

УДК 631.3.072.31

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПРУЖИННОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ К НАВЕСНОМУ УСТРОЙСТВУ ТРАКТОРА

Зеликов В.А.

*ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»,
Воронеж, e-mail: zelikov_1974@mail.ru*

Рассматриваются основные пути повышения эффективности лесных почвообрабатывающих агрегатов при функционировании на лесных объектах. Приведены результаты экспериментальных исследований, разработанной конструкции энергосберегающего пружинного приспособления к навесному устройству трактора. Достоинством конструкции является способность обеспечивать раме орудия повороты в поперечно-вертикальной плоскости, относительно присоединительного треугольника навесного устройства трактора. Подвижность рамы орудия улучшает копирование рабочими органами обрабатываемой поверхности, снижаются нагрузки до безопасных значений как на само орудие, так и на приспособление и навесное устройство трактора. Приспособление является съемным, выполненным на основе стандартной автосцепки и может полноценно использоваться также на других навесных дисковых орудиях (бороны, плугах и т.п.). Использование пружинного приспособления позволяет повысить качество обработки почвы лесными дисковыми орудиями за счет повышения заглубляемости и стабильности хода рабочих органов на заданной глубине обработки, а также уменьшить расход топлива агрегируемым трактором.

Ключевые слова: почвообрабатывающий агрегат, дисковые рабочие органы, навесное устройство, эксперимент, анализ результатов

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCH OF ENERGY-SAVING SPRING DEVICES TO THE HITCH ATTACHMENT OF THE TRACTOR

Zelikov V.A.

Voronezh State Forestry Academy, Voronezh, e-mail: zelikov_1974@mail.ru

The main ways to improve forest tillage machines in the operation at forest sites are considered. The results of experimental studies of developed design of energy-saving spring device of hitch attachment to the tractor are presented. The advantage of the design is the ability to provide turns of implement frame into cross-vertical plane relative to the connecting triangle of the tractor hitch. The mobility of device frame improves copying of treated surface by working bodies, loads are reduced to low values, both on the device itself and the hitch of tractor. Device is removable, made on the basis of the standard automatic coupler and can be fully used on other disk hitch implements (harrows, plows, and so on). Using spring device improves the quality of tillage by forest disc implements by increasing penetrability and stability of working bodies travel at a given depth of processing, as well as reduces fuel consumption of mounted tractor.

Keywords: tillage machines, disk working bodies, hitch, experiment, analysis of results

В лесном и сельском хозяйстве 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, почва которых отличается большим разнообразием по твердости и насыщенности растительными включениями. Благодаря благоприятной сферической форме и наличию пружинных амортизаторов и предохранителей дисковые рабочие органы преодолевают неперерезаемые и не смещаемые препятствия путем перекачивания последних сверху или обходом сбоку [5].

В то же 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 неоправданному повышению трудозатрат и перерасходу топлива агрегируемым трактором [2, 5]. 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, подшов у рабочих органов и т.п. [8].

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 [7]. 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 заглубляемости рабочих органов как лесных, так и сельскохозяйственных дисковых орудий вынуждены догружать их дополнительными грузами в виде массивных металлических деталей, бетонных блоков, бревен, ящиков с песком и т.п. Дополнительный груз устанавливают либо на общей раме орудия, либо индивидуально на каждой раме секций дисковых батарей [11].

Лесные почвообрабатывающие орудия, предназначенные для работы на вырубках, 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 приводила бы к частым поломкам как самих элементов, так и орудий в целом. Такие 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, 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 его эффективность.

При проектировании навесных безопорных дисковых орудий разработчики часто недооценивают влияние мгновенного центра вращения (МЦВ) звеньев навесного устройства агрегируемого трактора на заглубляемость сферических дисковых рабочих органов в почву. Основная причина этого заключается в массовом использовании на сельскохозяйственных тракторах всей линейки тягового класса (от 0,6 до 8) 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 [1]. Конструкции навесных устройств, выполненных с учетом требований этого стандарта, практически не позволяют изменять положение МЦВ звеньев устройства по высоте в необходимых пределах и ограничены лишь высотой от оси подвеса орудия до опорной поверхности трактора. Это не влияет на работу орудий с лемешными рабочими органами, для которых эти устройства в основном и рекомендованы стандартом. В то же время эффективность работы навесных безопорных дисковых орудий существенно зависит от способности навесного устройства устанавливать МЦВ значительно ниже опорной плоскости трактора (поверхности обрабатываемой почвы).

