

МРНТИ: 68.85.87

УДК 631.372

https://doi.org/10.52269/22266070_2024_4_101

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛНОПРИВОДНОГО МНОГООСНОГО ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ С ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫМ ДАВЛЕНИЕМ ВОЗДУХА В ШИНАХ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТАХ

Кравченко Р.И.* – доктор философии (PhD), и.о. зав. кафедрой аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г.Костанай, Республика Казахстан.

Семибаламут А.В. – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры транспорта и сервиса, Костанайский инженерно-экономический университет имени М. Дулатова, г.Костанай, Республика Казахстан.

Золотухин Е.А. – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г.Костанай, Республика Казахстан.

Банщиков Д.А. – слесарь МСР, ТОО «СарыаркаАвтоПром», г.Костанай, Республика Казахстан.

В статье приведен анализ известных вариантов увеличения опорной проходимости при передвижении полноприводных многоосных грузовых автомобилей по дорогам с низкой несущей способностью на сельскохозяйственных работах. Обоснована актуальность исследований по оценке эффективности применения децентрализованного давления воздуха в шинах. В рамках данной работы предложена методика анализа взаимосвязи между коэффициентом сопротивления качению колес и параметрами, такими как давление воздуха в шинах, вертикальная нагрузка и номер моста, а также методика и оборудование для экспериментального определения расхода топлива согласно ГОСТ Р 54810-2011. В статье представлены результаты теоретических исследований, на основании которых предложены целесообразные показатели давления воздуха в шинах колес при передвижении полноприводного многоосного грузового автомобиля по рыхлому грунту для каждого моста: $n=1 P_{вш}=0,2$ МПа, $n=2 P_{вш}=0,3$ МПа, $n=3 P_{вш}=0,5$ МПа. Исследовательскими испытаниями установлено, что при применении децентрализованного давления воздуха в шинах полноприводного многоосного автомобиля, движущегося по рыхлому грунту, усредненный расход топлива снижается до 12,1%. Полученные итоги исследований могут применяться при эксплуатации полноприводных многоосных автомобилей в сложных дорожных условиях с целью повышения их технико-эксплуатационных показателей.

Ключевые слова: многоосный автомобиль, опорная проходимость, децентрализованное давление, воздух в шинах, расход топлива.

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖҰМЫСТАРЫНА АРНАЛҒАН ШИНАЛАРДАҒЫ ОРТАЛЫҚТАНДЫРЫЛМАҒАН АУА ҚЫСЫМЫ БАР ТОЛЫҚ ЖЕТЕКТІ КӨП ОСЬТІ ЖҰК КӨЛІГІНІҢ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Кравченко Р.И.* – философия докторы (PhD), «Аграрлық техника және көлік» кафедрасы меңгерушісінің м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Семибаламут А.В. – т.ғ.к., Көлік және сервис кафедрасы доценті, М.Дулатов атындағы Қостанай инженерлік-экономикалық университеті, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Золотухин Е.А. – философия докторы (PhD), «Аграрлық техника және көлік» кафедрасы қауымдастырылған профессорының м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Банщиков Д.А. – МҚЖ слесары, «СарыарқаАвтоПром» ЖШС, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Мақалада ауылшаруашылық жұмыстары кезінде жүк көтергіштігі төмен жолдарда толық жетекті көп осьті жүк көліктерін жылжыту кезінде жолдан өту мүмкіндігін арттырудың белгілі нұсқаларына талдау берілген. Шиналардағы орталықтандырылмаған ауа қысымын қолданудың тиімділігін бағалау бойынша зерттеулердің өзектілігі дәлелденді. Осы жұмыс шеңберінде доңғалақтардың айналу кедергісі коэффициенті мен шиналардағы ауа қысымы, тік жүктеме және ось саны сияқты параметрлер арасындағы байланысты талдау әдістемесі, сондай-ақ отын шығынын эксперименттік анықтау әдістері мен жабдықтары МЕМСТ Р 54810-2011 сәйкес ұсынылған. Мақалада теориялық зерттеулердің нәтижелері берілген, оның негізінде әр көпір үшін үшін борпылдақ топырақта толық жетекті көп осьті жүк көлігін жылжытқанда доңғалақ шиналарындағы ауа қысымының сәйкес көрсеткіштері ұсынылған: $n=1 P_{ша}=0,2$ МПа, $n=2 P_{ша}=0,3$ МПа, $n=3 P_{ша}=0,5$ МПа. Зерттеу сынақтары борпылдақ топырақта қозғалатын толық жетекті көп осьті көліктің шиналарындағы орталықтандырылмаған ауа қысымын пайдаланған кезде отынның орташа шығыны 12,1%-ға дейін төмендейтінін анықтады. Алынған зерттеу нәтижелерін күрделі жол жағдайында толық жетекті көп осьті автокөліктерді пайдалану кезінде олардың техникалық және пайдалану көрсеткіштерін жақсарту мақсатында пайдалануға болады.

