

УДК 631.372

UDC 631.372

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**ПРОБЛЕМЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ  
РЕШЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ  
ТРАНСПОРТНОЙ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**CHALLENGES AND TECHNICAL SOLUTIONS  
OF USING HIGH-PERFORMANCE TRANSPORT  
OF AGRICULTURAL MACHINERY**

Попов Алексей Сергеевич  
инженер  
РИНЦ SPIN-код=6085-3604

Popov Alexey Sergeevich  
engineer  
RSCI SPIN-code=6085-3604

Юхин Иван Александрович  
к.т.н.  
РИНЦ SPIN-код=9075-1341

Yukhin Ivan Alexandrovich  
Cand.Tech.Sci.  
RSCI SPIN-code=9075-1341

Успенский Иван Алексеевич  
д.т.н., профессор  
РИНЦ SPIN-код=1831-7116

Uspenskij Ivan Alexeevich  
Dr.Sci.Tech., professor  
RSCI SPIN-code=1831-7116

Ксендзов Валентин Александрович  
д.т.н., профессор

Ksendzov Valentin Alexandrovich  
Dr.Sci.Tech., professor

Симдянкин Аркадий Анатольевич  
д.т.н., профессор  
РИНЦ SPIN-код=8002-7513

Simdyankin Arkady Anatolyevich  
Dr.Sci.Tech., professor  
RSCI SPIN-code=8002-7513

Кокорев Геннадий Дмитриевич  
д.т.н., доцент  
РИНЦ SPIN-код=9173-7360

Kokorev Gennady Dmitrievich  
Dr.Sci.Tech., assistant professor  
RSCI SPIN-code=9173-7360

Кравченко Андрей Михайлович  
д.т.н., доцент  
РИНЦ SPIN-код=5289-8402

Kravchenko Andrey Mihaylovich  
Dr.Sci.Tech., assistant professor  
RSCI SPIN-code=5289-8402

Шемякин Александр Владимирович  
д.т.н., доцент  
РИНЦ SPIN-код= 4403-7671

Shemyakin Alexander Vladimirovich  
Dr.Sci.Tech., assistant professor  
RSCI SPIN-code= 4403-7671

Угланов Михаил Борисович  
д.т.н., профессор  
*Рязанский государственный  
агротехнологический университет имени П.А.  
Костычева, Рязань, Россия*

Uglanov Mikhail Borisovich  
Dr.Sci.Tech., professor  
*Ryazan State Agrotechnological University named after  
P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

Материально-технические ресурсы формируют большую часть затрат в производстве сельскохозяйственной продукции и определяют уровень интенсивности развития сельского хозяйства, производительность труда и конкурентоспособность отрасли. Важнейшую роль в сельскохозяйственном производстве играют транспортные работы, от производительности и качества выполнения которых напрямую зависит объем и сортность получаемой продукции. Более предпочтительным оказывается тракторный транспорт, особенно на внутривозрастных

Material and technical resources form a large part of the costs in agricultural production and determine the level of intensity of agriculture, productivity and competitiveness of the industry. The most important role in agricultural production is played by transport operation, from productivity and quality of which directly depends the volume and the grade of final products. More preferable is tractor transport, particularly for on-farm transport, taking into account the impact of navigation systems on the ground. Continuous growth in the saturation of tractors carried out around the world, improves the performance of tractor transport aggregate by increasing their capacity

перевозках, при учете воздействия ходовых систем на почву. Непрерывный рост энергонасыщенности тракторов, осуществляемый во всем мире, позволяет повысить производительность тракторно-транспортного агрегата путем увеличения их грузоподъемности и скорости движения как в дорожных, так и в полевых условиях. Однако, при увеличении энергонасыщенности тракторов, происходит столкновение с проблемами, связанными с ухудшением управляемости тракторно-транспортным агрегатом. Снижение управляемости приводит к увеличению повреждаемости перевозимой сельскохозяйственной продукции из-за возникающих повышенных колебательных процессов в системе «дорога – прицеп – трактор – оператор» при движении по внутрихозяйственным маршрутам, ухудшается плавность хода и тормозные свойства. Особенно остро эти вопросы касаются транспортировки легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции при внутрихозяйственных перевозках. Особенность данных перевозок заключается в резком снижении сортности продукции (продукция получает многочисленные механические повреждения, ухудшается ее качество, теряется товарный вид и, соответственно, снижается ее стоимость). Воздействия на плодоовощную продукцию неблагоприятных факторов могут привести не только к резкой потере качества в момент перевозки, но и к снижению ее стойкости при дальнейшем хранении. Для решения возникающих при увеличении энергонасыщенности тракторов проблем предложены устройства, позволяющие снизить негативное воздействие на продукцию повышенных колебательных процессов, повысить проходимость и прямолинейность движения тракторно-транспортного агрегата

Ключевые слова: ТРАКТОРНЫЙ ТРАНСПОРТ, ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ, ПРОДУКЦИЯ, ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

and speed, either on the road or in the field. However, if you increase the saturation of tractors, it encounters problems related to the deterioration of the controllability of the tractor and transport unit. The reduced controllability leads to an increase of damage to transported agricultural products owing to increased oscillatory processes in the system of "road – trailer – tractor – operator" when driving on-farm trails, deteriorating the smoothness and braking properties. Especially sharp these questions relate to transportation of easy-to-damage agricultural products at farm transportation. The feature of data traffic lies in the sharp drop in grade products (products receive numerous mechanical damages, deteriorating its quality, and lose marketability and accordingly reduced its cost). Influence on fruit and vegetable products of unfavorable factors can lead not only to a dramatic loss of quality at the time of transportation, but also reduce the resistance during further storage. To solve the problems emerging when increasing the saturation of tractors, we have proposed devices, allowing reducing negative impact on the production of elevated oscillatory processes, to increase the permeability and straightness of movement of tractor-transport unit

Key words: TRACTOR TRANSPORT, DAMAGING, PRODUCTION, ON-FARM TRANSPORTATION

Объем грузоперевозок в сельском хозяйстве растет ежегодно. И в связи с этим перед руководителями хозяйств постоянно встают вопросы, каким транспортом наиболее эффективно перевозить произведенную продукцию [23].

При правильном подборе транспортных средств и системы транспортировки грузов хозяйства могут экономить 15-20% топлива и

сократить трудозатраты на 20-30%, что сказывается на снижении себестоимости продукции. При сезонном характере сельскохозяйственного производства применение специализированного подвижного состава часто становится экономически невыгодным [17, 18, 20].

В большинстве случаев для перевозок в сельском хозяйстве используются большегрузные самосвалы, в том числе строительного назначения, с большой нагрузкой на ось. Таким автомобилям необходимы дороги с улучшенным покрытием до каждого поля. Здесь можно отметить существенные недостатки перевозок. Из-за лишних перемещений комбайна к самосвалу до конца поля увеличиваются затраты и потери, а заезд тяжелой машины в поле приводит к уплотнению почвы, что в конце концов сказывается на будущем урожае. Исследования ученых показали, что уплотнение почв в основных зерносеющих районах России снижает урожай хлебов на 8-13%. Во многих странах, в том числе и России, были поставлены специальные опыты. Они показали, что уплотнение пылевато-илового суглинка транспортным средством, колеса которого давят на землю с силой  $2 \text{ кг/см}^2$ , снижает урожайность картофеля более чем на 10-50% [17]. Тем не менее, в России такие нарушения, как заезд тяжелой техники в поле, носят массовый и повсеместный характер.

Таблица 1 «Количественное состояние парка транспортных средств в сельском хозяйстве» [14]

Показатели	По нормативным оценкам	Фактическое состояние
Парк транспортных средств, тыс. ед.:		
грузовые автомобили	750-850	450
тракторные прицепы	850	360

Более предпочтительным оказывается тракторный транспорт, особенно на внутривозвращенных перевозках, при учете воздействия ходовых систем на почву. Средняя дальность перевозки груза автотранспортом составляет 21 км, а тракторным — 5,4 км [8].

