

УДК 631.3.072.31

UDC 631.3.072.31

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СХЕМЫ
УСТРОЙСТВА К НАВЕСНОМУ МЕХАНИЗМУ
ТРАКТОРА ПРИ ЕГО АГРЕГАТИРОВАНИИ С
ДИСКОВЫМИ ОРУДИЯМИ****RATIONALE FOR SCHEMES SELECTION OF
DEVICE FOR HINGED MECHANISM OF
TRACTOR AT ITS AGGREGATION WITH DISC
TOOLS**

Посметьев Валерий Иванович
д.т.н., профессор

Posmetyev Valeri Ivanovich
Dr.Sci.Tech., professor

Зеликов Владимир Анатольевич
к.т.н., доцент

Zelikov Vladimir Anatolyevich
Cand.Tech.Sci., assistant professor

Латышева Маргарита Александровна
ассистент

Latysheva Margarita Aleksandrovna
assistant

*Воронежская государственная лесотехническая
академия, Воронеж, Россия*

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

Рассмотрены причины слабой заглабляемости сферических дисковых рабочих органов почвообрабатывающих орудий, проведен анализ недостатков существующих способов принудительного заглабления дисков, представлены три новые схемы устройств к конструкциям навесных механизмов трактора

The reasons of a weak inearthing of spherical disk working bodies of soil-tilling tools are considered. The analysis of shortcomings of existing ways of forced deepening of disks is carried out. Three new schemes of devices to designs of hinged mechanisms of a tractor are submitted

Ключевые слова: МЕХАНИЗМ НАВЕСКИ,
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОРУДИЕ,
ТРАКТОР, ЗАГЛУБЛЕНИЕ

Keywords: HINGED MECHANISM, SOIL-TILLING
TOOL, TRACTOR, DEEPENING

При лесовосстановлении на нераскорчеванных вырубках, насыщенных многочисленными препятствиями в виде пней, корней, порубочных остатков, высокой задернелостью и неоднородностью почвы широко применяются лесные дисковые почвообрабатывающие орудия. Использование в этих условиях дисковых рабочих органов для лесных орудий является более предпочтительным по сравнению с рабочими органами других типов. Сферические диски отличаются повышенной надежностью в работе, так как, либо перекатываются через неперерезаемые препятствия сверху, либо обходят их сбоку, за счет установленных на орудиях рычажных амортизаторов и предохранителей вертикального или горизонтального действия. Кроме этого сферическая форма диска является достаточно совершенным упругим элементом, что способствует эффективной защите от перегрузок как собственно рабочих органов, так и орудия в целом.

В тоже время результаты многочисленных исследований и практика применения лесных дисковых орудий свидетельствуют о слабой заглубляющей способности их сферических дисковых рабочих органов в тяжелых условиях лесных объектов. Вследствие неустойчивого хода дисков на заданной глубине существенно снижается качество обработки почвы. Этот недостаток вынуждает разработчиков и эксплуатационников идти наиболее простым путем, в первом случае неоправданно завышать массу орудий за счет их металлоемкости, во втором – догружать орудия дополнительным грузом (возимым балластом), а также проводить дополнительную обработку почвы путем увеличения числа проходов. Все это ведет соответственно к неоправданному повышению трудозатрат и перерасходу топлива агрегируемым трактором [1].

В настоящее время основными способами регулирования хода рабочих органов навесных почвообрабатывающих орудий на заданной глубине обработки являются: высотный, позиционный, силовой и позиционно-силовой [2]. Однако, эти способы эффективны в основном применительно к навесным сельскохозяйственным почвообрабатывающим орудиям, имеющих одно или несколько опорных колес, а также работающих в значительно более благоприятных условиях сельскохозяйственных объектов.

Перечисленные выше традиционные способы регулирования глубины обработки почвы малоэффективны для навесных лесных дисковых орудий. Это объясняется следующими основными причинами: лесные орудия, как правило, не имеют опорных колес или лыж; сильной задержкой, а также высокими значениями плотности и твердости лесных почв; значительных неровностей рельефа поверхности лесных объектов и наличия на них большого числа препятствий в виде пней, крупных корней, камней, выходов скальных пород; на сельскохозяйственных и особенно на лесных объектах твердость и плотность почвы часто изменяется в широких пределах на длине даже одного гона, что отрицательно сказывается на ста-

бильности хода рабочих органов на заданной глубине обработки. В этих условиях механизаторы вынуждены часто маневрировать на вырубках, что существенно затрудняет стабилизацию почвообрабатывающего орудия в продольно-поперечной плоскости и соответственно обеспечить необходимое качество обработки почвы.