Түйінді сөздер: көп осьті көлік, жолдан өту мүмкіндігі, орталықтандырылмаған ауа қысымы, шиналардағы ауа, отын шығыны.

STUDY OF THE PERFORMANCE OF ALL-WHEEL MULTI-AXLE TRUCK WITH
DECENTRALIZED TIRE PRESSURE FOR AGRICULTURAL OPERATIONS

Kravchenko R.I.* – PhD, acting Head of the Department of agricultural machinery and vehicles, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Semibalamut A.V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Transport and Service, M.Dulatov Kostanay Engineering and Economic University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Zolotukhin Y.A. – PhD, acting Associate Professor of the Department of agricultural machinery and vehicles, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Banshchikov D.A. – Construction metalworker, SaryarkaAvtoProm LLP, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

The article presents a study of known methods to enhance the off-road mobility of all-wheel multi-axle trucks operating on roads with low bearing capacity in agricultural tasks. The relevance of study aimed at assessing the effectiveness of using decentralized tire pressure is substantiated. This paper proposes a methodology for analyzing the relationship between the rolling resistance coefficient of the wheels and parameters such as tire pressure, vertical load, and axle number, as well as methods and equipment for experimental fuel consumption determination in accordance with GOST R 54810-2011.

The article presents the results of theoretical studies, based on which optimal tire pressure values for each axle of the all-wheel multi-axle truck moving on loose soil are recommended: $n=1 P_t=0.2$ MPa, $n=2 P_t=0.3$ MPa, $n=3 P_t=0.5$ MPa. Experimental tests revealed that using decentralized tire pressure of the all-wheel multi-axle truck moving on loose soil reduces average fuel consumption by up to 12.1%. The study results can be applied to the operation of all-wheel multi-axle trucks in challenging road conditions to improve their technical and operational performance.

Key words: multi-axle vehicle, flotation, decentralized pressure, tire air, fuel consumption.

Введение

Протяженность автомобильных дорог в Республике Казахстан составляет 137181 км, из них 94781 км это дороги общего пользования и 42400 км – внутрихозяйственные дороги [1, с.1]. Учитывая структуру и состояние дорог, возникает необходимость в использовании для перевозки грузов полноприводных многоосных грузовых автомобилей всевозможных модификаций. При общем количестве грузовых автомобилей в РК – 502,2 тыс. – около 22,6% приходится на полноприводные многоосные автомобили повышенной проходимости, которые обширно применяются в разнообразных областях хозяйственной деятельности, в том числе и на сельскохозяйственных работах [1, с.2]. Операционные характеристики таких грузовых автомобилей требуют передвижения в разнообразных дорожных обстоятельствах, начиная от асфальтированных дорог и заканчивая бездорожьем, что актуализирует проблему увеличения их опорной проходимости и, следовательно, общей производительности.

Известно, что эффективным методом увеличения проходимости на дорогах с малой несущей способностью является применение централизованной системы контроля давления воздуха в шинах. Эта система обеспечивает поддержание одинакового давления воздуха в шинах всех колес, что способствует улучшению проходимости [2, с.38]. Однако в случае многоосных грузовых машин колеса различных мостов взаимодействуют с почвой, обладающей разными физико-механическими характеристиками. Например, передние колеса двигаются по ненарушенному грунту, а колеса последующих мостов по колее предыдущих. Это приводит к дополнительным потерям энергии от качения колес, снижению проходимости и увеличению расхода топлива при одинаковом давлении воздуха в шинах. Гипотеза состоит в том, что улучшить опорную проходимость многоосных полноприводных грузовых транспортных средств и соответственно снизить расход топлива можно за счет регулирования давления воздуха в шинах каждой оси с учетом обстоятельств эксплуатации и конфигурации колесной формулы.