Цель исследования. Результаты исследования. С целью устранения отмеченных недостатков в Воронежской государственной лесотехнической академии были выполнены теоретические обоснования нескольких конструкций приспособлений к навесному устройству трактора [10]. С их помощью обеспечивается

повышение заглубляемости дисковых рабочих органов, а также существенно улучшается копирование ими обрабатываемой поверхности на лесных вырубках. Одной из перспективных является конструкция энергосберегающего навесного приспособления с четырехзвенным пружинным механизмом (далее – приспособление), которое устанавливается между навесным устройством трактора и навешиваемым дисковым орудием (рис. 1) [4].

ной плоскости на рамке 3 установлены с помощью шарниров упоры 8 с выполненными в них пазами.

Приспособление работает следующим образом. Перед началом движения агрегата, в зависимости от твердости и состояния обрабатываемой почвы, устанавливают необходимую величину усилия предварительного нагружения пружины 6 с помощью гайки 7. Затем с помощью гидрораспределителя и гидроцилиндра навесного

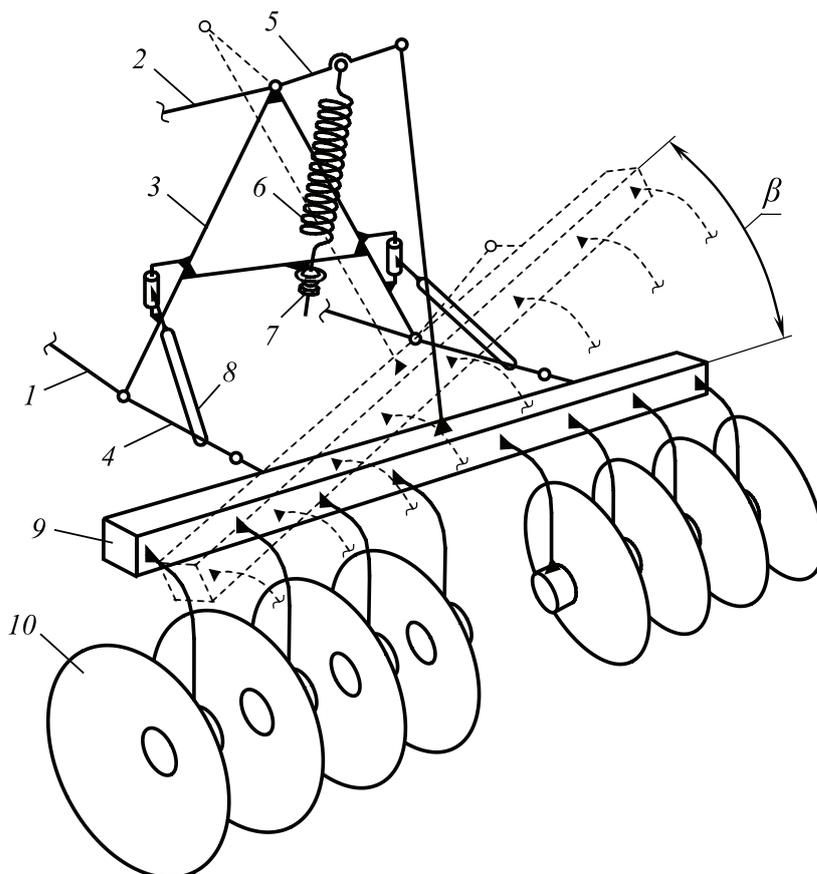


Рис. 1. Общий вид и устройство дискового культиватора с приспособлением к навесному устройству трактора:

1 и 2 – нижняя и верхняя тяги; 3 – ферма автосцепки; 4 и 5 – нижние и верхний рычаги приспособления; 6 – пружина; 7 – гайка; 8 – шарнирные упоры с пазом; 9 – рама орудия; 10 – сферический дисковый рабочий орган

Приспособление подсоединяется к нижним 1 и верхней 2 тягам навесного устройства трактора с помощью рамки 3 автосцепки. С противоположной стороны на рамке шарнирно закреплены нижние 4 и верхний 5 рычаги. Верхний рычаг подпружинен пружиной 6, нижний конец которой закреплен шарнирно на рамке автосцепки 5, причем предварительное усилие пружины регулируется гайкой 7. Для ограничения поворотов нижних рычагов 4 в вертикаль-