С целью решения проблемы заглубляемости дисковых рабочих органов лесных почвообрабатывающих орудий в ВГЛТА были выполнены исследования по использованию принудительной вибрации. Для этого на серийный лесной дисковый культиватор КЛБ-1,7 в одном случае устанавливался гидромеханический вибрационный механизм, а в другом, более совершенное вибрационное устройство – гидропульсатор [3]. Экспериментальная проверка обоих вариантов подтвердила эффективность вибрационного воздействия на рабочие органы дисковых орудий. Наряду с повышением заглубляемости дисков, улучшилось крошение и рыхление почвы, а также самоочищаемость рабочих органов от налипающей почвы и сорной растительности. При этом энергозатраты двигателя агрегируемого трактора на гидроприводы вибрационных механизмов полностью компенсировались за счет снижения на 20-25 % рабочего сопротивления орудия.

В тоже время были выявлены недостатки вибрационного способа повышения заглубляемости дисковых рабочих органов, заключающиеся в усложнении и удорожании конструкция орудия, а также в необходимости постоянной работы гидронасоса гидросистемы трактора.

В этой связи исследования по повышению заглубляемости дисковых рабочих органов лесных орудий авторами были продолжены в направлении совершенствования навесного механизма трактора [4]. Изучение состояния проблемы позволило выявить ряд причин недостаточной эффективности работы лесных дисковых орудий. Основная из них заключается в том, что разработчиками при проектировании лесных дисковых орудий недооценивается значение влияния местоположения мгновенного центра

вращения (МЦВ) четырехзвенника навесного механизма агрегируемого трактора. Многочисленные исследования и многолетняя практика использования на лесных объектах лесных орудий свидетельствуют, что, в отличие от рабочих органов лемешного типа, заглабляемость сферических дисков значительно ниже и существенно зависит от местоположения указанного МЦВ. Такая недооценка влияния МЦВ на эффективную работу лесных дисковых орудий объясняется тем, что навесные механизмы серийных тракторов, включая лесохозяйственных, традиционно проектировались с учетом требований ГОСТ 10677-2001 Устройство навесное заднее сельскохозяйственных тракторов классов 0б-8. Типы, основные параметры и размеры. Однако, согласно п. 1 этого стандарта, он не распространяется на навесные устройства лесохозяйственных тракторов вследствие рассмотренных выше специфических особенностей условий работы дисковых орудий на лесных объектах.

Используемые в настоящее время на тракторах стандартные навесные механизмы конструктивно не обеспечивают благоприятного местоположения МЦВ его звеньев при агрегатировании с лесными, навесными безопорными дисковыми орудиями и вместо эффекта заглабления, наоборот способствуют выглаблению сферических дисковых рабочих органов. В тоже время у тяжелых лесных дисковых орудий (плугов) неблагоприятное местоположение МЦВ звеньев стандартных навесных механизмов вполне компенсируется завышенной массой таких орудий. Высокая металлоемкость лесных плугов объясняется отсутствием эффективных средств защиты таких орудий от перегрузок, что вынуждает разработчиков существенно завышать прочность элементов их конструкций. Таким образом одновременно повышается надежность плуга и обеспечивается необходимая заглабляемость их дисков. Для боронования на лесных объектах используются также дисковые бороны, либо сельскохозяйственного назначения, либо лесные, оснащенные независимой подвеской дисковых батарей (кла-

вишного типа) и пружинными предохранителями вертикального типа. Те и другие являются достаточно массивными орудиями и ограниченно используются лишь на расчищенных от пней, крупных корней и валежника лесных объектах и поэтому неблагоприятное расположение МЦВ стандартного навесного механизма в этом случае менее значительно сказывается на качестве обработки почвы.

С целью устранения рассмотренных выше недостатков и повышения заглубляющей способности дисковых рабочих органов лесных почвообрабатывающих орудий, авторами были предложены три новые схемы конструкций устройств к стандартным навесным механизмам тракторов. Эти устройства легко навешиваются и снимаются с помощью стандартных механизмов автосцепки и устанавливаются между навесным механизмом трактора и агрегатируемым орудием.

