

УДК 631.3.072.31

МНОГОЗВЕННАЯ НАВЕСНАЯ СИСТЕМА ТРАКТОРА ДЛЯ АГРЕГАТИРОВАНИЯ ЕГО С ЛЕСНЫМИ ДИСКОВЫМИ ОРУДИЯМИ

Латышева М.А.

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», Воронеж, Россия (394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8), lrita@bk.ru

Приведен анализ возможных технических решений многозвенных конструкции навесных систем и сделана оценка влияния мгновенного центра вращения (МЦВ) звеньев механизма навески агрегируемого трактора на заглубляемость сферических дисковых рабочих органов в почву при проектировании навесных безопорных дисковых орудий. Предложена автором конструкция, представляющая собой подпружиненный четырехзвенный механизм и обеспечивающий расположение МЦВ его четырехзвенника ниже поверхности почвы. Результаты выполненных экспериментов показали, что предложенная новая конструкция механизма навески позволит расширить возможности стандартных навесных устройств. Предлагаемое техническое решение обеспечивает надежную работу дисковых орудий без использования бесполезно балласта. Это значительно уменьшит нагрузки на орудие и навесную систему, тем самым снизит расход топлива агрегируемым трактором, а также повысит качество обработки почвы.

Ключевые слова: лесной почвообрабатывающий агрегат, механизм навески, заглубляемость.

MULTI-LINK LINKAGE SYSTEM OF THE TRACTOR TO MOUNT IT WITH DISK FOREST TOOLS

Latysheva M.A.

Federal STATE budgetary educational institution of higher professional education "Voronezh state forestry Academy, Voronezh, Russia (394087, Voronezh, Timiryazev street, 8), lrita@bk.ru

The analysis of possible technical solutions iterative design wall systems and de-Lana assessment of the impact of the instantaneous center of rotation (MCV) of parts of the hinge mechanism attached to the tracto-RA on zaglublennosti spherical disk of the working bodies in the soil when designing hinged mesopordata disk tools. Proposed by the author of the design, representing the spring-loaded four-tier mechanism and providing the location MCV his chetyrehzvennoy below the soil surface. The results of the performed experiments showed that the proposed new construction of the hinge mechanism in a will to expand the standard mounted devices. The proposed solution provide ensures reliable operation of the disk tools without the use of useless ballast. This will significantly reduce the load on the tool and hitch system, thereby reducing fuel consumption, mounted to the tractor, as well as to improve the quality of soil.

Keywords: forest Tillage machines, hinge mechanism, zaglublyaemost.

В лесном хозяйстве страны при лесовосстановлении широко используются навесные дисковые почвообрабатывающие орудия – плуги, бороны, культиваторы, покровосдиратели, луцильники и др. Такие орудия, обладая в целом хорошими эксплуатационными свойствами, в то же время имеют ряд недостатков, существенно снижающих их эффективность. Основными из них являются слабая заглубляющая способность сферических дисковых рабочих органов и неудовлетворительное копирование ими неровностей обрабатываемой поверхности, характерной для лесных вырубок [1, 2]. Для устранения этих недостатков эксплуатационники вынуждены нагружать такие орудия грузами, что существенно снижает эффективность лесных почвообрабатывающих агрегатов.

При проектировании навесных безопорных дисковых орудий разработчики часто

недооценивают влияние мгновенного центра вращения (МЦВ) звеньев механизма навески агрегатируемого 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 ГОСТ 10677-2001 Устройство навесное заднее сельскохозяйственных тракторов классов 0,6-8. Типы, основные параметры и размеры. Этот стандарт рекомендован для навесных устройств при навешивании на тракторы орудий с лемешными рабочими органами. Однако этот стандарт не распространяется на навесные устройства тракторов специального назначения (п. 1 стандарта), включая лесохозяйственных [3]. 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 m от оси подвеса орудия до опорной поверхности трактора (рис. 1).

