

УДК 631.3.072.31

ПОВЫШЕНИЕ ЗАГЛУБЛЯЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
ДИСКОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЛЕСНЫХ ОРУДИЙ ЗА СЧЕТ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ НАВЕСНОГО
МЕХАНИЗМА АГРЕГАТИРУЕМОГО ТРАКТОРА

В.И. Посметьев, В.А. Зеликов, М.А. Латышева
(ФГБОУ ВПО ВГЛТА)

При лесовосстановлении на нераскорчеванных вырубках, изобилующих 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 непорезаемые препятствия сверху, либо обходят их сбоку, за счет установленных на орудиях рычажных амортизаторов и предохранителей вертикального или горизонтального действия [1].

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 механизаторов проводить дополнительную обработку почвы путем увеличения числа проходов, что соответственно ведет к неоправданному повышению трудозатрат и перерасходу топлива агрегируемым трактором [2].

В настоящее время основными способами регулирования хода рабочих органов навесных почвообрабатывающих орудий на заданной глубине обработки являются: высотный, позиционный, силовой и позиционно-силовой [3]. 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 задернелостью, 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. 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 [4]. 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 рассмотренных способов повышения заглубляемости дисковых рабочих органов путем увеличения массы орудия и принудительной вибрации дисков. В первом случае – повышенные металлоемкость и нагрузки на детали и узлы навесного механизма и орудия, а также неоправданный перерасход топлива двигателем агрегируемого трактора из-за бесполезно перемещаемого последним балласта или завышенного по массе орудия. Во втором случае конструкция орудия усложняется и удорожается, а также требует 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 [5]. 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, заглубляемость 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 06-8. 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 безпорными дисковыми орудиями и вместо эффекта заглубления, наоборот способствуют выглублению 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 из-за необходимости достижения заданных параметров надежности, обеспечивающей необходимую величину заглубления дисков и оптимальные значения нагрузок на оси агрегируемого трактора. Для боронования на лесных объектах используются также дисковые бороны, либо сельскохозяйственного назначения, либо лесные, оснащенные независимой подвеской дисковых батарей (клавишного типа) и пружинными предохранителями вертикального типа. Те и другие являются достаточно массивными орудиями и ограничено 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 две новые конструкции навесных механизмов. Первая из них представляет собой устройство, устанавливаемое между стандартным навесным механизмом и навешиваемым орудием (рис. 1).

Отличительной особенностью предлагаемого устройства является способность обеспечить расположение МЦВ его четырехзвенника ниже поверхности почвы (МЦВ₁ на рис. 1).

