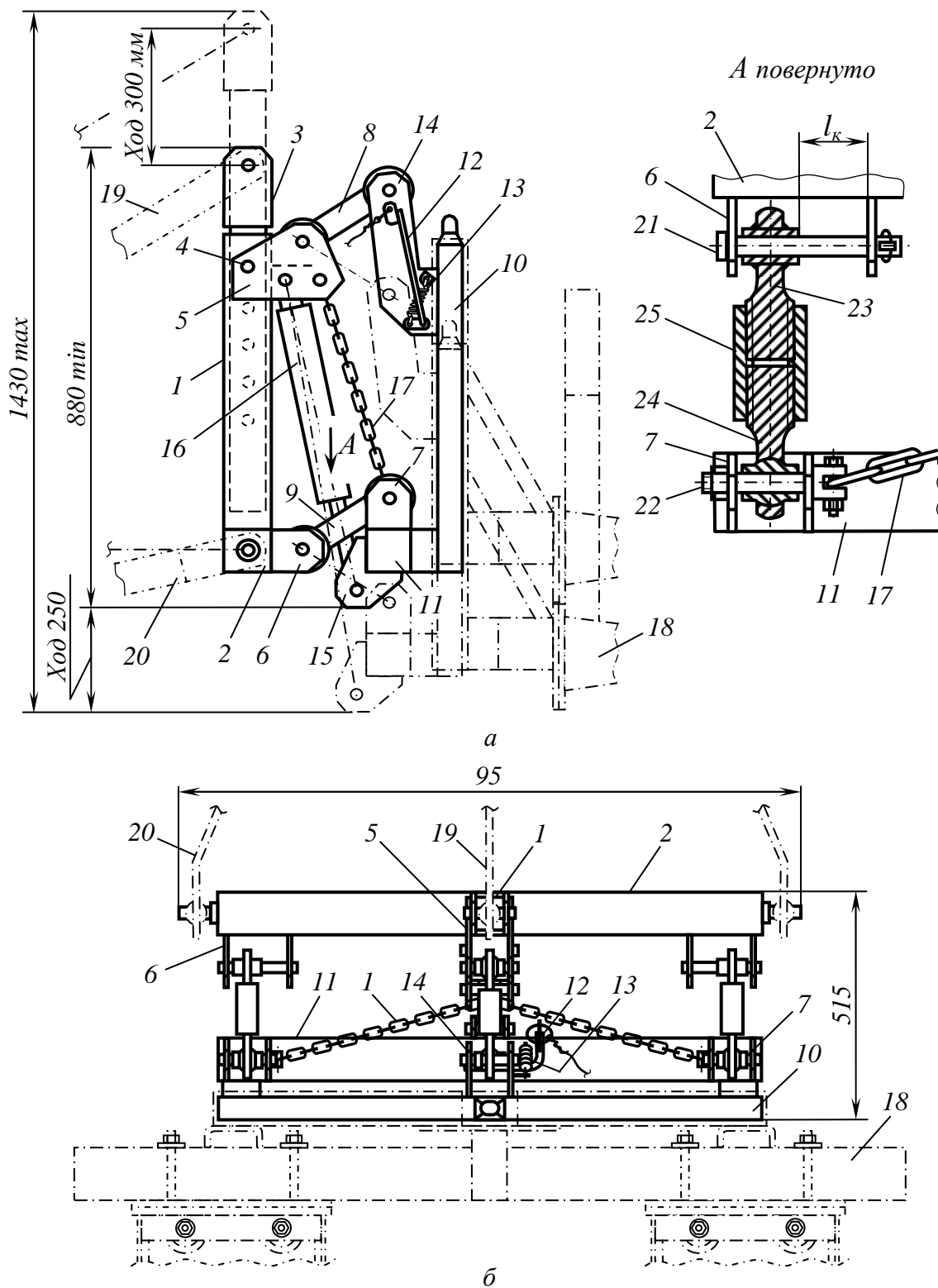


Рис. 2. Схема приспособления с гидроприводом к навесному устройству трактора при агрегатировании его с дисковыми орудиями, оснащенными автосцепкой: а, б – виды сбоку и сверху; 1 и 2 – вертикальный и горизонтальный брусья рамы; 3 – выдвижная стойка с проушиной; 4 – фиксатор; 5 – кронштейн; 6 и 7 – проушины; 8 и 9 – верхний и нижние рычаги; 10-15 – соответственно: присоединительный треугольник, брус, рукоятка фиксатора, пружина, верхний и нижний кронштейны рамки автосцепки; 16 – гидроцилиндр; 17 – цепь; 18 – культиватор; 19 и 20 – верхняя и нижние тяги навесного устройства трактора; 21 и 22 – пальцы; 23 и 24 – головки с цилиндрической и шаровой



