



ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ



Материалы Всероссийской научно-технической конференции



Воронеж, 16-17 мая 2024 г.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Г.Ф. МОРОЗОВА»

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Материалы Всероссийской научно-технической конференции

Воронеж, 16-17 мая 2024 г.

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION
FEDERAL STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER EDUCATION
«VORONEZH STATE UNIVERSITY OF FORESTRY AND TECHNOLOGIES
NAMED AFTER G.F. MOROZOV»

INNOVATIVE TECHNOLOGIES
IN MOTOR TRANSPORT

Materials of the All-Russian Scientific and Technical Conference

Voronezh, May 16-17, 2024

УДК 656:629.3

И66

И66 Инновационные технологии на автомобильном транспорте : материалы Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 16-17 мая 2024 г. / отв. ред. В. О. Никонов ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2024. – 94 с. – URL: <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2024/vserossijskaya-nauchno-tehnicheskaya-konferenciya-innovacionnye-tehnologii-na-avtomobilnom-transporte/> – Текст : электронный.

ISBN 978-5-7994-1123-7

В сборнике представлены материалы Всероссийской научно-технической конференции «Инновационные технологии на автомобильном транспорте», прошедшей в г. Воронеже 16-17 мая 2024 года.

Материалы конференции предназначены для специалистов автомобильной отрасли и широкого круга читателей.

УДК 656:629.3

ISBN 978-5-7994-1123-7

© ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Швырёв А.Н., Снятков Е.В., Латынин А.В., Чумаков Б.Н., Туркота Д.А., Астахова Е.А. Разработка алгоритма действия комплекса тепловой диагностики гидросистемы.....	5
Посметьев В.И., Никонов В.О., Авдюхин А.В., Сизьмин И.В., Матяшов А.Е. Перспективные конструкции рекуперативных подвесок прицепных звеньев лесовозных автопоездов.....	12
Жайворонок Д.А. Анализ современных технологий систем связи, контроля и управления на автомобильном транспорте.....	18
Посметьев В.И., Никонов В.О., Матяшов А.Е. Перспективные конструкции кониковых устройств лесовозных автопоездов с шаровой опорой и демпферным механизмом.....	22
Швырёв А.Н., Латынин А.В., Чумаков Б.Н., Туркота Д.А., Астахова Е.А., Швырёв С.А. Определение качества гидравлического масла по теплофизическим характеристикам.....	28
Никонов В.О., Посметьев В.И., Посметьев В.В., Храпов И.О., Середин Г.В. Анализ существующих программных продуктов для компьютерного моделирования лесовозного автомобильного транспорта.....	33
Бухтояров В.Н., Иванников В.А. Влияние режимов шлифования на качество плазменных покрытий.....	41
Куликов А.Ю., Новиков А.П., Хрипченко М.С., Черников Э.А., Новикова И.А. Адаптивные электронные системы автомобилей: адаптивный круиз-контроль.....	46
Никонов В.О., Посметьев В.И. Оценка современного состояния организации технического обслуживания и ремонта лесовозных автопоездов.....	53
Шабанов М.Л., Черников Э.А., Шабанов Р.М. Состояние и особенности импортозамещения средств измерений в автомобильных сервисных центрах.....	65

**Кадырметов А.М., Мандрыкин И.А., Попов Д.А.,
Васильев В.В., Рубцов А.А., Хахелев Д.В.**

Технологическое оснащение плазменного нанесения и упрочнения покрытий деталей ДВС..... 70

**Никонов В.О., Посметьев В.И., Матяшов А.Е.,
Федоркевич К.И., Бормотина Е.А.**

Анализ факторов, влияющих на производительность лесовозных автомобилей-тягачей с двухосными прицепами-ропусками..... 82

Шакина Ф.А., Снятков Е.В., Жайворонок Д.А.

Современные диагностические комплексы тормозных систем легковых автомобилей..... 89

DOI: 10.58168/MOTOR2024_5-11

УДК 620.179.13

Швырёв А.Н.

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства, ремонта и
эксплуатации машин ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Снятков Е.В.

кандидат технических наук, доцент
кафедры производства, ремонта и
эксплуатации машин ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Латынин А.В.

кандидат технических наук, доцент
кафедры производства, ремонта и
эксплуатации машин ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Чумаков Б.Н.

студент автомобильного факультета
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Туркота Д.А.

студент автомобильного факультета
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Астахова Е.А.

студент автомобильного факультета
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Shvyriov A.N.

Ph. D., associate professor of production,
repair and operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Snyatkov E.V.

Ph. D., associate professor of production,
repair and operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Latvnin A.V.

Ph. D., associate professor of production,
repair and operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Chumakov B.N.

student of the automotive faculty Federal
State Budget Educational Institution of
Higher Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named after
G.F. Morozov", Voronezh, RF

Turkota D.A.

student of the automotive faculty Federal
State Budget Educational Institution of
Higher Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named after
G.F. Morozov", Voronezh, RF

Astakhova E.A.

student of the automotive faculty Federal
State Budget Educational Institution of
Higher Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named after
G.F. Morozov", Voronezh, RF

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЕЙСТВИЯ КОМПЛЕКСА
ТЕПЛОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ГИДРОСИСТЕМЫ**

**DEVELOPMENT OF AN OPERATION ALGORITHM
FOR THE HYDRAULIC SYSTEM THERMAL DIAGNOSTICS COMPLEX**

Аннотация: В статье приводится краткое описание применяемых методик тепловой диагностики. Описываются особенности разработки алгоритма действия комплекса диагно-

стики гидросистемы с использованием в его работе элементов искусственной нейронной сети. Обосновывается необходимость и правильность принятого технического решения.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, алгоритм, дистанционная диагностика, гидропривод, температура, надежность.

Abstract: The article provides a brief description of the thermal diagnostic techniques used. The features of the development of an algorithm for the operation of a hydraulic system diagnostic complex using elements of an artificial neural network in its operation are described. The necessity and correctness of the adopted technical solution is substantiated.

Keywords: artificial neural network, algorithm, remote diagnostics, hydraulic drive, temperature, reliability.

Современное состояние автомобильной техники неотъемлемо связано с мероприятиями, направленными в первую очередь на повышение надежности не только отдельных его узлов, но и автомобиля в целом. Обеспечение этих мероприятий достигается диагностическими работами и операциями контроля текущего технического состояния. Достижение эффективности перечисленных мер, обеспечивающих повышение надежности автомобиля и автотранспортных средств, предлагается осуществить использованием информационно-измерительных систем.

Среди современных методов дистанционного определения температуры различных узлов автотранспортных средств и навесного оборудования наиболее легкорезализуемым является метод инфракрасной термографии. Инфракрасная термография позволяет с высокой степенью точности дистанционно производить тепловые замеры. Известно, что существуют методики определения технического состояния и пробега автомобиля по рабочей температуре [1, 2, 4-11].

В данной статье предлагается разработать алгоритм действия комплекса диагностики гидросистемы. В работе комплекса дистанционной диагностики необходимо учесть возможность анализа тепловых сигнатур технического состояния рассматриваемых объектов. Для обеспечения эффективности использования предлагаемого комплекса и достоверности полученной информации требуется обеспечить высокую точность измерения термограмм и диагностических параметров, необходимых для принятия решения о возможности дальнейшей эксплуатации транспортного средства. Достоверность результатов измерений при помощи комплекса дистанционной диагностики результатов предлагается достигнуть при использовании интеллектуальных информационных систем с использованием искусственных нейронных сетей. Целесообразность таких проектных решений обосновывается в работах российских и зарубежных ученых [12-14, 16-20, 23-26].

Целью данной работы является разработка алгоритма проектирования программной логики с использованием нейросетей при создании комплекса дистанционной диагностики с возможностью использования средств теплового контроля, в том числе тепловизионного, для определения отказов, дефектов и контроля эксплуатационных показателей при штатной работе технических устройств. Общие методы и структура определения текущего технического состояния узлов автотранспортных средств, достигаемая с использованием методов теплового контроля, представлена на рис. 1.

