

УДК 656.13

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА УБОРКЕ КАРТОФЕЛЯ

Рембалович Георгий Константинович
к.т.н., доцент

Бышов Николай Владимирович
д.т.н., профессор

Борычев Сергей Николаевич
д.т.н., профессор

Успенский Иван Алексеевич
д.т.н., профессор

Юхин Иван Александрович
к.т.н., доцент

Голиков Алексей Анатольевич
аспирант

Беркасов Кирилл Сергеевич
аспирант

Павлов Виталий Александрович
аспирант
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

В данной статье идет речь о современном уровне развития уборочно-транспортных работ при производстве картофеля и методах повышения эксплуатационно-технологических показателей машин, с помощью которых они осуществляются путем внедрения в них конструкцию инновационных разработок

Ключевые слова: КАРТОФЕЛЬ, ПОВРЕЖДЕНИЯ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН, ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, ТЕХНОЛОГИЯ

UDC 656.13

INCREASE OF OPERATIONAL AND TECHNOLOGICAL INDICATORS OF TRANSPORT AND SPECIAL MACHINERY FOR HARVESTING POTATOES

Rembalovich Georgiy Konstantinovich
Cand.Tech.Sci., associate professor

Byshov Nikolay Vladimirovich
Dr.Sci.Tech., professor

Borychev Sergey Nikolaevich
Dr.Sci.Tech., professor

Uspensky Ivan Alekseevich
Dr.Sci.Tech., professor

Yukhin Ivan Aleksandrovich
Cand.Tech.Sci., associate professor

Golikov Alexey Anatolevich
postgraduate student

Berkasov Kirill Sergeevich
postgraduate student

Pavlov Vitaly Aleksandrovich
postgraduate student
Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

This article deals with the present level of harvesting and transport operations in the production of potatoes and methods of improving the operational and technological parameters of machines with which they are carried out by introducing into their design of innovative devices

Keywords: POTATO, DAMAGE, PRODUCTIVITY, POTATO HARVESTER, VEHICLE, TECHNOLOGY

В России наиболее распространенным способом организации уборочно-транспортных работ при производстве картофеля является поточная технология уборки. Данная технология осуществляется с использованием комплекса машин, в который входят картофелеуборочные комбайны (преимущественно бункерного типа) и транспортные средства (автомобили или тракторные прицепы) с самосвальными кузовами [1, 2].

Современные картофелеуборочные комбайны обеспечивают соблюдение агротехнических требований на заданном диапазоне внешних условий. Однако климатические условия России, существенно ограничивают период проведения уборочных работ, вынуждая повышать производительность технологического процесса уборки. Технически повышение производительности наиболее просто реализуется увеличением рабочей скорости транспортных и специальных машин, но, как правило, это приводит к заметному ухудшению качественных показателей функционирования техники, в частности, к увеличению количества поврежденных клубней из-за возрастающих динамических нагрузок со стороны поверхностей кузова и рабочих органов машин [1, 3]. Жесткие агротехнические требования, предъявляемые к продукции картофелеводства [5], ограничивают максимально допустимый процент повреждений клубней, и делают актуальной научно-техническую задачу создания и модернизации транспортной и специальной техники, обеспечивающей «бережное отношение» к клубням картофеля на всех стадиях уборочно-транспортного процесса.

В настоящее время автомобилями и автопоездами осваивается порядка 60% от общего объема работ по перевозке сельскохозяйственных грузов и 85% грузооборота. Автомобильные транспортные средства применяют тогда, когда необходимо реализовать их высокие скоростные возможности, а перевозки выполняются на большие расстояния.

Выбор конструкции и параметров работы сельскохозяйственного транспорта должен осуществляться с учетом его назначения, условий работы и требований к качеству выполнения заданных операций.

Существующие транспортно-технологические средства не в полной мере удовлетворяют требованиям сельского хозяйства по дальнейшему росту производительности труда, устранению вредного воздействия движителей на почву и снижению расхода топлива при перевозках.

Для организации внутрихозяйственных перевозок, наряду с автомобилями широко распространение получил тракторный транспорт преимущественно на колесной базе, как наиболее приспособленных для транспортных работ (основные представители прицепов приведены в табл. 1). Рациональность использования колесных тракторов для перевозок объясняется возможностью их движения, как по грунтовым, так и по дорогам с асфальтированным покрытием. На долю тракторных перевозок приходится 50-60% от общего объема перевозок выполняемых в сельском хозяйстве [8]. В табл. 2 приведены некоторые требования к тракторным прицепам и полуприцепам.