Тракторный транспорт в реальных условиях эксплуатации работает на дорогах с переменным рельефом, волнистым профилем покрытия, на почвах с различной твердостью и влажностью. При движении транспортных средств на повышенных скоростях имеет место влияние прицепа из стороны в сторону, постоянно сопровождающее тракторный транспорт при его эксплуатации. В результате этого ухудшается работа движителей, трансмиссии, ухудшаются динамические и эксплуатационные свойства техники, условия труда оператора. Чтобы снизить амплитуду колебаний прицепа, оператор вынужден усиленно работать рулевым колесом или снижать скорость движения, что в свою очередь сказывается на усталости оператора, а также производительности и маневренности транспортного средства [3, 11, 22].

Современное развитие сельскохозяйственного производства основывается на использовании высокопроизводительной техники и энергосберегающих технологий. Основным направлением повышения производительности труда в сельском хозяйстве является повышение энергонасыщенности применяемых колесных тракторов. В этом случае наиболее острой становится проблема оптимизации состава и эффективного использования машинно-тракторных агрегатов (МТА) [5].

Применение таких энергонасыщенных тракторов, как МТЗ-80/82, ОрТЗ-150К-Я-01, RuSUz (ТТЗ 80.10), ЗТМ-82 в составе тракторных поездов открывает возможность увеличения скорости движения и грузоподъемности прицепов [3, 11, 17].

За 15 лет мощность большинства колесных тракторов возросла в 1,4-2 раза, а грузоподъемность прицепов к ним осталась на прежнем уровне. Так, тракторы МТЗ-80 и Т-150К работают с большой недогрузкой, а перерасход топлива достигает 29% [8, 14].

Потери плодов и овощей при перевозках зависят от целого ряда факторов: начальные условия выращивания и сбора урожая, вида тары и

упаковки продукции, способа выполнения погрузочно-разгрузочных работ, вида транспорта и режима движения и т.д. [5, 6, 8, 9]. Следовательно, при разработке алгоритма сохранения качества плодоовощной продукции должны быть учтены все выше выявленные негативные факторы, которые оказывают непосредственное влияние на качество и потери продукции при уборочно-транспортных работах (рис. 1).

Повреждения плодоовощной продукции	Алгоритм снижения потерь плодоовощной продукции
Повреждения в процессе уборки	Подбор уборочной и сортировальной техники Квалификация работников
Повреждения при складировании и хранении на поле до вывоза	Своевременная отгрузка Предварительная подготовка груза к перевозке и дальнейшему хранению Строительство пунктов приема продукции, возможности ее товарной доработки прямо на плантациях (сортировка, очистка от примесей и др.)
Повреждения при выполнении погрузочно-разгрузочных работ	Укрупнение грузовых модулей – пакеты, контейнеры, бестарные перевозки Выбор погрузочно-разгрузочных средств Оборудование транспортных средств устройствами для механизированной погрузки и разгрузки, сменными кузовами Хранение на месте его выращивания с последующей отгрузкой по мере надобности в места потребления Строительство овощехранилищ или специальных устройств на местах сбора урожая Строительство пунктов приема продукции, возможности ее товарной доработки прямо на плантациях (сортировка, очистка от примесей и др.)
Повреждения при транспортировании	Выбор рациональных маршрутов движения Регулирование средней скорости транспортировки Выбор режимов движения Подбор автотранспортного средства Уменьшение поперечных колебаний кузова (сглаживание поверхности бортов, подрессоривание в поперечном направлении кузова транспортного средства, стабилизация положения кузова транспортного средства) Применение специальной тары и упаковки Определение способа укладки транспортной тары, штабелирования и ярности расположения плодов

Рис. 1 «Алгоритм сохранения качества (снижения потерь) плодоовощной продукции при уборочно-транспортных работах» [15, 19]

Все перечисленные выше воздействия на плодоовощную продукцию неблагоприятных факторов могут привести не только к резкой потере качества в момент перевозки, но и к понижению ее стойкости при дальнейшем хранении. Так потери картофеля при хранении без пороков составляют всего 2 - 3%, а с механическими повреждениями – до 40 %. Данные других источников свидетельствуют о том, что потери плодов, овощей и картофеля при хранении и реализации составляют 25 - 30%. По

экспертным оценкам [6, 7], потери картофеля при хранении ежегодно в стране достигают 16 млн. т., а овощей более 6 млн. т.

Для решения проблем, связанных с использованием высокопроизводительной техники в сельском хозяйстве предложено применять вспомогательные устройства, позволяющие снизить уровень повреждений продукции, получаемых при транспортировке по внутрихозяйственным направлениям [10, 11, 12, 13, 16].

*Тормозная система с автоматическим регулированием тормозного усилия в зависимости от нагрузки (ALB).* Для ALB в гидравлической проводке встроены электронные датчики. Измеренные электронные импульсы являются эквивалентом загрузки прицепа. Так достигается точная и простая регулировка тормозного усилия. Также имеется интегрированная *антиблокировочная система (ABS)*, которая при резком торможении противодействует возможной блокировке колес путем снижения тормозного давления. *Система стабилизации бортового раскачивания (RSS)* понижает опасность опрокидывания самозагружающегося прицепа. Для этой цели *электронная система торможения (EBS)* оснащена датчиком ускорения, который измеряет поперечные ускорения прицепа. Колеса также оснащены датчиками частоты вращения [4]. Технологии ALB, ABS, RSS, EBS реализованы в прицепах компании *Bernard Krone GmbH* (рис. 2) обеспечивают максимальную возможную безопасность при эксплуатации самозагружающихся прицепов даже на высокой скорости движения и крутых поворотах.

В транспортных средствах, работающих на дорогах, имеющих поперечные уклоны, наибольшее распространение получили устройства, способствующие сохранению горизонтального положения кузова. К числу подобных конструкций относится устройство для горизонтальной стабилизации транспортного средства [1]. Применение автомобилей с

устройствами для стабилизации движения [20] позволяет увеличить объем перевозки картофеля на 25% и снизить уровень повреждений клубней до 24% по сравнению с серийными машинами.



Рис. 2 «Общий вид прицепа серии ZS от компании Bernard Krone GmbH»

*Самовыравнивающаяся платформа* Устройство для стабилизации горизонтальности кузова прицепа (рис. 5) [24] устанавливается между нижней опорной рамой кузова и верхними опорами подвески двух колесных пар на резиновом ходу.

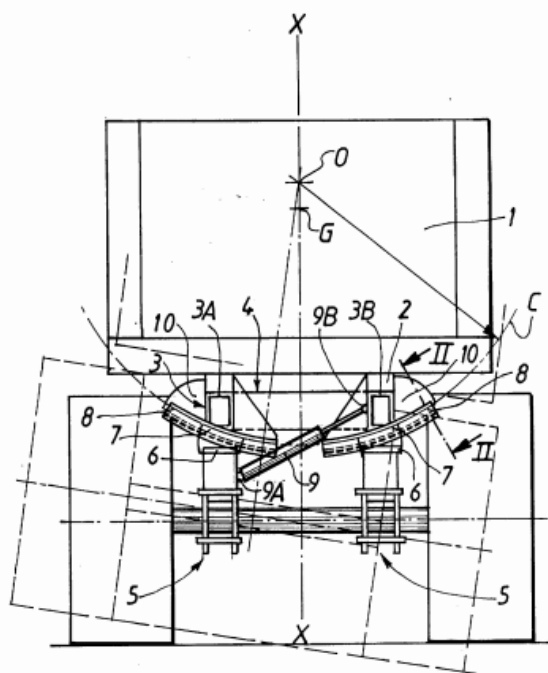


Рис. 5 «Вид поперечного сечения самосвала на ровной поверхности, содержащего стабилизирующее устройство»

1 – кузов; 2 – шасси; 3 – несущая рама; 3А – 3В – лонжероны; 4 – распорные втулки; 5 – ходовая часть; 6, 7 – стальные пластины; 8 – контактирующие изогнутые сегменты (кофра); 9 – пневмоцилиндр двойного действия; 9А – 9В – места крепления пневмоцилиндра к ходовой части 5 и несущей раме 3 соответственно; 10 – прокладки.

Устройство имеет с каждой стороны кузова прицепа по паре контактирующих изогнутых сегментов одинаковой кривизны, покрытых слоем синтетического материала для уменьшения коэффициента трения. Верхний сегмент имеет боковые загибы для вхождения в них менее длинного нижнего сегмента. Верхний сегмент закреплен на нижней опорной раме кузова, а нижний сегмент укреплен на верхней опоре подвески колес. Между двумя боковыми парами изогнутых сегментов установлен наклонно пневмоцилиндр двойного действия для амортизации при резких перепадах кривизны пересеченной местности, по которой движется прицеп.

