

УДК 631. 1. 004

Щитов С.В., к.т.н. профессор; Яценко С.В., к.т.н.; Спириданчук Н.В., аспирант, ДальГАУ  
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА КЛАССА 1,4 НА ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТАХ В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

*В статье приведены результаты исследований по повышению тягово-сцепных свойств колесных тракторов класса 1,4 на транспортных работах за счет повышения сцепного веса*

Schitov S.V., Cand.Tech.Sci., Yatsenko S.V., Cand.Tech.Sci., Spiridanchuk N.V.,  
the post-graduate student of FESAU  
RESEARCH OF TRACTION-COUPLING PROPERTIES OF A WHEEL TRACTOR OF 1,4  
CLASS ON TRANSPORT WORKS IN CONDITIONS OF THE AMUR REGION

*In this article are shown the results of research on increase of traction-coupling properties of wheel tractors of 1,4 class on transport works invoice of increasing the coupling weight.*

В экономике Амурской области сельское хозяйство играет важную роль, так как здесь сосредоточено 58% всей пашни дальневосточного экономического района, что позволяет занимать ведущее место в производстве сельскохозяйственной продукции на Дальнем Востоке.

Наличие большого количество тепла, обилие солнечного света, достаточное количество осадков, выпадающих в летний период, вполне благоприятствуют возделыванию на территории Амурской области различных сельскохозяйственных культур: зерновых, сои, кукурузы, картофеля и овощей.

Для возделывания вышеназванных сельскохозяйственных культур разработаны технологии возделывания, мероприятия по защите от вредителей и болезней, а также предусмотрены схемы севооборотов полей.

Основу тракторного парка России составляют универсальные пропашные колесные тракторы класса 1,4 (более 60%). Как показали исследования, значительная часть (25 –60%) выполняемых ими работ приходится на транспортные внутрихозяйственные перевозки, которые проводятся на полях, по бездорожью и на плохих грунтовых дорогах, что в конечном итоге снижает эффективность их использования на транспортных работах. Одним из перспективных направлений повышения эффективности их применения на транспортных работах является улучшение тягово-сцепных свойств за счет увеличения сцепного веса.

Повышению эффективности использования колесных тракторов на транспортных работах посвящено много работ. Результаты данных исследований

позволили наметить пути повышения тягово-сцепных свойств, снижения техногенного воздействия на почву движителей энергетических средств, улучшения эффективности применения тракторных транспортных агрегатов. В то же время практически не решена проблема корректирования вертикальных нагрузок на ведущие колеса трактора в условиях переувлажнения верхнего слоя почвы и наличии твердого подстилающего слоя.

Одним из перспективных направлений повышения тягово-сцепных свойств колесных тракторов при транспортных работах является установка корректора сцепного веса на прицеп.

**Цель исследований** – повышение эффективности использования колесного трактора класса 1,4 на транспортных работах за счет корректирования сцепного веса, повышения производительности, улучшения тягово-сцепных свойств и снижения техногенного воздействия движителей на почву.

Вопрос распределения вертикальной нагрузки между колесами прицепа и ведущими колесами трактора мало изучен, особенно на почвах с низкой несущей способностью. Для решения данной проблемы необходимо провести модернизацию транспортного агрегата, в частности прицепа. С целью автоматического регулирования сцепного веса трактора, часть веса тракторного прицепа передается через гидроувеличитель сцепного веса на ведущие колеса трактора. Для этой цели установим на прицеп дополнительный гидроцилиндр (корректор сцепного веса) между передним мостом прицепа и прицепным устройством.

Принципиальная схема транспортного агрегата с корректором сцепного веса

(гидроцилиндр и ГСВ) представлена на рисунке 1.