Рис. 3. Общий вид приспособления с гидроприводом к навесному устройству трактора

го верхний рычаг *19* навесного устройства трактора с помощью пальца закрепляют в проушине *3* выдвижной стойки вертикального бруса *1*, а два нижних рычага *20* надевают и фиксируют чеками на осях горизонтального рамного бруса *2*. При этом подвижная часть приспособления – брус *11* с соединительным треугольником *10* автосцепки, находится в крайнем верхнем транспортном положении и зафиксирована цепью *17*. После этого тракторист, маневрируя задним ходом трактора, производит в обычном порядке соединение

присоединительных треугольников автосцепки приспособления *10* и культиватора *18*. Затем, подняв гидроцилиндром навесного устройства трактора орудие и зафиксировав его в транспортном положении, почвообрабатывающий агрегат следует на лесной объект. Перед началом работы орудие опускают на почву и отсоединяют верхний конец цепи *17* от кронштейна *5*. После этого с помощью пальца-фиксатора *4*, помещаемого в отверстие вертикального бруса *1* приспособления и в одно из отверстий в стойке с проушиной *3*, выдвигают и фиксируют ее на необходимую высоту в пределах регулируемого хода 300 мм. При этом учитывают, что меньшие по величине значения этого изменяемого параметра соответствуют наибольшему смещению МЦВ тяг навесного устройства, как вперед по ходу движения трактора, так и вниз в вертикально-продольной его плоскости. В этом

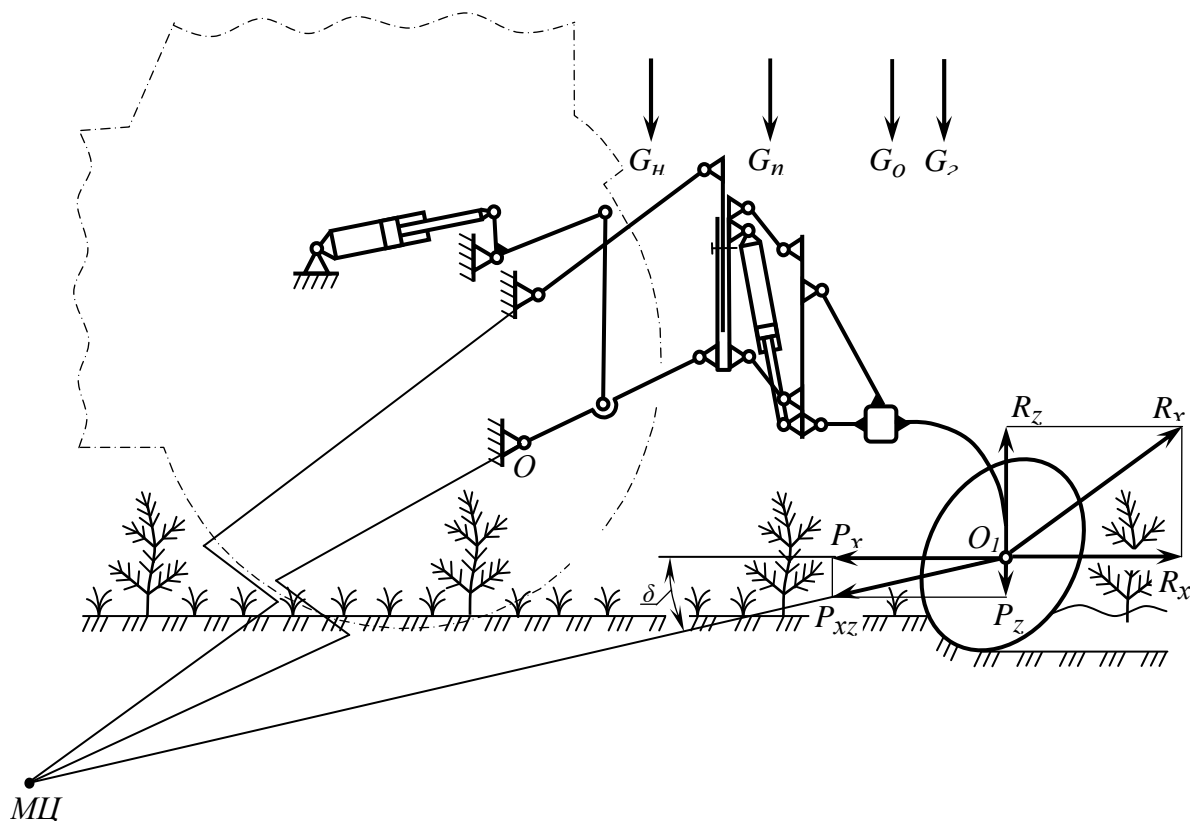


Рис. 4. Схема основных сил, действующих на почвообрабатывающий агрегат в составе лесного дискового культиватора и гидравлического приспособления к навесному устройству трактора

случае обеспечивается наибольший заглубляющий эффект от воздействия на дисковые батареи усилия  $P_z$ , которая совместно с силами веса навесного устройства  $G_H$ , трактора, приспособления  $G_n$ , орудия  $G_{op}$ , и груза  $G_2$  уравнивает вертикальную составляющую реакции почвы  $R_z$  на рабочих органах (см. рис. 4). И наоборот, при выдвижении стойки вверх величина заглубляющего усилия  $P_z$  уменьшается. Кроме этого при данной регулировке учитывают также управляемость передних и сцепляемость с почвой ведущих задних колес трактора. Установив таким образом верхнюю тягу навесного устройства трактора в нужное положение с учетом твердости и состояния почвы, культиватор опускают на почву при «плавающем» положении гидрораспределителя гидропривода навесного устройства трактора и агрегат приступает к работе.