С целью уменьшения повреждений плодоовощной продукции, путем снижения уровня поперечных колебаний грузовой платформы транспортного средства предлагается *устройство стабилизации положения кузова* (УСПК) транспортного агрегата [13].

УСПК транспортного агрегата [21, 22] состоит (рис. 6) из рамы 1, кузова 2, установленного на роликах 3, расположенных в дугообразных направляющих 4 рамы 1. Ролики 3 связаны с помощью кронштейнов 5 с кузовом 2. Кузов 2 транспортного средства в средней части серьгой 6 шарнирно связан с одним плечом телескопического двуплечего рычага 7, ось 8 вращения которого закреплена в середине рамы 1. С другим плечом рычага 7 шарнирно связан шток 9 силового гидроцилиндра 10, закрепленного к раме 1 шарнирно с помощью кронштейна 11 и гидрошлангами 12 соединенный с двухпозиционным электроуправляемым



гидрораспределителем 13 (рис. 7), масляным насосом 14 и гидробаком 15. В цепь автоматического управления гидрораспределителем 13 включен центробежный датчик 16. Датчик 16 состоит из корпуса 17 (рис. 9), потенциометра 18, подвижного грузика 19, связанного с корпусом датчика 17 пружинами 20. Корпус 17 центробежного датчика 16 крепится к кронштейну 21 (рис. 8), жестко связанному с кузовом 2 в средней его части с помощью зажимного винта 22. Корпус 17 центробежного датчика 16 связан через рычаг 23 с тягой 24 ручного управления разгрузкой. Кроме центробежного датчика 16 в цепь автоматического управления гидрораспределителем 13 входят усилитель 25 мощности (рис. 7) и электромагнит 26. На гидроцилиндре 10 имеются запорные клапаны 27.

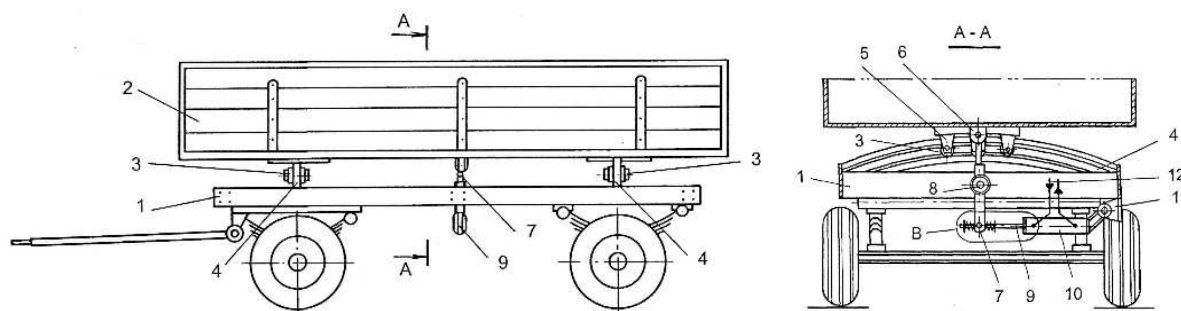


Рис. 6 «Транспортный агрегат»

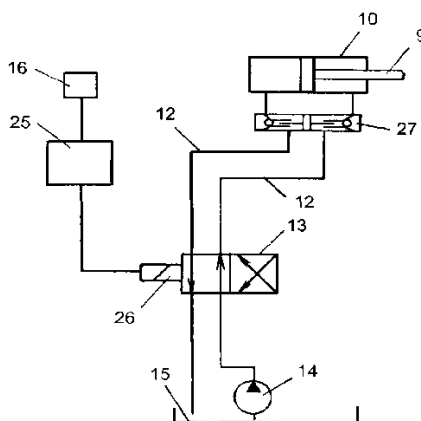


Рис. 7 «Принципиальная схема включения силового гидроцилиндра»

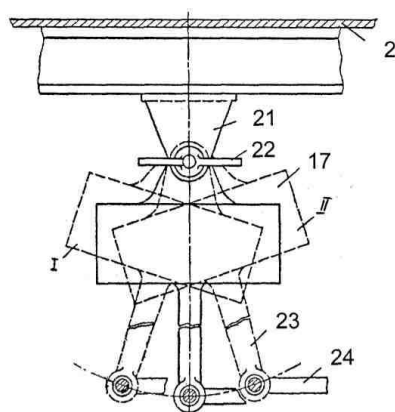


Рис. 8 «Узел крепления центробежного датчика к кузову»

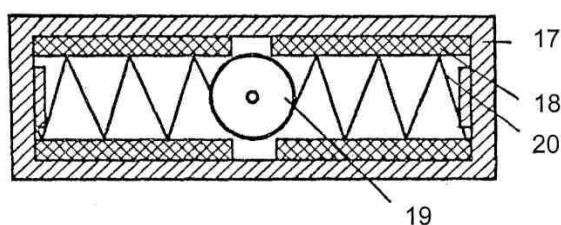


Рис. 9 «Устройство центробежного датчика»

Двуплечий рычаг 7 механизма перемещения кузова со стороны кинематической связи со штоком 9 гидроцилиндра 10 снабжен упругими элементами, которые выполнены в виде цилиндрических пружин сжатия 28 и 29, расположенных симметрично относительно рычага и размещенных на концевой части штока гидроцилиндра между упорами 30, при этом шток выполнен составным и снабжен регулировочными гайками (рис. 10, а). Двуплечий рычаг может быть снабжен упругими комбинированными элементами переменной жесткости и каждый из них состоит из двух пружин 31 и 32 разной жесткости  $C_1$  и  $C_2$  охватывающих одна другую и имеющих разную высоту (рис. 10, б): высота  $H_2$  пружины 31 меньшей жесткости, которая может быть выполнена охватывающей, больше высоты  $H_1$  пружины 32 большей жесткости, которая может быть выполнена охватываемой, на величину  $l$ , являющуюся гарантированным

зазором между наружным торцом пружины 32 и плоскостью упора 30, причем

$$l = \frac{P}{C}, \quad (1)$$

где  $P$  - максимальное усилие поворота рычага в момент его перемещения;  $C$  - жесткость пружины.

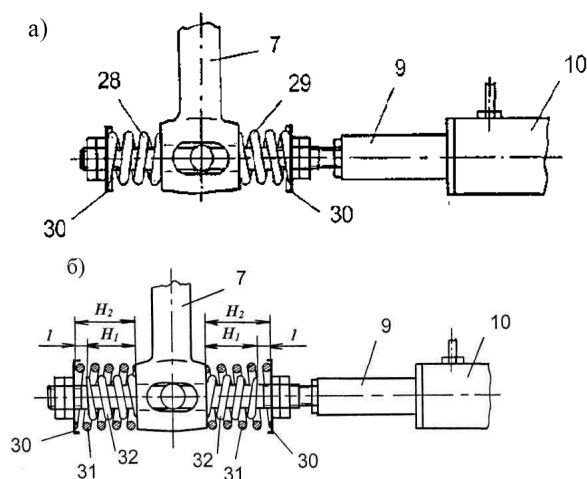


Рис. 10 - Узел В рис. 6 (варианты а, б)

Предложенное техническое решение направлено на снижение уровня поперечных колебаний грузовой платформы транспортного средства и, как следствие, уменьшение повреждений груза и сохранение его целостности [5].

Использование тракторных прицепов с устройствами стабилизации положения кузова [20, 21] для перевозки плодоовощной продукции в условиях сельскохозяйственного производства позволяет повысить производительность перевозок на 9% и уменьшить уровень повреждений плодоовощной продукции (яблок в контейнерах при работе на полях с углами уклона поверхности до  $10^0$ ) до 1,1 ...1,21 раза по сравнению с серийными прицепами.

С целью уменьшения повреждений плодоовощной продукции, путем снижения уровня поперечных колебаний грузовой платформы

транспортного средства нами предлагается устройство стабилизации кузова транспортного агрегата (рис. 11) [11].

Устройство стабилизации кузова транспортного средства состоит из механизма обеспечения углового поворота кузова, механизма перемещения кузова и датчика дестабилизирующих сил.