устройства трактора (на рисунке не показаны) тяги навесного устройства трактора опускаются принудительно в нижнее положение на величину, обеспечивающую обработку качественную обработку почвы с учетом ее твердости и рельефа поверхности. Рабочие органы 10 орудия опускаются на почву и частично погружаются в нее под воздействием усилия гидроцилиндра навесного устройства. При этом задние концы рычагов 4 и 5 поворачиваются вверх,

вследствие чего мгновенный центр вращения (МЦВ) четырехзвенника приспособления 3, 4, 5 и 9 перемещается в продольно-вертикальной плоскости из верхнего положения в нижнее (рис. 1). В результате этого, под воздействием возросшего усилия пружины 6, создается усилие предварительного заглубления рабочих органов. Затем с помощью гидрораспределителя навесное устройство трактора фиксируется гидроцилиндром в положении «нейтральное».

При движении агрегата рабочие органы вначале окончательно заглубляются на заданную величину глубины обработки, а затем удерживаются на ней зафиксированным навесным устройством трактора и приспособлением к нему. Это обеспечивается благодаря совместному воздействию на рабочие органы усилия пружины 6 и вертикальной составляющей тягового усилия трактора P_z (рис. 2, б). Так как при движении агрегата усилие P_z будет направлено вниз, то оно совместно с усилиями масс орудия G_o и приспособления G_n в состоянии полностью компенсировать выглубляющее усилие реакции почвы R'_z без использования балласта G_b . При этом величина образующейся вертикальной составляющей тягового усилия трактора P_z , приведенная к оси дискового рабочего органа, предусмотрено обеспечивается таким местоположением МЦВ, которое способствует надежному заглублению и удержанию дисковых рабочих органов на заданной глубине обработки почвы.

При работе агрегата на объектах с неровным рельефом поверхности лесных вырубок неизбежно возникают совместные колебания трактора, заблокированных тяг 1, 2 и рамки 3 (рис. 2, б) навесной системы, которые передаются также рабочим органам 10 орудия. Однако благодаря работе рычагов 4, 5 и пружине 6 приспособления обеспечивается достаточно хорошее копирование поверхности и качество обрабатываемой почвы. При этом принудительное воздействие пружины на рабочие органы способствует также более надежному перерезанию растительных включений, которыми насыщены лесные почвы. На сельскохозяйственных и особенно на лесных объектах, даже на небольших участках гона, твердость почвы часто изменяется в широких пределах, что отрицательно сказывается на стабильности хода рабочих органов на заданной глубине обработки. Этот недостаток устраняется предлагаемой навесной системой следующим образом. В случае, например, превышения рабочими органами заданной величины глубины обработки из-за местного

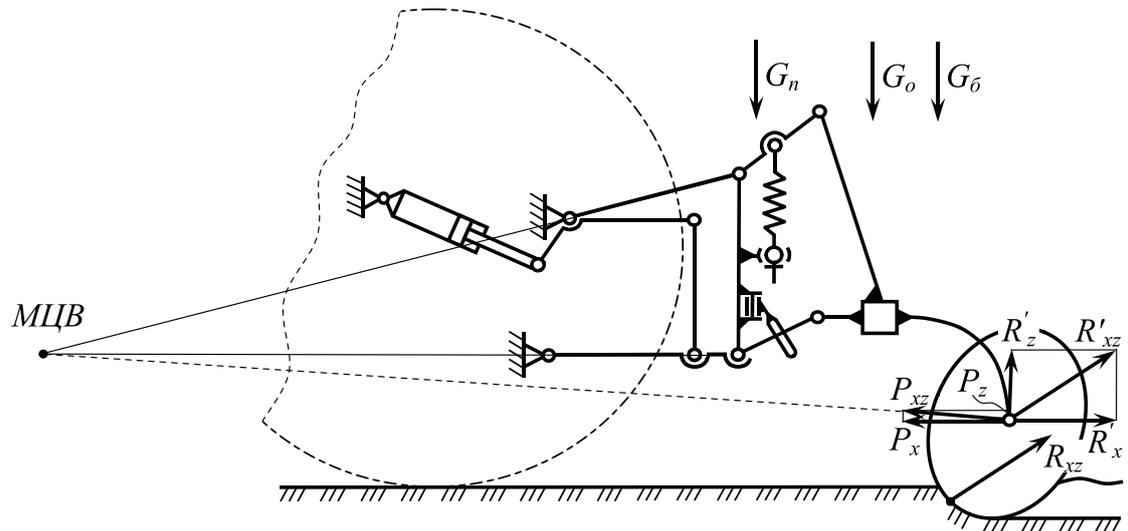
снижения твердости почвы, задние концы рычагов 4 и 5 поворачиваются вниз, а МЦВ этих рычагов соответственно перемещается вверх. Это ведет к изменению величины и направления действия вертикальной составляющей тягового усилия трактора P_z на рабочих органах из положения вниз в положение вверх (рис. 2, а) и, следовательно, к автоматическому частичному выглублению и возвращению рабочих органов на заданную глубину обработки. Для предотвращения переаглубления рабочих органов служат упоры 8 с пазами, с помощью которых ограничиваются повороты рычагов 4 в их крайних нижнем и верхнем положениях, как при работе, так и при транспортировании орудия.