Таблица 1 – Основные тракторные прицепы, предусмотренные системой технологий и машин на 2000-2015 гг.

Транспортное средство	Грузоподъемность, т	Вместимость, м ³
Прицеп-самосвал к тракторам тяговых классов 5 и 8	20	20/30
Прицеп-самосвал к тракторам тяговых классов 3 и 5	14,5	17,8/26,7

Продолжение таблицы 1

Прицеп-самосвал трехосный для работы в составе поезда	13	17,8/26,7
Специальный прицеп-самосвал с кузовом увеличенной вместимости	14; 30	60; 80;100
Специальный прицеп-самосвал повышенной проходимости с кузовом увеличенной вместимости	14	20/40
Прицеп-самосвал	8	10/20
Прицеп-емкость	6	6,4/12,8; 20; 40; 60
Полуприцеп-самосвал к тракторам тяговых классов 3 и 5	11	13
Полуприцеп-самосвал к тракторам тяговых классов 1,4 и 2	6	20
Полуприцеп-самосвал к трактору тягового класса 1,4	5	5,5/14,7
Прицеп-самосвал	6	6,4/12,8
Прицеп-самосвал	4	5/11
Полуприцеп-самосвал	2	2,5/5
Полуприцеп-самосвал горный	2	2,5/3,6

Таблица 2 – Технические требования к прицепам и полуприцепам, используемым в растениеводстве

Показатели	Норматив качества	
	действующий	рекомендуемый
Потери (для навалочных, насыпных и затаренных грузов), % при транспортировке, выгрузке в процессе наполнения кузова	0,5	0,1
	0,1	0,05
Повреждение груза, %	Грузы должны перевозиться без повреждений	0,0
Полнота разгрузки, %	Разгрузка (полная) без ручной доочистки	99,5

Передовые технологии в области электроники, сенсорной техники и программного обеспечения определяют характер агротехнических инноваций и ведут к увеличению автоматизации рабочих процессов в растениеводстве с целью организовать работу более эффективно, качественно, точно, экологично и экономически целесообразно.

Полевые исследования, периодически проводимые на полях Рязанской области сотрудниками РГАТУ имени П.А. Костычева, позволили установить (это подтверждают и литературные источники [4]), что одними из наиболее «узких» мест уборочно-транспортного процесса в картофелеводстве с точки зрения обеспечения показателей качества продукции являются перевалочные операции, в частности, перегрузка урожая из бункера комбайна в кузов транспортного средства, и последующая выгрузка продукции.

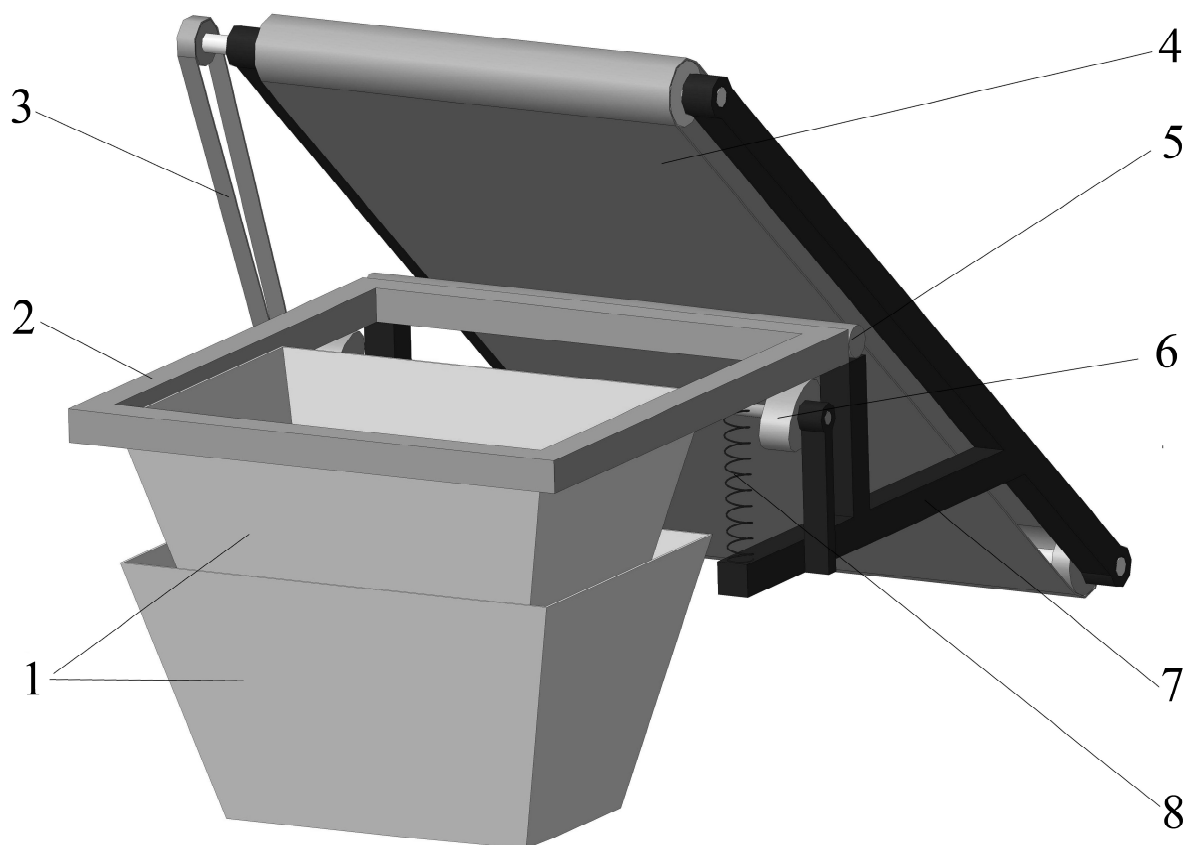
Учеными Рязанского ГАТУ разработан и запатентован ряд инновационных технических решений, которые позволяют повысить