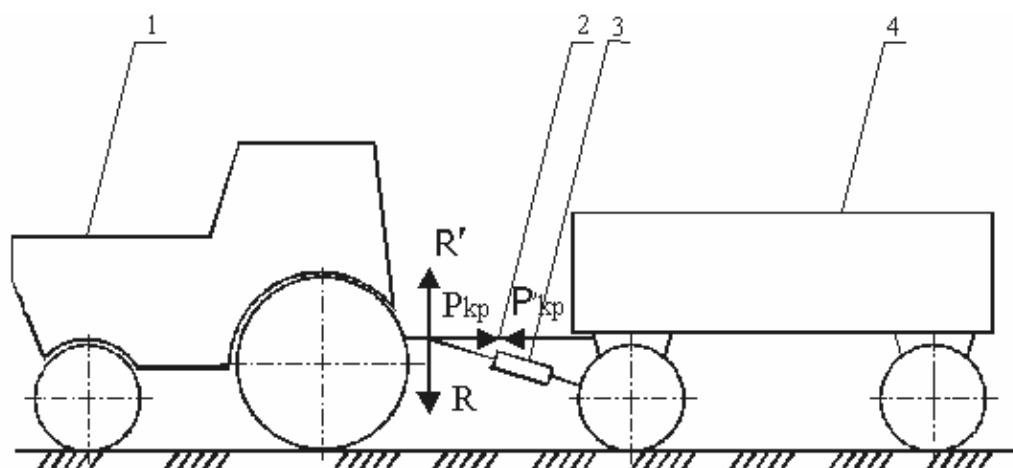


Рис. 1. Принципиальная схема предлагаемой конструкции с учетом действующих сил  
1 – трактор; 2 – прицепное устройство; 3 – дополнительный гидроцилиндр (корректор сцепного веса); 4 – прицеп

Для определения реакции  $R'$  в шарнире сцепки воспользуемся принципом возможных перемещений. На основании принципа Германа-Эйлера-Даламбера для несвободной механической системы в любой момент времени геометрическая сумма равнодействующих реакций связи и сила инерции для каждой точки механической системы равна нулю.

Таким образом, создавая дополнительную нагрузку на прицепное устройство, можно увеличить сцепной вес на ведущих колесах трактора. Величина реакции  $R'$  зависит от дополнительной нагрузки, угла и точки приложения дополнительной нагрузки. Влияние вышеперечисленных параметров на величину дополнительной нагрузки на ведущие колеса трактора в графической форме приведено на рисунках 2 и 3.

Таким образом, анализ полученных графических зависимостей показывает, что значение реакции  $R'$  можно увеличить за счет уменьшения угла и увеличения длины до точки приложения дополнительной нагрузки. Для

прицепа 2ПТС-4 рациональные значения данных параметров: угол  $-15...20^\circ$ , длина  $-1,85$  м.

При использовании тракторных поездов на почве с низкой несущей способностью, для уменьшения техногенного воздействия на почву необходимо уменьшать величину буксования ведущих колес. Это в свою очередь позволит повысить производительность транспортного агрегата [1, 2, 3, 4].

Более наглядно вышесказанное можно проследить по номограмме (рис. 4).

Как видно из номограммы, использование корректора сцепного веса позволяет повысить производительность транспортного агрегата по сравнению с серийным трактором.

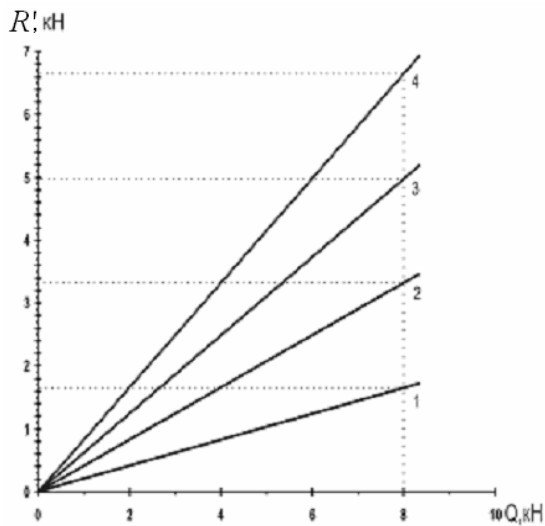


Рис. 2. Зависимость реакции  $R'$  от угла приложения дополнительной нагрузки  
1.  $\alpha = 30^\circ$ ; 2.  $\alpha = 15^\circ$ ; 3.  $\alpha = 10^\circ$ ; 4.  $\alpha = 7^\circ$ .