При работе дискового орудия на вырубках, благодаря пазам и помещенным в них нижним шарнирным рычагам 4, раме орудия обеспечивается возможность отдельно или совместно, как перекосов в вертикально-поперечной плоскости на углы β (рис. 2, б), достаточные для преодоления рабочими органами высоких препятствий, так и вертикальных перемещений рамы в пределах величин, обеспечивающих гарантированный ход рабочих органов на заданной глубине обработки в условиях крайне неровной поверхности лесных объектов. К тому же при поворотах рычагов 4 относительно оси подвеса орудия пазы упоров выполняют роль ограничителей вертикальных перемещений и перекосов рамы. В крайнем нижнем положении упоры не допускают переаглубления рабочих органов, а в верхнем – предотвращают поломки деталей орудия и навесной системы, а также опрокидывание орудия при резких поворотах агрегата на вырубках.

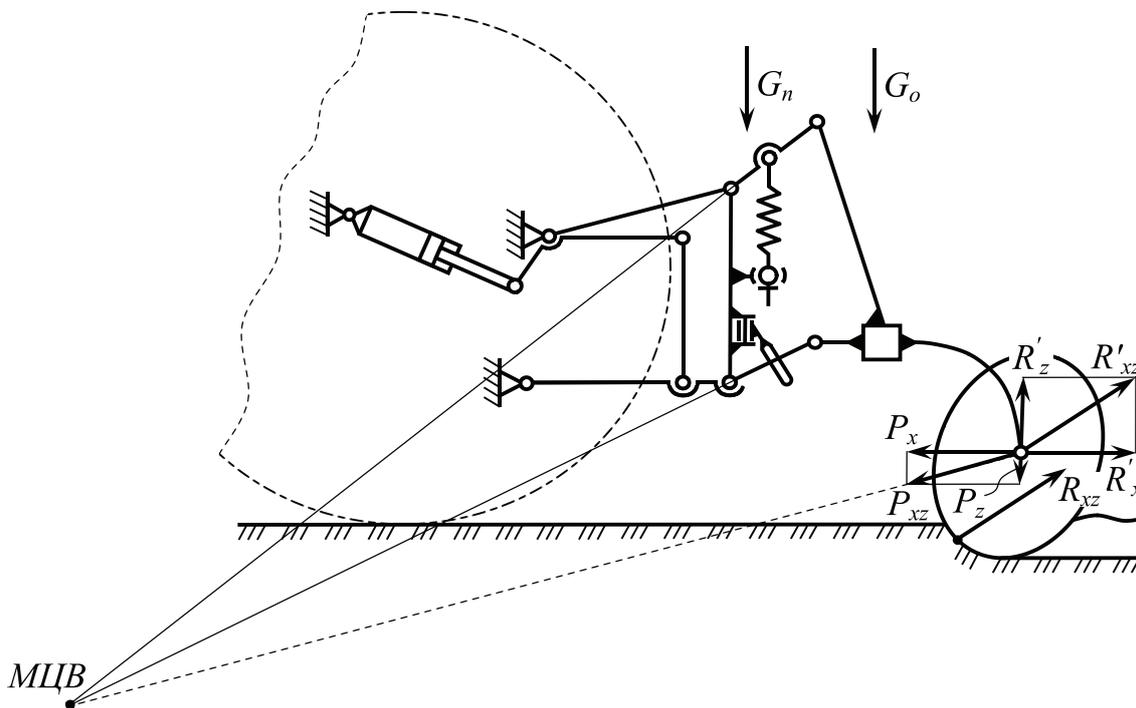
При транспортировании по пересеченной местности на лесных объектах массивного лесного орудия навесная система испытывает значительные динамические нагрузки. В частности, по результатам выполненных авторами методом электротензометрирования в условиях реальной эксплуатации на нераскорчеванных вырубках, при движении агрегата с орудием и приспособлением общей массой 640 кг в транспортном положении максимальное усилие в нижней тяге навесного устройства трактора составило значительную величину – 1760 кг. Для предотвращения поломок от таких нагрузок деталей навесного устройства, а также с целью обеспечения регламентированного стандартом угла съезда (транспортного просвета) орудия в его транспортном положении, упоры 8 надежно ограничивают перемещение