Исследования, направленные на повышение опорной проходимости грузовых машин, а также на использование децентрализованного управления давлением воздуха в шинах полноприводных многоосных грузовых транспортных средств, рассматриваются в работах Усикова В.Ю., Janulevičius A., Балабина И.В., Farias, M. S. D. и др. [3, с.92; 4, с.21; 5, с.63; 6, с.15]. Авторы отмечают, что изменение давления воздуха в шинах, а также последующие проходы колес по поверхности почвы приводят к изменениям в физико-механических свойствах почвы и толщине деформируемого слоя. На основе изученного предлагаются оптимальные значения давления воздуха в каждой шине, учитывая тип и состояние дорожного покрытия, нагрузку на колеса и условия взаимодействия с почвой. В работе Бартая Д.М. были предложены инновационные технологии, которые могут повысить эффективность эксплуатации транспорта путем увеличения срока службы двигателя посредством систем контроля расхода топлива, диагностических средств и GPS [7, с.68]. Однако полученные итоги не дают возможность полностью оценить эффективность использования грузовых автомобилей с централизованным и децентрализованным давлением воздуха в шинах из-за недостаточного изучения влияния физико-механических свойств почвы на коэффициент сопротивления качению колес и технологических параметров колесной системы на эксплуатационные показатели грузовой машины, в частности, расход топлива.

В свете вышеизложенного, проведение исследований, направленных на оценку эффективности применения децентрализованной системы управления давлением воздуха в шинах полноприводных многоосных транспортных средств, является весьма актуальным.

Целью данного исследования является снижение расхода топлива в процессе эксплуатации полноприводных многоосных транспортных средств путем увеличения их опорной проходимости с использованием децентрализованной регулировки давления в шинах колес.

Материалы и методы

В качестве объекта исследований рассматривался процесс взаимодействия колесной системы грузового автомобиля КамАЗ-5350 с поверхностью, представляющей собой рыхлый грунт. Для определения теоретической зависимости коэффициента сопротивления качению колес f от давления воздуха в шинах $P_{вш}$, вертикальной силы, приложенной к колесу P_z , и номера моста n мы применили методы, основанные на принципе земледельческой и технической механики Горячина В.П. Величина тягового сопротивления колеса определялась в выражения:

$$P_m = 0,86 \cdot P_z \cdot \sqrt[3]{\frac{P_z}{b \cdot q_{np} \cdot D^2}}, \quad (1)$$

где P_z – вертикальная сила, приложенная к колесу, Н;
 b – ширина профиля шины колеса, мм;
 q_{np} – приведенный коэффициент объемного смятия почвы, Н/мм³;
 D – диаметр шины колеса, мм.

Согласно технической характеристике автомобиля КамАЗ-5350 максимальная величина вертикальной силы, приложенной к колесу, устанавливается $P_z=25000$ Н, диаметр шины колеса $D=1260$ мм [8, с.3]. Принимаем исходную ширину профиля шины $b=425$ мм при рекомендуемом производителем автомобиля централизованном давлении воздуха в шинах $P_{sw}=0,5$ Н/мм² (МПа) [8, с.17]. Коэффициент объемного смятия почвы q_{np} характеризует условия движения колес согласно номеру моста n : для моста $n=1$ значение $q_{np}=0,001-0,002$ Н/мм³ (рыхлый грунт); для моста $n=2$ значение $q_{np}=0,005-0,01$ Н/мм³ (уплотненный грунт); для моста $n=3$ значение $q_{np}=0,05-0,09$ Н/мм³ (грунтовая дорога).

Коэффициент сопротивления качению колеса рассчитывали по выражению:

$$f = P_m / P_z. \quad (2)$$

Для определения путевого расхода топлива, л/100 км, при движении автомобиля с централизованным и децентрализованным давлением в шинах использовалось выражение [9, с.118]:

$$Q_s = g_m \cdot N_{\partial,н} / 36 \cdot v \cdot \rho_m, \quad (3)$$

где g_m – удельный расход топлива двигателя, г/кВт·ч;
 $N_{\partial,н}$ – мощность, вырабатываемая ДВС на наступившем режиме, кВт;
 v – скорость автомобиля, м/с;
 ρ_m – плотность топлива, кг/м³.