В процессе движения агрегата на вырубке, при локальных измене-



ниях твердости обрабатываемой почвы, удержание дисковых батарей на заданной глубине обработки осуществляется трактористом с рабочего места. Для этого с помощью соответствующей секции гидрораспределителя трактора и гидроцилиндра 16 принудительно смещается подвижная часть приспособления (брус 11, присоединительный треугольник 10) вверх или вниз относительно неподвижной рамы приспособления (брусья 1 и 2). При этом величина хода смещения составляет 250 мм, которая является достаточной для обеспечения такого местоположения МЦВ, при котором гарантированно обеспечивается заглубляемость дисковых батарей без использования балласта при работе культиватора на почвах с различной твердостью. Перевод орудия из рабочего в транспортное положение осуществляется в обратном порядке.

Особенностью конструкции предлагаемого приспособления является также его способность обеспечивать раме навешенного орудия при движении агрегата на вырубке повороты в поперечно-вертикальной плоскости относительно присоединительного треугольника навесного устройства трактора на угол  $\beta$  до  $20^{\circ}$  в обоих направлениях (рис. 5). Это достигается применением шаровых шарниров в верхнем 8 и нижних 9 рычагах, а также в проушинах гидроцилиндра 14. При этом, с учетом регламентированного стандартом угла поворота присоединительного треугольника навесного устройства относительно остова трактора равном  $10-15^{\circ}$ , суммарный угол поворота рамы навешиваемого на приспособление орудия гарантированно составляет  $30^{\circ}$ . При поворотах рамы орудия образующееся естественное уменьшение расстояния между нижними рычагами 9 горизонтального бруса 2 приспособления компенсируется увеличенным расстоянием  $l_k$  в проушинах 6 (рис. 2, а). Благодаря существенному увеличению угла поворота рамы культиватора обеспечивается лучшее копирование его дисковыми батареями поверхности почвы с большой кривизной поверхности и, следова-