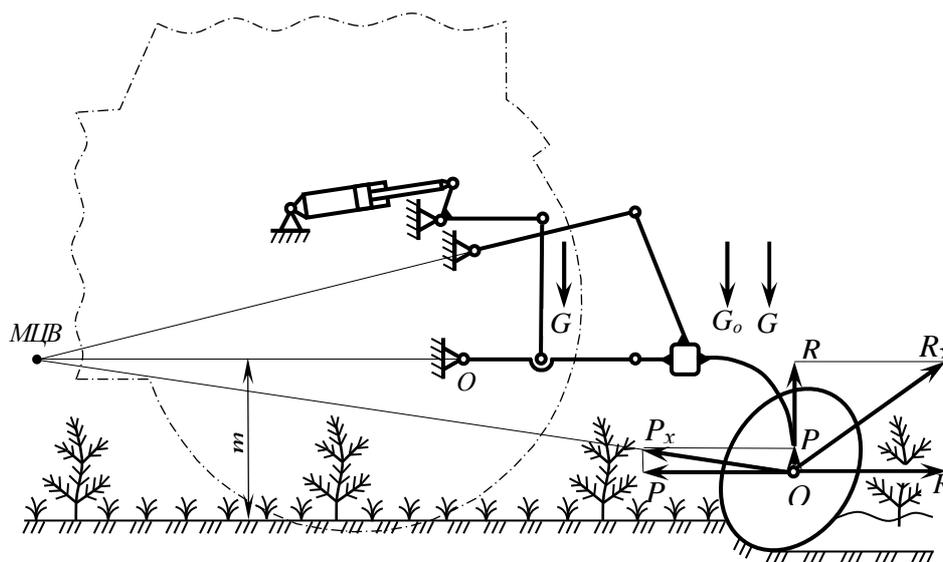


Рис. 1. Схема действия основных сил на лесной дисковый культиватор с традиционной навесной системой трактора при его уходе за лесными культурами на вырубке

Такая традиционная схема навешивания дисковых орудий приводит к тому, что суммарное воздействие на орудие масс навесного устройства G_n , орудия G_{op} и груза G_2 , с одной стороны, и суммарное воздействие действующих на рабочие органы вертикальных составляющих реакции почвы R_z и силы тяги трактора P_z , с другой стороны (при $P_x = R_x$), уравновешивают друг друга. Очевидно, что, как отмечалось выше, равновесие достигается за счет использования груза G_2 со всеми вытекающими из этого недостатками.

Выполненный автором анализ возможных решений рассматриваемой проблемы свидетельствует, что наибольший интерес представляют многозвенные конструкции

навесных систем, которые широко используются при навешивании сельскохозяйственных почвообрабатывающих орудий [4, 5]. Типичной такой конструкцией является «Компенсационная навеска» для почвообрабатывающих орудий с рыхлящими рабочими органами по патенту США № 2888997 (рис. 2) [6]. Работа такой навесной системы и оценка его технического результата свидетельствуют о следующем. При «Плавающем» положении навесного устройства трактора его МЦВ располагается перед осью подвеса орудия, при этом вертикальная составляющая P_z тягового сопротивления орудия по величине примерно равна усилию R_z реакции почвы на рабочих органах (рис. 2, а). Это традиционный (классический) случай установки МЦВ для сельскохозяйственных почвообрабатывающих орудий, при котором обеспечивается наиболее оптимальное распределение реакций почвы на управляемые передние N_n и ведущие задние N_z колеса трактора. В этом случае основные силы, действующие на агрегат в продольно-вертикальной плоскости при его движении (G_z , G_m и G_o – силы веса балласта, трактора и орудия; N_n , N_z и R_z – реакции почвы на передних и задних колесах трактора, а также почвы на рабочих органах, соответственно), полностью сбалансированы, что обеспечивает устойчивый ход рабочих органов на заданной глубине обработки без использования балласта G_z , навешиваемого при необходимости на переднюю часть рамы трактора. Изменение твердости почвы в этом случае компенсируется соответствующим изменением усилия нагружения пружины, а также путем перестановки свободного конца верхнего рычага в соответствующее отверстие в стойке.

При работе агрегата с навесным устройством, установленным в положение «Нейтральное», тяги становятся зафиксированными и уже являются общим телом с трактором (рис. 2, б и в). Тогда, исходя из возможностей кинематической схемы этой навесной системы, оказываются возможными для работы агрегата два случая. При первом из них (рис. 2, б) свободный конец верхнего рычага установлен в нижнее отверстие на стойке так, что МЦВ навесной системы располагается перед осью подвеса орудия на значительной от обрабатываемой поверхности высоте, изначально определяемой положением нижних рычагов.