Для оценки эффективности эксплуатации автомобилей с централизованным и децентрализованным давлением воздуха в шинах при движении по рыхлому грунту проведены опытные изыскания по установлению расхода топлива согласно ГОСТ Р 54810-2011 [10, с.5]. Замеры осуществлялись при скорости движения $v=5; 10; 15; 20$ м/с в 4-х кратной повторности для 2-х вариантов – автомобиль с централизованным давлением воздуха в шинах $P_{sw}=0,5$ Н/мм² и автомобиль с децентрализованным давлением воздуха в шинах (давление установлено согласно результатам теоретических изысканий в зависимости от номера моста). Обстоятельства проведения сравнительной оценки, следующие: тип почвы – южный чернозем, механический состав – средний суглинок, рельеф – ровный, влажность и твердость почвы в слое 0...5 см – 11,2% и 0,6 МПа соответственно.

Замер расхода топлива осуществлялся дискретным расходомером топлива ИП-197 с объемно-поршневым типом дозирующего устройства, быстроты передвижения агрегата – импульсным 8-и кулачковым датчиком оборота колеса. Обработка сигналов, получаемых от расходомера топлива и импульсного датчика оборотов колеса, осуществлялась информационно-измерительной системой ИП-238 разработанной КубНИИТиМ (рисунок 1).



Рисунок 1 – Оборудование для измерения расхода топлива

1 – цифровая информационно-измерительная система ИП-238; 2 – электронный блок преобразования дискретного сигнала расходомера топлива ИП-197; 3 – датчик расхода топлива; 4 – импульсный датчик оборотов колеса

Результаты работы

Согласно выражениям (1) и (2) построены теоретические зависимости коэффициента сопротивления качению колес f при движении по рыхлому грунту от величины давления воздуха в шинах P_{sw} и номера моста n при вертикальной нагрузке на колесо $P_z=25000$ Н (рисунок 2).

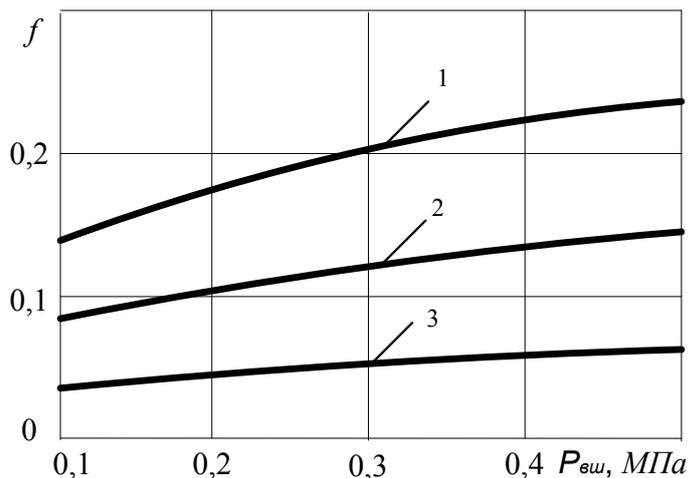


Рисунок 2 – Зависимости коэффициента сопротивления качению колес f от величины давления воздуха в шинах P_{ew} и номера моста n

1 – колеса переднего моста $n=1$; 2 – первые колеса заднего моста $n=2$; 3 – вторые колеса заднего моста $n=3$

При уменьшении давления воздуха в шинах грузового автомобиля с 0,5 до 0,1 МПа наблюдается снижение коэффициента сопротивления качению в 1,7 раза, что является запасом для увеличения опорной проходимости грузового транспорта. В качестве ограничения при обосновании давления воздуха в шинах учитывалось критическое давление (0,1-0,15 МПа) ниже которого наблюдается повышенный износ шин.

Изменение коэффициента сопротивления качению колес f в зависимости от номера моста n при централизованном и децентрализованном давлении воздуха в шинах колес приведено на рисунке 3.