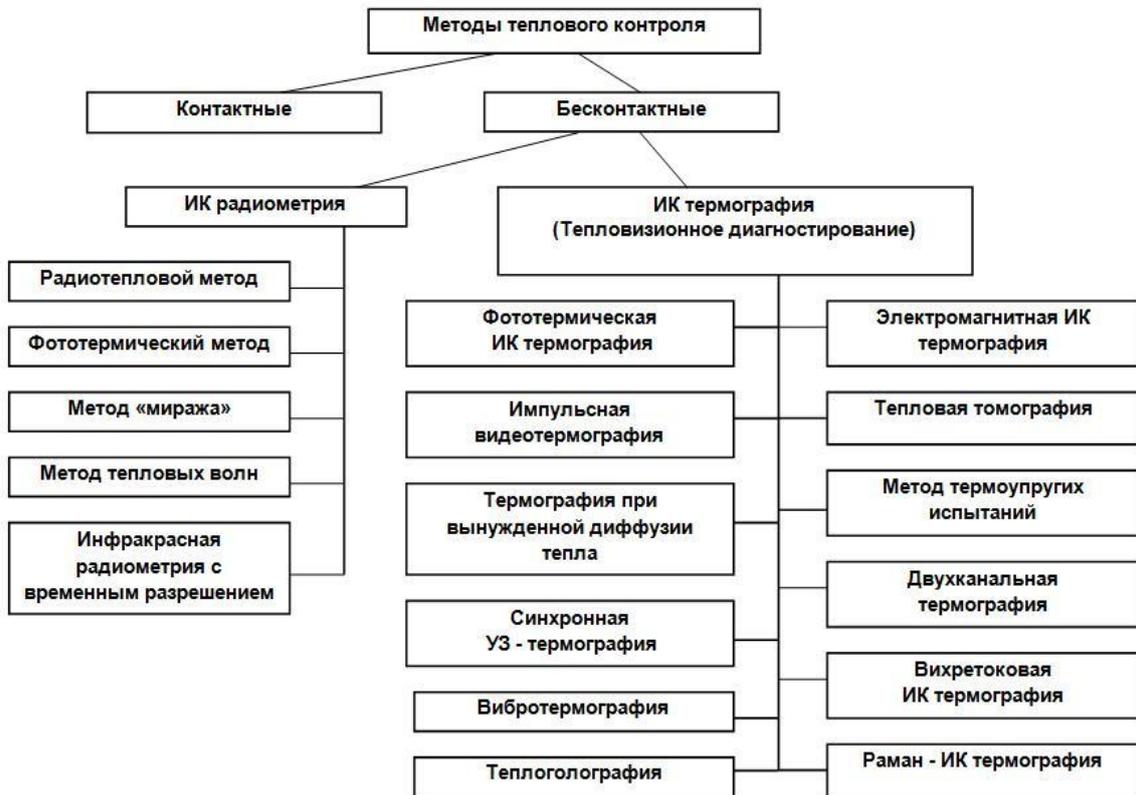


Рисунок 1 – Классификация методов теплового контроля

Обработка полученных данных тепловой диагностики схематично приводится на рис. 2.



Рисунок 2 – Сравнительная инфракрасная термография

Такая постановка задач и предлагаемое техническое решение стало возможным только при появлении искусственных нейронных сетей. Актуальность разработки обусловлена необходимостью решения проблемы, связанной с повышением надежности автотранспортных средств. При использовании метода тепловых измерений при контроле текущего технического состояния автомоби-

лей возникает сложная задача, связанная с обработкой больших объемов информации в кратчайшее время. Решение такой задачи предлагается выполнить за счет использования искусственной нейронной сети. В представленной статье за основу берется метод объектно-ориентированного подхода к анализу логики искусственных нейронных сетей [2, 21, 27].

Проектирование нейро-сетевого программного анализатора осуществлялось при помощи шаблона, именуемого «Проектировочный луч». Полученное решение в виде алгоритма действия комплекса тепловой диагностики гидросистемы автомобилей и автотранспортных средств, приведено на рис. 3 [15, 22].

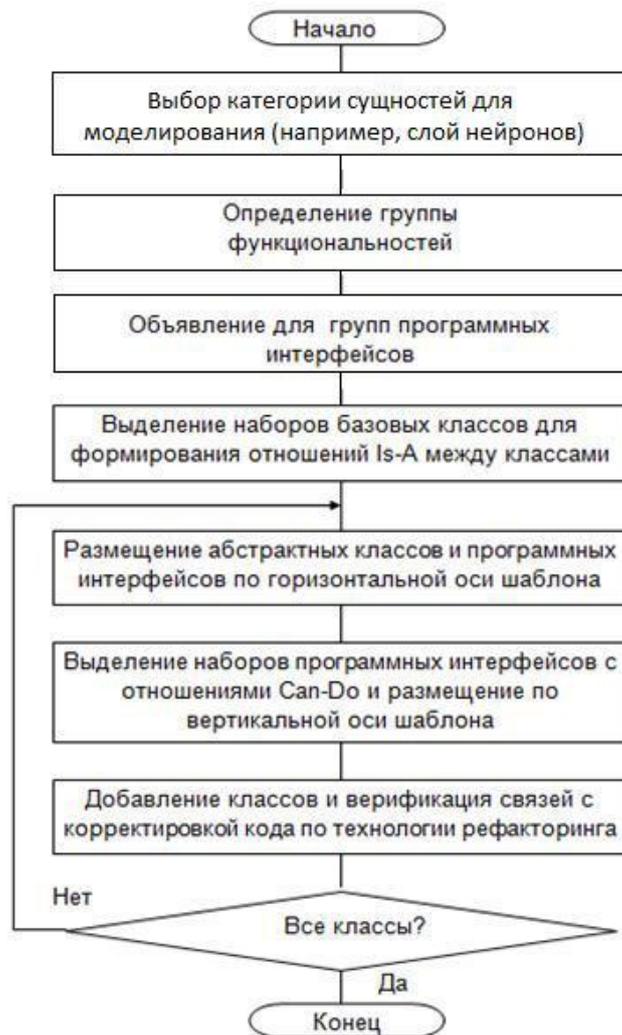


Рисунок 3 – Алгоритм действия комплекса диагностики гидросистемы

Предложенный алгоритм построения проектировочного грида является логическим развитием идей, сформулированных другими авторами. Однако именно представление проектировочных решений в виде описанного шаблона дало наибольшую формализацию и четкость при работе со сложными системами доменных классов. Проведенные эксперименты в процессе диагностики гидросистем выявляют дефекты с вероятностью 97 %.