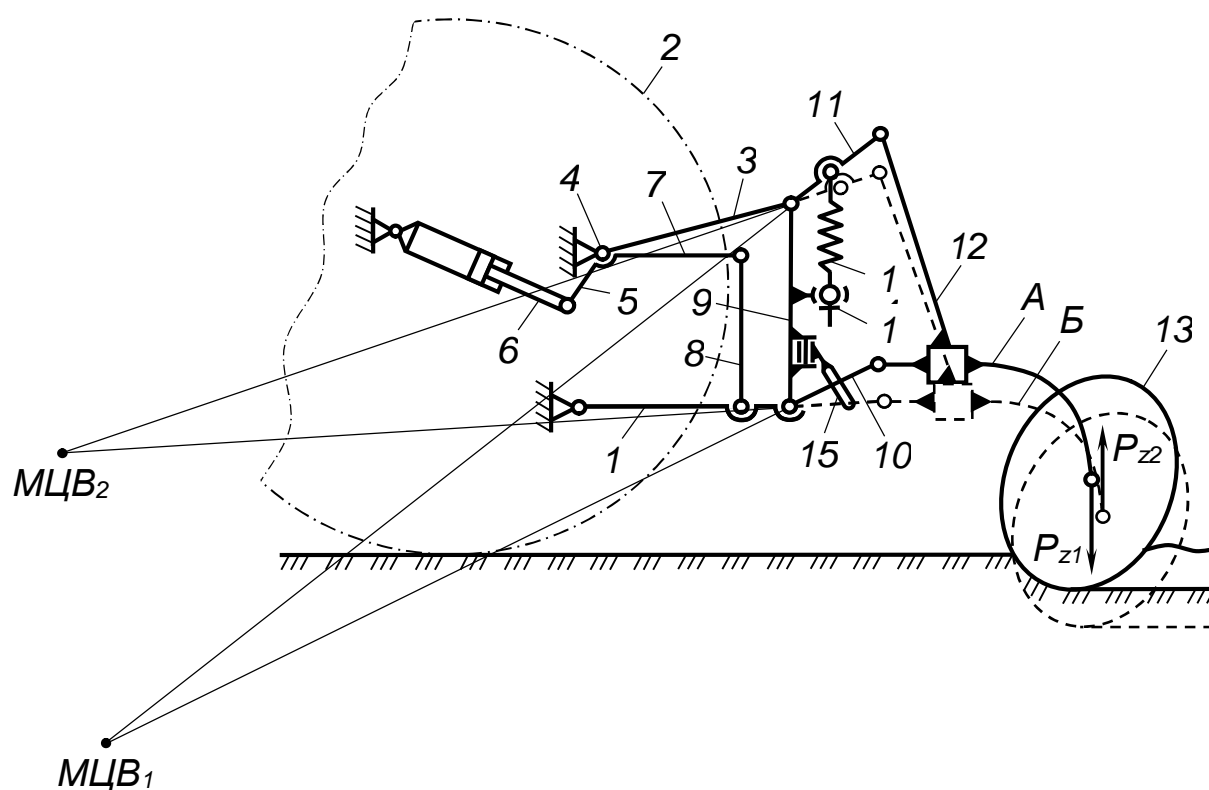


Рис.1. Устройство к навесному механизму трактора для лесных дисковых почвообрабатывающих орудий с передним расположением МЦВ относительно оси подвеса орудия

Первое из этих устройств представляет собой подпружиненный четырехзвенный механизм, обеспечивающий расположение МЦВ его четырехзвенника ниже поверхности почвы (МЦВ₁ на рис. 1). Навесная система, образованная из стандартного навесного механизма и предлагаемого устройства, состоит из двух нижних тяг 1, шарнирно соединенных с корпусом трактора 2, верхней тяги 3, вала 4, приводных 5, связанных шарнирно со штоком 6 гидроцилиндра и подъемных 7 рычагов, связанных шарнирно с нижними тягами посредством раскосов 8. К нижним и верхней тягам шарнирно присоединена треугольная ферма 9, на которой с помощью шарниров установлены нижние 10 и верхний 11 рычаги, к свободным концам которых подсоединяется орудие 12 с рабочими органами 13. Верхний рычаг 11 подпружинен пружиной 14, нижний конец которой шарнирно закреплен на ферме. Для ограничения поворотов нижних рычагов 10 в вертикальной плоскости на ферме установлены с помощью шарниров упоры 15, с выполненными в них пазами. Регулирование усилия предварительного нагружения пружины 14 осуществляется с помощью гайки 16.

Навесная система работает следующим образом. Перед началом движения агрегата, в зависимости от твердости и состояния обрабатываемой почвы, устанавливаются необходимые величину усилия предварительного нагружения пружины 14 с помощью гайки 16, а также местоположение МЦВ рычагов 10 и 11 навесной системы путем регулирования высоты присоединительного треугольника навешиваемого орудия. Затем, с помощью гидрораспределителя и гидроцилиндра трактора навесная система опускается принудительно в нижнее положение на величину, обеспечивающую качественную обработку почвы с учетом ее рельефа поверхности и твердости. После этого золотник гидрораспределителя переводится в положение «Нейтральное». При этом шток 6 гидроцилиндра посредством

приводных 5 и подъемных 7 рычагов, а также раскосов 8, нижних 1 и верхней 3 тяг фиксирует навесную систему в рабочем положении. Рабочие органы 13 орудия 12 опускаются на почву и частично погружаются в нее под воздействием гидроцилиндра навесного механизма трактора, а рычаги 10 и 11 отклоняются вверх. В результате этого, под воздействием возросшего усилия пружины 14, создается усилие предварительного заглубления рабочих органов.

