

УДК 629.35

DOI: 10.24412/1999-6837-2022-1-134-142

Сравнительные хозяйственные испытания автомобиля КамАЗ-4350 с догружающим модулем

Сергей Николаевич Марков¹, Наталья Петровна Кидяева²,
Сергей Васильевич Щитов³, Евгений Евгеньевич Кузнецов⁴

^{1,2,3,4} Дальневосточный государственный аграрный университет, Амурская область,
Благовещенск, Россия

¹ toyota103@mail.ru, ² kidyaeva.n@yandex.ru, ³ shitov.sv1955@mail.ru, ⁴ ji.tor@mail.ru

Аннотация. Вопрос эффективности использования автомобильного парка в транспортно-технологическом обеспечении агропромышленного комплекса является актуальным для тех регионов, где в процессе проведения основных сельскохозяйственных операций, в частности уборки урожая, наблюдается выпадение значительного количества осадков. Таким образом, состояние поверхности движения значительно снижает функциональные возможности по проходимости, заложенные в автомобиль заводом-изготовителем, что в полной мере относится и к автомобилям высокой проходимости. В большинстве случаев автомобили повышенной проходимости имеют возможность передвигаться по поверхностям с повышенной влажностью, но при этом после прохода их колёсной системы остаётся глубокая колея. Таким образом, необходимо отметить, что если движение транспортного средства происходило по участку земли с повышенной влажностью, то после его прохода необходимо проведение дополнительных сельскохозяйственных операций по разуплотнению, заделке и разравниванию почвенного слоя. Производственными наблюдениями установлено, что одним из эффективных способов решения проблемы переуплотнения по следу движения автомобиля является увеличение площади контакта колёсных движителей с поверхностью движения методом установки арочных шин. Это позволяет не только снизить нормальное давление движителей на почву, но и увеличить тягово-сцепные качества автомобиля при реализации способов перераспределения дополнительной вертикальной нагрузки на движители. В представленной статье приводятся результаты сравнительных испытаний автомобиля марки КамАЗ-4350 повышенной проходимости на арочных шинах с устройством, позволяющим догружать ведущие колёса за счёт использования части веса, передаваемого с прицепа автомобиля при помощи устройства оригинальной конструкции.

Ключевые слова: автомобиль, перераспределяющее устройство, проходимость, тягово-сцепные свойства, арочные шины, сцепной вес, эффективность испытаний автомобиля

Для цитирования: Сравнительные хозяйственные испытания автомобиля КамАЗ-4350 с догружающим модулем / С. Н. Марков, Н. П. Кидяева, С. В. Щитов, Е. Е. Кузнецов // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Вып. 1 (61). С. 134–142. doi: 10.24412/1999-6837-2022-1-134-142.

Comparative economic tests of the KamAZ-4350 vehicle with an additional loading module

Sergey N. Markov¹, Natalia P. Kidyaeva², Sergey V. Shchitov³, Evgeniy E. Kuznetsov⁴

^{1,2,3,4} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ toyota103@mail.ru, ² kidyaeva.n@yandex.ru, ³ shitov.sv1955@mail.ru, ⁴ ji.tor@mail.ru

Abstract. The question of the effectiveness of the use of the vehicle fleet in the transport and technological support of the agro-industrial complex is relevant for those regions where a significant amount of precipitation is observed during the main agricultural operations, in particular harvesting. Thus, the state of the driving surface significantly reduces the cross-country

capability built into the vehicle by the manufacturer, which fully applies cross-country vehicles. In most cases, cross-country vehicles have the ability to move on surfaces with high humidity, but at the same time, after the passage of their wheel system, a deep track remains. At the same time, it should be noted that if the vehicle moves along a piece of land with high humidity, then after its passage it is necessary to carry out additional agricultural operations to decompact, embed and level the soil layer. Production observations have established that one of the effective ways to solve the problem of overconsolidation along the track of a car is to increase the contact area of the wheel propellers with the driving surface by installing arched tires. This allows not only to reduce the normal pressure of the wheel propellers on the soil, but also to increase the grip of the vehicle when implementing methods for redistributing the additional vertical load on the wheel propellers. The presented article presents the results of comparative tests of the KamAZ-4350 cross-country vehicle on arched tires with a device that allows loading the drive wheels by using part of the weight transferred from the car trailer using an original design device.