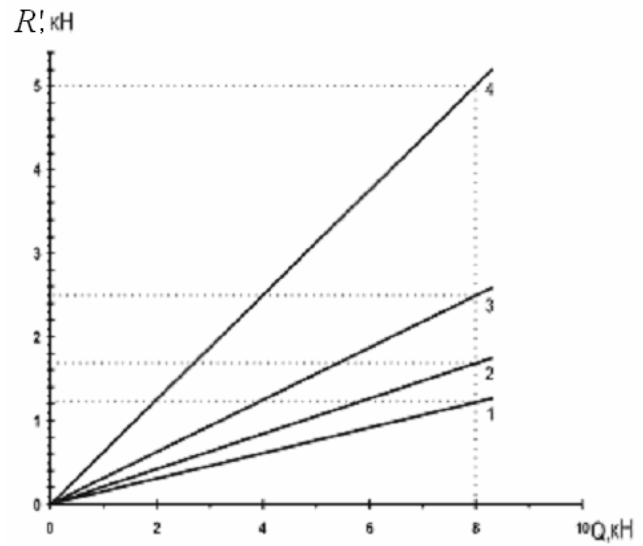


Рис. 3. Зависимость реакции  $R'$  от точки приложения дополнительной нагрузки  
1.  $l = 0,5$  м; 2.  $l = 1$  м; 3.  $l = 1,5$  м; 4.  $l = 2$  м.

**Методика.** Экспериментальные исследования проведены с трактором МТЗ-82 с использованием прицепа 2ПТС-4 серийного и с корректором сцепного веса (рис. 5). Экспериментальные исследования проводились в реальных условиях эксплуатации. Участок, используемый для экспериментальных

исследований, горизонтальный с ровным микрорельефом.

При проведении тяговых испытаний замерялись следующие параметры: тяговое усилие, пройденный путь, частота вращения ведущих колес, время опыта (рис. 6).

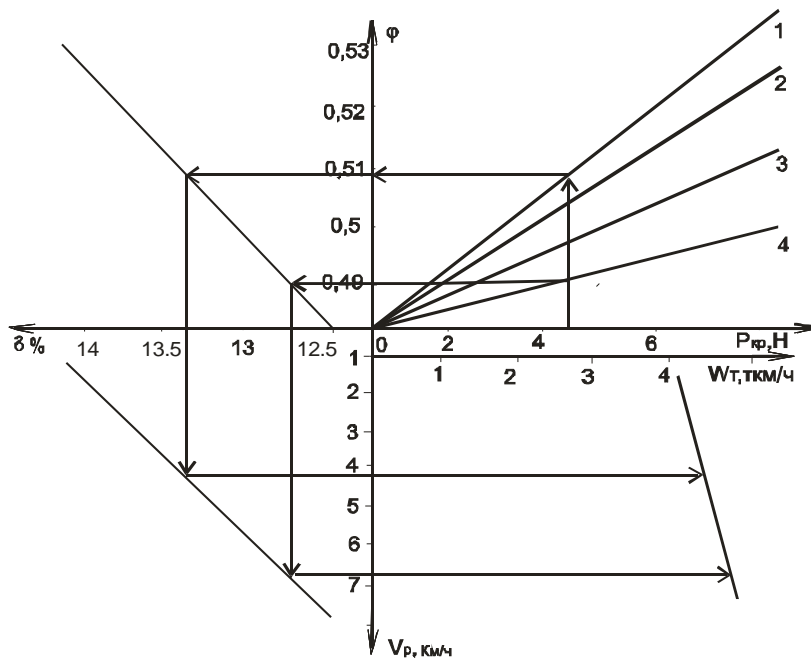


Рис. 4. Номограмма для определения производительности транспортного агрегата на транспортных работах: 1 – серийный сцепной вес – 2,40 кН; 2 – сцепной вес – 2,56 кН; 3 – сцепной вес – 2,65 кН; 4 – сцепной вес – 2,80 кН.