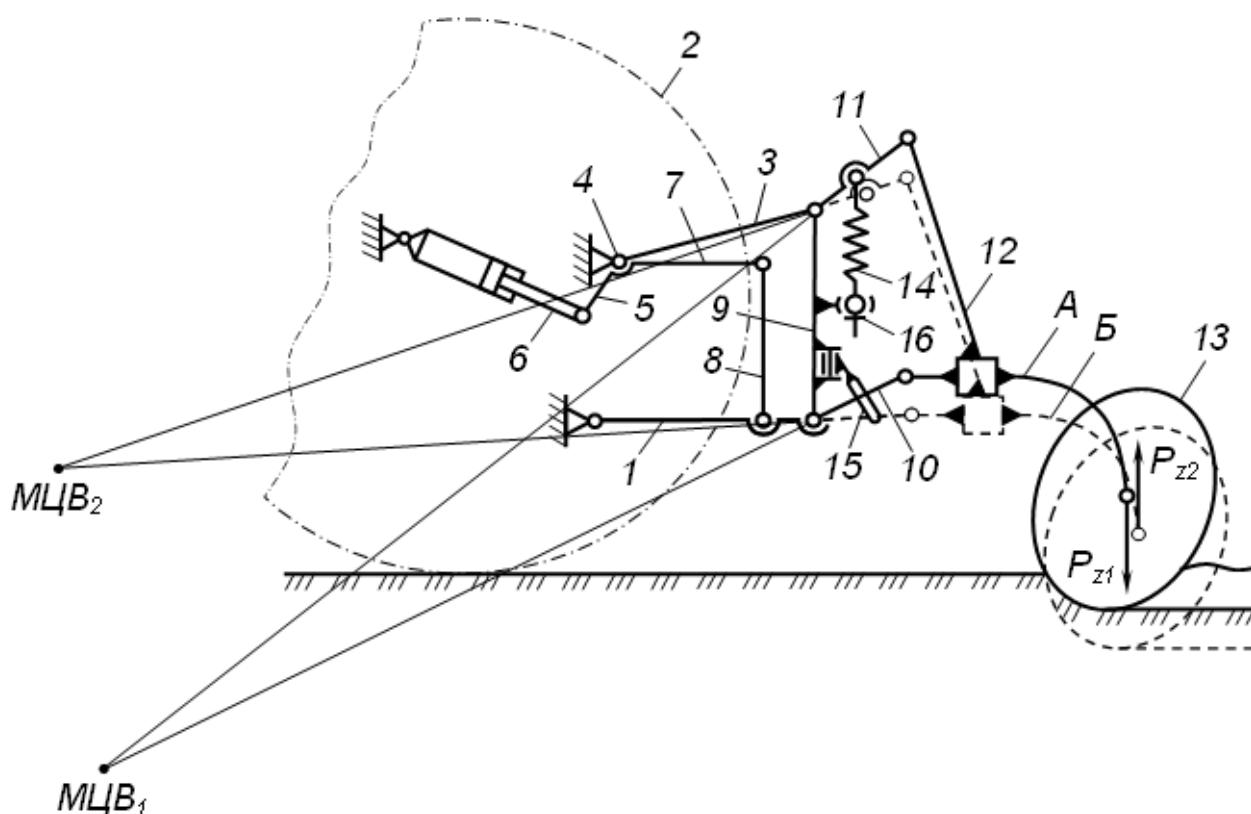


Рисунок 1 – Устройство к навесному механизму трактора для лесных дисковых почвообрабатывающих орудий с передним расположением МЦВ относительно оси подвеса орудия

Навесная система 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, устанавливают 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 чертеже.

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 си-

стемы 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 переместятся из точки МЦВ₁ в точку МЦВ₂ (положение *Б* навесной системы на чертеже). 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 и стабильности хода последних на заданной глубине обработки почвы в тяжелых условиях лесных и сельскохозяйственных объектов. Существенными достоинствами навесной системы являются простота конструкции и возможность установки предлагаемого устройства на стандартные навесные механизмы тракторов.

Вторая разработанная авторами конструкция навесного механизма обеспечивает повышение заглубляющей способности дисковых рабочих органов за счет заднего расположения МЦВ четырехзвенника механизма относительно оси подвеса орудия (рис. 2).