Keywords: car, redistributing device, cross-country ability, traction properties, arch tires, grip weight, vehicle testing efficiency

For citation: Markov S. N., Kidyayeva N. P., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E. Sravnitel'nye hozyajstvennye ispytaniya avtomobilya KamAZ-4350 s dogruzhayushchim modulem [Comparative economic tests of the KamAZ-4350 vehicle with an additional loading module]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Herald*, 2022; 1 (61): 134–142. (in Russ.). doi: 10.24412/1999-6837-2022-1-134-142.

Введение. Как известно, тягово-сцепные свойства любого энергетического средства во многом зависят от сцепного веса, приходящегося на его ведущие колёса. В то же время чрезмерное увеличение сцепного веса влечёт возрастание нормального давления на почву, что повышает техногенное воздействие движителей на почву за счёт её переуплотнения и вызывает углубление колеи после прохода ходовой системы автомобиля по полю.

Однако в регионах, где наблюдается выпадение большого количества осадков в период проведения уборочных работ, предприятия вынуждены идти на любые меры, способствующие максимально быстрому вывозу выращенного урожая. В ряде ранее проведённых исследований [1, 3] установлено, что решить данную проблему колёсных энергетических средств возможно путём установки автошин большего размера, что позволяет в конечном итоге увеличить площадь контакта движителей с почвой.

В статье рассматривается вопрос снижения техногенного воздействия на почву после прохода по участку местности с повышенной влажностью ходовых систем автомобилей марки КамАЗ-4350 за счёт замены стандартных шин КАМА-1260 425/85R21 на арочные Я-170А 1140х700 и

повышения тягово-сцепных свойств энергетического средства способом перераспределения сцепного веса между звеньями транспортного агрегата.

Методика, результаты исследований и обсуждение. В настоящее время увеличение техногенного воздействия на почву, вызванное многократным перемещением ходовых систем энергонасыщенных средств механизации сельского хозяйства по полю, приводит к значимым потерям урожая, особенно в регионах, где уборочные работы проходят в условиях низкой несущей способности почвы, вызванных значительным выпадением осадков в этот период. Это обусловлено тем, что кроме переуплотнения почвы на поле остаётся глубокая транспортная колея, возникающая вследствие увеличенного буксования движителей вследствие недостаточных тягово-сцепных свойств, на устранение чего требуется применение дополнительных технологических операций и материальных затрат.

Уменьшить техногенное воздействие на почву возможно за счёт установки вместо обычных многоцелевых шин, предназначенных для повседневной эксплуатации, шин увеличенного размера с более развитым протектором (рис. 1, 2).



а)



б)

а) – фронтальный вид; б) – профильный вид

Рисунок 1 – Общий вид серийных многоцелевых КАМА-1260 425/85R21 и арочных шин Я-170А 1140х700

Постановка таких шин позволяет не только снизить техногенное воздействие на почву, но и повысить коэффициент использования грузоподъёмности, что, в конечном итоге, увеличивает производительность транспортного агрегата.

Увеличение площади контакта движителя с почвой также даёт объективную возможность повышения сцепного веса,

приходящегося на ведущие колёса автомобиля. Это выполнимо за счёт применения специальных технических решений, способствующих использованию для этих целей веса агрегируемого прицепа на основе его перераспределения между звеньями транспортного агрегата (рис. 3, 4).