Рис. 5. Трактор и прицеп 2ПТС-4 с корректором сцепного веса



Рис.6 Измерительная аппаратура, смонтированная на тракторе

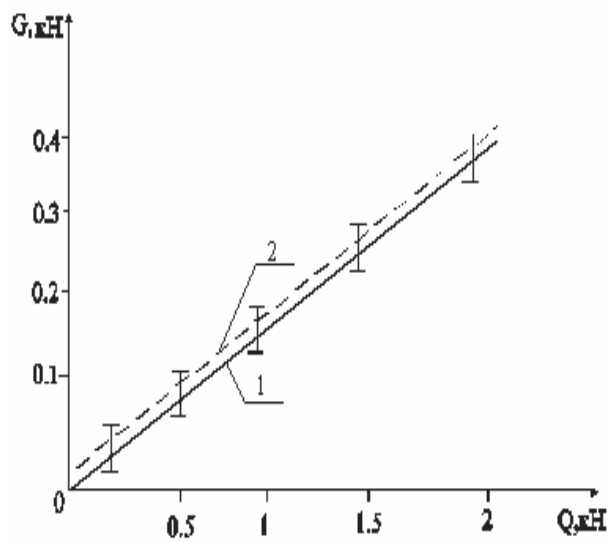


Рис. 7. Изменение сцепного веса трактора от дополнительной нагрузки:  
 1 – теоретические исследования;  
 2 – экспериментальные исследования

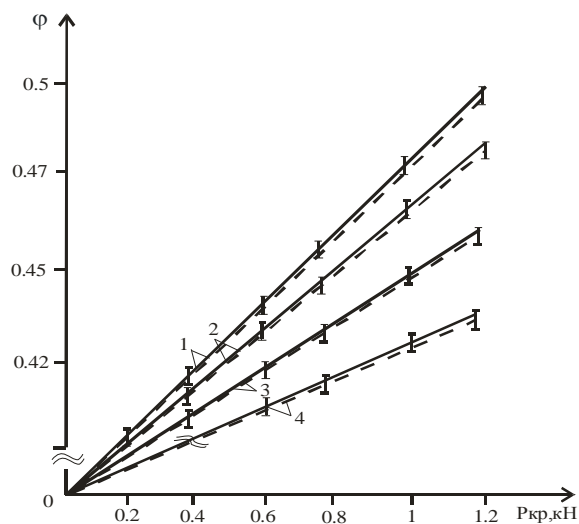


Рис. 8. Зависимость коэффициента использования сцепного веса от тягового усилия трактора  
 ————— - теоретические исследования;  
 ————— - экспериментальные исследования;  
 1 – серийный сцепной вес; 2 – сцепной вес 2,56 кН;  
 3 – сцепной вес 2,67 кН; 4 – сцепной вес 2,79 кН.

Для измерения давления на почву колес трактора использовались датчики давления. Для оценки техногенного воздействия движителей на почву замерялись твердость, плотность, влажность и глубина колеи. Хозяйственные испытания проводились методом хронометражных наблюдений.

**Результаты исследований.** Влияние корректора сцепного веса на коэффициент использования сцепного веса приведено на рисунке 7.

Анализ полученных результатов показывает, что с увеличением нагрузки на ведущие колеса коэффициент использования сцепного веса уменьшается у трактора с корректором сцепного веса по сравнению с серийным. Так при увеличении сцепного веса на 0,396 кН, коэффициент использования сцепного веса снизился с 0,5 до 0,42, то есть на 16%.

Сравнивая результаты теоретических и экспериментальных исследований (рис. 7, 8), необходимо отметить, что они находятся в пределах доверительного интервала, что говорит о достоверности теоретических исследований.

Анализ сравнительной тяговой характеристики (рис. 9) трактора МТЗ-82 с серийным прицепом и прицепом с корректором сцепного веса по вышеназванным показателям позволил сделать следующие выводы: использование прицепа с корректором сцепного веса позволяет снизить величину буксования по сравнению с серийным. Так при тяговом усилии 10,5 кН буксование серийного трактора составило 28,4%, а у экспериментального 16,5%, что на 41,9% меньше. Анализ характера протекания кривых буксования позволяет отметить следующее: с повышением тягового усилия интенсивность возрастания величины буксования у серийного трактора резко возрастает по сравнению с экспериментальным. Повышение величины сцепного веса трактора за счет использования корректора повышает развиваемое тяговое усилие при одном и том же буксовании. Так, при величине буксования  $\delta=20\%$  тяговое усилие серийного МТА составляло 8,0 кН, а у экспериментального – 11,2 кН. Снижение тягово-сцепных свойств трактора ведет к снижению рабочей скорости движения и тяговой мощности.