При этом согласно описанию патента, в конструкции рассматриваемой навесной системы не предусмотрен поворот рычагов так, чтобы МЦВ могло занять положение – ниже обрабатываемой поверхности, что особенно важно для дисковых рабочих органов. Высокое положение МЦВ в данном случае резко снижает эффективность работы такого агрегата, так как P_z значительно превосходит по величине R_z , что неизбежно ведет к необходимости использования бесполезно возимого балласта для достижения оптимальных значений реакций N_n и N_z на колесах трактора.

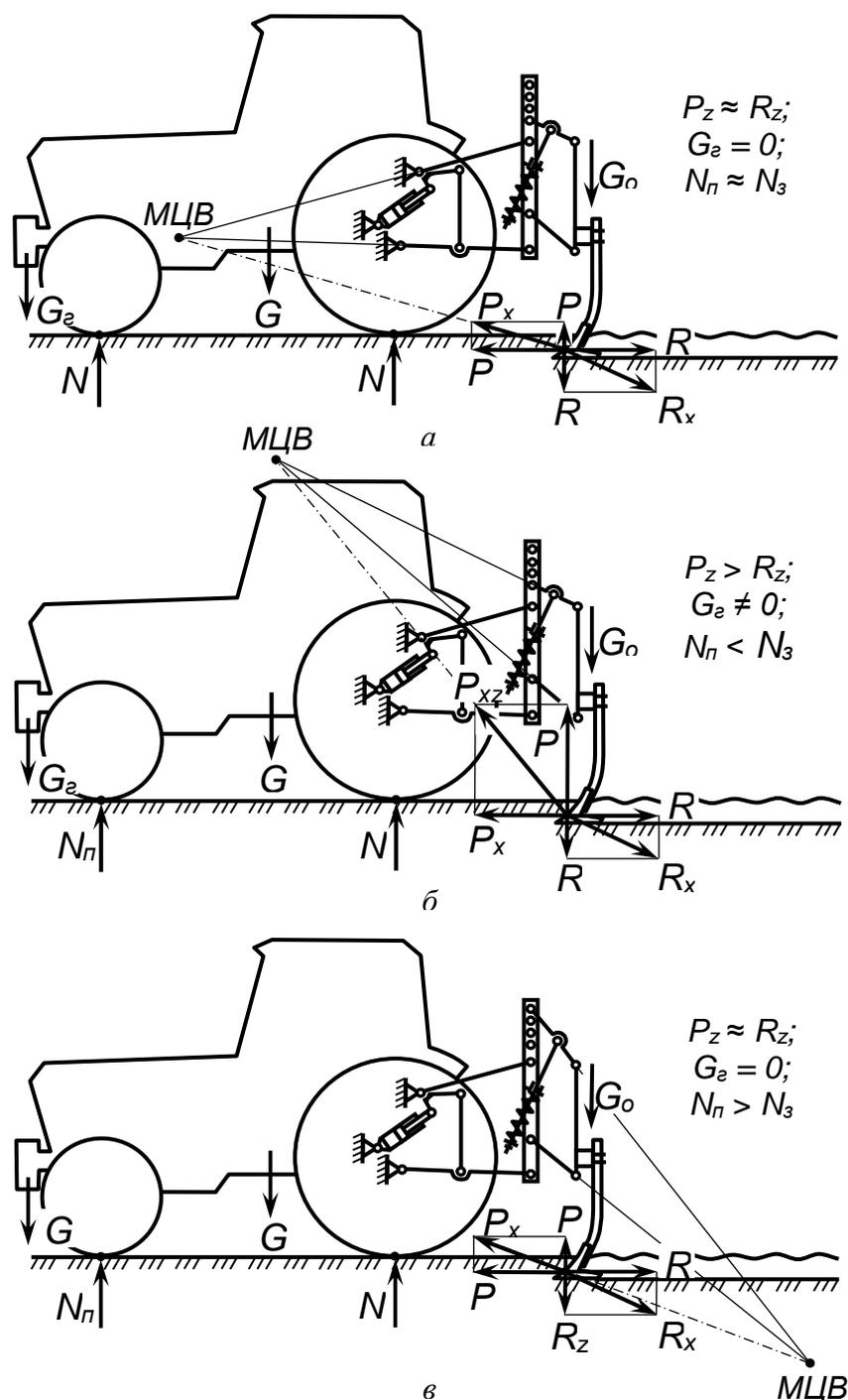


Рис. 2. К оценке влияния установочных параметров навесной системы почвообрабатывающего агрегата по патенту США № 2888997 на усилие вертикальной составляющей P_z тягового сопротивления орудия с рыхлящими рабочими органами при: а – «Плавающем» положении навесного устройства трактора; б и в – «Нейтральном» (фиксированном) положении тяг навесного устройства трактора и положениях верхнего рычага устройства, устанавливающих МЦВ перед осью (б) и за осью подвеса орудия (в)

Второй случай возможного использования технического решения по такой традиционной навесной системе становится достижимым при установке свободного конца верхнего рычага в одно из верхних отверстий в стойке (рис. 2, в). В данном случае МЦВ будет располагаться позади оси подвеса и ниже обрабатываемой поверхности, чем

обеспечивается условие устойчивого движения рабочих органов на заданной глубине обработки $P_z \approx R_z$, аналогично первому случаю (рис. 2, а). Однако существенным недостатком этого варианта является неудовлетворительный баланс сил, действующих на такой движущийся агрегат. В данном случае заднее нижнее расположение