Механизм обеспечения углового поворота кузова состоит из кузова 1, жестко закрепленного посредством двух шарниров 2, расположенных вдоль его продольной оси, на раме 3 с установленными на ней колесами 4, и соединен с устройством стабилизации 5 положения кузова относительно рамы (рис. 11).

Устройство стабилизации 5 содержит датчик дестабилизирующих сил. Выход мостовой схемы электрически связан с входом механизма перемещения кузова, включающего преобразователь сигнала 6, выполненный, например, в виде двигателя постоянного тока с встроенным редуктором, позволяющим осуществлять реверсивное движение вала в зависимости от полярности поступающего сигнала.

Работает устройство стабилизации следующим образом. На вход мостовой схемы 14 подается сигнал с бортовой сети автомобиля/трактора, транспортное средство размещается на горизонтальной площадке, и реостат выставляется в среднее положение, когда электрический сигнал рассогласования плеч становится равным нулю. После этого устройство готово к работе (рис. 14, а).

При движении колес 4 транспортного средства по пересеченной местности сигнал рассогласования мостовой схемы 14 становится отличным от нуля вследствие перемещения ползунка реостата из-за действия силы тяжести, направленной к центру Земли (рис. 14, б). При этом раскачиванию груза будет препятствовать сила трения (в том числе сила трения покоя) между ползунком и стержнем (провоолокой) реостата.

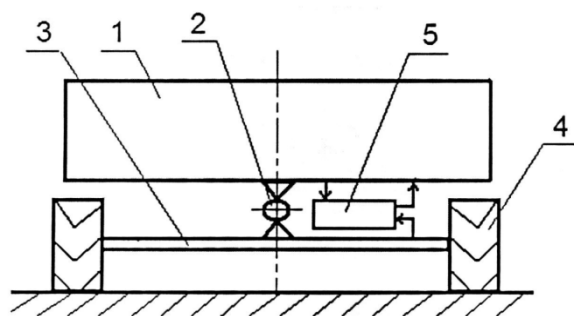


Рис. 11 «Общий вид транспортного средства и расположение устройства стабилизации на нем» [11]

1 - кузов; 2 - шарниры; 3 - рама; 4 - колеса; 5 - устройство стабилизации.

Сигнал рассогласования с выхода мостовой схемы 14 поступает на вход преобразователя сигнала 6, при этом в зависимости от его полярности, т.е. направления наклона кузова относительно исходной горизонтальной поверхности, ось преобразователя сигнала 6 с закрепленным на ней диском 7 будет поворачиваться по или против часовой стрелки. Поворот диска 7 будет вызывать перемещение шарнирно закрепленного на штифте 8 штока 9 гидрораспределителя 10, приводя к изменению давления в шлангах 11.

Изменение давления в шлангах 11 приводит к изменению положения штока 13 гидроцилиндра 12, соединенного с кузовом 1, до тех пор, пока кузов 1 не вернется в исходное положение, характерное для расположения транспортного средства на горизонтальной поверхности (рис. 14, в).

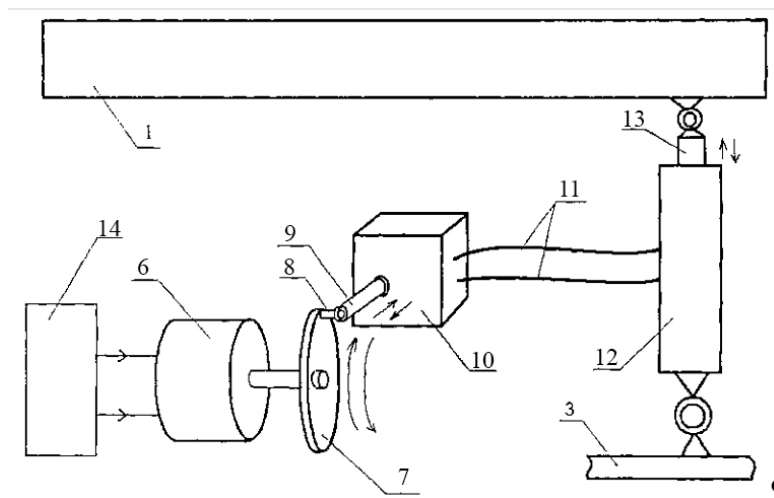


Рис. 13 «Общая схема преобразователя сигнала»

1 - кузов; 6 - преобразователь сигнала; 7 - диск; 8 - штифт; 9 - шток гидрораспределителя; 10 - гидрораспределитель; 11 - шланги; 12 - гидроцилиндр; 13 - шток гидроцилиндра, 14 – мостовая схема.

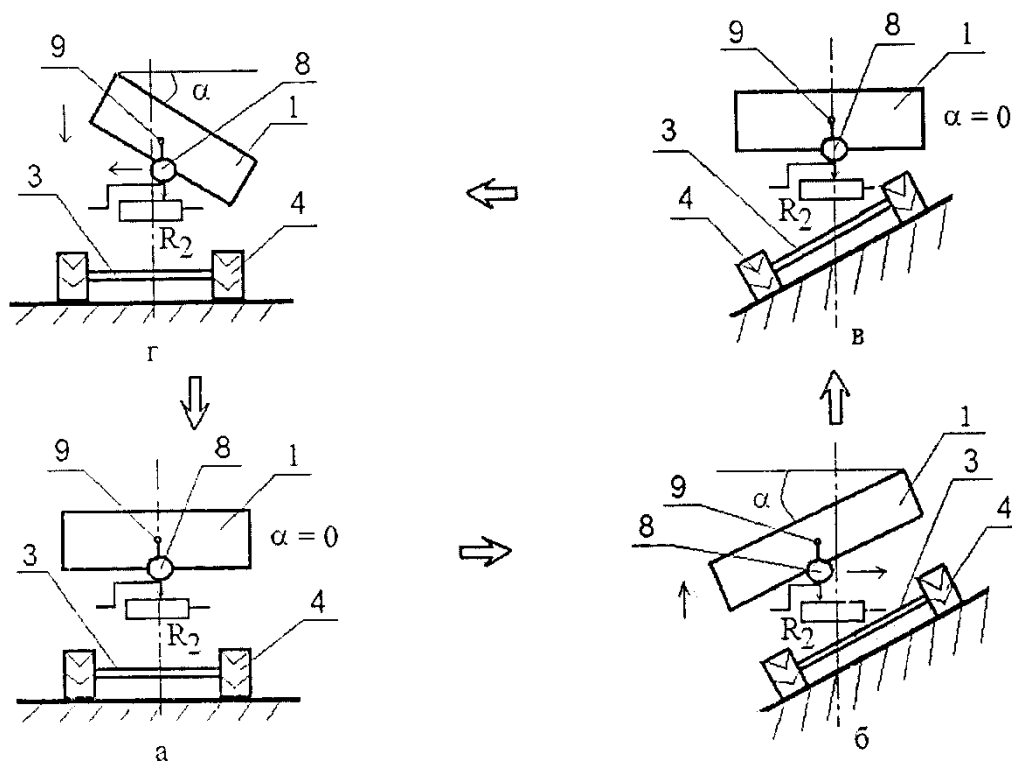


Рис. 14 «Принцип работы устройства стабилизации»

а) подготовка к работе; б) въезд транспортного средства на наклонную поверхность; в) стабилизация положения кузова; г) съезд колес транспортного средства с неровности на горизонтальную поверхность.

Кузов 1 будет принимать горизонтальное положение вне зависимости от направления отклонения рамы 3 транспортного средства - реализуется система с обратной связью, позволяющая постоянно в течение его движения по пересеченной местности поддерживать кузов в горизонтальном положении. При этом небольшие неровности (высотой до 1,5 см и длиной 0,8 м) поверхности не будут восприниматься устройством стабилизации вследствие инерционности груза, а также наличия силы трения между ползунком и стержнем реостата.

Технический результат от использования устройства заключается в снижении поперечных колебаний кузова и, как следствие, повышении его

устойчивости, что приведет к уменьшению повреждений перевозимого груза.

*Устройство для снижения колебаний грузовой платформы транспортного средства.*

В транспортных средствах для снижения вертикальных колебаний применяются различные демпфирующие устройства подвесок. С целью снижения ударных нагрузок, передаваемых грузу при колебаниях грузовой платформы транспортного средства, Аникиным Н.В., Успенским И.А., Чекмаревым В.Н. предложена система её подрессоривания, основным составляющим которой являлся упругий элемент (рис. 15) [2, 12].