Список литературы

1. Биргер, И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М. : Машиностроение, 1978. – 240 с.
2. Буч, Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений. 3-е издание / Г. Буч. – М. : ООО «И. Д. Вильямс», 2008. – 720 с.
3. Вавилов, В. П. Инфракрасная термография и тепловой контроль / В. П. Вавилов. – М. : ИД Спектр, 2009. – 544 с.
4. Гаскаров, Д. В. Интеллектуальные информационные системы : учеб. пособие для вузов / Д. В. Гаскаров. – М. : Высш. Шк., 2003. – 431 с.
5. Орнатский, П. П. Теоретические основы информационно-измерительной техники / П. П. Орнатский. – Киев : Вища школа, 1983. – 455 с.
6. Цапенко, М. П., Измерительные информационные системы : Структуры и алгоритмы, системотехническое проектирование : учеб. пособие для вузов. – 2-е изд. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 438 с.
7. Цветков, Э. И. Основы математической метрологии / Э. И. Цветков. – СПб. : Политехника, 2005. – 509 с.
8. Шляндин, В. М. Цифровые электроизмерительные приборы / В. М. Шляндин, В. В. Богданов, А. А. Богородицкий, Д. И. Леонтьев [и др.] ; под ред. В. М. Шляндина. – М. : Энергия, 1972. – 400 с.
9. Данилин, Н. С. Неразрушающий контроль качества продукции радиоэлектроники / Н. С. Данилин. – М. : Издательство стандартов, 1976. – 240 с.
10. Пархоменко, П. П. Основы технической диагностики. Модели объектов, методы и алгоритмы диагноза / П. П. Пархоменко, В. В. Карибский, Е. С. Согомонян, В. Ф. Халчев. – М. : Энергия, 1976. – 464 с.
11. Хадсон, Р. Инфракрасные системы / Р. Хадсон. – М. : Мир, 1972. – 530 с.
12. Дорогов, А. Ю. Теория и проектирование быстрых перестраиваемых преобразований и слабосвязанных нейронных сетей / А. Ю. Дорогов. – СПб. : Политехника, 2014. – 328 с.
13. Иванов А. И. Многомерная нейросетевая обработка биометрических данных с программным воспроизведением эффектов квантовой суперпозиции / А. И. Иванов. – Пенза : Изд-во АО «Пензенский научно-исследовательский электротехнический институт», 2016. – 133 с.
14. Комарцова, Л. Г. Нейрокомпьютеры / Л. Г. Комарцова, А. В. Максимов. М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004 г.
15. Орлов, С. П. Интеллектуализация контроля и диагностики электронных приборов на основе нейронных сетей / С. П. Орлов, Р. В. Гирич // Труды XXI Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям (SCM-2018). – СПб. : СПб ГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. – С. 99-102.
16. Селиванова, З. М. Интеллектуализация информационно-измерительных систем неразрушающего контроля теплофизических свойств твердых материалов / З. М. Селиванова. – М. : Изд-во «Машиностроение-1», 2006. – 184 с.
17. Селиванова, З. М. Математические модели и алгоритм для совершенствования информационно-измерительной системы неразрушающего контроля теплофизических свойств материалов / З. М. Селиванова, Т. А. Хоан // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2016. – Т. 22. – № 4. – С. 520-534.
18. Селиванова, З. М. Комплексный метод повышения точности информационно-измерительной системы для определения теплофизических свойств материалов при воздействии дестабилизирующих факторов / З. М. Селиванова, Т. А. Хоан // Измерительная техника. – 2017. – № 5. – С. 44-48.
19. Ярушкина, Н. Г. Основы теории нечетких и гибридных систем : учеб. пособие / Н. Г. Ярушкина. – Москва : Финансы и статистика, 2004. – 319 с.

20. Яхьяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учеб. пособие / Г. Э. Яхьяева. – 2-е изд., испр. – Москва : Интернет-Ун-т Информ. Технологий ; БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. – 315 с.
21. Fowler, M. Patterns of Enterprise Application Architecture/M. Fowler. – Addison-Wesley, 2002. – 560 p.
22. Girin, R. V. The use of neural networks for testing and failure analysis of electronic devices / R. V. Girin, S. P. Orlov // Proc. of the II International Scientific Practical Conference “Fuzzy Technologies in the Industry (FTI 2018)”. – CEURWS.org/Vol – 2258/paper21. – 2018. – pp. 160-167.
23. Goodfellow, I. Deep learning/I. Goodfellow, Y. Bengio, Y. Courville. – URL : <http://www.deeplearningbook.org>.
24. Nykin, S. S. Neural networks. A Comprehensive Foundation. Second Edition / S. S. Nykin. – Prentice Hall, 1999. – 905 p.
25. Krizhevsky, A. ImageNet classification with deep convolutional neural networks / A. Krizhevsky, I. Sutskever, G. Hinton // NIPS'12 Proceedings of the 25th International Conference on Neural Information Processing Systems. – 2012. – Vol. 1. – P. 1097-1105.
26. Nielsen, M. Neural Networks and Deep Learning, free online book / M. Nielsen. – URL : <http://neuralnetworksanddeeplearning.com>.
27. Norvig, P. Artificial Intelligence : A Modern Approach, Edition : 3rd / P. Norvig, S. Russell. – Pearson, 2010. – 1109 p.

References

1. Birger, I. A. Technical diagnostics / I. A. Birger. – M. : Mashinostroenie, 1978. – 240 p.
2. Butch, G. Object-oriented analysis and design with application examples. 3rd edition / G. Butch. – M. : I. D. Williams LLC, 2008. – 720 p.
3. Vavilov, V. P. Infrared thermography and thermal control / V. P. Vavilov. – M. : ID Spectrum, 2009. – 544 s
4. Gaskarov, D. V. Intelligent information systems : textbook. handbook for universities / D. V. Gaskarov. – M. : Higher School, 2003. – 431 p.
5. Ornatsky, P. P. Theoretical foundations of information and measurement technology / P. P. Ornatsky. – Kiev : Vishcha shkola, 1983. – 455 p.
6. Tsapenko, M. P., Measuring information systems : Structures and algorithms, system engineering design : textbook. handbook for universities. – 2nd ed. – M. : Energoatomizdat, 1985. – 438 p.
7. Tsvetkov, E. I. Fundamentals of mathematical metrology / E. I. Tsvetkov. – St. Petersburg : Politehnika, 2005. – 509 p.
8. Shlyandin, V. M. Digital electrical measuring devices / V. M. Shlyandin, V. V. Bogdanov, A. A. Bogoroditsky, D. I. Leontiev [et al.] ; edited by V. M. Shlyandin. – Moscow : Energiya, 1972. – 400 p.
9. Danilin, N. S. Non-destructive quality control of radioelectronics products / N. S. Danilin. – M. : Publishing House of Standards, 1976. – 240 p.
10. Parkhomenko, P. P. Fundamentals of technical diagnostics. Object models, methods and algorithms of diagnosis / P. P. Parkhomenko, V. V. Karibskiy, E. S. Soghomonyan, V. F. Khalchev. – M. : Energiya, 1976. – 464 p.
11. Hudson, R. Infrared systems / R. Hudson. – M. : Mir, 1972. – 530 p.
12. Dorogov, A. Yu. Theory and design of fast tunable transformations and loosely coupled neural networks / A. Yu. Dorogov. – St. Petersburg : Polytechnic, 2014. – 328 p.
13. Ivanov, A. I. Multidimensional neural network processing of biometric data with software reproduction of quantum superposition effects / A. I. Ivanov. – Penza : Publishing house of JSC Penza Scientific Research Electrotechnical Institute, 2016. – 133 p.

14. Komartsova, L. G. Neurocomputers / L. G. Komartsova, A.V. Maksimov. M. : Bauman Moscow State Technical University, 2004.
15. Orlov, S. P. Intellectualization of control and diagnostics of electronic devices based on neural networks / S. P. Orlov, R. V. Girin // Proceedings of the XXI International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM in-2018). – St. Petersburg : SPb GETU "LETI", 2018. – pp. 99-102.
16. Selivanova, Z. M. Intellectualization of information and measuring systems for non-destructive testing of thermophysical properties of solid materials / Z. M. Selivanova. – M. : Publishing house "Mashinostroenie-1", 2006. – 184 p.
17. Selivanova, Z. M. Mathematical models and algorithm for improving the information and measurement system of non-destructive testing of thermophysical properties of materials / Z. M. Selivanova, T. A. Hoan // Bulletin of the Tambov State Technical University. – 2016. – Vol. 22. – No. 4. – pp. 520-534.
18. Selivanova, Z. M. An integrated method for improving the accuracy of an information and measuring system for determining the thermophysical properties of materials under the influence of destabilizing factors / Z. M. Selivanova, T. A. Hoan // Measuring technique. – 2017. – No. 5. – pp. 44-48.
19. Yarushkina, N. G. Fundamentals of the theory of fuzzy and hybrid systems : textbook. the manual / N. G. Yarushkina. – Moscow : Finance and Statistics, 2004. – 319 p.
20. Yakhyaeva, G. E. Fuzzy sets and neural networks : studies. the manual / G. E. Yakhyaeva. – 2nd ed., ispr. – Moscow : Internet-Un-t Inform. Technologies ; Binomial Laboratory of Knowledge, 2008. – 315 p.
21. Fowler, M. Patterns of enterprise application architecture / M. Fowler. – Addison-Wesley, 2002. – 560 p.
22. Girin, R. V. The use of neural networks for testing and analyzing failures of electronic devices / R. V. Girin, S. P. Orlov // Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference "Fuzzy technologies in industry (FTI 2018)". – CEURWS.org/Vol - 2258/paper21. – 2018. – pp. 160-167.
23. Goodfellow, I. Deep learning/I. Goodfellow, Y. Benjio, Y. Courville. – URL : <http://www.deeplearningbook.org>.
24. Nykin, S. Neural networks. A comprehensive foundation. Second edition / S. S. Nykin. – Prentice Hall, 1999. – 905 p.
25. Krizhevsky, A. Classification of ImageNet using deep convolutional neural networks / A. Krizhevsky, I. Sutskever, G. Hinton // NIPS'12 Proceedings of the 25th International Conference on Neural Information Processing Systems. – 2012. – Volume 1. – pp. 1097-1105.
26. Nielsen, M. Neural networks and deep learning: a free online book / M. Nielsen. – URL : <http://neuralnetworksanddeeplearning.com>
27. Norvig, P. Artificial intelligence : a modern approach, Edition : 3rd / P. Norvig, S. Russell. – Pearson, 2010. – 1109 p.