МЦВ ведет к неустраиваемому недостатку, заключающемуся в значительной по величине опасной перегрузке передних колес ($N_n \gg N_3$) и недогрузке и пробуксовке ведущих задних колес трактора. По этой причине такой вариант известной навесной системы не используется для практического применения, а если при этом учесть, что лесные дисковые орудия имеют значительные по величине рабочие сопротивления, то этот способ тем более является неприемлемым.

В то же время, как свидетельствуют результаты исследований, выполненных учеными ВГЛТА, эффективность работы навесных безопорных дисковых орудий существенно зависит от способности навесного устройства устанавливать МЦВ значительно ниже оси подвеса орудия и опорной плоскости трактора (поверхности обрабатываемой почвы) [7-9].

Автором предложена конструкция одного из таких устройств, представляющая собой подпружиненный четырехзвенный механизм и обеспечивающий расположение МЦВ его четырехзвенника ниже поверхности почвы (МЦВ₁ на рис. 3) [10]. Навесная система, образованная из стандартного навесного устройства и присоединяемому к нему предлагаемого приспособления, состоит из двух нижних тяг 1, шарнирно соединенных с корпусом трактора 2, верхней тяги 3, вала 4, приводных 5, связанных шарнирно со штоком б 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.

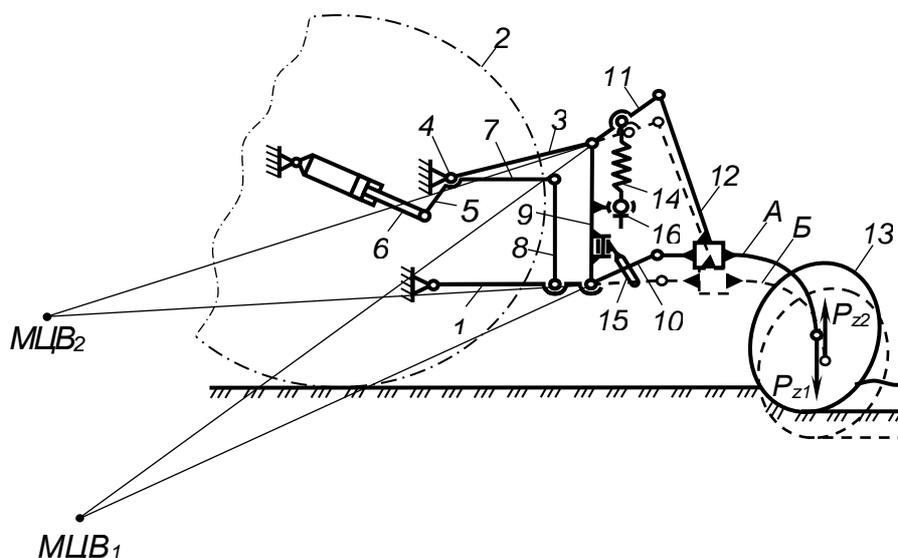


Рис. 3. Устройство к навесному механизму трактора для лесных дисковых почвообрабатывающих орудий с передним расположением МЦВ относительно оси

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 устройства 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 переместится 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.