эксплуатационно-технологические показатели транспортной и специальной техники при сохранении качества продукции. Рассмотрим их подробнее.

Выгрузка продукции из бункера картофелеуборочного комбайна в транспортное средство является одной из технологических операций, дающих большой процент повреждений клубней. Нами разработано и запатентовано устройство для «бережного» гашения энергии падающих клубней картофеля (рис. 1) [6] работающее следующим образом.

Выгрузной транспортер 4, перемещая клубни картофеля в кузов транспортного средства, одновременно передает через привод 3 вращение на диск 6. Поворот его кулачка заставляет колебаться закрепленный при помощи шарнира 5 на раме 7 рычаг 2, а вместе с ним и емкость для направления потока падающего картофеля 1, тем самым снижая энергию падения клубней. Амплитуда колебаний устройства компенсируется двумя пружинами 8 установленными на раме 7.

Рассматриваемое схемно-конструктивное решение устройства позволяет повысить эксплуатационную производительность клубнеуборочной машины путем снижения динамического воздействия на клубень вызванное его падением с выгрузного транспортера, и сократить время на выгрузку продукции в транспортное средство.



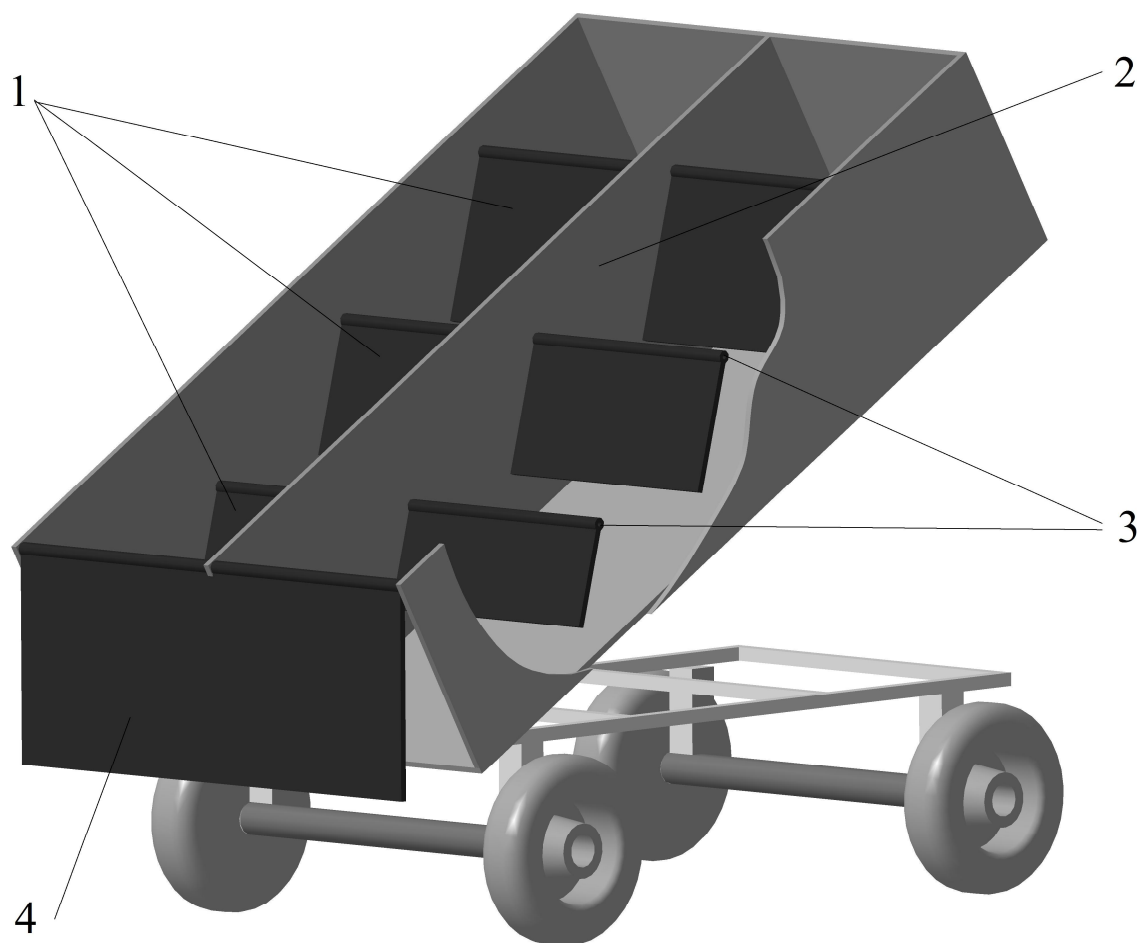
1 – емкость; 2 – рычаг; 3 – привод; 4 - транспортер; 5 - шарнир;
6 – диск с кулачком; 7 – жесткая рама; 8 – пружина.