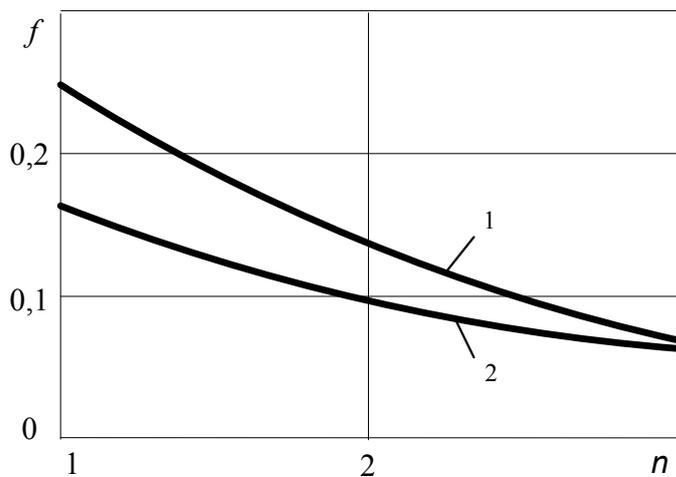


Рисунок 3 – Зависимости коэффициента сопротивления качению колес f от номера моста n
 1 – при централизованном давлении воздуха в шинах $P_{ew}=0,5$ МПа; 2 – при децентрализованном давлении воздуха в шинах для $n=1$ $P_{ew}=0,2$ МПа, $n=2$ $P_{ew}=0,3$ МПа, $n=3$ $P_{ew}=0,5$ МПа

Средний показатель коэффициента сопротивления качению колес автомобиля при централизованном давлении воздуха в шинах составляет $f=0,15$, в то время как при децентрализованном давлении этот показатель снижается до $f=0,11$. Понижение коэффициента сопротивления качению колес сопровождается уменьшением затрат мощности, необходимой для преодоления силы сопротивления N_f и соответственно уменьшается также требуемая мощность ДВС $N_{д,n}$ необходимая для движения в заданном скоростном режиме, что способствует снижению расхода топлива.

В результате теоретических и экспериментальных исследований определена зависимость усреднённого дорожного расхода топлива Q_s от быстроты движения грузовой машины v при централизованном и децентрализованном давлении воздуха в шинах колес (рисунок 4).

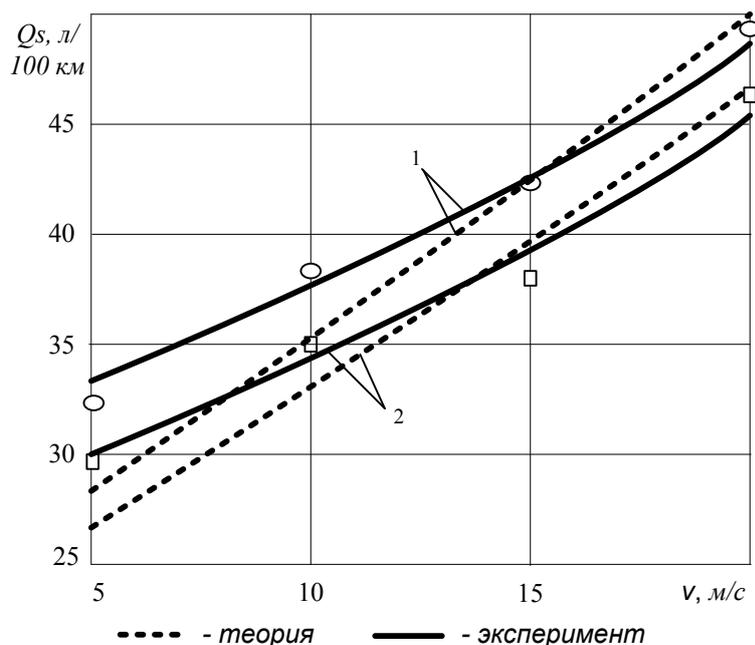


Рисунок 4 – Зависимость усреднённого дорожного расхода топлива Q_s от скорости движения грузовой машины v

1 – при централизованном давлении воздуха в шинах; 2 – при децентрализованном давлении воздуха в шинах

Полученные итоги, как из теоретических, так и из опытных изысканий, демонстрируют удовлетворительную сходимость.

Обсуждение

В контексте прямолинейного передвижения многоосного грузового автомобиля по рыхлой почве, осуществлен анализ максимальных значений коэффициента сопротивления качению f . Отмечено, что при передвижении колес переднего моста $n=1$ наблюдается наибольшее значение этого коэффициента. Если учесть, что колеса второго и третьего мостов двигаются по колею, созданной проходом предыдущих, значения коэффициента сопротивления качению f снижается соответственно для колес $n=2$ и 3 на 41,7 и 70,8% (рисунок 2). Анализ показывает, что при уменьшении давления воздуха в шинах с 0,5 до 0,1 МПа приводит к снижению коэффициента сопротивления качению колес f до 75% (рисунок 2). На основе установленной зависимости, учитывая ограничения, предложены оптимальные значения давления воздуха в шинах для каждого моста при передвижении полноприводного многоосного грузового транспортного средства по рыхлой почве: $n=1 P_{вш}=0,2$ МПа, $n=2 P_{вш}=0,3$ МПа, $n=3 P_{вш}=0,5$ МПа. Сравнительный анализ показывает, что за счет децентрализации давления воздуха в шинах среднее значение коэффициента сопротивления качению колес f грузовой машины уменьшается на 26,7% (рисунок 3). Это также сопровождается уменьшением затрат мощности на преодоление сопротивления передвижению N_f (при скорости передвижения $v=10$ м/с в базовом варианте $N_{fб}=64,5$ кВт, в проектном $N_{fп}=47,3$ кВт). Повышение опорной проходимости грузового автомобиля, выраженное в снижении сил сопротивления передвижению и соответствующих затрат мощности на их преодоление, способствует снижению расхода топлива. В результате теоретических и экспериментальных исследований установлено, что использование децентрализованного давления воздуха в шинах колес полноприводного многоосного грузового транспортного средства при передвижении по рыхлой почве приводит к снижению среднего путевого расхода топлива Q_s на 9,2-12,1% (рисунок 4).