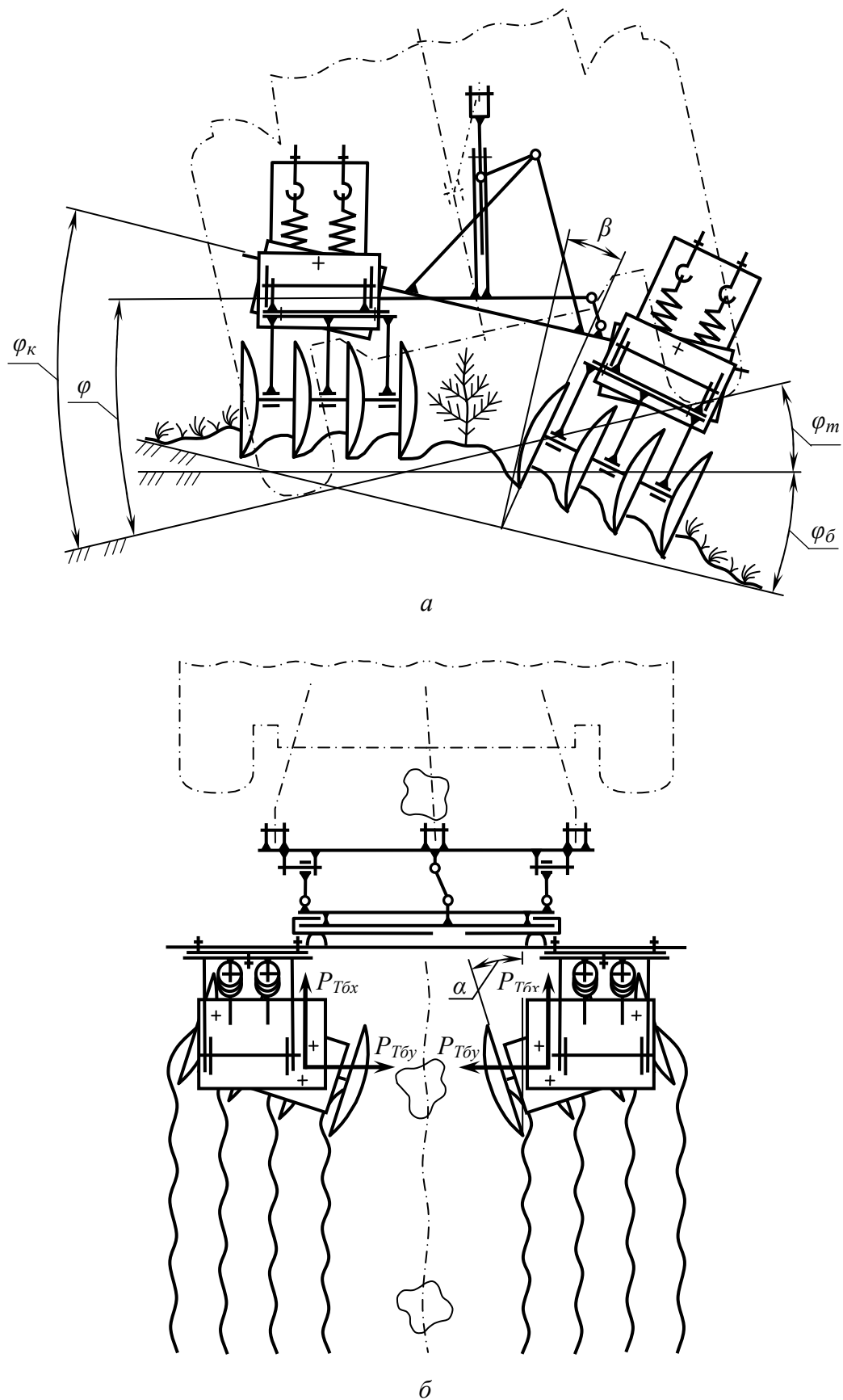


Рис. 5. Схема движения на вырубке серийного лесного дискового культиватора, навешенного на навесное устройство трактора с помощью приспособления

тельно, повышается качество ухода за лесными культурами на вырубках. В отличие от традиционного агрегатирования лесного культиватора использование приспособления позволяет отказаться от повторных проходов на вырубках [11].

Предложенная конструкция приспособления позволяет расширить возможности стандартных навесных устройств, особенно при агрегатировании тракторов с навесными дисковыми орудиями. Это достигается возможностью конструкции приспособления изменять угол тяги  $\delta$  орудия в значительно больших пределах, чем это позволяют стандартные навесные устройства. Тем самым при движении агрегата обеспечивается управление с рабочего места тракториста величиной вертикальной составляющей  $P_z$  силы тяги трактора, компенсирующей вертикальную составляющую  $R_z$  реакции почвы, выталкивающую диски на поверхность. Таким образом отпадает надобность в дополнительном грузе при работе культиватора на вырубках с различными типами почв на вырубках [12, 13].

Приспособление к навесному устройству трактора было разработано и изготовлено в Воронежской государственной лесотехнической академии. Эксперименты и испытания приспособления проводились по соответствующим методикам в сравнении со стандартным навесным устройством СНЛ-3 трактора ЛХТ-55 в агрегате с серийным лесным дисковым культиватором КЛБ-1,7, как в лабораторных, так и в полевых условиях. Эксперименты в лабораторных условиях выполнялись на специализированном стенде, обеспечивающем полноценную имитацию движения дисковой батареи культиватора КЛБ-1,7 по препятствию и в почве (рис. 6) [14, 15]. В полевых условиях эксперименты проводились на участках вырубки очищенных от пней (рис. 7), а также на участках с пнями высотой 18-30 см (рис. 8).

При экспериментальном исследовании основные параметры опыт-

ного и серийного образцов регистрировались и дистанционно с помощью беспроводной цифровой сети Wi-Fi передавались на компьютер, где обрабатывались в режиме текущего времени. Для регистрации усилий в верхней и нижних тягах навесного устройства использовались тензодатчики



Рис. 6. Рабочий момент эксперимента на испытательном стенде опытного образца гидравлического приспособления к навесному устройству трактора с навешенным на нем серийным лесным дисковым культиватором КЛБ-1,7

(рис. 9, *a* и *б*). С помощью видеорегистраторов записывались перемещения рам приспособления и культиватора (рис. 9, *д*), внутренних дисков дисковых батарей (рис. 9, *е*). Величина давления в гидроцилиндре приспособления регистрировалась датчиком давления (рис. 10, *a*). Аппаратура размещалась в контейнере, закрепленном на раме культиватора (рис. 9, *в*), а блок питания – в контейнере, размещенном на раме трактора (рис. 9, *з*). Получаемые оцифрованные видеоизображения от видеорегистраторов с частотой 25 кадров в секунду обрабатывались компьютером с помощью



соответствующей программы. Тензометрические датчики измерения усилий в верхней и нижних тягах навесного устройства трактора до и после проведения экспериментов прошли трехкратную тарировку (рис. 10, б).