При движении агрегата рабочие органы вначале заглубляются на заданную величину глубины обработки, а затем удерживаются на ней навесной системой, благодаря совместному воздействию на рабочие органы усилия пружины 14 и вертикальной составляющей тягового усилия трактора P_{z1} . Последняя, в отличие от аналогичных усилий в традиционных навесных системах, образуется в предлагаемой навесной системе за счет возможности перемещения МЦВ ее рычагов существенно ниже поверхности почвы, т. е. в точку МЦВ₁, соответствующую положению А навесной системы, представленной на рисунке 1.

При работе агрегата на объектах с неровной поверхностью возникающие неизбежно колебания трактора и соответственно заблокированных тяг 1, 3 и фермы 9 навесной системы, передаются также рабочим органам 13 орудия. Однако, благодаря совместной работе рычагов 10, 11 и пружине 14 навесной системы обеспечивается достаточно хорошее копирование поверхности и качество обрабатываемой почвы. При этом принудительное воздействие пружины 14 на рабочие органы способствует также более надежному перерезанию растительных включений, которыми насыщены лесные почвы. На лесных объектах, даже на небольших участках, твердость почвы часто изменяется в широких пределах, что отрицательно сказывается на стабильности хода рабочих органов на заданной глубине обработки. Этот недостаток лесных почв устраняется предлагаемой навесной системой следующим образом. В случае, например, превышения рабочими

органами заданной величины глубины обработки из-за местного снижения твердости почвы, рычаги *10* и *11* поворачиваются в нижнее положение и, соответственно, МЦВ этих рычагов переместиться из точки МЦВ₁ в точку МЦВ₂ (положение *Б* навесной системы на рисунке 1). Это ведет к изменению направления действия вертикальной составляющей тягового усилия трактора P_{z2} , приведенной к рабочим органам из положения вниз в положение вверх, и, следовательно, к автоматическому частичному выглублению и возвращению рабочих органов на заданную глубину обработки.

Перевод орудия из рабочего в транспортное положение осуществляется гидроцилиндром навесного механизма трактора. При этом тяги *1*, *3* и ферма *9* поворачиваются в крайнее верхнее положение, а рычаги *10*, *11* и подсоединенное к ним орудие *12* под воздействием собственного веса и усилия пружины *14* занимают крайнее нижнее положение, ограниченное перемещением рычагов *10* в пазах упоров *15*, шарнирно закрепленных на ферме *9*.

Предложенная конструкция навесной системы позволяет повысить качество обработки почвы лесохозяйственными и сельскохозяйственными орудиями с дисковыми рабочими органами, за счет повышения заглубляющей способности последних на заданной глубине обработки почвы. В тоже время результаты выполненного имитационного моделирования рабочего процесса почвообрабатывающего агрегата выявили недостаток этой навесной системы, ограничивающий ее применение лишь на лесных и сельскохозяйственных объектах с относительно ровным рельефом поверхности. Основной причиной этого является ухудшение копирования дисками неровностей обрабатываемой поверхности из-за фиксированного положения звеньев механизма навески трактора. Короткие тяги *10* и *11* устройства в этом случае не в состоянии достаточно точно копировать поверхность почвы, а в случае их удлинения это ведет к нерациональному увеличению длины всего почвообрабатывающего агрегата и снижению манев-

ренности последнего на вырубке.

Отмеченного недостатка лишена другая разработанная авторами конструкция навесного механизма, обеспечивающая повышение заглубляющей способности дисковых рабочих органов за счет заднего расположения МЦВ четырехзвенника механизма относительно оси подвеса орудия (рис. 2).