Для подтверждения теоретических результатов работы были проведены экс-



Рисунок 2 – Автомобиль КамАЗ-4350 с установленным догружающим модулем для грузового автомобиля и прицепом ПН-4М на арочных шинах в ходе проведения транспортной операции



Рисунок 3 – Догружающий модуль для грузового автомобиля

периментальные исследования в реальных условиях эксплуатации транспортных агрегатов в период уборки основной культуры региона – сои.

Полученные результаты по влиянию догрузочного модуля для грузового автомобиля на коэффициент использования сцепного веса приведены на рисунке 5.

Опытными исследованиями установлено, что увеличение сцепного веса (за счёт его перераспределения между колёсами прицепа и автомобиля) снизило коэффициент использования сцепного веса. Так, при увеличении нагрузки с двух до десяти килоньютонков коэффициент использования сцепного веса автомобиля снизился с 0,62 до 0,48.



Рисунок 4 – Работа тягово-сцепного устройства и нагрузка дышла прицепа

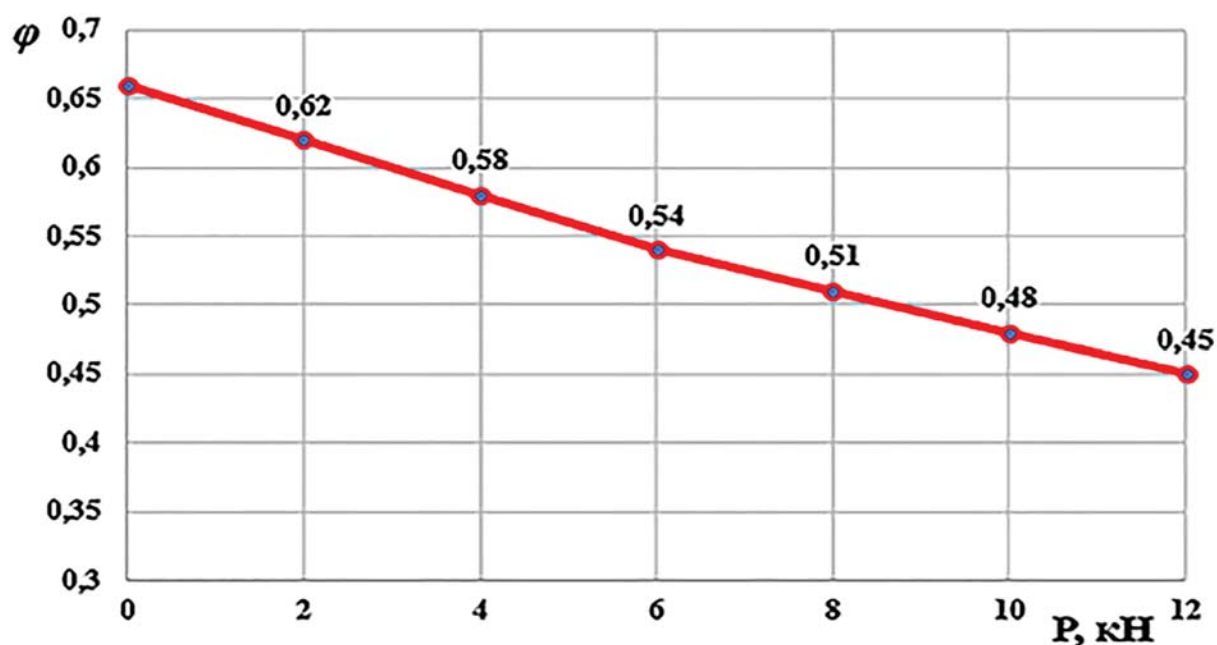


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента использования сцепного веса (φ) от дополнительной нагрузки (P) на ведущие колёса за счёт её перераспределения в схеме транспортного агрегата

Как известно, величина буксования во многом зависит от коэффициента использования сцепного веса. В ранее проведённых исследованиях [6] установлено, что использование догружающего модуля для грузового автомобиля позволяет повы-

сить сцепной вес автомобиля и, как следствие, снизить величину его буксования. Уменьшение же величины буксования повышает скорость движения автомобиля, а, следовательно, и величину производительности транспортного агрегата.