В полевых условиях эксперименты с приспособлением проводились в агрегате с лесохозяйственным трактором ЛХТ-55 и лесным дисковым культиватором КЛБ-1,7 (рис. 7 и 8). Условия проведения экспериментов



*а*



*б*

Рис. 7. Рабочие моменты испытаний лесного дискового культиватора КЛБ-1,7 с гидравлическим приспособлением к навесному устройству трактора при уходе за лесными культурами: *а* – на вырубке; *б* – под пологом леса



*а*



*б*

Рис. 8. Рабочие моменты сравнительных испытаний на вырубке лесных дисковых культиваторов КЛБ-1,7 при преодолении их дисковыми батареями пней высотой 30 см от дна борозды: *а* – со стандартным навесным устройством трактора; *б* – с опытным образцом приспособления к навесному устройству трактора





*а*



*б*



*в*



*г*



*д*



*е*

Рис. 9. Регистрирующая аппаратура при экспериментальном исследовании: *а* и *б* – тензометрические датчики нижних и верхней тяги навесного устройства трактора, соответственно; *в* – контейнер с аппаратурой; *г* – блок питания; *д* – видеореги­стратор перемещения рамы автосцепки и рамы приспособления; *е* – видеореги­стратор дви­жения левой (правой) дисковой батареи



*а*

*б*

Рис. 10. Датчик давления рабочей жидкости в гидроцилиндре приспособления *а* и тарирование тензометрических датчиков для измерения усилий в тягах навесного устройства трактора *б*

соответствовали реальным условиям эксплуатации почвообрабатывающих агрегатов на нераскорчеванной вырубке с количеством пней до 600 шт./га, средней высотой пней 20 см, почвой супесчаной, местами суглинистой, с относительной влажностью в слое 0-15 см в среднем 15-18 % и твердостью 2,0-2,4 Н/мм<sup>2</sup>. С целью сравнительной оценки эффективности приспособления опыты проводились троекратно в идентичных условиях также с навесным устройством трактора ЛХТ-55 в агрегате с культиватором КЛБ-1,7.

Результаты сравнительных испытаний в целом подтвердили правильность заложенных в конструкцию новых технических решений и работоспособность приспособления в условиях нераскорчеванных вырубков. Рабочие органы культиватора с приспособлением устойчиво выдерживали необходимую среднюю глубину обработки 10-12 см без применения балласта, тогда как культиватор без приспособления выдерживал аналогичную глубину обработки только с дополнительным грузом массой 80-120 кг, в зависимости от физико-механических свойств и состояния обрабатываемой почвы. Без использования приспособления рама культиватора при наезде дисковой батареи на пни оставалась параллельной обрабатываемой



поверхности (рис. 8, *a*). В этом случае диски внедряются глубоко в древесину пня, так как весь вес культиватора приходится на эти диски, а так как дисковые батареи установлены под углом атаки к направлению движения культиватора, то перемещаясь по поверхности пня под этим же углом, диски вместе с орудием смещаются в боковом направлении и защемляются от воздействия тягового усилия трактора. Боковое смещение дисковых батарей достигало 15-20 см, что неизбежно приводило к повреждаемости лесных культур.

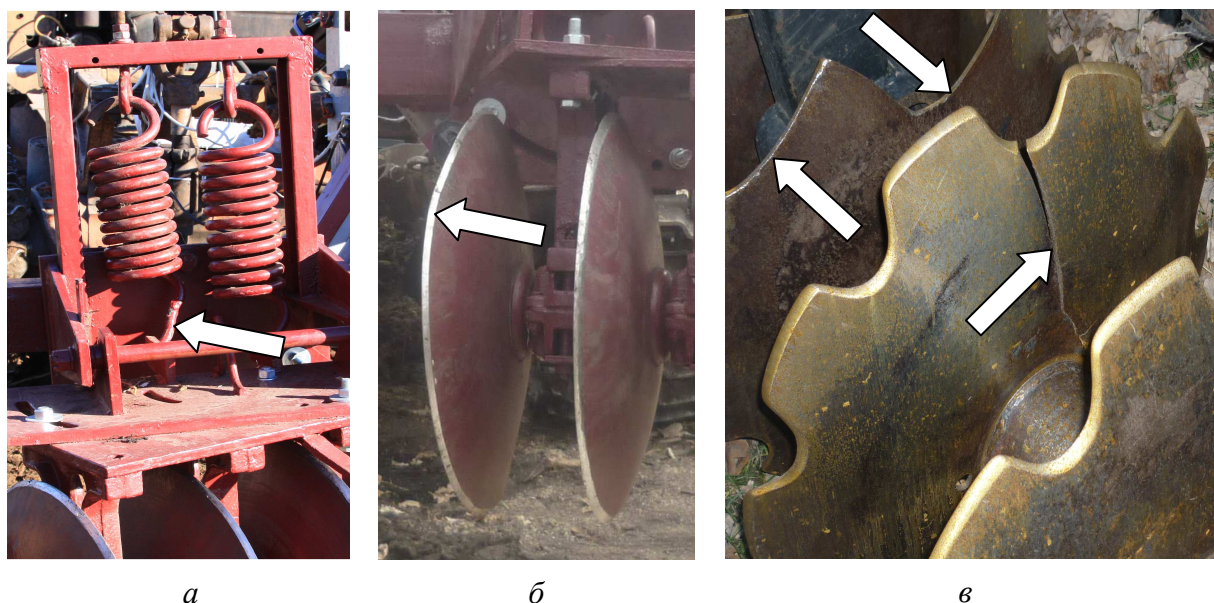


Рис. 11. Типичные деформации и поломки деталей лесных дисковых культиваторов и борон (показано стрелками): *a* – поломка нижней проушины левой пружины амортизатора; *б* – деформация диска; *в* – поломки дисков

По этой же причине были зафиксированы выход из строя пружины амортизаторов дисковых батарей, деформации и поломки дисков культиватора (рис. 11).