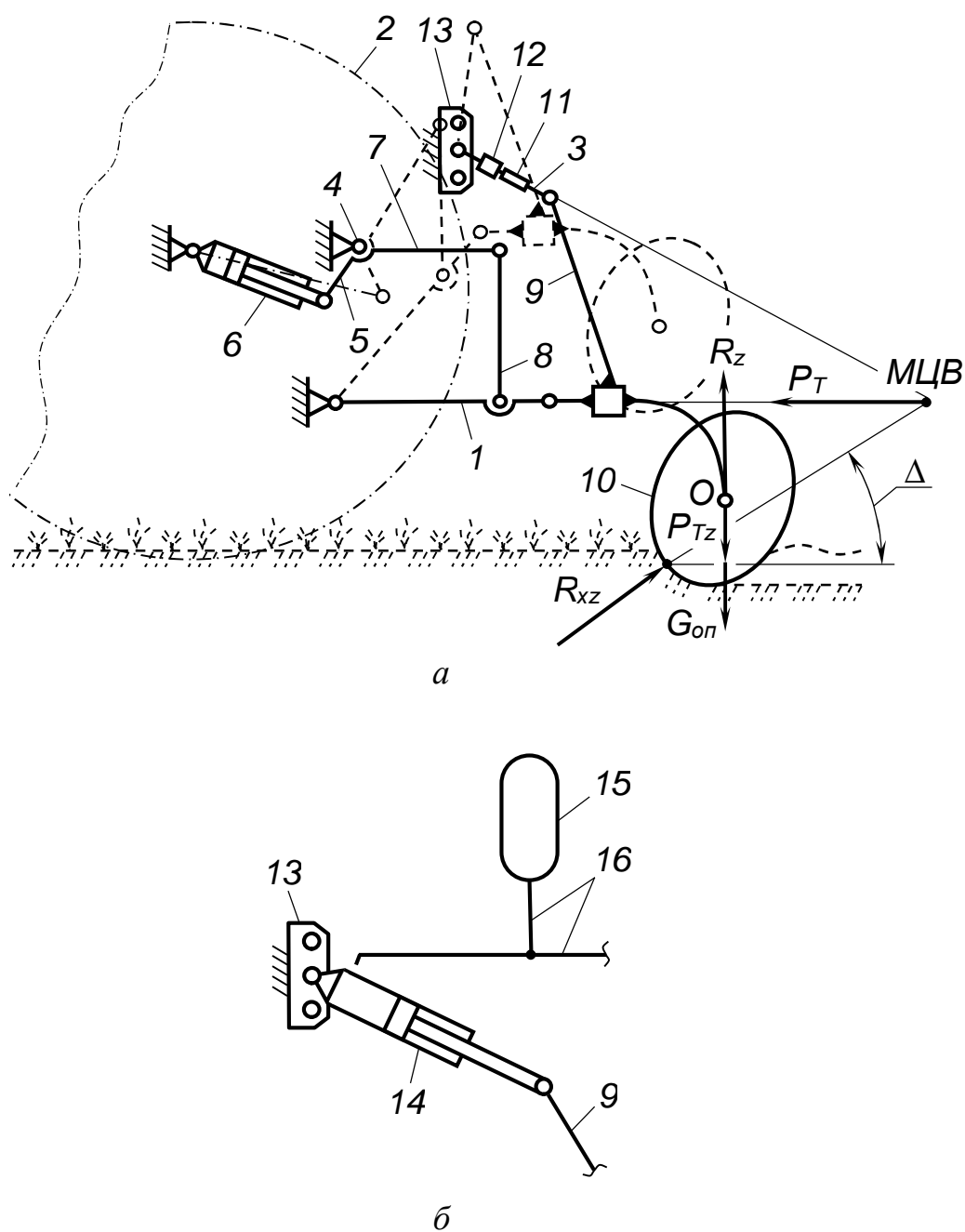


Рис. 2. Навесной механизм трактора для лесных дисковых почвообрабатывающих орудий с задним расположением МЦВ относительно оси подвеса орудия *a* и вариант исполнения его верхней тяги *б* с помощью гидроцилиндра и гидроаккумулятора

Она состоит из двух нижних тяг *1*, шарнирно соединенных с корпусом трактора *2*, верхней тяги *3*, вала *4*, приводных *5*, связанных шарнирно со штоком гидроцилиндра *б* и подъемных рычагов *7*, связанных шарнирно с нижними тягами посредством раскосов *8*. Рама *9* почвообрабатывающего орудия с дисковыми рабочими органами *10* соединена с нижними тягами *1* и верхней тягой *3*, снабженной муфтой *11* и амортизатором *12*. Передний конец верхней тяги *3* с помощью шарнира *13* закреплен на тракторе *2* таким образом, что проекции продолжений верхней *3* и нижних *1* тяг на продольно-вертикальную плоскость пересекаются позади оси подвеса орудия в точке МЦВ. В шарнире *13* предусмотрено несколько регулировочных отверстий для установки в них, в зависимости от физико-механического состояния обрабатываемой почвы, переднего конца верхней тяги *3*.

В другом варианте исполнения механизма навески (рис. 2, *б*) верхняя тяга может быть выполнена в виде гидроцилиндра *14* и гидроаккумулятора *15*, рабочие полости которых посредством гибких шлангов *16* и гидрораспределителя соединены с напорной магистралью гидросистемы трактора.

Механизм навески трактора работает следующим образом. Перед началом движения агрегата, в зависимости от твердости и состояния обрабатываемой почвы, передний конец верхней тяги *3* устанавливают в соответствующее регулировочное отверстие кронштейна *13*, а необходимую длину тяги *3* обеспечивают с помощью муфты *11*. При этом перестановка переднего конца тяги *3* в направлении от нижнего отверстия кронштейна *13* к верхнему приводит к перемещению МЦВ в направлении к оси подвеса орудия и соответствующему увеличению величины условного угла тяги Δ , а, следовательно, и к увеличению заглубляющего усилия P_{Tz} . Затем с по-

мощью гидроцилиндра 6 механизм навески опускает почвообрабатывающее орудие 9 в рабочее положение.