вниз рычагов 4 и, соответственно, орудия в целом. В противном случае, при отсутствии упоров, орудие в транспортном положении будет опущенным на недопустимую для проходимости агрегата величину, равную длине рычагов 4, которая состав-

ляет достаточно значительную величину – 300–500 мм [9]. Поэтому благодаря упорам исключаются удары рабочих органов о почву и пни в транспортном положении орудия при переездах агрегата с участка на участок.



а



б

Рис. 2. К оценке влияния установочных параметров предлагаемой навесной системы почвообрабатывающего агрегата на усилие вертикальной составляющей P_z тягового сопротивления орудия с дисковыми рабочими органами при:

а – «плавающем» положении навесного устройства трактора;

б – «нейтральном» (фиксированном) положении тяг навесного устройства трактора и положении верхнего рычага устройства, устанавливающего МЦВ перед осью подвеса орудия и ниже обрабатываемой поверхности



Рис. 3. Лабораторные эксперименты с приспособлением на стенде для испытаний навесных устройств тракторов



а



б

Рис. 4. Рабочие моменты сравнительных испытаний на вырубке лесных дисковых культиваторов КЛБ-1,7 при преодолении их дисковыми батареями пней высотой 28 см от дна борозды:

а – со стандартным навесным устройством;

б – с опытным образцом приспособления к навесному устройству

На легких лесных почвах приспособление может использоваться и по традиционной схеме, то есть при «плавающем» положении гидрораспределителя гидросистемы навесного устройства трактора, но уже без балласта. В этом случае положение МЦВ приспособления, независимо от положения рычагов 4 и 5, будет определяться положением тяг 1 и 2 навесного устройства трактора и располагаться над обрабатываемой поверхностью (рис. 2, а). Суммарные значения усилий P_z и R'_z здесь в достаточной степени полноценно будут противодействовать совместному воздействию сил G_o и G_n , причем роль балласта выполняет масса самого приспособления, величина которого, приведенная к центру масс орудия, составляет 60 кг [6].

Перевод орудия из рабочего в транспортное положение осуществляется гидроцилиндром навесного устройства трактора.

При этом тяги 1, 2 и рамка 3 поднимаются в крайнее верхнее положение, а рычаги 4, 5 и подсоединенное к ним орудие 9 под воздействием собственного веса и усилия пружины 6 занимают крайнее нижнее положение, ограниченное перемещением рычагов 4 в пазах упоров 8, шарнирно закрепленных на рамке 3.

Приспособление к навесному устройству трактора было разработано и изготовлено в Воронежской государственной лесотехнической академии. Сравнительные эксперименты и испытания приспособления проводились как в лабораторных (рис. 3), так и в полевых условиях (рис. 4) по соответствующим методикам. Эксперименты в лабораторных условиях выполнялись на специализированном стенде, обеспечивающем полноценную имитацию движения дисковой батареи культиватора КЛБ-1,7 по препятствию и в почве [3].