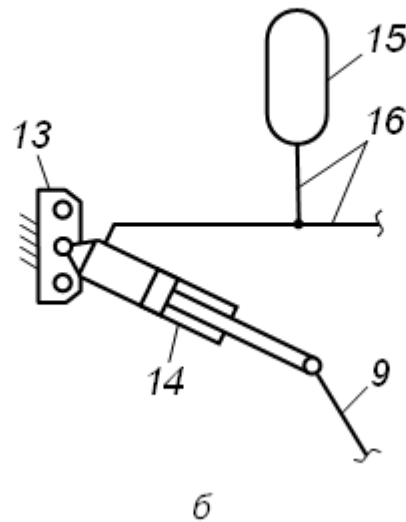
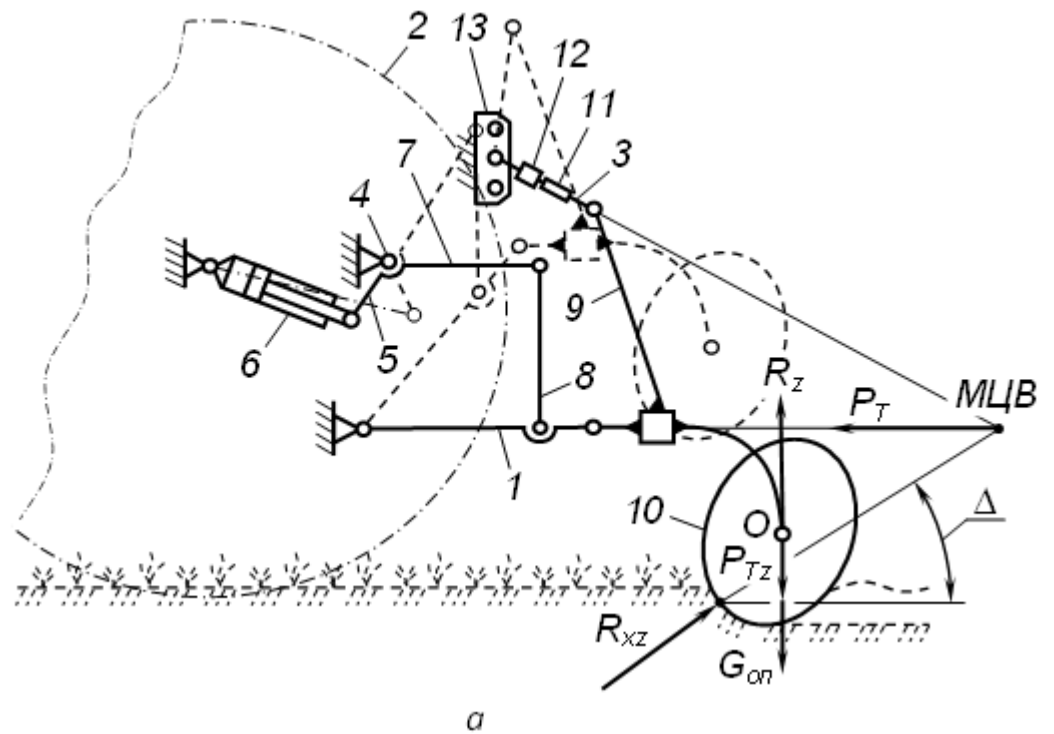


Рисунок 2 – Навесной механизм трактора для лесных дисковых почвообрабатывающих орудий с задним расположением МЦВ относительно оси подвеса орудия *a* и вариант исполнения его верхней тяги *б*

Конструкция этого механизма навески состоит из двух нижних тяг *1*, шарнирно соединенных с корпусом трактора *2*, верхней тяги *3*, вала *4*, приводных *5*, связанных шарнирно со штоком гидроцилиндра *6* 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 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 помощью гидроцилиндра б 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} .

На сельскохозяйственных и особенно на лесных объектах твердость почвы часто изменяется в широких пределах, что отрицательно сказывается на стабильности хода рабочих органов на заданной глубине обработки. Этот недостаток устраняется предлагаемым механизмом навески следующим образом. В

случае, например, частичного выглубления рабочих органов из-за местного повышения твердости 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 компенсируются колебания усилий на рабочих органах в тяжелых условиях работы дисковых орудий и 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.

Предложенная конструкция механизма навески позволяет повысить качество обработки почвы лесохозяйственных и сельскохозяйственных почвообрабатывающих орудий с дисковыми рабочими органами, за счет повышения заглубляющей способности и стабильности хода последних на заданной глубине обработки. Кроме этого, в отличие от традиционных механизмов навески, МЦВ которых расположен перед осью подвеса орудия, предлагаемое техническое решение обеспечивает надежную работу дисковых орудий без использования бесполезно возимого значительного по массе балласта.

Библиографический список

1 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.

2 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.

3 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.

4 Посметьев, В. И. Повышение заглубляющей способности дисковых ра-

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

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). Режим доступа : http://vestnikvglta.ucoz.ru/index/arkhiv_nomerov/0-19