Аналогично выполняют регулировку в варианте исполнения верхней тяги 3 в виде гидроцилиндра 14. Отличие заключается лишь в том, что в этом случае вместо муфты 11 необходимая длина тяги регулируется ходом штока гидроцилиндра 14 путем подключения рабочих полостей его и гидроаккумулятора 15 с помощью гибких шлангов 16 и гидрораспределителя к напорной линии гидросистемы трактора. По окончании регулировки фиксация установленной длины штока гидроцилиндра 14 осуществляется переводом секции гидрораспределителя в положение «нейтральное».

При движении агрегата на лесных и сельскохозяйственных объектах рабочие органы 10 вначале заглубляются на заданную глубину обработки, а затем удерживаются на ней механизмом навески, благодаря совместному воздействию на рабочие органы сил G_{on} и P_{Tz} .

Нестабильность хода дисков на заданной глубине обработки частично устраняется предлагаемым механизмом навески следующим образом. В случае, например, выглубления рабочих органов из-за местного повышения твердости и плотности почвы, усилие в верхней тяге 3 соответственно возрастает, вследствие чего пружина амортизатора 12 сжимается и длина тяги уменьшается. Это приводит к смещению МЦВ в сторону механизма навески и увеличению усилия P_{Tz} , благодаря чему рабочие органы возвращаются на заданную глубину обработки. Аналогично, роль амортизатора выполняет гидроаккумулятор 15, при использовании в механизме навески в качестве верхней тяги гидроцилиндра 14. Таким образом, автоматически частично снижаются максимальные значения усилий на рабочих органах в тяжелых условиях работы дисковых орудий и, тем самым, повышается качество обработки почвы.

Перевод орудия из рабочего в транспортное положение осуществляется нижними тягами 1 с помощью гидроцилиндра 6 механизма навески

трактора, посредством приводных 5 и подъемных рычагов 7, а также раскосов 8.