Предлагаемая конструкция опытного образца многозвенной навесной системы трактора была спроектирована, изготовлена и прошла полевые испытания в 2014 г. на лесном дисковом культиваторе КЛБ-1,7 в агрегате с лесохозяйственным трактором ЛХТ-55 на вырубках в трех лесхозах Воронежской области. Результаты испытаний в целом подтвердили правильность принятых теоретических обоснований параметров и эффективность конструкции этой навесной системы в реальных условиях эксплуатации. Новая навесная система, по сравнению с серийными аналогами, обеспечивает повышение качества обработки почвы лесными и сельскохозяйственными дисковыми орудиями, за счет более высокой заглубляющей способности и особенно в тяжелых условиях лесных объектов. Ее использование позволяет отказаться от традиционного бесполезно возимого балласта и, соответственно, значительно уменьшить нагрузки на орудие и навесную систему, снизить расход топлива агрегируемым трактором, а также повысить качество обработки почвы и проходимость агрегата на нераскорчеванных вырубках за счет обеспечения возможности существенного перекоса рамы орудия относительно обрабатываемой поверхности.

Список литературы

1. Посметьев В.И. Обоснование перспективных конструкций предохранителей для рабочих органов лесных почвообрабатывающих орудий: монография / В. И. Посметьев; Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2000. – 248 с.
2. Посметьев В.И. Состояние и пути решения проблемы заглубляемости сферических дисковых рабочих органов лесных почвообрабатывающих орудий / В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, М. А. Латышева // Воронежский научно-технический вестник. – 2013. – № 3 (5). – С. 62-66.
3. Зеликов В.А. Методика моделирования механизмов навески лесных почвообрабатывающих орудий / В.А. Зеликов, В.И. Посметьев, М.А. Латышева, В.В. Посметьев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета.
4. Посметьев В.И. Методологические основы повышения эффективности почвообрабатывающих орудий с помощью предохранителей : монография / В.И. Посметьев; Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 1999. – 196 с.
5. 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.
6. Посметьев В.И. Обоснование выбора схемы устройства к навесному механизму трактора при его агрегатировании с дисковыми орудиями / В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, М. А. Латышева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 94 (10). – С. 385-394.
7. Зеликов В.А. Substantiation Based on Simulation Modeling of Hitch for Tillage Tools Parameters / V. A. Zelikov, V. I. Posmetiev, M. A. Latysheva // World Applied Sciences Journal. – 2014. – Vol. 30, № 4. – P. 486-492.
8. Повышение заглубляющей способности дисковых рабочих органов лесных орудий за счет совершенствования конструкций навесного механизма агрегируемого трактора / В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, М. А. Латышева // Воронежский научно-технический вестник. – 2013. – № 4 (6). – С. 84-93.
9. Посметьев В.И. Оценка влияния мгновенного центра вращения навесного механизма трактора на заглубляющую способность дисковых рабочих органов / В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, М. А. Латышева // Воронежский научно-технический вестник. – 2014. – № 2 (8). – С. 38-47.
10. Посметьев В.И. Обоснование выбора схемы устройства к навесному механизму трактора при его агрегатировании с дисковыми орудиями / В.И. Посметьев, В.А. Зеликов,

М.А. Латышева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 94 (10). – С. 385-394.

Рецензенты:

Кондрашова Е.В., д.т.н., профессор кафедры технического сервиса и технологии машиностроения ФГОУ ВПО «Воронежского аграрного университета имени Императора Петра I», г. Воронеж;

Попиков П.И., д.т.н., профессор кафедры механизации лесного хозяйства и проектирования машин ФГОУ ВПО «Воронежской государственной лесотехнической академии», г. Воронеж.