Использование корректора сцепного веса повышает тяговую мощность трактора на 12,1% по сравнению с серийным вариантом. Как показали исследования, с увеличением сцепного веса повышаются тягово-сцепные свойства транспортного агрегата. Так, при увеличении нагрузки на прицепное устройство с 5 до 7,5 кН величина буксования снизилась с 20 до 17% при тяговом усилии 11,2 кН. Это в свою очередь повышает рабочую скорость и тяговую мощность трактора. Аналогичные исследования были проведены на стерне сои. Анализ полученных данных показывает, что характер протекания кривых буксования, рабочей скорости и тяговой мощности аналогичен полученным данным на поле, подготовленном под посев. Использование корректора сцепного веса снижает величину буксования на 25 – 30 % по сравнению с серийным. Это позволяет в конечном итоге повысить рабочую скорость, а следовательно, и тяговую мощность.

Для подтверждения эффективности использования транспортного агрегата, состоящего из трактора МТЗ-82 и прицепа 2ПТС-4 с корректором сцепного веса, были проведены сравнительные хозяйственные испытания. В качестве сравнения использовали транспортный агрегат, состоящий из трактора МТЗ-82 и серийного прицепа 2ПТС-4. Сравнение было выполнено методом хронометражных наблюдений за работой вышеназванных агрегатов в реальных условиях эксплуатации. Хронометражные наблюдения были проведены при вывозе органических удобрений и семян зерновых культур. Обработка полученных результатов проведена на основании общепринятых методик.

Анализируя результаты хозяйственных испытаний трактора МТЗ-82 и прицепа 2ПТС-4 при подвозе семян зерновых культур можно сделать следующие выводы: использование транспортного агрегата с корректором сцепного веса позволило увеличить скорость движения по прямой с 1,52 до 1,67 м/с, а скорость движения на поворотах – до 20% по сравнению с серийным транспортным агрегатом. Это позволило в свою очередь повысить производительность в час времени движения и производительность в час чистого рабочего времени соответственно на 9,9 и 19,9% экспериментального транспортного агрегата по сравнению с серийным. Повышение производительности транспортного агрегата с корректором сцепного веса позволило в конечном итоге снизить расход топлива на 1 т·км по сравнению с серийным транспортным агрегатом с 1,98 до 1,81 кг/т·км.

Использование транспортного агрегата с трактором МТЗ-82 и прицепом 2ПТС-4, имеющим корректор сцепного веса по сравнению с серийным при вывозе органических удобрений позволил сделать следующие выводы:

– скорость движения по прямой возросла на 9,3%;

- скорость движения на повороте увеличилась на 9,8%;
- производительность в час времени движения и производительность в час чистого рабочего времени возросла соответственно на 13,9 и 15,3%;
- расход топлива на 1 т-км снизился на 6,5%.

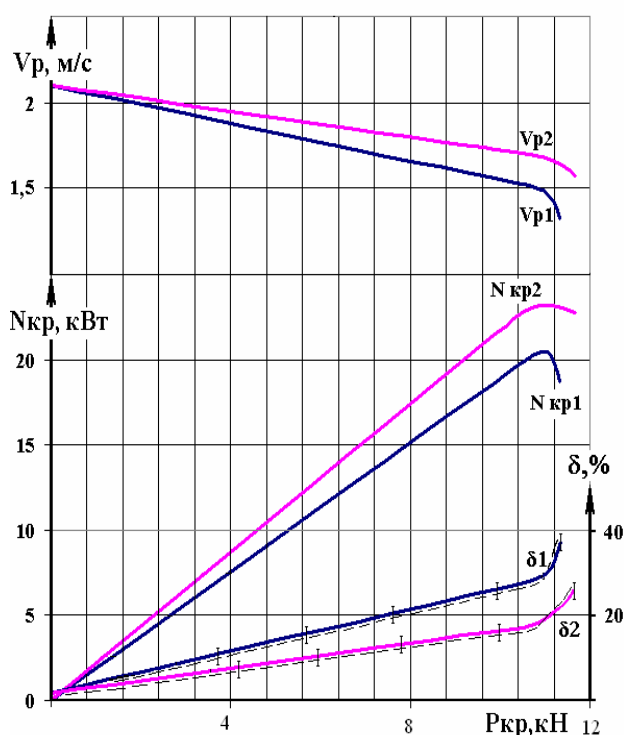


Рис. 9. Сравнительная тяговая характеристика трактора МТЗ-82:

- 1 – трактор с серийным прицепом;
- 2 – трактор с экспериментальным прицепом (с корректором сцепного веса);
- – теоретические зависимости;
- — экспериментальные зависимости.