Рисунок 1 - Устройство для гашения кинетической энергии клубней при падении

Для минимизации повреждений картофеля при его транспортировке и дальнейшей выгрузке из кузова транспортного средства предложена следующая инновационная разработка [7].

Самосвальный кузов транспортного средства разделенной продольной перегородкой 2 (рис. 2) работает следующим образом. Перед началом разгрузки оператор открывает задний борт 4 и включает режим подъема кузова. В первую очередь выгружается объем продукции, расположенный между задним бортом 4 и ближайшей к нему поперечной перегородкой 1, а так же тот, что находится выше осей 3 этих перегородок, что предотвращает явление сгруживания. По мере протекания процесса

разгрузки, снижается давление груза на последующие поперечные перегородки 1 ранее препятствующее их повороту вокруг своих осей 3, и те начинают постепенно открываться до тех пор, пока не дойдут до ограничителей. Таким образом, происходит последовательное открытие поперечных перегородок на определенный угол, обеспечивающий равномерное уменьшение выгружаемого слоя перевозимой продукции.



1 – поперечные перегородки; 2 – продольная перегородка; 3 – оси вращения поперечных перегородок; 4 – откидной задний борт.

Рисунок 2 - Усовершенствованный самосвальный кузов тракторного прицепа 2ПТС-4

Данное схемно-конструктивное решение транспортного средства позволяет снизить повреждения продукции при разгрузке и улучшает его эксплуатационно-технологические характеристики.

Исследование эффективности эксплуатации устройств производилось в рамках полевых испытаний в картофелеводческих хозяйствах Рязанской области. Применялся метод сравнительной оценки с использованием многофакторного корреляционно-регрессионного анализа, разработанный Новокубанским филиалом Федерального государственного научного учреждения «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса», и изложенный в отраслевом стандарте СТО АИСТ 1.17–2010.

Многофакторный корреляционно-регрессионный анализ позволяет определить вид уравнения и его коэффициенты, произвести оценку существенности факторов-аргументов и произвести отсев несущественных факторов. Адекватность полученной модели определяется расчетом коэффициента множественной корреляции (формула 1) и средней ошибки аппроксимации (формула 2).

$$R_y = \sqrt{1 - \frac{s_{ост}^2}{s_y^2}} \quad (1)$$

Где $s_{ост}^2$ – остаточная дисперсия для уравнения;

s_y^2 – общая дисперсия результативного признака.

$$E = \frac{1}{t} \sum_{j=1}^t \frac{|y_j - \tilde{y}_j|}{y_j} \cdot 100 \quad (2)$$

Где y_j – наблюдаемое значение результативного показателя;

$\tilde{y}_j$ – значение результативного показателя, вычисленное по уравнению множественной регрессии при j - ом наблюдении ($j=1, 2, \dots, t$);

Результатом проделанной работы является получение уравнения регрессии, характеризующее зависимость результативного показателя (количества повреждений клубней) от наборов исходных аргументов-

факторов (скорости движения машины, конструктивных параметров, внешних условий и т.д.) с возможностью дальнейшего моделирования.