Заключение

Выявлены взаимосвязи между коэффициентом сопротивления качению колес f и параметрами, такими как давление воздуха в шинах $P_{вш}$, номер моста n и вертикальная нагрузка на колесо P_z . На основе теоретических исследований предложены оптимальные значения давления воздуха в шинах для каждого моста при передвижении полноприводной многоосной грузовой машины по рыхлой почве: $n=1 P_{вш}=0,2$ МПа, $n=2 P_{вш}=0,3$ МПа, $n=3 P_{вш}=0,5$ МПа. Результатами исследовательских испытаний установлено, что использование децентрализованного давления воздуха в шинах колес полноприводной грузовой машины, передвигающейся по рыхлой почве, приводит к снижению усредненного путевого расхода топлива Q_s на 12,1%. Полученные итоги исследований могут применяться при эксплуатации полноприводных многоосных автомобилей в сложных дорожных условиях с целью повышения их технико-эксплуатационных показателей.

Исследования проводились на базе кафедры аграрной техники и транспорта КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы под руководством и.о. ассоциированного профессора, PhD, Амантаева М.А.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Протяженность автомобильных дорог Республики Казахстан (2022 год)**. О количестве автотранспортных средств в Республике Казахстан (на 1 августа 2023 года) / Транспорт, электронные таблицы.

Бюро национальной статистики РК. – [Электронный ресурс] URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-transport/spreadsheets/>.

2. **Острецов, А.В. Шины и колеса для автомобилей и тракторов** [Текст]: Учебное пособие по дисциплине «Конструкция автомобиля и трактора» для студентов вузов / – А.В. Острецов, П.А. Красавин, В.В. Воронин. – М.: МГТУ «МАМИ», 2011. – С. 85.
3. **Усиков, В.Ю. Обоснование рациональных закономерностей децентрализованного регулирования давления воздуха в шинах** [Текст] / В.Ю. Усиков // Омский научный вестник. – №1(137) – 2015. – С. 92-96.
4. **Janulevičius, A. How to select air pressures in the tires of MFWD (mechanical front-wheel drive) tractor to minimize fuel consumption for the case of reasonable wheel slip** [Text] / A. Janulevičius, V. Damanausk // Energy. – October 2015. – Volume 90, Part 1. – P. 691.
5. **Балабин, И.В. Внутреннее давление воздуха в шине как силовой фактор, определяющий несущую способность автомобильного колеса** [Текст] / И.В. Балабин, В.А. Макаров, А.А. Писанец // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. – №3 – 2012. – С. 63-67.
6. **Farias, M.S.D. Agricultural tractor performance with different wheel and tire configurations** [Text] / M.S.D. Farias, J. Schlosser, A. Russini, G.M. Negri, L. Casali // Cientifica. – 2019. – Volume 47. – P.15.
7. **Бартай, Д.М. Повышение эффективности эксплуатации грузового транспорта на основе инновационных технологий** [Текст] / Д.М. Бартай, Е.А. Золотухин, Р.И. Кравченко // Многопрофильный научный журнал Костанайского регионального университета им. А. Байтұрсынова «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация». – Костанай: КРУ им. А.Байтұрсынова, 2023. – № 1. – С. 66-74.
8. **Руководство по эксплуатации 43118-3902103РЭ** [Текст]: Автомобили КАМАЗ – 43118, 43501, 43502, 5350, 53504. Открытое акционерное общество «КАМАЗ», Набережные Челны, 2014. – С. 189.
9. **Маркина, А.А. Теория движения колесных машин** [Текст]: учебное пособие / А.А. Маркина, В.В. Давыдова; М-во науки и высш. образования РФ. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2021. – С. 216.
10. **Автомобильные транспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний** [Текст]: ГОСТ Р 54810-2011. – Москва, Стандартиформ 2012. – С. 26.