Для определения влияния догружающего модуля на величину буксования были проведены экспериментальные исследования. При этом в качестве грузочного устройства использовался второй автомобиль, у которого была включена низшая передача, что позволяло изменять нагрузку на крюке или оставлять постоянной в зависимости от изменения частоты вращения двигателя грузочного автомобиля.

Как показали исследования, с повышением сцепного веса с 2 до 12 килоньютонов (при постоянной нагрузке на крюке) величина буксования у автомобиля

на арочных шинах снизилась на 30–35 %. Исследования с автомобилем в серийном варианте не проводились, так как при движении по полю он оставляет после себя глубокую колею, что не соответствует агротехнологическим требованиям к его применению (рис. 6).

Для определения техногенного воздействия на почву ходовой системы автомобиля КамАЗ-4350 были проведены экспериментальные исследования при транспортировке урожая с поля. В качестве исследуемого параметра взята глубина колеи. Фрагменты проведения испытаний представлены на рисунках 7, 8.



Рисунок 6 – Фрагмент проведения тяговых испытаний с серийным автомобилем



Рисунок 7 – Фрагмент прохода по полю автомобиля на серийных шинах



Рисунок 8 – Фрагмент прохода по полю автомобиля на арочных шинах

Как показали проведённые исследования (табл. 1), после прохода по полю как серийного, так и экспериментального автомобиля остаётся транспортная колея.

Результаты экспериментов показывают, что после прохода по полю серийного автомобиля без груза глубина колеи составляет 0,14–0,16 м, а после прохода по полю автомобиля на арочных шинах глубина колеи не превышает 0,03–0,04 м.

При этом после прохода по полю серийного автомобиля с грузом глубина колеи оказалась равной 0,33–0,36 м, а после прохода автомобиля на арочных шинах с той же весовой нагрузкой соответственно 0,07–0,08 м. После прохода по полю автомобиля на арочных шинах и прицепа с установленными арочными шинами глубина колеи составила 0,1–0,12 м, что позволяет провести заделку следа при подготовке поля под последующие посевные работы без дополнительных операций.

Результаты и обсуждение. В результате исследований установлено, что постановка арочных шин вместо стандартных многоцелевых позволяет снизить величину буксования до 35 %, что, в конечном итоге, уменьшает глубину колеи после прохода транспортного агрегата по полю.

Выводы. Проведённые экспериментальные исследования доказали, что постановка арочных шин снижает техногенное воздействие движителей на почву при уменьшении глубины колеи, а использование рекомендуемого специального устройства оригинальной конструкции для перераспределения сцепного веса повышает его тягово-сцепные свойства и способствует понижению величины буксования на почвах, имеющих низкую несущую способность, что, в части анализируемых источников [2, 4, 5], выделяет предлагаемое техническое решение и обосновывает его перспективу при дальнейшем производственном внедрении.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований по определению глубины колеи

Вид автомобиля	В метрах	
	Глубина колеи	
Серийный КамАЗ-4350 без груза	0,14–0,16	
КамАЗ-4350 без груза на арочных шинах	0,03–0,04	
Серийный КамАЗ-4350 с грузом 4 тонны	0,33–0,36	
КамАЗ-4350 с грузом 4 тонны на арочных шинах	0,07–0,08	
КамАЗ-4350 и прицеп 2ПН-4М на арочных шинах и грузом 4 + 4 тонны	0,10–0,12	