DOI: 10.58168/MOTOR2024_12-17

УДК 630 : 629.11.02/098

Посметьев В.И.

доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры машиностроительных технологий ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Никонов В.О.

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Авдюхин А.В.

аспирант кафедры машиностроительных технологий ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Сизьмин И.В.

аспирант кафедры машиностроительных технологий ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Матяшов А.Е.

аспирант кафедры машиностроительных технологий ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Posmetev V.I.

dr. sci. tech. prof., prof. of department of mechanical engineering technologies Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Nikonov V.O.

Ph. D., associate professor of production, repair and operation of cars Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Avdyukhin A.V.

post-graduate student of department of mechanical engineering technologies Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Sizmin I.V.

post-graduate student of department of mechanical engineering technologies Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Matyashov A.E.

postgraduate student of the department of mechanical engineering technologies Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ РЕКУПЕРАТИВНЫХ ПОДВЕСОК ПРИЦЕПНЫХ ЗВЕНЬЕВ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ

PROSPECTIVE DESIGNS OF RECOVERABLE SUSPENSIONS OF TRAILER LINKS OF LOGGING ROAD TRAINS

Аннотация: Рассмотрены специфические особенности, а также последствия эксплуатации лесовозного автомобильного транспорта при движении в сложных природно-климатических условиях по лесовозным дорогам, недостаточного уровня обустроенности.

Обоснована необходимость повышения эффективности вывозки древесины лесовозными автопоездами путем применения в конструкциях их прицепных звеньев рекуперативных амортизаторов. Приведено описание работы предложенных схем рекуперативных гидроприводов, позволяющих амортизаторам подвесок преобразовывать и накапливать энергию рабочей жидкости в процессе движения лесовозных автопоездов по неровностям лесовозных дорог.

Ключевые слова: лесовозный автопоезд, амортизатор, расход топлива, рабочая жидкость, прицеп, рекуперация, полуприцеп, лесовозная дорога, прицеп-роспуск, подвеска, динамические нагрузки.

Abstract: The article considers specific features and consequences of operation of timber road transport when driving in difficult natural and climatic conditions on logging roads with insufficient level of development. The necessity of increasing the efficiency of timber removal by logging road trains by using recuperative shock absorbers in the designs of their trailer links is substantiated. The article describes the operation of the proposed schemes of recuperative hydraulic drives, allowing suspension shock absorbers to convert and accumulate the energy of the working fluid during the movement of logging road trains on uneven logging roads.

Keywords: timber road train, shock absorber, fuel consumption, working fluid, trailer, recuperation, semi-trailer, timber road, trailer-disassembly, suspension, dynamic loads.

Транспорт леса относится к одной из фаз производственного процесса лесозаготовительной отрасли. Создание совершенных видов лесотранспортной техники определяет технический прогресс лесозаготовительного производства, и, как следствие, его экономическую эффективность. Среди всех видов сухопутного транспорта автомобильная вывозка леса в РФ занимает в настоящее время ведущее место. На долю автомобильного транспорта лесозаготовительных предприятий приходится около 90 % всей вывозимой древесины. Большой объем грузовой работы выполняется автомобильным транспортом также при перевозке сортиментов потребителям и других хозяйственных грузов [1-3].

Эксплуатационные режимы работы лесовозных автопоездов (ЛАП) в большинстве случаев зависят от природно-климатических и эксплуатационных факторов: продолжительности периодов зимней вывозки, рельефа местности, расстояний перевозки грузов, среднего объема перевозимой древесины, типа и состояния дорожного покрытия лесовозной дороги (ЛД). Специфические условия работы ЛАП, связанные с низким уровнем обустроенности ЛД и особенностями вывозимых лесоматериалов, приводят к снижению скоростей движения ЛАП, а также к ускоренному износу деталей и узлов их подвесок (ПД). Тяжелые условия работы ЛАП также сопровождаются возникновением больших динамических нагрузок при неустановившихся режимах движения по ЛД [4].

Низкое качество ЛД характеризуется наличием подъемов, уклонов, различных дорожных неровностей, ограниченной видимостью, извилистостью, увеличенным сопротивлением движению, а также сниженным сцеплением колес ЛАП с ЛД. Возникающие колебания ЛАП при преодолении им неровностей ЛД приводят к ухудшению не только плавности хода, но и к изменению основных эксплуатационных свойств ЛАП. Воздействующие на ЛАП в таких дорожных условиях динамические нагрузки являются причиной снижения их надежности, и, как следствие, причиной ухудшения эффективности процесса вывозки лесоматериалов [4, 5].

Параметры возмущений, оказывающие воздействие на ЛАП при их движении по неровностям, имеющимся на ЛД, в большинстве случаев определяют

ся их геометрическими параметрами, а также скоростями движения ЛАП через неровности ЛД. Известно, что у 90 % ЛД с асфальтобетонным покрытием высота неровностей изменяется в пределах от 13 до 20 мм, а у ЛД с грунтовым покрытием – от 40 до 50 мм. В то же время плавные подъемы и уклоны, имеющиеся на ЛД при эксплуатационных скоростях движения ЛАП, практически не оказывают на них динамические воздействия [4, 6].

Превышение допустимых значений динамических нагрузок на ЛАП сопровождается появлением отказов в их деталях и узлах. В результате этого возникает необходимость в процессе проектирования ЛАП принимать меры, направленные на снижение динамических нагрузок на ответственные детали и узлы ЛАП. Такими мерами являются определение оптимальных скоростей движения ЛАП по ЛД, а также совершенствование и разработка перспективных виброзащитных и демпфирующих устройств [4, 7].

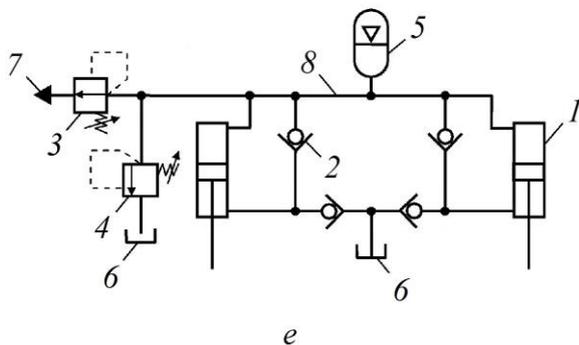
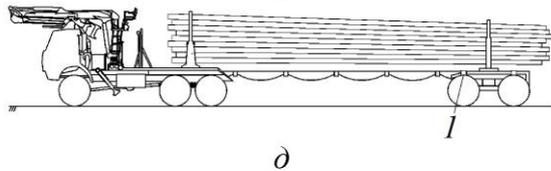
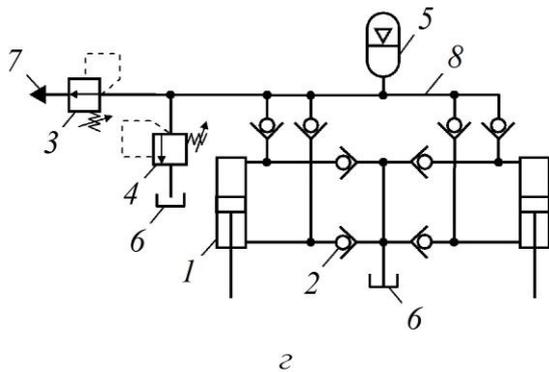
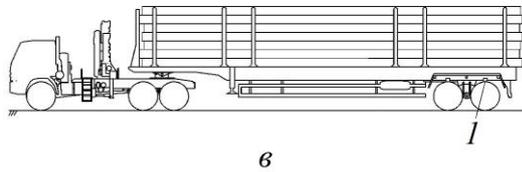
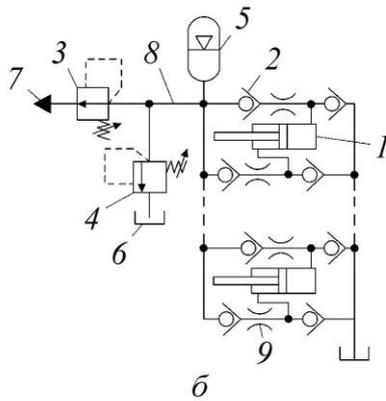
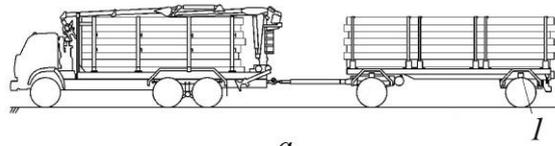
Значительного повышения эффективности процесса вывозки лесоматериалов можно добиться путем совершенствования динамических систем ЛАП, которые обеспечивают повышение их скорости движения, а также за счет оснащения ПД прицепных звеньев ЛАП рекуперативными амортизаторами (РА), позволяющими преобразовывать и накапливать в пневмогидроаккумуляторе (ПГА) гидропривода энергию рабочей жидкости для последующего полезного ее использовать в гидравлическом технологическом оборудовании.