REFERENCES:

1. **Prot'yazhennost' avtomobil'ny'h dorog Respubliki Kazahstan (2022 god). O kolichestve avtotransportny'h sredstv v Respublike Kazahstan (na 1 avgusta 2023 goda)** [Length of motor roads of the Republic of Kazakhstan (2022). On the number of motor vehicles in the Republic of Kazakhstan (as of August 1, 2023)]. Transport, e'lektronny'e tablicy'. Byuro nacional'noj statistiki RK, available at: <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-transport/spreadsheets/> (accessed 1 August 2024). (In Russian)
2. **Ostrecov A.V., Krasavin P.A., Voronin V.V. Spiny i kolosa dlya avtomobilej i traktorov** [Tires and wheels for cars and tractors]. Moscow, MG TU «MAMI», 2011, 85 p. (In Russian)
3. **Usikov V.Yu. Obosnovanie racional'ny'h zakonomernostej decentralizovannogo regulirovaniya davleniya vozduha v shinah** [Justification of rational patterns of decentralized regulation of tire pressure]. *Omskij nauchnyj vestnik*, 2015, no.1(137), pp. 92–96. (In Russian).
4. **Janulevičius A., Damanausk V. How to select air pressures in the tires of MFWD (mechanical front-wheel drive) tractor to minimize fuel consumption for the case of reasonable wheel slip.** *Energy*, 2015, vol. 90, part 1, 691 p.
5. **Balabin I.V., Makarov V.A., Pisanec A.A. Vnutrennee davlenie vozduha v shine kak silovoj faktor, opredelyayushchij nesushchuyu sposobnost' avtomobil'nogo kolosa** [Internal tire pressure as a force factor determining the load-bearing capacity of a car wheel]. *Vestnik Doneckoj akademii avtomobil'nogo transporta*, 2012, no.3, pp. 63–67. (In Russian).
6. **Farias M.S.D., Schlosser J., Russini A., Negri G.M., Casali L. Agricultural tractor performance with different wheel and tire configurations.** *Cientifica*, 2019, vol. 47, 15 p.
7. **Bartaj D.M., Zolotuhin Y.A., Kravchenko R.I. Povyshenie e'ffektivnosti e'kspluatcii gruzovogo transporta na osnove innovacionny'h tehnologij** [Improving the efficiency of freight transport operations using innovative technologies]. *3i: intellect, idea, innovation*, Kostanaj, KRU im. A.Bajtұrsynova, 2023, no. 1, pp. 66-74. (In Russian).
8. **Rukovodstvo po e'kspluatcii 43118-3902103RE** [Operation manual 43118-3902103RE]. Avtomobili KAMAZ – 43118, 43501, 43502, 5350, 53504. Otkry'toe akcionerное obshchestvo «KAMAZ», Naberezhny'e Chelny', 2014, 189 p. (In Russian).
9. **Markina A.A. Davydova V.V. Teoriya dvizheniya kolesny'h mashin** [Theory of motion of wheeled vehicles]. Ekaterinburg, Izd-vo Ural. un-ta, 2021, 216 p. (In Russian).
10. **Avtomobil'ny'e transportnye sredstva. Topliva e'konomichnost'. Metody' ispy'tanij** [Automotive vehicles. Fuel efficiency. Test methods]. GOST R 54810-2011, Moscow, Standartinform 2012, 26 p. (In Russian).

Сведения об авторах:

Кравченко Руслан Иванович* – доктор философии (PhD), и.о. зав. кафедрой аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, пр. Абая, 28, корпус 3, тел.: +7-702-929-85-76, e-mail: ruslan_kravchenko_15@mail.ru.

Семибаламут Александр Викторович – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры транспорта и сервиса, «Костанайский инженерно-экономический университет имени М. Дулатова», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Чернышевского 59, тел.: +7-705-157-37-44, e-mail: semibalamut75@mail.ru.

Золотухин Евгений Александрович – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет

Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, мкр. Аэропорт, дом 45, тел.: +7-777-139-07-47, e-mail: zolotukhine17@mail.ru.