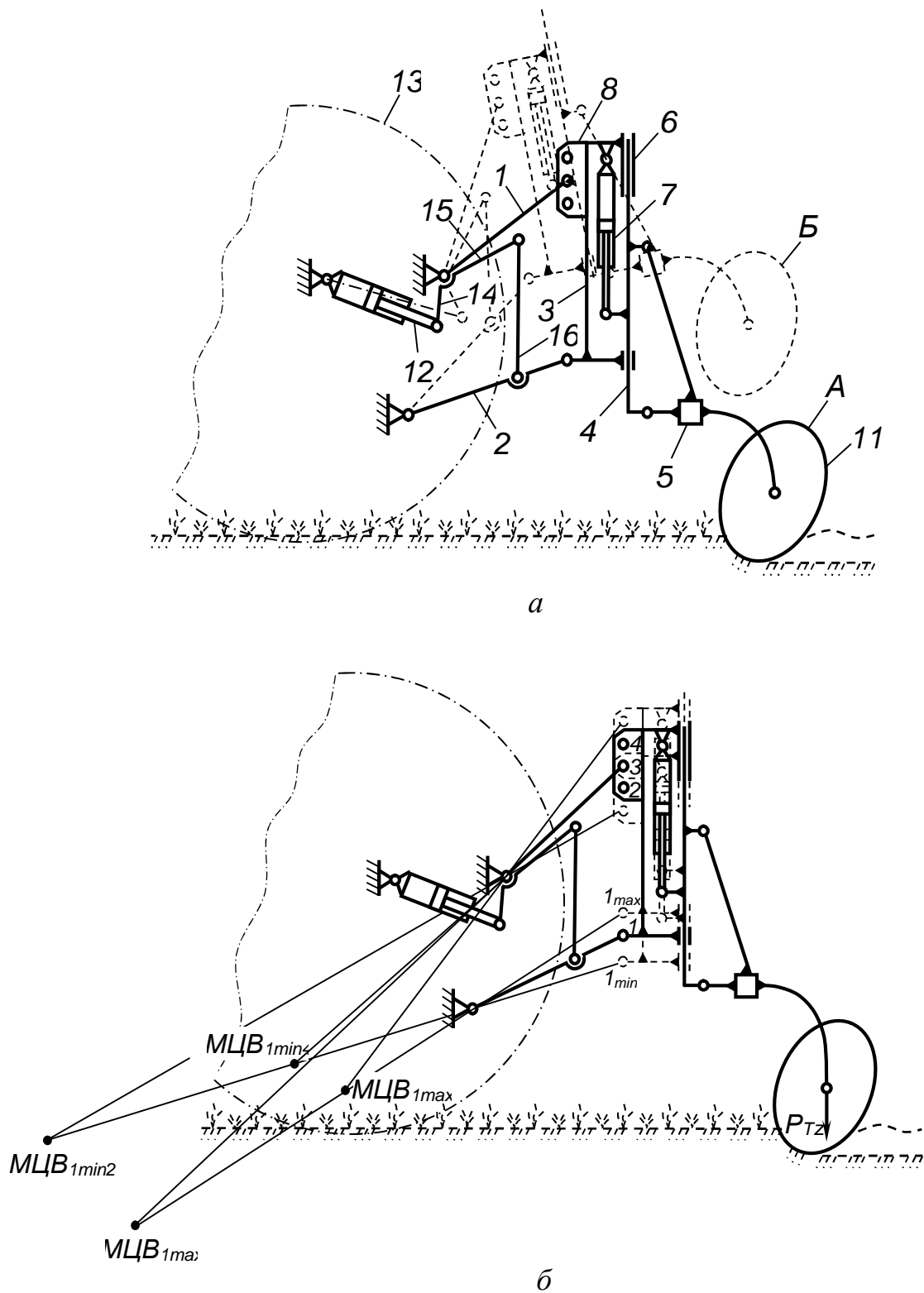


Рис. 3. Схемы устройства *а* и влияния изменения установочных параметров на местоположение МЦВ механизма навески *б*

В отличие от традиционных конструкций такой навесной механизм позволяет решить проблему заглубляемости дисковых рабочих органов почвообрабатывающих орудий за счет образования этим механизмом усилия P_{Tz} на рабочих органах другим способом – расположением МЦВ позади оси подвеса орудия. Недостатком этой схемы является необходимость изменения конструкции широко применяемых навесных механизмов путем изменения места крепления верхней тяги на раме трактора при его агрегатировании с дисковыми орудиями. Переустановка тяги соответственно ведет к необходимости доукомплектования стандартного навесного механизма кронштейном и доработкой места его крепления на раме трактора.

Наиболее совершенной схемой навесного механизма для агрегатирования трактора с лесными дисковыми орудиями является предложенная авторами конструкция устройства, размещаемого между стандартным механизмом навески и агрегатируемым дисковым орудием (рис. 3).

Механизм навески трактора с установленным на нем устройством состоит из верхней 1 и нижних 2 тяг, треугольного звена 3, связывающего задние концы тяг, а также стойку 4 орудия 5, соединенной с треугольным звеном подвижно в вертикальном направлении с помощью закрепленной на нем направляющей 6 и установленного между треугольным звеном и стойкой гидроцилиндра 7. Для подсоединения верхней тяги 1 к треугольному звену 3 в верхней его части закреплена проушина 8, на вертикальной оси которой выполнено несколько присоединительных отверстий. В другом варианте исполнения механизма навески трактора проушина 8 выполнена подвижной с помощью направляющей 9 и гидроцилиндра 10, закрепленных на треугольном звене 3 (рис. 4).

Механизм навески трактора работает следующим образом. Перед началом движения агрегата, в зависимости от твердости и состояния обрабатываемой почвы, задний конец верхней тяги 1 устанавливают в соответствующее присоединительное отверстие проушины 8, а положение стойки

4 орудия 5 относительно треугольного звена 3 выставляют на соответствующую высоту с помощью гидроцилиндра 7. Аналогично выполняют регулировку в варианте исполнения механизма с подвижной проушиной 8 в направляющей 9, для чего используют гидроцилиндр 10.

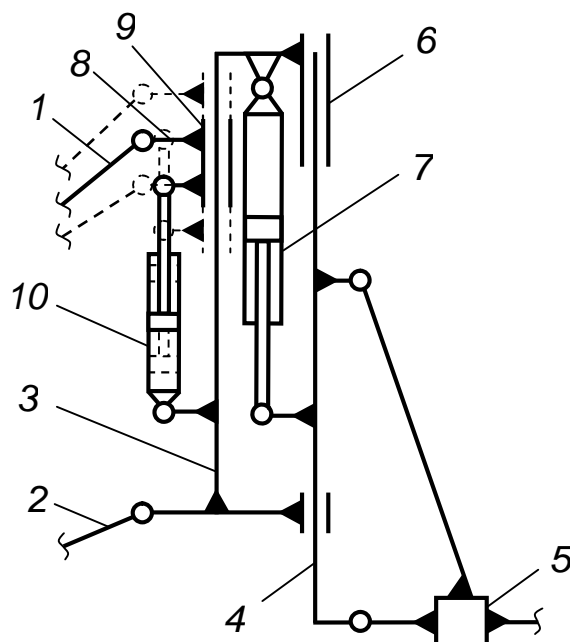


Рис. 4. Вариант исполнения устройства с гидроприводом проушины крепления заднего конца верхней тяги

При движении агрегата на лесных и сельскохозяйственных объектах рабочие органы 11 вначале заглубляются на заданную глубину обработки, а затем надежно удерживаются на ней механизмом навески, благодаря совместному воздействию на рабочие органы силы веса орудия и вертикальной составляющей силы тяги трактора P_{Tz} , приведенной к оси дискового рабочего органа. При этом устойчивый ход дисков на заданной глубине обработки достигается за счет такой регулировки механизма навески, при которой суммарное значение обоих указанных сил примерно уравновешивают величину вертикальной составляющей реакции почвы, действующей на дисковые рабочие органы орудия.