Упругий элемент подвески грузовой платформы транспортного средства содержит кожух 1, внутри которого, размещены в верхней и нижней частях опорные ролики 2, установленные с возможностью вертикальных колебаний на упругих элементах 3, каждый из которых выполнен в виде одной цилиндрической пружины, закрепленной между кожухом и соответствующим опорным роликом 2. На последних с возможностью вертикального и горизонтального перемещения, установлен корпус 4, имеющий на двух боковых стенках цилиндрические горизонтальные выступы. В верхней и нижней частях корпуса 4 и кожуха 1 выполнены концентрические отверстия, в которых вертикально размещен стержень 5 с двумя резиновыми ограничителями хода 6, между ними упругий элемент 7 в виде пружины с упорами 8. На боковых цилиндрических выступах корпуса 4 установлены пружины 9, между ним и кожухом 1, при этом в двух боковых стенках последнего выполнены пазы. Упругие элементы 7 и 3, стержня 5 и опорных роликов 2 соответственно, имеют различную жесткость, которая у первого значительно выше, чем у вторых. Кожух 1 нижней частью жестко связан с рамой 10, а стержень 5 — с грузовой платформой транспортного средства.

Разработанное устройство позволяет снизить ударные импульсы, передаваемые грузу, тем самым уменьшить уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции, имеющей различную объемную массу.

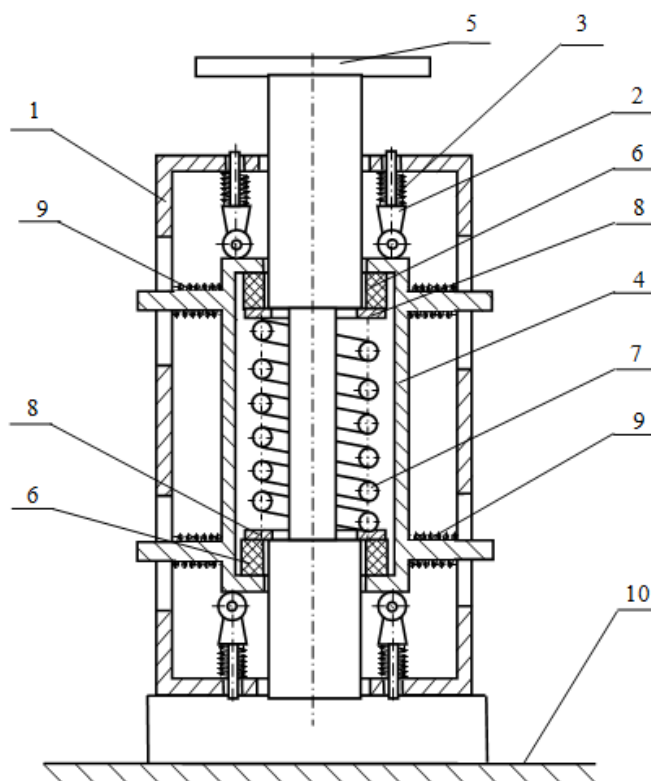


Рис. 15 «Упругий элемент системы поддрессоривания грузовой платформы» [2, 12]

1 – кожух; 2 – опорные ролики; 3 – упругие элементы; 4 – корпус; 5 – стержень; 6 – резиновые ограничители хода; 7 – упругий элемент (пружина); 8 – упор; 9 – пружины; 10 – рама.

Рассмотренные выше в данной статье современные устройства в какой-то мере компенсируют негативное влияние различных факторов на повреждения сельскохозяйственной продукции. Но при эксплуатации высокопроизводительной транспортной техники в сельском хозяйстве в настоящее время широко применяются большегрузные прицепы, которые при несомненных их преимуществах имеют один существенный недостаток: значительные силы инерции, которые при разгоне и торможении являются причиной повреждений перевозимого груза. С



целью снижения этого негативного явления нами разработано тягово-сцепное устройство с пневмокомпенсатором колебаний [10].

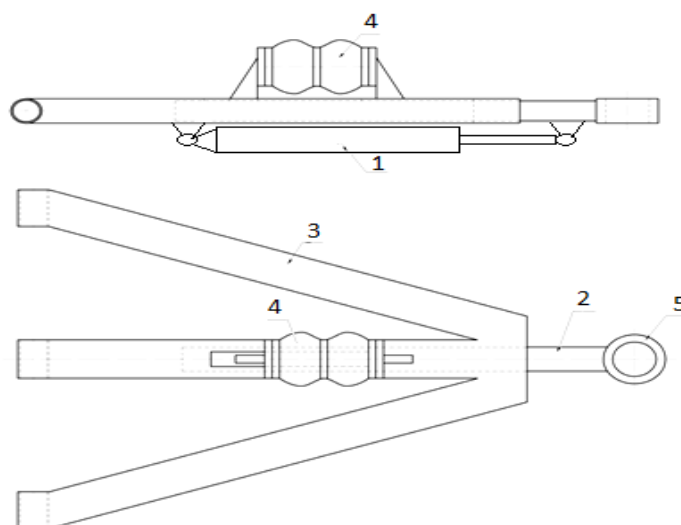


Рис. 16 «Общий вид тягово-сцепного устройства с пневмокомпенсатором колебаний»

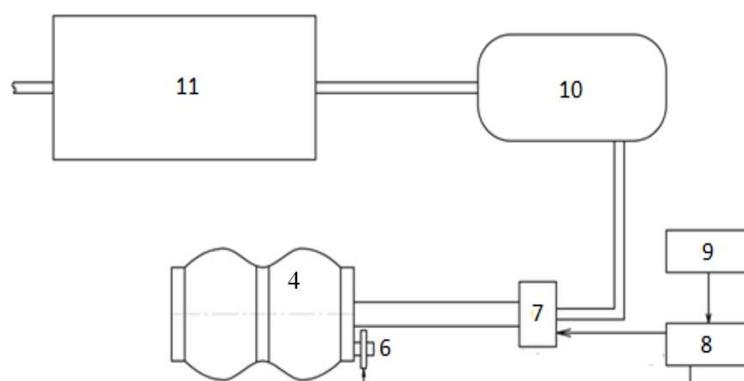


Рис. 17 «Схема пневмокомпенсатора продольных колебаний»

Предлагаемое устройство направлено на расширение диапазона компенсации динамических нагрузок и стабилизацию движения прицепа при начале движения тягача, его остановке и торможении. Это достигается за счет их нежесткой сцепки друг с другом посредством сцепной петли 5, гидроамортизатора 1, работающего на растяжение, и пневморессоры 4, работающей на сжатие, закрепленных жестко с одной стороны на штоке 2, а с другой – на дышле 3; оценки направления и абсолютного значения вектора ускорения вдоль траектории движения тягача акселерометром 9; формирования на основании этих значений управляющего воздействия

преобразователем-распределителем сигнала 8 на клапана 6 и 7, которые либо повышают за счет давления воздуха, находящегося в ресивере 10, либо понижают давление в пневморессоре 4. Давление поддерживается на заданном уровне компрессором 11 [10].

Технический результат от использования устройства заключается в повышении плавности хода МТА в целом, а также снижении уровня повреждений перевозимой в кузове прицепа продукции при трогании и торможении агрегата за счет непрерывного изменения жесткости пары «дышло – шток». Применение тягово-сцепного устройства с пневмокомпенсатором колебаний решает ряд проблем, связанных с управляемостью МТА, что положительно сказывается на усталости водителя. Кроме этого, предлагаемое устройство позволяет повысить проходимость МТА за счет изменения тягового усилия между трактором и прицепом. Так же оно допускает повышение скоростного режима движения при внутрихозяйственных перевозках без увеличения уровня повреждений перевозимой в кузове сельскохозяйственной продукции.

С целью оценки уровня повреждений плодоовощной продукции при перевозке в кузове модернизированных транспортных средств были проведены полевые испытания согласно ОСТ 37.001.471-88 и ОСТ 10.13.1-2000. В качестве объекта исследования применялись транспортные средства в составе тягача МТЗ-82.1 с серийным тракторным прицепом 2ПТС-4 и модернизированные транспортные средства на его базе в конструкциях которых применялись: устройство стабилизации положения кузова [13]; система подрессоривания грузовой платформы [12].