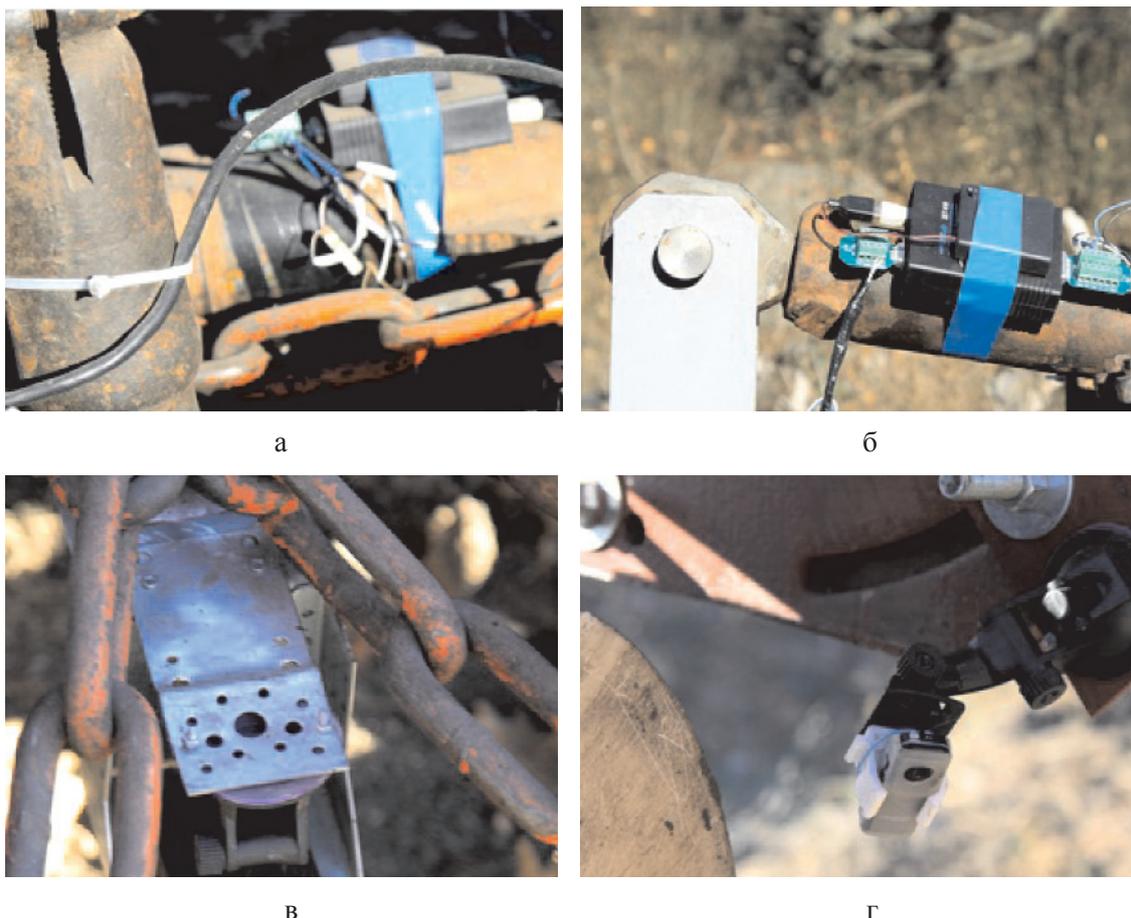


Рис. 5. Регистрирующая аппаратура при экспериментальном исследовании:
 а и б – тензометрические датчики нижних и верхней тяг навесного устройства трактора соответственно;
 в – видеорегистратор перемещения рамы автосцепки и рамы приспособления;
 г – видеорегистратор движения левой (правой) дисковой батареи

При экспериментальном исследовании основные параметры опытного 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 тензорезисторы (рис. 5, а и б). С помощью видеорегистраторов записывались перемещения рам приспособления и культиватора (рис. 5, в), внутренних дисков дисковых батарей (рис. 5, г). Аппаратура размещалась в контейнере, закрепленном на раме культиватора, а блок питания – в контейнере, размещенном на раме трактора. 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.

В полевых условиях эксперименты с приспособлением проводились в агрегате с лесохозяйственным трактором ЛХТ-55 и лесным дисковым культиватором КЛБ-1,7 (рис. 4). Условия проведения экспериментов 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/мм². С целью сравнительной оценки эффективности приспособления опыты проводились трехкратно в идентичных условиях также со стандартным навесным устройством типоразмера НУ-3 трактора ЛХТ-55 в агрегате с культиватором КЛБ-1,7 [5].