Кроме выявленных недостатков рабочие органы культиватора без приспособления, даже при использовании грузов массой по 60 кг на каждую дисковую батарею, не выдерживает заданную глубину обработки из-за чрезмерно высокого расположения МЦВ звеньев навесного устройства

трактора, составившего по результатам замеров от 800 до 1600 мм от опорной поверхности трактора. При наезде трактора на пни и перемещении вследствие этого МЦВ вверх рабочие органы часто полностью выглубляются и образуют таким образом значительные по величине огрехи в обрабатываемой борозде (рис. 12).



Рис.12. Выглубление дисковых батарей культиватора без приспособления при наезде трактора на пни

В тоже время при использовании разработанного приспособления рама культиватора поворачивалась на необходимый угол, обеспечивающий противоположной батарее заглубленное состояние (рис. 8, б). И если при экспериментах с культиватором без приспособления наблюдались огрехи от выглубленной батареи, то у культиватора с приспособлением – огрехи отсутствовали. При этом за счет обеспечиваемого приспособлением перекоса рамы культиватора и сохранения таким образом заглубленного состояния батареи, противоположной выглубляемой, позволило снизить нагрузки на рабочие органы примерно на 30-50 %. По этой причине деформаций и поломок деталей культиватора не наблюдалось.

Разработанное приспособление к навесному устройству трактора обеспечивает энергосбережение почвообрабатывающему агрегату, количественно выразившиеся в снижении расхода топлива двигателем агрегируемого трактора в среднем на 25-30 %. Это достигается за счет следующих основных эффектообразующих показателей, обеспечиваемых приспособлением по сравнению с традиционным навешиванием орудия на стандартное навесное устройство трактора:

- снижения тягового сопротивления дискового орудия при преодолении его рабочими органами препятствий на нераскорчеванной вырубке на 15-20 %, благодаря обеспечению перекосов рамы орудия и вследствие этого лучшему копированию обрабатываемой поверхности;

- повышения заглубляющей способности дисковых батарей и, вследствие этого, отсутствия необходимости использовать балласт массой 50-100 кг, в зависимости от физико-механических свойств почвы;

- отсутствия необходимости в повторных проходах в рядах лесных культур, благодаря более высокой стабильности хода дисков на заданной глубине и более высокому качеству обработки почвы;

- снижения массы орудия на 20-25 %, вследствие уменьшения на 30-50 % нагрузок на рабочие органы и орудие в целом.

Предложенное приспособление является съемным, выполненным на основе стандартной автосцепки, и может полноценно использоваться также на других навесных дисковых орудиях (боронах, плугах и т. п.). Оно отличается простотой конструкции и позволяет повысить качество обработки почвы лесохозяйственными и сельскохозяйственными дисковыми почвообрабатывающими орудиями за счет повышения заглубляющей способности и стабильности хода рабочих органов на заданной глубине обработки, позволяет вдвое снизить повреждаемость лесных культур. Благодаря большой подвижности рамы орудия, обеспечиваемой приспособлением,



существенно улучшается копирование рабочими органами обрабатываемой поверхности, снижаются нагрузки до безопасных значений, как на само орудие, так и на приспособление и навесное устройство трактора. Кроме этого повышение заглубляющей способности дисковых рабочих органов позволяет отказаться от традиционного использования, бесполезно возимого балласта-догрузателя и соответственно значительно уменьшить массу дисковых орудий, а как следствие и расход топлива агрегатируемым трактором.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

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

3 Основные направления повышения эффективности лесных почвообрабатывающих агрегатов [Текст] / В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, А. И. Третьяков, В. В. Посметьев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1 (36). – С. 70-79.

4 Посметьев, В. И. Повышение эксплуатационных свойств лесного дискового культиватора за счет принудительной вибрации его рабочих органов [Текст] / В. И. Посметьев, А. В. Лиференко, Е. В. Снятков // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте : межвузовский сборник научных трудов ; ВГЛТА. – Воронеж, 2008. – Вып. 3. – С. 74-80.

5 Посметьев, В. И. Состояние и пути решения проблемы заглубляемости сферических дисковых рабочих органов лесных почвообрабатывающих орудий [Электронный ресурс] / В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, М. А. Латышева // Воронежский научно-технический вестник. – 2013. – № 3 (5). – С. 62-66. – Режим доступа : [http://vestnikvglta.ucoz.ru/arhiv\\_nomerov/3\\_5\\_2013/8.pdf](http://vestnikvglta.ucoz.ru/arhiv_nomerov/3_5_2013/8.pdf).