Список источников

1. Алдошин Н. В., Петухов А. С. Повышение производительности при перевозке сельскохозяйственных грузов // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2012. № 4. С. 26–27.
2. Гуськов Ю. А. Совершенствование сборочно-транспортного процесса и технических средств на заготовке грубых кормов: автореф. дис. ... докт. техн. наук. Новосибирск, 2007. 34 с.
3. Кузнецов Е. Е., Щитов С. В. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2017. 272 с.
4. Методы оптимизации конструктивных и эксплуатационных параметров тракторных транспортно-технологических агрегатов : монография / Н. Ф. Скурятин, Е. В. Соловьёв, С. В. Соловьёв [и др.]. М. : КолосС, 2020. 129 с.
5. Повышение продольно-поперечной устойчивости и снижение техногенного воздействия на почву колёсных мобильных энергетических средств : монография / С. В. Щитов, Е. Е. Кузнецов, Е. С. Поликутина [и др.]. Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2020. 148 с.
6. Повышение проходимости колёсных энергетических средств при недостаточных тягово-сцепных свойствах / С. Н. Марков, А. И. Гончарук, С. В. Щитов [и др.] // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2021. № 4 (90). С. 160–164.

References

1. Aldoshin N. V., Petuhov A. S. Povyshenie proizvoditel'nosti pri perвозке sel'skokozyajstvennykh грузов [Productivity increase in the agricultural goods transport]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva. – Mechanization and electrification of agriculture*, 2012; 4: 26–27 (in Russ.).
2. Gus'kov Yu. A. Sovershenstvovanie sborochno-transportnogo protsessa i tekhnicheskikh sredstv na zagotovke grubyyh kormov [Improving the assembly and transport process and technical means for harvesting of roughage]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Novosibirsk, 2007, 34 p. (in Russ.).
3. Kuznetsov E. E., Shchitov S. V. *Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya mobil'nykh energeticheskikh sredstv v tekhnologii vzdelyvaniya sel'skokozyajstvennykh kul'tur: monografiya [Improving the efficiency of using mobile energy resources in the technology of cultivation of agricultural crops: monograph]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2017, 272 p. (in Russ.).
4. Skuryatin N. F., Solov'ev E. V., Solov'ev S. V., Bondarev A. V. *Metody optimizatsii konstruktivnykh i ekspluatatsionnykh parametrov traktornykh transportno-tekhnologicheskikh agregatov: monografiya [Methods for optimizing the design and operational parameters of tractor transport and technological units: monograph]*, Moskva, KolosS, 2020, 129 p. (in Russ.).
5. Shchitov S. V., Kuznetsov E. E., Polikutina E. S., Kuznetsova O. A. *Povyshenie prodol'no-poperechnoj ustojchivosti i snizhenie tekhnogennogo vozdejstviya na pochvu kolyosnykh mobil'nykh energeticheskikh sredstv: monografiya [Increasing of the longitudinal-transverse stability and reducing of the technogenic impact on the soil of wheeled mobile power means: monograph]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020, 148 p. (in Russ.).

6. Markov S. N., Goncharuk A. I., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E. Povyshenie prohodimosti kolyosnyh energeticheskikh sredstv pri nedostatochnyh tyagovo-stsepnnykh svoystvakh [Increasing of the cross-country ability of wheeled power vehicles with insufficient traction and coupling properties]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, 2021; 4 (90): 160–164 (in Russ.).

© Марков С. Н., Кидяева Н. П., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е., 2022

Статья поступила в редакцию 27.12.2021; одобрена после рецензирования 19.01.2022; принята к публикации 14.02.2022.

The article was submitted 27.12.2021; approved after reviewing 19.01.2022; accepted for publication 14.02.2022.

Информация об авторах

Марков Сергей Николаевич, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет, toyota103@mail.ru;

Кидяева Наталья Петровна, кандидат технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, kidyayeva.n@yandex.ru;

Щитов Сергей Васильевич, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет, shitov.sv1955@mail.ru;

Кузнецов Евгений Евгеньевич, доктор технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, ji.tor@mail.ru

Information about authors

Sergey N. Markov, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University, toyota103@mail.ru;

Natalia P. Kidyayeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, kidyayeva.n@yandex.ru;

Sergey V. Shchitov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University, shitov.sv1955@mail.ru;

Evgeniy E. Kuznetsov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, ji.tor@mail.ru