Перевод орудия 5 из рабочего А в транспортное В положение осуществляется нижними тягами 2 с помощью штока 12 гидроцилиндра меха-

низма гидропривода навески трактора 13, посредством приводных 14 и подъемных 15 рычагов, а также раскосов 16. Кроме этого, дополнительно, орудие подтягивается вверх на максимальную высоту штоком гидроцилиндра 7.

На сельскохозяйственных и особенно на лесных объектах твердость и плотность почвы часто изменяется в широком диапазоне даже в пределах короткого гона, что существенно влияет на стабильность хода рабочих органов на заданной глубине обработки. Этот недостаток частично устраняется предлагаемым механизмом навески следующим образом. В случае, например, местного относительно незначительного повышения твердости и плотности почвы, дисковые рабочие органы 11 выглубляются, а вместе с ними поднимается вверх и само орудие 5. Соответственно верхний 1 и нижние 2 тяги механизма навески, поворачиваясь относительно осей своих передних концов в направлении против часовой стрелки, вызывают перемещение его МЦВ из установленного положения в диапазоне от $МЦВ_{1min2} \dots МЦВ_{1min4}$ до более низкого положения по высоте – $МЦВ_{1max2} \dots МЦВ_{1max4}$. Это приводит к повышению величины усилия P_{Tz} , благодаря чему рабочие органы возвращаются на заданную глубину обработки. При более значительном увеличении твердости и плотности почвы тракторист, с рабочего места не останавливая агрегат с помощью гидроцилиндра 7 и гидрораспределителя гидросистемы трактора, может дополнительно выпустить вниз стойку 4 из направляющей 6 и таким образом установить соответствующее этим условиям оптимальное положение МЦВ звеньев навесного механизма.

Предложенная конструкция механизма навески в обычных условиях обеспечивает автоматически, а в особо тяжелых условиях работы агрегата на вырубке с помощью ручного управления из кабины трактора без его остановки, возможность достижения оптимальных значений усилий на рабочих органах, способствующих их стабильному движению на заданной

глубине обработки. Это позволяет заметно повысить качество обработки почвы лесохозяйственных и сельскохозяйственных почвообрабатывающих орудий с дисковыми рабочими органами. Кроме этого, в отличие от традиционных стандартных механизмов навески, МЦВ звеньев которых расположен на высоте равной или выше оси подвеса орудия, предлагаемое техническое решение обеспечивает надежную работу лесных дисковых орудий без использования бесполезно возимого значительного по массе балласта. Такое снижение массы орудия в сочетании с отсутствием необходимости повторных проходов при уходе за лесными культурами на вырубках позволяют заметно уменьшить расход топлива агрегируемым трактором и уменьшить технологическое время операции. Устройство оснащено автосцепкой, что существенно упрощает его установку и снятие на стандартном механизме навески, без изменения конструкции последнего. Благодаря простоте конструкции, а также отсутствию дефицитных материалов и комплектующих изделий, такое устройство вполне доступно для изготовления силами самих эксплуатирующих организаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

2 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.

3 Посметьев, В. И. Повышение заглубляющей способности дисковых рабочих органов путем их принудительной вибрации [Текст] / В. И. Посметьев, А. И. Третьяков // Воронеж. гос. лесотехн. акад. Лесотехнический журнал – 2011. – № 2. – С. 79-85.

4 Посметьев, В. И. Состояние и пути решения проблемы заглубляемости сферических дисковых рабочих органов лесных почвообрабатывающих орудий [Текст] / В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, М. А. Латышева // Воронежский научно-технический сборник – 2013. – № 3 – С. 62-66.

REFERENCES

1 Posmet'ev, V. I. Obosnovaniya perspektivnykh konstrukcij predohranitelej dlja rabochih organov lesnyh pochvoobrabatyvajushhih orudij [Tekst] : monografija / V. I. Posmet'ev ; Voronezh. gos. lesotehn. akad. – Voronezh, 2000. – 248 s.

2 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.

3 Posmet'ev, V. I. Povyshenie zaglubl'ajushhej sposobnosti diskovyh rabochih organov putem ih prinuditel'noj vibracii [Tekst] / V. I. Posmet'ev, A. I. Tret'jakov // Voronezh. gos. lesotehn. akad. Lesotehničeskij zhurnal – 2011. – № 2. – S. 79-85.

4 Posmet'ev, V. I. Sostojanie i puti reshenija problemy zaglubl'jaemosti sferičeskikh diskovyh rabochih organov lesnyh pochvoobrabatyvajushhih orudij [Tekst] / V. I. Posmet'ev, V. A. Zelikov, M. A. Latysheva // Voronezhskij nauchno-tehničeskij sbornik – 2013. – № 3 – S. 62-66.