6 Zelikov, V. A. Substantiation Based on Simulation Modeling of Hitch for Tillage Tools Parameters [Электронный ресурс] / V. A. Zelikov, V. I. Posmetiev, M. A. Latysheva // World Applied Sciences Journal. – 2014. – Vol. 30, № 4. – P. 486-492. – Режим доступа : <http://idosi.org/wasj/wasj30%284%2914/17.pdf>.

7 Зеликов, В. А. Методика моделирования механизмов навески лесных почвообрабатывающих орудий [Электронный ресурс] / В. А. Зеликов, В. И. Посметьев, М. А. Латышева, В. В. Посметьев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 84 (10). – С. 337-347. – Режим доступа : <http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/27.pdf>.

8 Посметьев, В. И. Обоснование выбора схемы устройства к навесному механизму трактора при его агрегатировании с дисковыми орудиями [Электронный ресурс] / В. И. Посметьев,

В. А. Зеликов, М. А. Латышева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 94 (10). – С. 385-394. – Режим доступа : <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/49.pdf>.

9 Синеоков, Г. Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин [Текст] / Синеоков Г. Н., Панов И. М. – М., Машиностроение, 1977. – 339 с.

10 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012610150. Программа для оптимизации механизма навески лесного почвообрабатывающего орудия [Текст] / В. А. Зеликов, В. И. Посметьев, М. А. Латышева, В. В. Посметьев ; правообладатель ФГБОУ ВПО "ВГЛТА". – № 2011618450 ; заявл. 09.11.2011 ; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 10.01.2012.

11 Посметьев, В. И. Повышение заглубляющей способности дисковых рабочих органов лесных орудий за счет совершенствования конструкций навесного механизма агрегируемого трактора [Электронный ресурс] / В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, М. А. Латышева // Воронежский научно-технический вестник. – 2013. – № 4 (6). – С. 84-93. – Режим доступа : [http://vestnikvglta.ucoz.ru/arhiv\\_nomerov/4\\_6\\_2013/8.pdf](http://vestnikvglta.ucoz.ru/arhiv_nomerov/4_6_2013/8.pdf).

12 Посметьев, В. И. Обоснование выбора схемы устройства к навесному механизму трактора при его агрегатировании с дисковыми орудиями [Электронный ресурс] / В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, М. А. Латышева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 94 (10). – С. 385-394. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/49.pdf>.

13 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 международной научно-практической конференции. – Вологда 7-9 декабря 2010 г. : ВоГТУ, 2011. – С. 34-38.

14 Пат. 2488087 РФ, МПК (6) G01M 17/00. Стенд для испытания предохранительных механизмов почвообрабатывающих орудий и изучения влияния ударных нагрузок на навесные механизмы тракторов [Текст] / В. И. Посметьев, Е. В. Снятков, А. С. Пустовалов ; заявитель и патентообладатель Воронежский лесотехнический институт. – № 2012111379/11 ; заявл. 23.03.2012 ; опубл. 20.07.2013, Бюл. № 20. – 4 с. : ил.

15 Кальбус, Г. Л. Гидропривод и навесные устройства тракторов : В вопросах и ответах [Текст] / Г. Л. Кальбус – 2-е изд. перераб. и доп. – К. : Урожай, 1982. – 200 с.

## References

1 Posmet'ev, V. I. Obosnovanie perspektivnyh konstrukcij predohranitelej dlja rabochih organov lesnyh pochvoobrabatyvajushhijh orudij [Tekst] : monografija / V. I. Posmet'ev ; Voronezh. gos. lesotehn. akad. - Voronezh, 2000. - 248 s.

2 Posmet'ev, V. I. Metodologicheskie osnovy povyshenija jeffektivnosti pochvoobrabatyvajushhijh orudij s pomoshh'ju predohranitelej [Tekst] : monografija / V. I. Posmet'ev ; Voronezh. gos. lesotehn. akad. - Voronezh, 1999. - 196 s.

3 Osnovnye napravlenija povyshenija jeffektivnosti lesnyh pochvoobrabatyvajushhijh agregatov [Tekst] / V. I. Posmet'ev, V. A. Zelikov, A. I. Tret'jakov, V. V. Posmet'ev // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. - № 1 (36). - S. 70-79.

4 Posmet'ev, V. I. Povyshenie jekspluatacionnyh svojstv lesnogo diskovogo kul'tivatora za schet prinuditel'noj vibracii ego rabochih organov [Tekst] / V. I. Posmet'ev, A. V. Liferenko, E. V. Snjatkov // Perspektivnye tehnologii, transportnye sredstva i oborudovanie pri proizvodstve, jekspluatacii, servise i remonte : mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov ; VGLTA. - Voronezh, 2008. - Vyp. 3. - S. 74-80.