Выводы

Результаты сравнительных испытаний в целом подтвердили правильность заложенных в конструкцию новых технических решений и работоспособность приспособления в условиях нераскорчеванных вырубок. 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 приспособления, со стандартным навесным устройством, рама культиватора при наезде дисковой батареи на пни оставалась параллельной обрабатываемой поверхности

(рис. 4, а). В то же время при использовании приспособления рама поворачивалась на необходимый угол, обеспечивающий противоположной батарее заглубленное состояние (рис. 4, б). И если в первом случае наблюдались огрехи от выглубленной батареи, то во втором – огрехи отсутствовали. При этом за счет предусмотрительного обеспечения приспособлением перекоса рамы культиватора и сохранении таким образом заглубленного состояния батареи, противоположной выглубляемой, позволило снизить нагрузки на рабочие органы примерно на 30–50%.

Энергосбережение почвообрабатывающего агрегата, оснащенного пружинным приспособлением к навесному устройству трактора, количественно выражается в снижении расхода топлива двигателем агрегируемого трактора в среднем на 25–30%. Это достигается за счет следующих основных эффектообразующих показателей, обеспечиваемых приспособлением:

- снижения тягового сопротивления дискового орудия при преодолении его рабочими органами препятствий на нераскорчеванной вырубке на 15–20% благодаря перекосам 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 (боропах, 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 последних на заданной глубине обработки. 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-догружателя и, соответственно, значительно уменьшить массу дисковых орудий, а также расход топлива агрегируемым трактором.

Список литературы

1. Зеликов В.А., Посметьев В.И., Латышева М.А., Посметьев В.В. Методика моделирования механизмов навески лесных почвообрабатывающих орудий [Электронный ресурс] // 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>.
2. Основные направления повышения эффективности лесных почвообрабатывающих агрегатов / В.И. Посметьев, В.А. Зеликов, А.И. Третьяков, В.В. Посметьев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1 (36). – С. 70–79.
3. Пат. 2488087 РФ, МПК (6) G01M 17/00. Стенд для испытания предохранительных механизмов почвообрабатывающих орудий и изучения влияния ударных нагрузок на навесные механизмы тракторов / В.И. Посметьев, Е.В. Снятков, А.С. Пустовалов; заявитель и патентообладатель Воронежский лесотехнический институт. – № 2012111379/11; заявл. 23.03.2012; опублик. 20.07.2013, Бюл. № 20. – 4 с.: ил.
4. Посметьев В.И., Зеликов В.А., Латышева М.А. Обоснование выбора схемы устройства к навесному механизму трактора при его агрегатировании с дисковыми орудиями [Электронный ресурс] // 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>.
5. Посметьев В.И. Обоснование перспективных конструкций предохранителей для рабочих органов лесных почвообрабатывающих орудий: монография; Воронеж. гос. лесотехн. akad. – Воронеж, 2000. – 248 с.
6. Посметьев В.И., Зеликов В.А., Латышева М.А. Повышение заглубляющей способности дисковых рабочих органов лесных орудий за счет совершенствования конструкций навесного механизма агрегируемого трактора [Электронный ресурс] // Воронежский научно-технический вестник. – 2013. – № 4 (6). – С. 84–93. – Режим доступа: http://vestnikvglta.ucoz.ru/arhiv_nomerov/4_6_2013/8.pdf.
7. Посметьев В.И., Лиференко А.В., Снятков Е.В. Повышение эксплуатационных свойств лесного дискового культиватора за счет принудительной вибрации его рабочих органов // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвузовский сборник научных трудов; ВГЛТА. – Воронеж, 2008. – Вып. 3. – С. 74–80.
8. Посметьев В.И., Зеликов В.А., Латышева М.А. Состояние и пути решения проблемы заглубляемости сферических дисковых рабочих органов лесных почвообрабатывающих орудий [Электронный ресурс] // Воронежский научно-технический вестник. – 2013. – № 3 (5). – С. 62–66. – Режим доступа: http://vestnikvglta.ucoz.ru/arhiv_nomerov/3_5_2013/8.pdf.
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012610150. Программа для оптимизации механизма навески лесного почвообрабатывающего орудия / 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.
10. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М., Машиностроение, 1977. – 339 с.
11. Zelikov V.A., Posmetiev V.I., Latysheva M.A. Substantiation Based on Simulation Modeling of Hitch for Tillage Tools Parameters [Электронный ресурс] // World Applied Sciences Journal. – 2014. – Vol. 30, № 4. – P. 486–492. – Режим доступа: <http://idosi.org/wasj/wasj30%284%2914/17.pdf>.