Анализ результатов научных работ российских и зарубежных ученых подтверждают перспективность направления по разработке и совершенствованию ПД, обеспечивающих рекуперацию энергии рабочей жидкости, а также демпфирование колебаний колес и динамических нагрузок, воздействующих на них [8, 9].

Несмотря на уже имеющиеся результаты исследований в области разработки и проектирования РА для ПД грузовых автомобилей, специфические особенности эксплуатации ЛАП не дают возможность механически использовать эти результаты в процессе исследования рекуперации энергии рабочей жидкости РА ПД таких ЛАП. Кроме этого, существующие РА ПД не имеют непосредственного отношения к прицепным звеньям ЛАП. Несмотря на кажущуюся простоту конструкций РА ПД, в настоящее время все еще отсутствуют схемные решения рекуперативных гидроприводов применительно к ПД прицепных звеньев ЛАП различного компонования. Причинами этого, является отсутствие углубленных исследований по оптимизации рабочих и конструктивных параметров РА ПД прицепных звеньев ЛАП при их неустановившемся движении в условиях недостаточно обустроенных ЛД [1].

Всесторонний анализ технических решений патентных материалов и серийно выпускаемых конструкций, позволил авторам разработать и предложить перспективные схемы рекуперативных гидроприводов ПД для прицепных звеньев ЛАП различного компонования (рис. 1). Основными элементами рекуперативных гидроприводов ПД прицепных звеньев ЛАП, являются: РА 1, обратные клапаны 2, редукционный 3 и предохранительный 4 клапаны, ПГА 5, гидробак 6, порт подачи рабочей жидкости потребителю 7, трубопроводы 8 и дроссели 9.

Работа таких ПД прицепных звеньев ЛАП основана на полезном использовании энергии колебаний прицепных звеньев ЛАП, нагруженных лесоматериалами, и



а, в, д – схемы размещения РА в ЛАП,
б, г, е – схемы recuperативных гидроприводов
ПД прицепных звеньев ЛАП

Рисунок 1 – Recuperативные гидроприводы
ПД прицепных звеньев ЛАП

заключается в следующем. В процессе движения по ЛД лесовозные автомобили-тягачи и их прицепные звенья испытывают под действием своих масс и массы перевозимых лесоматериалов вертикальные колебания от наезда колес на неровности ЛД, а также под действием сил инерции при торможении, поворотах и разгонах – поперечные и продольные наклоны и перекосы рам.

В результате этого штоки, а также поршни РА 1 периодически осуществляют вертикальные возвратно-поступательные перемещения. При движении поршней РА 1 вверх происходит вытеснение рабочей жидкости из поршневых полостей РА 1, обратные клапаны 2 и трубопроводы 8 в ПГА 5, осуществляя его зарядку. Одновременно с этим процессом, за счет разряжения в штоковых полостях РА 1 происходит их заполнение рабочей жидкостью из гидробака 6 посредством всасывающего трубопровода и обратных клапанов 2. Аналогично при перемещении поршней РА 1 вниз рабочая жидкость из штоковых полостей вытесняется посредством обратных клапанов 2 и напорный трубопровод 8 в ПГА 5, поршневые полости амортизаторов за счет разряжения заполняются рабочей жидкостью из гидробака 6 посредством всасывающего трубопровода и обратных клапанов 2. Далее рабочий процесс РА ПД прицепных звеньев при преодолении ЛАП других неровностей ЛД аналогично повторяется. Кроме recuperации энергии рабочей жидкости, совместная работы РА и обратных клапанов дает возможность ПД прицепных звеньев ЛАП одновременно, с высокой эффективностью осуществлять функции демпфирования и амортизации нагрузок, как

отдельно, так и совместно с традиционными упругими элементами ПД (пневматическими колесами, пружинами, рессорами, торсионами и др.) [10, 11].

Применение РА в ПД прицепных звеньев ЛАП, обеспечивающих преобразование кинетической энергии ПД в энергию рабочей жидкости, накапливаемую в ПГА для последующего полезного использования, позволяет: значительно снизить потери энергии в ПД; уменьшить расход топлива; сократить выбросы вредных веществ в окружающую среду; повысить плавность и управляемость прицепных звеньев ЛАП. Кроме этого, более эффективное демпфирование и амортизация дает возможность существенно снизить воздействие динамических нагрузок на детали и узлы ПД прицепных звеньев, и, как следствие, повысить надежность ЛАП.

Список литературы

1. Посметьев, В. И. Результаты компьютерного моделирования движения лесовозного автопоезда с рекуперацией энергии в его подвеске / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, В. В. Посметьев // Лесотехнический журнал. – 2018. – Т. 8, № 3(31). – С. 176-187. – DOI 10.12737/article_5b97a15dc46998.19876487.
2. Никонов, В. О. Современное состояние, проблемы и пути повышения эффективности лесовозного автомобильного транспорта / В. О. Никонов. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2021. – 203 с.
3. Посметьев, В. И. Обоснование целесообразности оснащения лесовозных автопоездов рекуперативными тягово-сцепными устройствами по результатам имитационного моделирования / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, В. В. Посметьев. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2023. – 204 с.
4. Никонов, В. О. Оценка эффективности применения рекуперативного пневмогидравлического тягово-сцепного устройства лесовозного автопоезда / В. О. Никонов, В. И. Посметьев, В. В. Посметьев // Воронежский научно-технический Вестник. – 2022. – Т. 3, № 3(41). – С. 47-63. – DOI 10.34220/2311-8873-2022-47-63.
5. Инновации в автомобильном транспорте : материалы Всероссийской научно-технической конференции 18 мая 2021 года, г. Воронеж / отв. ред. В. О. Никонов ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2022. – 68 с. – URL : <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2021/premmol/>.
6. Иванов, К. С. Методика статистического анализа динамических нагрузок, действующих на пожарные автомобили при движении по лесным дорогам : диссертация ... кандидата технических наук : 05.26.02 / Иванов Константин Серафимович. – Санкт-Петербург, 2005. – 113 с. – URL : <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01004300315>.
7. Посметьев, В. И. Оценка эффективности использования традиционных конструкций подвесок в специализированном автомобильном транспорте / В. И. Посметьев, В. О. Никонов // Воронежский научно-технический Вестник. – 2022. – Т. 4, № 4(42). – С. 94-119. – DOI 10.34220/2311-8873-2022-94-119.
8. Никонов, В. О. Оптимизация конструктивных параметров рекуперативного сцепного устройства, установленного в лесовозном автомобиле с прицепом / В. О. Никонов, В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, В. В. Посметьев, А. С. Чуйков // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13. – № 1 (49). – С. 162-179. – DOI <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2023.1/11>.
9. Посметьев, В. И. Оптимизация конструктивных параметров пневмогидравлического седельно-сцепного устройства лесовозного автопоезда / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, А. Ю. Мануковский [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2023. – № 3(393). – С. 126-139. – DOI 10.37482/0536-1036-2023-3-126-139.
10. Никонов, В. О. Имитационное моделирование резонансных явлений при работе рекуперативных гидравлических амортизаторов в подвесках прицепных звеньев лесовозных

автопоездов / В. О. Никонов, В. И. Посметьев, В. В. Посметьев, В. А. Зеликов // Лесотехнический журнал. – 2024. – Т. 14. – № 2 (54). – С. 239-259. – DOI <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2024.2/14>. – URL : http://lestehjournal.ru/sites/default/files/journal_pdf/ltzh_2024_t_14_no_2_54.pdf.