По результатам полевых испытаний серийного и модернизированного тракторного прицепа 2ПТС-4 построены зависимости уровня повреждений плодоовощной продукции при изменении скорости движения тракторного транспортного средства при работе на различных уклонах и с разной массой груза (рис. 18, 19).

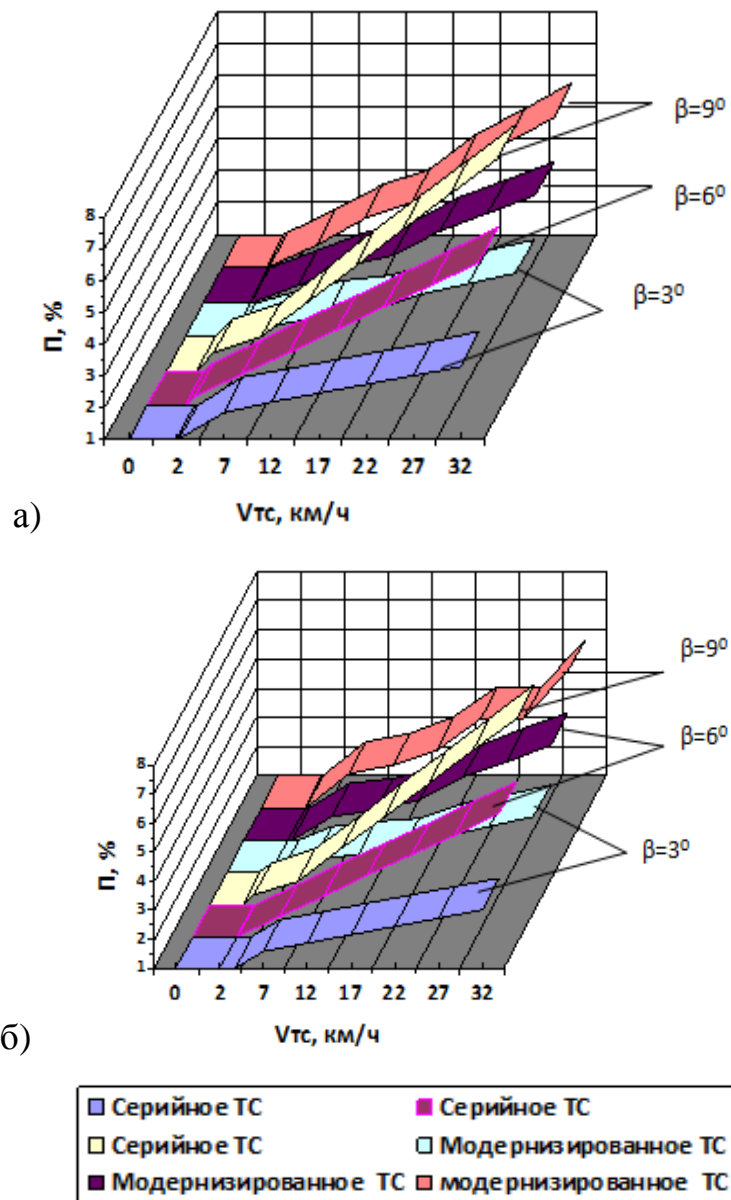


Рис. 18 «Влияние скорости движения транспортного средства на повреждения яблок в кузове при перевозке в контейнерах емкостью 240 кг при работе на различных уклонах», а) масса груза 2300 кг; б) масса груза 3300 кг

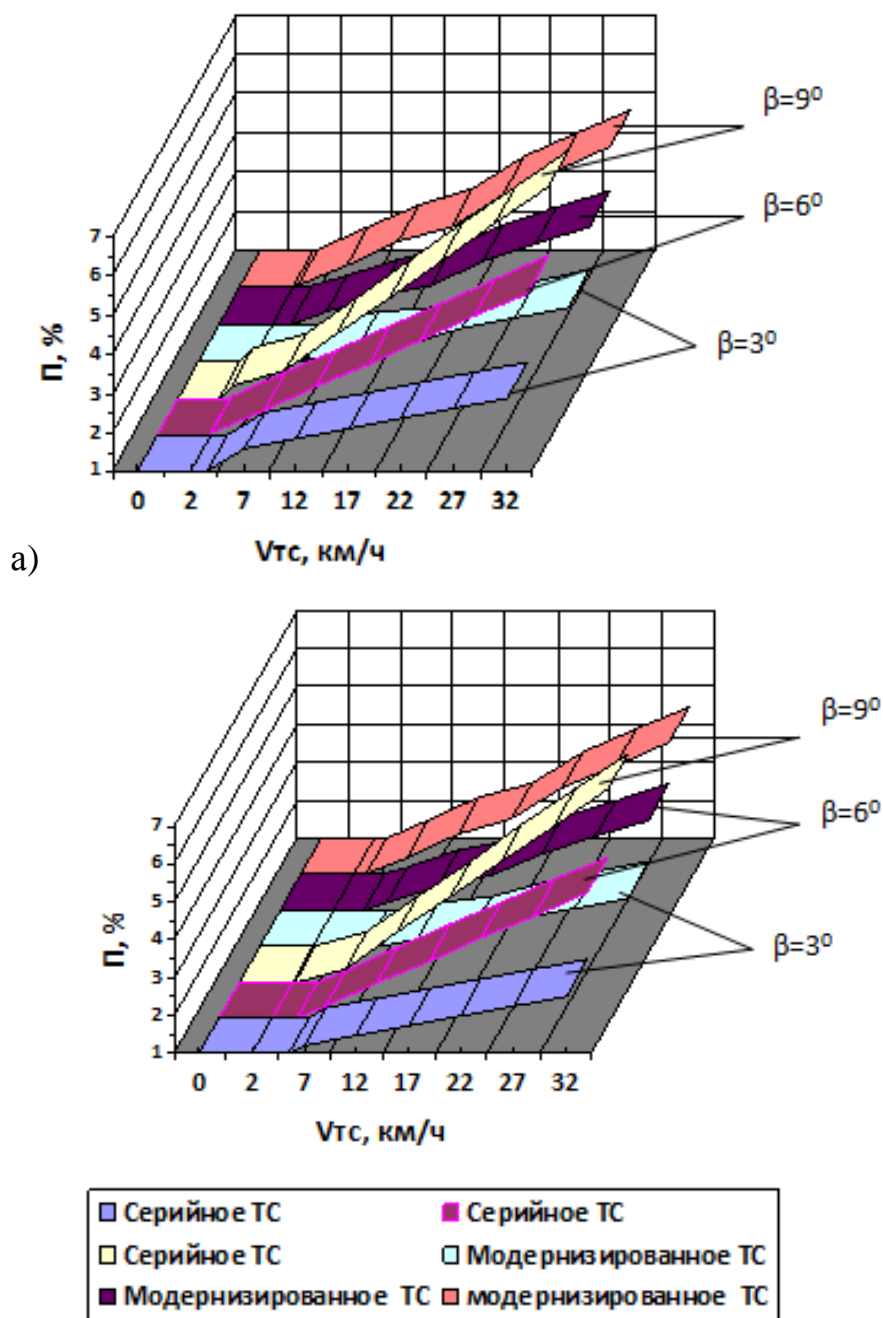


Рис. 19 «Влияние скорости движения транспортного средства на повреждения картофеля в кузове при перевозке навалом при работе на различных уклонах», а) масса груза 2000 кг; б) масса груза 4000 кг

Применение в конструкциях универсальных транспортных средств совместно нескольких разработанных устройств и систем, позволяет по сравнению с усовершенствованными транспортными средствами повысить производительность на 5,7 – 6,2% и увеличить выход товарной продукции при работе на различных режимах эксплуатации в 1,07...1,32 раз по

сравнению с серийными транспортными средствами.

Было установлено, что максимальная скорость движения транспортного средства по полю, при которой повреждения продукции не превышают 5% для яблок и 4% для картофеля составляет: для серийного транспортного средства 20,0 км/ч и 19,3 соответственно; для модернизированного – 25,8 км/ч и 25,2 соответственно. С учетом возможности регулирования начальных параметров сжатия элементов группы комбинированных упругих элементов, появляется возможность для увеличения максимальной скорости движения модернизированного транспортного средства до 28,7 км/ч для транспортировки яблок и 28,6 км/ч – для картофеля при соблюдении агротехнических требований к процессу транспортировки.