Как показали исследования, использование трактора МТЗ-82 и прицепа 2ПТС-4 с корректором сцепного веса позволило в конечном итоге повысить производительность и снизить расход топлива на 1 т-км по сравнению с трактором МТЗ-82 и серийным прицепом 2ПТС-4. Двигатели мобильной сельскохозяйственной техники оказывают техногенное воздействие на почву: наблюдается переуплотнение почвы, увеличение твердости почвы, разрушение структуры почвы.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что при воздействии ходовых систем на почву происходит постепенное разрушение ее структуры, переуплотнение, а кроме этого, после прохода сельскохозяйственной техники на поле остается глубокая колея, что затрудняет ее дальнейшую обработку.

С целью выяснения воздействия на почву ходовой системы трактора МТЗ-82 с серийным прицепом 2ПТС-4 и прицепом 2ПТС-4 с корректором сцепного веса были проведены экспериментальные исследования. Исследования проводились по определению плотности, твердости, влажности почвы, глубины колеи.

Исходная плотность почвы (до прохода транспортных агрегатов по полю) –  $1,24 \text{ г/см}^3$ . После прохода по полю серийного транспортного агрегата, состоящего из трактора МТЗ-82 и серийного прицепа 2ПТС-4, плотность почвы возросла до  $1,60 \text{ г/см}^3$ , то есть увеличение составило 29,8%. После прохода экспериментального транспортного агрегата, состоящего из трактора МТЗ-82 и прицепа 2ПТС-4 с корректором сцепного веса плотность почвы возросла до  $1,46 \text{ г/см}^2$ , то есть на 17,7%. Таким образом, использование экспериментального транспортного агрегата позволило снизить плотность почвы.

Кроме экспериментальных исследований по определению плотности почвы были проведены исследования по определению твердости почвы. Известно, что увеличение твердости почвы

повышает энергозатраты на проведение сельскохозяйственных работ по обработке почвы. Увеличение твердости почвы способствует повышению сопротивления почвы резанию, увеличению затрат энергии на ее обработку. В результате исследований установлено, что твердость почвы после прохода по ней транспортных агрегатов возросла как у серийного транспортного агрегата, так и у экспериментального. Так, до прохода по полю транспортных агрегатов твердость почвы составляла 0,316 МПа, после прохода серийного и экспериментального транспортных агрегатов она возросла соответственно до 1,309 и 1,093 МПа. Использование экспериментального транспортного агрегата позволило снизить твердость почвы на 19,7% по сравнению с серийным.

В результате проведенных работ можно сделать следующие выводы:

1. При использовании на транспортных работах трактора МТЗ - 82 и прицепа 2ПТС-4 с корректором сцепного веса скорость движения возросла на 9,3 – 20,1%, производительность – на 9,9 – 19,9% и снизился расход топлива на 1 т·км на 6,5 – 6,8% по сравнению с серийным.

2. Использование прицепа 2ПТС-4 с корректором сцепного веса снижает техногенное воздействие на почву транспортного агрегата. Плотность после прохода экспериментального транспортного агрегата снизилась на 17,7%, твердость почвы – на 19,6%, глубина колеи – на 12 – 30% по сравнению с серийным транспортным агрегатом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яценко, С.В. Повышение тягово-сцепных свойств колесного трактора на транспортных работах [Текст] / С.В. Яценко // Молодежь XXI века: шаг в будущее: матер. VII региональной межвузовской науч.-практ. конф. – Благовещенск: БГПУ, 2006. – С.241 – 242.

2. Яценко, С.В. Производительность МТА с корректором сцепного веса [Текст] / С.В. Яценко // Молодежь XXI века: шаг в будущее: матер. VII региональной межвузовской науч.-практ. конф. – Благовещенск: БГПУ, 2006. – С.243 – 244

3. Щитов, С.В. Экспериментальные исследования трактора с корректором сцепного веса на транспортных работах / С.В. Щитов, С.В. Яценко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – №11. – С.33 –34.

4. Щитов С.В., Яценко С.В. Хозяйственные испытания тракторных агрегатов на транспортных работах // Механизация и электрификация сельского хозяйства: сб.науч.тр. ДальГАУ. – Благовещенск: ДальГАУ, 2006. – №12. – С. 33.