11. Посметьев, В. И. Основные направления повышения эффективности лесных почвообрабатывающих агрегатов / В. И. Посметьев, В. А. Зеликов, А. И. Третьяков, В. В. Посметьев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1(36). – С. 70-79. – URL : http://vestnik.vsau.ru/wp-content/uploads/2014/12/2013_1-36.pdf#5.

References

1. Posmetev, V. I. Results of computer modeling of the movement of a timber road train with energy recovery in its suspension / V. I. Posmetev, V. O. Nikonov, V. V. Posmetev // Forestry journal. – 2018. – Vol. 8, № 3 (31). – P. 176-187. – DOI 10.12737/article_5b97a15dc46998.19876487.

2. Nikonov, V. O. Current state, problems and ways to improve the efficiency of timber road transport / V. O. Nikonov. – Voronezh : Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov, 2021. – 203 p.

3. Posmetyev, V. I. Justification of the feasibility of equipping timber road trains with recuperative traction coupling devices based on the results of simulation modeling / V. I. Posmetyev, V. O. Nikonov, V. V. Posmetyev. – Voronezh : Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov, 2023. – 204 p.

4. Nikonov, V. O. Evaluation of the efficiency of using a recuperative pneumohydraulic traction coupling device of a timber road train / V. O. Nikonov, V. I. Posmetyev, V. V. Posmetyev // Voronezh Scientific and Technical Bulletin. – 2022. – Vol. 3, № 3 (41). – P. 47-63. – DOI 10.34220/2311-8873-2022-47-63.

5. Innovations in automobile transport : materials of the All-Russian scientific and technical conference on May 18, 2021, Voronezh / ed. V. O. Nikonov; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, FSBEI HE "VGTU". – Voronezh, 2022. – 68 p. – URL : <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2021/premmol/>.

6. Ivanov, K. S. Methodology of statistical analysis of dynamic loads acting on fire trucks when driving on forest roads: dissertation ... candidate of technical sciences: 05.26.02 / Ivanov Konstantin Serafimovich. – St. Petersburg, 2005. – 113 p. – URL : <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01004300315>.

7. Posmetev, V. I. Evaluation of the efficiency of using traditional suspension designs in specialized road transport / V. I. Posmetev, V. O. Nikonov // Voronezh Scientific and Technical Bulletin. – 2022. – Vol. 4, № 4(42). – Pp. 94-119. – DOI 10.34220/2311-8873-2022-94-119.

8. Nikonov, V. O. Optimization of the design parameters of the regenerative coupling device installed in a logging truck with a trailer / V. O. Nikonov, V. I. Posmetev, V. A. Zelikov, V. V. Posmetev, A. S. Chuikov // Forestry Journal. – 2023. – V. 13. – № 1 (49). – P. 162-179. – DOI <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2023.1/11>.

9. Posmetyev, V. I. Optimization of design parameters of the pneumohydraulic fifth wheel coupling of a timber road train / V. I. Posmetyev, V. O. Nikonov, A. Yu. Manukovsky [et al.] // News of higher educational institutions. Forestry magazine. – 2023. – № 3 (393). – P. 126-139. – DOI 10.37482/0536-1036-2023-3-126-139.

10. Nikonov, V. O. Simulation modeling of resonance phenomena during operation of recuperative hydraulic shock absorbers in suspensions of trailer links of timber road trains / V. O. Nikonov, V. I. Posmetev, V. V. Posmetev, V. A. Zelikov // Forestry journal. – 2024. – Vol. 14. – № 2 (54). – P. 239-259. – DOI <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2024.2/14>. – URL : http://lestehjournal.ru/sites/default-t/files/journal_pdf/ltzh_2024_t_14_no_2_54.pdf.

11. Posmetev, V. I. Main directions of increasing the efficiency of forest soil-cultivating units / V. I. Posmetev, V. A. Zelikov, A. I. Tretyakov, V. V. Posmetev // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. – 2013. – № 1 (36). – P. 70-79. – URL : http://vestnik.vsau.ru/wp-content/uploads/2014/12/2013_1-36.pdf#5.

DOI: 10.58168/MOTOR2024_18-21

УДК 656.13

Жайворонок Д.А.

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства, ремонта
и эксплуатации машин ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Zhaivoronok D.A.

Ph. D., associate professor of production,
repair and operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СИСТЕМ СВЯЗИ, КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

ANALYSIS OF MODERN TECHNOLOGIES OF COMMUNICATION SYSTEMS, CONTROL AND MANAGEMENT IN AUTOMOBILE TRANSPORT

Аннотация: С целью выбора оптимального маршрута движения автомобиля, рассмотрены наиболее известные и опробованные технологии контроля и управления на автомобильном транспорте, применяемые на сегодняшний день. Особенно важное значение выбора оптимального маршрута движения автомобиля от лесозаготовки до нижнего склада имеет в случае, когда требуется переместить не сами лесоматериалы, получаемые путём поперечного деления, а быстро портящиеся попутные продукты переработки дерева.

Ключевые слова: организация перевозок, системы связи, мониторинг подвижных объектов, каналы связи, передача информации.

Abstract: In order to select the optimal route for the vehicle, the most well-known and tested technologies for monitoring and control in motor transport used today are considered. The selection of the optimal route for the vehicle from the logging site to the lower warehouse is of particular importance in the case when it is necessary to move not the timber itself, obtained by transverse division, but quickly spoiling by-products of wood processing.

Keywords: organization of transportation, communication systems, monitoring of moving objects, communication channels, information transmission.

В процессе выполнения различных профессиональных задач на автомобильном транспорте возникают задачи определения местоположения, выбора наиболее удобных и, в тоже, время экономически выгодных маршрутов движения.

При предоставлении услуг в сфере грузовых и пассажирских перевозок руководители часто сталкиваются со сложностями во время контроля работы организации. Чтобы не переживать за качество выполнения работы автотранспорт оснащается специальной системой контроля, которая помогает отслеживать все входящие в автопарк объекты [1].

Для удаленных регионов, труднодоступных участков, с холмистым и горным ландшафтом с резкой пересеченностью рельефа, данная проблема стоит

особенно остро. Если в условиях населенных пунктов проблема организации связи решена наличием достаточного количества телекоммуникационных систем, антенн, установленных вышек различных компаний сотовых и других систем связи, то в местах заготовки леса таких технических возможностей для организации связи с автомобилем, либо нет, либо их реализация связана со значительными трудностями.

Особенно важное значение выбора оптимального маршрута движения автомобиля от лесозаготовки до нижнего склада имеет в случае, когда требуется переместить не сами лесоматериалы, получаемые путём поперечного деления, а быстро портящиеся попутные продукты переработки дерева, в частности хвою. Получение качественного продукта из хвои зависит от продолжительности времени с момента отделения ее от ветви дерева до переработки. Таким образом, оптимизация маршрута движения в местах лесозаготовки является актуальной задачей.

Рассмотрим наиболее известные и опробованные технологии контроля и управления на автомобильном транспорте, применяемые на сегодняшний день.

Аналогом сотовых систем связи являются системы транкинговой связи. Они нашли широкое применения в крупных организациях, охранных агентствах, ведомствах, государственных структурах и службах и др. Принцип их работы во многом схож с технологиями сотовых систем связи, однако оборудование и каналы связи принадлежат той организации, которая их приобрела и использует.

В состав комплекса технических средств входят: мобильные радиосредства, портативные – скрытно носимая и открыто носимая радиостанции автомобильная радиостанция, переносная радиостанция; стационарные радиосредства (трассовый двухчастотный ретранслятор, одночастотный ретранслятор с повторением информации, стационарная радиостанция с двумя вынесенными приемо-передатчиками; сервисное оборудование (аппаратура оперативного контроля работоспособности средств радиосвязи, групповые и индивидуальные зарядные устройства (ЗУ-1 и ЗУ-2) для заряда аккумуляторных батарей портативных и переносных радиостанций, аппаратура ввода управляющей и ключевой информации, беспроводная гарнитура для скрытного приема звуковой информации [2].