Таким образом, создание новых научно-обоснованных решений в конструкциях модернизированных транспортных средств для внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции и картофеля в условиях АПК России является актуальной научно-технической задачей, решение которой вносит значительный вклад в развитие страны, а также способствует реализации безубыточного, конкурентоспособного производства.

### Литература

1. А.С. 901137 СССР, МПК51 В 62 D 37/04. Устройство горизонтальной стабилизации транспортного средства / Суляев А.С., Филаретов В.Ф. (SU); заявитель и патентообладатель Дальневосточный ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт им. В.В. Куйбышева - № 2932616/27-11; заявл. 07.05.1980; опубл. 30.01.1982, бюл. №4. – 3 с.
2. Аникин, Н. В. Устройство для снижения колебаний грузовой платформы / Н. В. Аникин, С. В. Колупаев, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Сельский механизатор. – 2009. - №8. – С. 31.
3. Аникин, Н.В. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур / Н. В. Аникин, Г. Д. Кокорев, А. Б. Пименов, И. А. Успенский, И. А. Юхин / Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики. Материалы III Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.М. Гуревича: Сборник научных трудов – Киров: Вятская ГСХА, 2010. – Вып. 11. - с. 45 – 49 (250 с.)
4. Бышов, Н.В. Зарубежные транспортные средства для современного сельскохозяйственного производства / Н. В. Бышов, Н.Н. Колчин, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Вестник ФГБОУ ВПО РГАТУ. – 2012. - №4. – С. 84 – 87.
5. Бышов, Н.В. Инновационные решения в технологиях и технике для внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции растениеводства / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский, И. А. Юхин, Е. П. Булатов, И. В. Тужиков, А. Б. Пименов / Инновационные технологии и техника нового поколения – основа модернизации сельского хозяйства. Материалы Международной научно-технической конференции: Сборник научных трудов ГНУ ВИМ Россельхозакадемии – М.: ГНУ ВИМ Россельхозакадемии, 2011. – Том 2. - С. 395 – 403
6. Дьяченко, В. С. Повышение сохранности и качества овощной продукции / В.С. Дьяченко // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1990. - №1. - С. 35-37.
7. Жадан, В.З. Влагообмен в плодоовощехранилищах. / В.З. Жадан. – М.: Агропромиздат, 1985. – 197 с.
8. Измайлов, А.Ю. Инновационное развитие транспортной сферы агропромышленного комплекса: монография / А.Ю. Измайлов, Н.Е. Евтюшенков, Т.Д. Дзюценидзе, А.Г. Левшин, С.Н. Галкин. – М.: ГНУ ВИМ, 2011 – 230 с.
9. Нелюбова, А. Н. Техника для садов и виноградников (Парижский салон) / А. Н. Нелюбова [и др.] // Тракторы и сельхозмашины – 1981 - №1. - С. 32
10. Пат 154410 РФ, МПК51 В60D1/00. Тягово-сцепное устройство с пневмокомпенсатором колебаний / Симдянкин А.А., Попов А.С., Успенский И.А., Юхин И.А., Бышов Н.В., Борычев С.Н. (RU); заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ) (RU) - № 2015101808/11; заявл. 22.01.2015; опубл. 20.08.2015, бюл. № 23. – 2 с. : ил.
11. Пат 2519304 РФ, МПК51 В 62 D 37/00 Устройство стабилизации кузова транспортного средства / Успенский И.А., Симдянкин А.А., Юхин И.А., Жуков К.А., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Ильченко А.Ю., Павлов В.А. (RU), заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный

агротехнологический университет имени П.А. Костычева» - № 2012157940; заявл. 28.12.2012; опубл. 10.06.2014, бюл. № 16. – 9 с. : ил.

12. Пат 47312 РФ, МПК51 В 62 D 33/10. Подвеска кузова транспортного средства / Аникин Н.В., Чекмарев В.Н., Борычев С.Н., Успенский И.А., Бышов Н.В., Рябчиков Д.С. (RU); заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. П.А.Костычева - № 2005100671/22; заявл. 11.01.2005; опубл. 27.08.2005, бюл. № 24. – 2 с. : ил.

13. Пат 81152 РФ, МПК51 В62D37/00, Устройство для стабилизации положения транспортного средства / Минякин С.В. (RU), Успенский И.А. (RU), Юхин И.А. (RU), Аникин Н.В. (RU), Гречихин С.Ю. (RU), Рембалович Г.К. (RU); заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства (RU) - № 2008139805/22; заявл. 07.10.2008; опубл. 10.03.2009, бюл. № 7. – 2 с. : ил.

14. Перчаткин, Ю. В. Состояние и направление развития прицепных тракторных средств сельскохозяйственного назначения / Ю. В. Перчаткин // Научные труды ВНИИ механизации сельского хозяйства. – М., 2000. – С. 178-182.

15. Пути снижения травмируемости плодоовощной продукции при внутривоздушных перевозках / И.А. Успенский, И.А. Юхин, К.А. Жуков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №02(096). С. 360 – 372. – IDA [article ID]: 0961402026. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/26.pdf>, 0,812 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

16. Свидетельство на полезную модель 25723 РФ, МПК 51 В 62 D 37/04. Устройство для стабилизации движения транспортного средства / Чекмарев В.Н., Борычев С.Н., Лунин Е.В., Бышов Н.В., Успенский И.А., Фомин С.Л. (RU); заявитель и патентообладатель Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. П.А. Костычева - № 2002106053/20; заявл. 15.03.2002; опубл.20.10.2002 – 3 с. : ил.

17. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта / И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков, Попов А.С., Жуков К.А. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 2062 – 2077. – IDA [article ID]: 1011407136. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/136.pdf>, 1 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

18. Универсальные транспортные средства для выполнения транспортно-погрузочных работ при внутривоздушных перевозках плодоовощной продукции / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №09(093). С. 1231 – 1242. – IDA [article ID]: 0931309084. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/84.pdf>, 0,75 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

19. Успенский, И. А. Алгоритм сохранения качества плодоовощной продукции при уборочно-транспортных работах / И.А. Успенский, И.А. Юхин, С.В. Колупаев, К.А. Жуков // Техника и оборудование для села. – 2013. - №12. – С. 12 – 15.

20. Успенский, И.А. Инновационные решения в технологии и технике транспортировки продукции растениеводства / И. А. Успенский, И. А. Юхин, В. Г.

Селиванов, С. Н. Кулик, Д. С. Рябчиков // Техника и оборудование для села. – 2013. - №7. – С. 6 – 8.

21. Юхин, И.А. Агрегат для внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции с устройством стабилизации положения кузова: дис. ... канд. техн. наук / И.А. Юхин – Рязань: 2011. – 148 с.

22. Юхин, И.А. Устройство для сохранения прямолинейности движения транспортного средства / Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Нива Поволжья, №2 (15) – Май 2010, С.48-50

23. Юхин, И.А. Повышение эксплуатационно-технологических показателей транспортной и специальной техники на уборке картофеля / Рембалович Г.К., Бышов Н.В., Бoryчев С.Н., Успенский И.А. и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета 2013, №88, с.155-164

24. Patent №6076612 (USA) Transition from position to draft mode controlled by hitch position command and feedback. / Carr Donald D., Stelzle Michael, Schubert William L. 20.06.2000.

### References

1. A.S. 901137 SSSR, МПК51 В 62 D 37/04. Ustrojstvo gorizontal'noj stabilizacii transportnogo sredstva / Suljaev A.S., Filaretov V.F. (SU); zajavitel' i patentoobladatel' Dal'nevostochnyj ordena Trudovogo Krasnogo Znameni politehnicheskij institut im. V.V. Kujbysheva - № 2932616/27-11; zajavl. 07.05.1980; opubl. 30.01.1982, bjul. №4. – 3 s.

2. Anikin, N. V. Ustrojstvo dlja snizhenija kolebanij gruzovoj platformy / N. V. Anikin, S. V. Kolupaev, I. A. Uspenskij, I. A. Juhin // Sel'skij mehanizator. – 2009. - №8. – S. 31.