Банщикова Даниил Александрович – слесарь МСР, ТОО «СарыаркаАвтоПром», Республика Казахстан, 110000, г.Костанай, ул.Абая 21, кв.10, тел.: +7-705-315-92-15, e-mail: danya_banshchikov@mail.ru.

Кравченко Руслан Иванович* – философия докторы (PhD), Аграрлық техника және көлік кафедрасы меңгерушісінің м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғылы, 28, 3 корпус, тел.: +7-702-929-85-76, e-mail: ruslan_kravchenko_15@mail.ru.

Семибаламут Александр Викторович – т.ғ.к., көлік және сервис кафедрасы қауымдастырылған профессор, «М.Дулатов атындағы Қостанай инженерлік-экономикалық университеті», Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Чернышевский көш. 59, тел.: +7-705-157-37-44, e-mail: semibalamut75@mail.ru.

Золотухин Евгений Александрович – философия докторы (PhD), Аграрлық техника және көлік кафедрасы қауымдастырылған профессорының м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ., Әуежай шағын ауданы, 45 корпус, тел.: +7-777-139-07-47, e-mail: zolotukhine17@mail.ru.

Банщикова Даниил Александрович – МҚЖ слесары, «СарыаркаАвтоПром» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай көш., 21, 10 п., тел.: +7-705-315-92-15, e-mail: danya_banshchikov@mail.ru.

Kravchenko Ruslan Ivanovich* – PhD, acting Head of the Department of agricultural machinery and vehicles, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28 Abai Ave., block 3, tel.: +7-702-929-85-76, e-mail: ruslan_kravchenko_15@mail.ru.

Semibalamut Alexandr Viktorovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of transport and service, M.Dulатов Kostanay Engineering and Economic University, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 59 Chernyshevskiy Str., tel.: +7-705-157-37-44, e-mail: semibalamut75@mail.ru.

Zolotukhin Yevgeniy Alexandrovich – PhD, acting Associate Professor of the Department of agricultural machinery and vehicles, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, Airport micro district, bld. 45, tel.: +7-777-139-07-47, e-mail: zolotukhine17@mail.ru.

Banshchikov Daniil Alexandrovich – Construction metalworker, SaryarkaAvtoProm LLP, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 21 Abai St., apt. 10, tel.: +7-705-315-92-15, e-mail: danya_banshchikov@mail.ru.

IRSTI 68.85.87

UDC 631.372

https://doi.org/10.52269/22266070_2024_4_107

DEVELOPMENT OF A FUEL HEATING SYSTEM FOR THE AGRICULTURAL AUTOMOTIVE DIESEL ENGINES USING EXHAUST GASES

Kravchenko R.I. – PhD, acting Head of the Department of agricultural technology and transport, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Amantayev M.A. – PhD, acting Associate Professor of the Department of agricultural technology and transport, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Zolotukhin Y.A.* – PhD, acting Associate Professor of the Department of agricultural technology and transport, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Turgyn D.N. – Agromashholding KZ JSC, quality inspector of materials, metals, semi-finished products and products, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

The article provides an analysis of the operation of automotive vehicles with a diesel engine in the cold season. The technical means used to maintain the optimal thermal regime of the diesel fuel system under low-temperature conditions are considered. The relevance of research aimed at improving the fuel heating system using exhaust gases is substantiated. A method for substantiating the parameters of the fuel heating system in the tank using exhaust gases and equipment used in experimental studies is proposed. This article presents conclusions derived from theoretical analysis and practical experiments, based on which a design and optimal parameters of the fuel heating system elements are proposed. It includes dependencies of fuel heating time in the fuel tank on engine operating mode, fuel mass in the tank, and ambient air temperature.

Research tests have established that the equipment of automotive vehicles with the proposed fuel heating system during operation in the cold season contributes to an increase in the average readiness coefficient of the vehicle from 0.81 to 0.87. The research findings can be applied when using automotive vehicles with a diesel engine in the winter season to improve their technical characteristics.

Key words: automotive vehicles, diesel fuel, exhaust gases, heating system, readiness factor.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ГАЗДАРДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ АВТОТРАКТОРЛЫҚ ДИЗЕЛЬДЕРДІҢ ЖАНАРМАЙ ЖЫЛЫТУ ЖҮЙЕСІН ӨЗІРЛЕУ

Кравченко Р.И. – философия докторы (PhD), «Аграрлық техника және көлік» кафедрасы меңгерушісінің м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.