Как правило одна базовая станция поддерживает до двадцати четырех радиоканалов, что позволяет обеспечивать связью более четырехсот абонентов. Контроллер автоматически определяет свободный канал и предоставляет его пользователю по запросу.

Таким образом, организация может самостоятельно, в зависимости от своих потребностей, устанавливать необходимое оборудование (базовые станции, состоящие из нескольких репитеров) в том числе и в труднодоступных местностях, где обычные сотовые системы связи не поддерживаются. Иными словами, транкинговая связь используется для решения узкого круга профессиональных задач (рис. 1).

Происходит автоматическое и динамическое распределение небольшого числа каналов среди большого числа радио-пользователей, как правило, в диапазонах частот от 150 до 900 МГц.

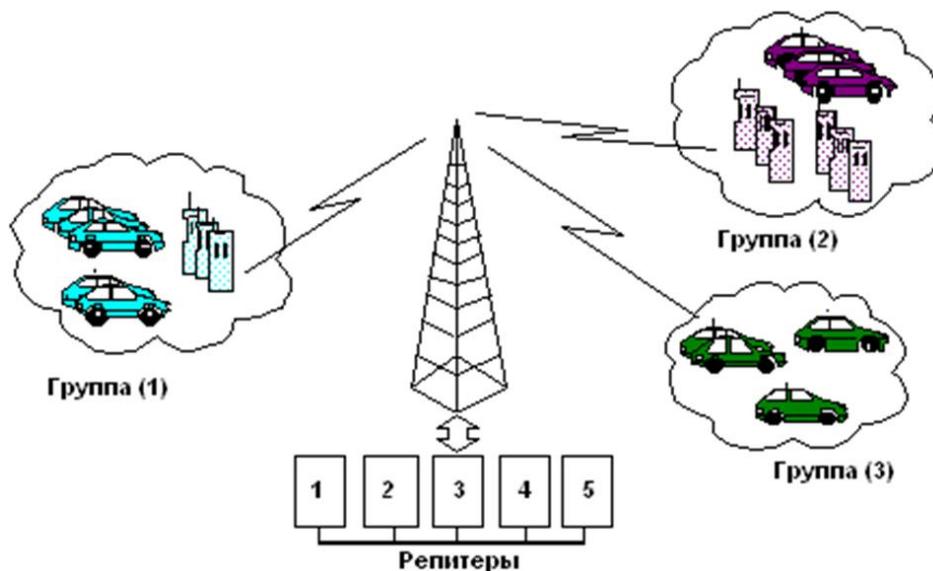


Рисунок 1 – Принцип организации транкинговых систем связи

Как правило, наиболее распространенным способом передачи информации является цифровой, однако есть компании, предоставляющие аналоговые технологии и их комбинации.

В тех случаях, когда необходимо установить связь, например, для двух базовых станций на значительном расстоянии в несколько километров, а прокладка кабельного канала затруднительна или невозможна целесообразно использование радиорелейных систем связи (РРС) (рис. 2) с наиболее распространенным частотным диапазоном от 2 ГГц до 38 ГГц.

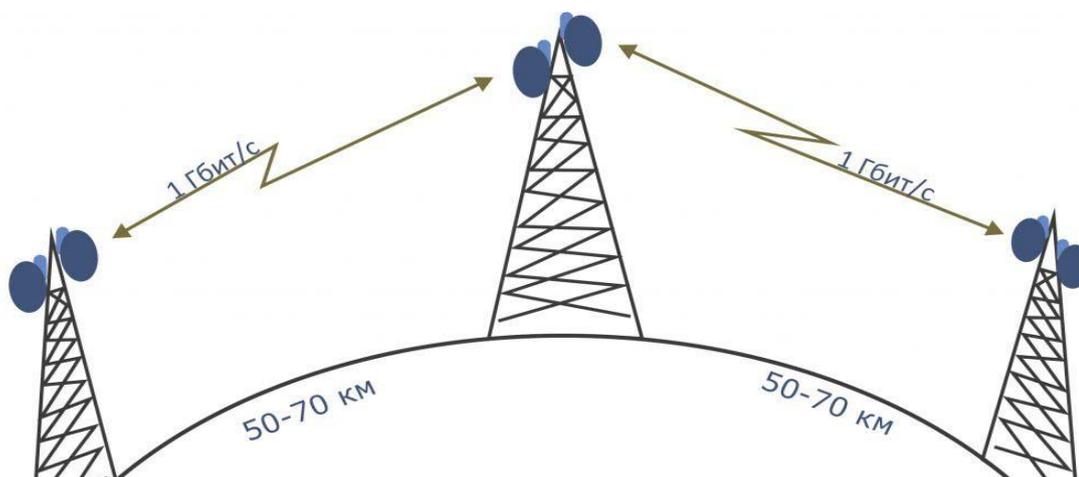


Рисунок 2 – Радиорелейная система связи

Современная цифровая РРС – сложный технический комплекс, в который входят приемопередатчик, модем, мультиплексор, приемопередающие антенны, система автоматического резервирования, система телеуправления и телесигнализации, контрольно-измерительная аппаратура, устройства служебной связи, система электропитания. Рассмотрим функции основных устройств: приемопередатчика, модема и мультиплексора [1].

В последнее время все большее распространение находят диапазоны от 38 ГГц до 92 ГГц. Информация передается по радиоканалу в пределах прямой видимости от одной антенны к другой. Могут использоваться естественные высоты ландшафта. Таким образом, имеется возможность для объединения нескольких базовых станций транкинговой связи.

Если вышеописанные технологии не обеспечивают в полном объеме все потребности в связи для организации, возможно дополнительно использовать спутниковые системы связи.

Например, когда установление прямой видимости невозможно для радиорелейной связи, можно использовать фиксированные системы спутниковой связи, работающих в диапазонах частот: 4-6 ГГц; X 7-8 ГГц; Ки 11-14 ГГц; Ка 20-30 ГГц. Кроме того, для обеспечения индивидуальной связью водителей, подвижных, подвижных и стационарных объектов используются подвижные системы спутниковой, работающие в диапазоне частот до 1 ГГц, а также в полосах частот L 1,5-1,6 ГГц и S 2,4-2,5 ГГц.

Таким образом, использование современных технологий радиосвязи и их комбинаций позволяет обеспечить максимально эффективный маршрут движения автотранспорта, что позволяет в значительной степени минимизировать время доставки продуктов лесозаготовки от места сбора до оборудования по переработке в продукт с сохранением необходимых свойств для дальнейшего использования.

Список литературы:

1. Бокова, О. И. Системы и сети передачи информации : Рекомендовано УМО по образованию в области Инфокоммуникационных технологий и систем связи в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений / О. И. Бокова, Д. А. Жайворонок, Н. Н. Оськин, Н. С. Хохлов. – М. : ДГСК МВД России, 2016. – 192 с.
2. Власов, В. М. Беспроводные технологии на автомобильном транспорте. Глобальная навигация и определение местоположения транспортных средств : учебное пособие / В. М. Власов, Б. Я. Мактас, В. Н. Богумил, И. В. Конин. – Москва : ИНФРА-М, 2024. – 184 с.

References

1. Bokova, O. I. Information transmission systems and networks : Recommended by the Ministry of Education for Education in the field of Information and Communication technologies and communication systems as a textbook for students of higher educational institutions / O. I. Bokova, D. A. Zhayvoronok, N. N. Oskin, N. S. Khokhlov. – M. : DGSK of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2016. – 192 p .
2. Vlasov, V. M. Wireless technologies in road transport. Global navigation and vehicle location determination : a textbook / V. M. Vlasov, B. Ya. Maktas, V. N. Bogumil, I. V. Konin. – Moscow : INFRA-M, 2024. – 184 p.

DOI: 10.58168/MOTOR2024_22-27

УДК 630 : 629.11.02/098

Посметьев В.И.

доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры машиностроительных технологий ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Никонов В.О.