3. Anikin, N.V. Osobennosti primenenija traktornogo transporta v tehnologicheskix processah po vozdeyvaniju sel'skohozjajstvennyh kul'tur / N. V. Anikin, G. D. Kokorev, A. B. Pimenov, I. A. Uspenskij, I. A. Juhin / Uluchshenie jekspluatacionnyh pokazatelej sel'skohozjajstvennoj jenergetiki. Materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Nauka – Tehnologija – Resursosberezhenie», posvjashhennoj 100-letiju so dnja rozhdenija professora A.M. Gurevicha: Sbornik nauchnyh trudov – Kirov: Vjatskaja GSHA, 2010. – Vyp. 11. - s. 45 – 49 (250 s.)

4. Byshov, N.V. Zarubezhnye transportnye sredstva dlja sovremennogo sel'skohozjajstvennogo proizvodstva / N. V. Byshov, N.N. Kolchin, I.A. Uspenskij, I.A. Juhin i dr. // Vestnik FGBOU VPO RGATU. – 2012. - №4. – S. 84 – 87.

5. Byshov, N.V. Innovacionnye reshenija v tehnologijah i tehnikе dlja vnutrihozjajstvennyh perevozok plodoovoshhnoj produkcii rastenievodstva / N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspenskij, I. A. Juhin, E. P. Bulatov, I. V. Tuzhikov, A. B. Pimenov / Innovacionnye tehnologii i tehnika novogo pokolenija – osnova modernizacii sel'skogo hozjajstva. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoi konferencii: Sbornik nauchnyh trudov GNU VIM Rossel'hoz'akademii – M.: GNU VIM Rossel'hoz'akademii, 2011. – Tom 2. - S. 395 – 403

6. D'jachenko, V. S. Povyshenie sohrannosti i kachestva ovoshhnoj produkcii / V.S. D'jachenko // Vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki. – 1990. - №1. - S. 35-37.

7. Zhadan, V.Z. Vlogoobmen v plodoovoshhehranilishhah. / V.Z. Zhadan. – M.: Agropromizdat, 1985. – 197 s.

8. Izmajlov, A.Ju. Innovacionnoe razvitie transportnoj sfery agropromyshlennogo kompleksa: monografija / A.Ju. Izmajlov, N.E. Evtjushenkov, T.D. Dzocenidze, A.G. Levshin, S.N. Galkin. – M.: GNU VIM, 2011 – 230 s.



9. Neljubova, A. N. Tehnika dlja sadov i vinogradnikov (Parizhskij salon) / A. N. Neljubova [i dr.] // Traktory i sel'hozmashiny – 1981 - №1. - S. 32

10. Pat 154410 RF, MPK51 B60D1/00. Tjagovo-scepnoe ustrojstvo s pnevmokompensatorom kolebanij / Simdjankin A.A., Popov A.S., Uspenskij I.A., Juhin I.A., Byshov N.V., Borychev S.N. (RU); zajavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO "Rjazanskij gosudarstvennyj agrotehnologicheskij universitet imeni P.A. Kostycheva" (FGBOU VO RGATU) (RU) - № 2015101808/11; zajavl. 22.01.2015; opubl. 20.08.2015, bjul. № 23. – 2 s. : il.

11. Pat 2519304 RF, MPK51 B 62 D 37/00 Ustrojstvo stabilizacii kuzova transportnogo sredstva / Uspenskij I.A., Simdjankin A.A., Juhin I.A., Zhukov K.A., Byshov N.V., Borychev S.N., Il'chenko A.Ju., Pavlov V.A. (RU), zajavitel' i patentoobladatel' federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Rjazanskij gosudarstvennyj agrotehnologicheskij universitet imeni P.A. Kostycheva» - № 2012157940; zajavl. 28.12.2012; opubl. 10.06.2014, bjul. № 16. – 9 s. : il.

12. Pat 47312 RF, MPK51 B 62 D 33/10. Podveska kuzova transportnogo sredstva / Anikin N.V., Chekmarev V.N., Borychev S.N., Uspenskij I.A., Byshov N.V., Rjabchikov D.S. (RU); zajavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO Rjazanskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija im. prof. P.A.Kostycheva - № 2005100671/22; zajavl. 11.01.2005; opubl. 27.08.2005, bjul. № 24. – 2 s. : il.

13. Pat 81152 RF, MPK51 B62D37/00, Ustrojstvo dlja stabilizacii polozhenija transportnogo sredstva / Minjakin S.V. (RU), Uspenskij I.A. (RU), Juhin I.A. (RU), Anikin N.V. (RU), Grechihin S.Ju. (RU), Rembalovich G.K. (RU); zajavitel' i patentoobladatel' Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut mehanizacii agrohimicheskogo i material'no-tehnicheskogo obespechenija sel'skogo hozjajstva (RU) - № 2008139805/22; zajavl. 07.10.2008; opubl. 10.03.2009, bjul. № 7. – 2 s. : il.

14. Perchatkin, Ju. V. Sostojanie i napravlenie razvitija pricepnyh traktornyh sredstv sel'skohozjajstvennogo naznachenija / Ju. V. Perchatkin // Nauchnye trudy VNII mehanizacii sel'skogo hozjajstva. – M., 2000. – S. 178-182.

15. Puti snizhenija travmiruемости plodoovoshhnoj produkcii pri vnutrihozjajstvennyh perevozkah / I.A. Uspenskij, I.A. Juhin, K.A. Zhukov i dr. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №02(096). S. 360 – 372. – IDA [article ID]: 0961402026. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/26.pdf>, 0,812 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,346

16. Svidetel'stvo na poleznuju model' 25723 RF, MPK 51 V 62 D 37/04. Ustrojstvo dlja stabilizacii dvizhenija transportnogo sredstva / Chekmarev V.N., Borychev S.N., Lunin E.V., Byshov N.V., Uspenskij I.A., Fomin S.L. (RU); zajavitel' i patentoobladatel' Rjazanskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija im. prof. P.A. Kostycheva - № 2002106053/20; zajavl. 15.03.2002; opubl.20.10.2002 – 3 s. : il.

17. Tendencii perspektivnogo razvitija sel'skohozjajstvennogo transporta / I.A. Uspenskij, I.A. Juhin, D.S. Rjabchikov, Popov A.S., Zhukov K.A. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №07(101). S. 2062 – 2077. – IDA [article ID]: 1011407136. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/136.pdf>, 1 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,346

18. Universal'nye transportnye sredstva dlja vypolnenija transportno-pogruzochnyh rabot pri vnutrihozjajstvennyh perevozkah plodoovoshhnoj produkcii / N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspenskij, I.A. Juhin i dr. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj

zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №09(093). S. 1231 – 1242. – IDA [article ID]: 0931309084. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/84.pdf>, 0,75 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,346

19. Uspenskij, I. A. Algoritm sohraneniya kachestva plodoovoshhnoj produkcii pri uborochno-transportnyh rabotah / I.A. Uspenskij, I.A. Juhin, S.V. Kolupaev, K.A. Zhukov // Tehnika i oborudovanie dlja sela. – 2013. - №12. – S. 12 – 15.

20. Uspenskij, I.A. Innovacionnye resheniya v tehnologii i tehnike transportirovki produkcii rastenievodstva / I. A. Uspenskij, I. A. Juhin, V. G. Selivanov, S. N. Kulik, D. S. Rjabchikov // Tehnika i oborudovanie dlja sela. – 2013. - №7. – S. 6 – 8.

21. Juhin, I.A. Agregat dlja vnutrihozjajstvennyh perevozok plodoovoshhnoj produkcii s ustrojstvom stabilizacii polozheniya kuzova: dis. ... kand. tehn. nauk / I.A. Juhin – Rjazan': 2011. – 148 s.

22. Juhin, I.A. Ustrojstvo dlja sohraneniya prjamolinejnosti dvizheniya transportnogo sredstva / N.V. Anikin, G.D. Kokorev, I.A. Uspenskij, I.A. Juhin // Niva Povolzh'ja, №2 (15) – Maj 2010, S.48-50

23. Juhin, I.A. Povyshenie jekspluatacionno-tehnologicheskikh pokazatelej transportnoj i special'noj tehniki na uborke kartofelja / Rembalovich G.K., Byshov N.V., Borychev S.N., Uspenskij I.A. i dr. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 2013, №88, s.155-164

24. Patent №6076612 (USA) Transition from position to draft mode controlled by hitch position command and feedback. / Carr Donald D., Stelzle Michael, Schubert William L. 20.06.2000.