References

1. Zelikov V.A. Metodika modelirovaniya mehanizmov naveshki lesnykh pochvoobrabatyvayushhih orudiy [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. no. 84 (10). pp. 337–347. Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/27.pdf>.
2. Osnovnye napravleniya povysheniya jeffektivnosti lesnykh pochvoobrabatyvayushhih agregatov / V.I. Posmet'ev, V.A. Zelikov, A.I. Tret'jakov, V.V. Posmet'ev // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. no. 1 (36). pp. 70–79.
3. Pat. 2488087 RF, MPK (6) G01M 17/00. Stend dlja ispytaniya predohranitel'nyh mehanizmov pochvoobrabatyvayushhih orudij i izucheniya vlijaniya udarnyh nagruzok na naveshnye mehanizmy traktorov / V.I. Posmet'ev, E.V. Snjatkov, A.S. Pustovalov; zajavi-tel' i patentoobladatel' Voronezhskij lesotekhnicheskij institut. no. 2012111379/11; za-javl. 23.03.2012; opubl. 20.07.2013, Bjul. no. 20. 4 p.: il.
4. Posmet'ev V.I. Obosnovanie vybora shemy ustrojstva k naveshnomu mehanizmu traktora pri ego agregatirovani 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. no. 94 (10). pp. 385–394. Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/49.pdf>.
5. Posmet'ev V.I. Obosnovanie perspektivnyh konstrukcij predohranitelej dlja rabochih organov lesnykh pochvoobrabatyvayushhih orudij: monografija; Voronezh. gos. lesotehn. akad. Voronezh, 2000. 248 p.
6. Posmet'ev V.I. Povysenie zaglublajushhej sposobnosti diskovyh rabochih organov lesnyh orudij za schet sovershenstvovaniya konstrukcij naveshnogo mehanizma agregatiruемого traktora [Jelektronnyj resurs] / V.I. Posmet'ev, V.A. Zelikov, M.A. Latysheva // Voronezhskij nauchno-tehnicheskij vestnik. 2013. no. 4 (6). pp. 84–93. Rezhim dostupa: http://vestnikvglta.ucoz.ru/arhiv_nomerov/4_6_2013/8.pdf.
7. Posmet'ev V.I. Povyshe-nie jekspluatacionnyh svojstv lesnogo diskovogo kul'tivatora za schet prinuditel'noj vibracii ego rabochih organov / 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. pp. 74–80.
8. Posmet'ev V.I. Sostojanie i puti reshenija problemy zaglubljaemosti sfericheskikh diskovyh rabochih organov lesnykh pochvoobrabatyvayushhih orudij [Jelektronnyj resurs] / V.I. Posmet'ev, V.A. Zelikov, M.A. Latysheva // Voronezhskij nauchno-tehnicheskij vestnik. 2013. no. 3 (5). pp. 62–66. Rezhim dostupa: http://vestnikvglta.ucoz.ru/arhiv_nomerov/3_5_2013/8.pdf.
9. Sviditel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM no. 2012610150. Programma dlja optimizacii mehanizma naveshki lesnogo pochvoobrabatyvayushhego orudija / V.A. Zelikov, V.I. Posmet'ev, M.A. Latysheva, V.V. Posmet'ev; pravoobladatel' FGBOU VPO VGLTA. no. 2011618450; zajavl. 09.11.2011; zaregistrovano v Reestre programm dlja JeVM 10.01.2012.
10. Sineokov G.N. Teorija i raschet pochvoobrabatyvayushhih mashin / Sineokov G.N., Panov I.M. M., Mashinostroenie, 1977. 339 p.
11. Zelikov V.A., Posmetiev V.I., Latysheva M.A. Substantiation Based on Simulation Modeling of Hitch for Tillage Tools Parameters [Электронный ресурс] // World Applied Sciences Journal. 2014. Vol. 30, no. 4. pp. 486–492. Rezhim dostupa: <http://idosi.org/wasj/wasj30%284%2914/17.pdf>.

Рецензенты:

Афоничев Д.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электротехника и автоматика», ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», г. Воронеж;

Сушков С.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Промышленный транспорт, строительство и геодезия», ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж.

Работа поступила в редакцию 12.02.2015.