После проведения многофакторного корреляционно-регрессионного анализа исходными данными, для которого послужили результаты полевых испытаний, было установлено и математически подтверждено, что при использовании вышеописанных технических устройств в конструкции транспортной и специальной техники наблюдается увеличение производительности уборочно-транспортных работ на 12-18% (в зависимости от условий эксплуатации) при ограничении количества повреждений клубней в пределах агротехнических требований. При отсутствии жестких требований к срокам уборочных работ повреждения продукции, возможно, снизить на 9-16% при неизменной производительности техники. Экономический эффект от внедрения инновационных разработок в конструкцию транспортной и специальной техники составляет 0,2-0,5 тыс. руб. с каждой убранной тонны картофеля (в зависимости от условий эксплуатации).

Список литературы

1. Перспективы повышения эксплуатационных показателей транспортных средств при внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции / Бышов Н.В., Борячев С.Н., Успенский И.А. [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – №78. – С 475–486. [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/41.pdf>. (дата обращения: 07.02.2013).
2. Колчин Н.Н. Комплекс специальных машин для картофелеводства / Техника и оборудование для села. — 2011. — №8. — С. 18 – 21.
3. Взаимосвязь характеристик повреждаемости клубней с параметрами технического состояния сельскохозяйственной техники в процессе производства картофеля / Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2011. – №74. - С. 596 – 606. [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/53.pdf>. (дата обращения: 07.02.2013).
4. Верещагин Н.И., Пшеченков К.А. Комплексная механизация возделывания, уборки и хранения картофеля. - М.: Колос, 1977. - 325 с.
5. Петров Г. Д. Картофелеуборочные машины. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1984. – 320 с.

6. Пат. № 102171 Российская Федерация, МПК А01В76/00. Устройство для гашения энергии падающих клубней плодов картофеля / К.С. Беркасов, С.Н. Бoryчев, Н.В. Бышов [и др.]. – Оpubл. 20.02.2011.

7. Пат. № 105233 Российская Федерация, МПК В60R1/28 Самосwальный кузов транспортного средства для перевозки легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции / Г.К. Рембалович, Е.П. Булатов, Г.Д. Кокорев [и др.]. – Оpubл. 10.06.2011.

8. Снижение уровня повреждения перевозимой сельскохозяйственной продукции за счет использования устройства для стабилизации положения транспортного средства / Н.В. Аникин, С.Н. Бoryчев, Н.В. Бышов [и др.] // Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей: XII Международная научно-практическая конференции – Владимир, 2010. – С. 319-322.

References

1. Perspectives of the Vehicles Operational Characteristics Increase when Horticultural Products at Farm Transportation / Byshov N.V., Borychev S.N., Uspenskiy I.A. [and others] // Polythematic Network Electronic Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. - 2012. - # 78. – P. 475-486. [Electronic resource]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/41.pdf>. (Date of access: 07.02.2013).

2. Kolchin N.N. Set of Special Machines for Potato / Machinery and Equipment for the Village. - 2011. - # 8. - P. 18 - 21.

3. Relationship characteristics of damage to tubers with parameters of technical condition of agricultural equipment in the production of potatoes. / G.K. Rembalovich, I.A. Uspenskiy, G.D. Kokorev [etc.] // Polythematic Network Electronic Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. - 2011. - # 74. - P. 596 - 606. [Electronic resource]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/53.pdf>. (Date of access: 07.02.2013).

4. Vereshchagin N.I., Pshechenkov K.A. Complex Mechanization of Potatoes Cultivation, Harvesting and Storage. - M.: Kolos, 1977. - 325 p.

5. Petrov G.D. Potato Harvesters. - 2nd ed., Rev. and add. - Mashinostroenie, 1984. – 320 p.

6. Patent №102171 Russian Federation, MPK А01V76/00. The Device for Damping the Energy of Incident Potato Tubers / K.S. Berkasov, S.N. Borychev, N.V. Byshov [etc.] - Publ. 20.02.2011.

7. Patent №105233 Russian Federation, MPK В60R1/28 The Dump Bodies to Transport Flammable Agricultural Products. / G.K. Rembalovich, E.P. Bulatov, G.D. Kokorev [etc.] - Publ. 10.06.2011.

8. Reducing the Damage to other Agricultural Products with the Device in Order to Stabilize the Vehicle / N.V. Anikin, S.N. Borychev, N.V. Byshov [etc.] // Fundamental and Applied Problems of Improving the Piston Engines: XII International Scientific Conference - Vladimir, 2010. - P. 319-322.