5 Posmet'ev, V. I. Sostojanie i puti reshenija problemy zaglubljaemosti sfericheskikh diskovyh rabochih organov lesnyh pochvoobrabatyvajushhijh orudij [Jelektronnyj resurs] / V. I. Posmet'ev, V. A. Zelikov, M. A. Latysheva // Voronezhskij nauchno-tehnicheskij vestnik. - 2013. - № 3 (5). - S. 62-66. - Rezhim dostupa : [http://vestnikvglta.ucoz.ru/arhiv\\_nomerov/3\\_5\\_2013/8.pdf](http://vestnikvglta.ucoz.ru/arhiv_nomerov/3_5_2013/8.pdf).

6 Zelikov, V. A. Substantiation Based on Simulation Modeling of Hitch for Tillage Tools Parameters [Jelektronnyj resurs] / V. A. Zelikov, V. I. Posmet'ev, M. A. Latysheva // World Applied Sciences Journal. - 2014. - Vol. 30, № 4. - P. 486-492. - Rezhim dostupa : <http://idosi.org/wasj/wasj30%284%2914/17.pdf>.

7 Zelikov, V. A. Metodika modelirovanija mehanizmov naveski lesnyh pochvoobrabatyvajushhijh orudij [Jelektronnyj resurs] / V. A. Zelikov, V. I. Posmet'ev, M. A. Latysheva, V. V. Posmet'ev // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2012. - № 84 (10). - S. 337-347. - Rezhim dostupa : <http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/27.pdf>.

8 Posmet'ev, V. I. Obosnovanie vybora shemy ustrojstva k navesnomu mehanizmu traktora pri ego agregatirovanii s diskovymi orudijami [Jelektronnyj resurs] / V. I. Posmet'ev, V. A. Zelikov, M. A. Latysheva // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. - № 94 (10). - S. 385-394. - Rezhim dostupa : <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/49.pdf>.

9 Sineokov, G. N. Teorija i raschet pochvoobrabatyvajushhijh mashin [Tekst] / Sineokov G. N., Panov I. M. - M., Mashinostroenie, 1977. - 339 s.

10 Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM № 2012610150. Programma dlja optimizacii mehanizma naveski lesnogo pochvoobrabatyvajushhego orudija [Tekst] / V. A. Zelikov, V. I. Posmet'ev, M. A. Latysheva, V. V. Posmet'ev ; pravoobladatel' FGBOU VPO "VGLTA". - № 2011618450 ; zajavl. 09.11.2011 ; zaregistrovano v Reestre programm dlja JeVM 10.01.2012.

11 Posmet'ev, V. I. Povyshenie zaglublajushhej sposobnosti diskovyh rabochih organov lesnyh orudij za schet sovershenstvovanija konstrukcij navesnogo mehanizma agregatiruемого traktora [Jelektronnyj resurs] / V. I. Posmet'ev, V. A. Zelikov, M. A. Latysheva // Voronezhskij nauchno-tehnicheskij vestnik. - 2013. - № 4 (6). - S. 84-93. - Rezhim dostupa : [http://vestnikvglta.ucoz.ru/arhiv\\_nomerov/4\\_6\\_2013/8.pdf](http://vestnikvglta.ucoz.ru/arhiv_nomerov/4_6_2013/8.pdf).

12 Posmet'ev, V. I. Obosnovanie vybora shemy ustrojstva k navesnomu mehanizmu traktora pri ego agregatirovanii s diskovymi orudijami [Jelektronnyj resurs] / V. I. Posmet'ev, V. A. Zelikov, M. A. Latysheva // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. - № 94 (10). - S. 385-394. - Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/49.pdf>.

13 Posmet'ev, V. I. Lesnoj diskovij kul'tivator s povyshennymi jekspluacionnymi svojstvami [Tekst] V. I. Posmet'ev, V. A. Zelikov, A. I. Tret'jakov, M. A. Latysheva // Aktual'nye problemy razvitija lesnogo kompleksa : Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii. - Vologda 7-9 dekabnja 2010 g. : VoGTU, 2011. - S. 34-38.

14 Pat. 2488087 RF, MPK (6) G01M 17/00. Stend dlja ispytanj predohranitel'nyh mehanizmov pochvoobrabatyvajushhijh orudij i izuchenija vlijanja udarnyh nagruzok na navesnye mehanizmy traktorov [Tekst] / V. I. Posmet'ev, E. V. Snjatkov, A. S. Pustovalov ; zajavitel' i patentoobladatel' Voronezhskij lesotehnicheskij institut. - № 2012111379/11 ; zajavl. 23.03.2012 ; opubl. 20.07.2013, Bjul. № 20. - 4 s. : il.

15 Kal'bus, G. L. Hidroprivod i navesnye ustrojstva traktorov : V voprosah i otvetah [Tekst] / G. L. Kal'bus - 2-e izd. pererab. i dop. - K. : Urozhaj, 1982. - 200 s.