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Матяшов А.Е.

аспирант кафедры
машиностроительных технологий
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Posmetev V.I.

dr. sci. tech. prof., prof. of department of
mechanical engineering technologies Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Nikonov V.O.

Ph. D., associate professor of production,
repair and operation of cars Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Matyashov A.E.

postgraduate student of the department of
mechanical engineering technologies
Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education "Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ КОНИКОВЫХ УСТРОЙСТВ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ С ШАРОВОЙ ОПОРОЙ И ДЕМПФЕРНЫМ МЕХАНИЗМОМ

PROSPECTIVE DESIGNS OF CONICAL DEVICES OF LOGGING ROAD TRAINS WITH BALL JOINT AND DAMPER MECHANISM

Аннотация: Приведены последствия эксплуатации лесовозных автопоездов, состоящих из лесовозных тягачей с прицепами роспусками при движении по плохо обустроенным лесовозным дорогам с частыми торможениями и троганиями. Рассмотрено направление исследования, позволяющее за счет рекуперации энергии колебаний масс звеньев лесовозного автопоезда, повысить эффективности его работы. Для лесовозных тягачей с прицепами-роспусками предложены две схемы рекуперативных поворотных кониковых устройств, оснащенные шаровой опорой и демпферным механизмом. Представлено описание осуществления предложенными устройствами рекуперации энергии и демпфирования нагрузок при троганиях и торможениях лесовозного тягача с прицепом-роспуском.

Ключевые слова: демпферный механизм, шаровая опора, лесовозный тягач, рекуперация энергии, прицеп-роспуск, лесоматериалы, рабочая жидкость, неустановившиеся режимы движения, лесовозная дорога, расход топлива, эффективность.

Abstract: The article presents the consequences of operating timber road trains consisting of timber trucks with trailers with disintegration when moving along poorly equipped timber roads

with frequent braking and starting. The direction of research is considered, which allows increasing the efficiency of the timber road train by means of energy recovery of oscillations of the links of the timber road train. Two schemes of recuperative rotary cone devices equipped with a ball support and a damper mechanism are proposed for timber trucks with trailers with disintegration. A description is given of the implementation of energy recovery and load damping by the proposed devices during starting and braking of the timber truck with a trailer with disintegration.

Keywords: damper mechanism, ball joint, timber truck, energy recovery, split trailer, timber, working fluid, unsteady driving conditions, timber road, fuel consumption, efficiency.

Вывозка лесоматериалов (ЛМ) занимает важное место в лесозаготовительном производстве. Для снижения затрат, расходуемых на данный процесс, повышение эффективности производства в лесной промышленности необходимо, чтобы задействованные в процессе вывозки лесоматериалов лесовозные автопоезда (ЛАП) обладали высокими показателями тягово-скоростных свойств, а также топливной экономичностью. Кроме этого, неотъемлемым условием повышения эффективности ЛАП, является минимизация появления возможных колебаний при движении между его звеньями, проводимая на этапах проектирования, доводки, производства и эксплуатации ЛАП. Наиболее конкурентоспособными по энергетическим показателям для вывозки длинномерных ЛМ являются ЛАП в составе лесовозных тягачей (ЛТ) с прицепами-ропусками (ПР). Их использование в сравнении с ЛАП другого компонования дает возможность при отсутствии резких подъемов на лесовозной дороге (ЛД), ограничивающих массу автопоезда, повысить сменную выработку за счет транспортирования ЛМ, массой превышающей в несколько раз грузоподъемность ЛТ [1, 2].

ЛТ с ПР являются сложной динамической системой, состоящей из большого числа масс, связи между которыми весьма разнообразны. Кроме этого, ЛТ с ПР характеризуются многообразием режимов движения, которые зависят от условий региона их эксплуатации, а также от особенностей конструкции ЛАП и специфики вывозимых ЛМ. Основными эксплуатационными показателями работы ЛАП при вывозке ЛМ, являются производительность и себестоимость процесса транспортирования ЛМ. Производительность ЛАП зависит от многих факторов, наиболее важными из которых, являются: время простоя при погрузке и разгрузке ЛМ, скорость движения ЛАП в грузовом и порожнем направлениях, а также грузоподъемность и степень ровности ЛД. Время движения ЛАП по ЛД зависит от скорости движения, которая ограничивается весом ЛАП, наличием крутых поворотов и уклонов. Кроме этого, при наличии ровных ЛД и оптимальном использовании ЛАП его тягово-динамических характеристик, фактором, снижающим скорость движения ЛАП, является его плавность хода. Возникающие колебания подрессоренных и непрорессоренных масс ЛАП при преодолении им неровностей ЛД способствуют появлению динамических нагрузок, а также поперечных и вертикальных ускорений, действие которых ограничивает движение ЛТ с ПР с требуемой скоростью. Интенсивность колебаний ЛТ с ПР во многом определяется ровностью ЛД, которая зависит от качества покрытия и характеризуется параметрами микрорельефа ЛД [3].

Как известно, покрытие ЛД не является идеально ровным. Даже при сдаче ЛД в эксплуатацию на них имеются первоначальные неровности, допускаемые технологией строительства. В процессе эксплуатации под воздействием движения ЛТ с ПР и природных факторов, увеличивается величина и количество неровностей, отрицательно влияющих на технико-эксплуатационные показатели работы ЛАП. Движения ЛТ с ПР по неровным ЛД сопровождается непрерывными вынужденными колебаниями в продольной и поперечной вертикальных плоскостях, которые воздействуя на водителя повышают его утомляемость, а также увеличивают нагруженность узлов и агрегатов ЛАП. Известно, что при эксплуатации ЛТ с ПР по плохо обустроенным ЛД, средняя скорость движения ЛАП уменьшается на 40-50 %, расход топлива возрастает на 50-70 %, а производительность работы ЛАП снижается на 35-40 % по сравнению с соответствующими показателями ЛТ с ПР при движении по ровным ЛД [3]

Практика эксплуатации ЛАП в составе ЛТ с ПР показывает, что сосредоточенная нагрузка на поворотное кониковое устройство (ПКУ) ЛТ оказывает значительное воздействие на несущую систему ЛАП. При таких нагрузках в месте окончания подкониковой рамы ПКУ на верхних лонжеронах рамы ЛТ появляются трещины. При предельном нагружении ПКУ ЛТ фиксируются возникновение прогибов его основания, а также вырывы из гнезд подкониковой рамы шкворней ПКУ [4].

Для сведения к минимуму динамических нагрузок на несущую систему ЛТ от шкворня ПКУ при продольных и поперечных колебаниях звеньев в процессе неустановившихся режимах движения ЛАП, повышения надежности и долговечности несущей системы ЛТ, а также улучшения плавности хода и снижения расхода топлива, представляет интерес разработка и исследование перспективных рекуперативных и демпферных ПКУ для ЛТ с ПР [5-7].

Анализ патентных материалов в области существующих конструкций ПКУ для ЛТ с ПР позволил авторам разработать и предложить перспективные схемы рекуперативных поворотных кониковых устройств (РПКУ) с шаровой опорой (ШО) (рис. 1) и демпферным механизмом (ДМ) (рис. 2).

Работа РПКУ 3 с ШО 5 основана на преобразовании кинетической энергии масс ПР 2 с ЛМ в энергию рабочей жидкости (РЖ) при неустановившихся режимах движения ЛАП в условиях плохо обустроенных ЛД. РПКУ 3 с ШО 5 устанавливается в нижней части рамы 4 ЛТ 1 (рис. 1). В неподвижном состоянии ЛАП ПКУ 3 с ШО 5 находятся в зацепленном состоянии с рекуперативным механизмом, закрепленном на раме 4 ЛТ 1. При торможении ЛАП работа РПКУ 3 с ШО 5 заключается в следующем. ПР 2 с ЛМ перемещается под действием силы инерции своих масс в сторону тормозящего ЛТ 1. В результате этого происходит перемещение влево ШО 5 с соединенными с ней штоками гидроцилиндров (ГЦ) 7-10. Это приводит к сжатию РЖ в соответствующих поршневых и штоковых полостях ГЦ 7, 10 и 8, 9, которая под возросшим давлением поступает по гидромагистралям 17, 18 и через обратный клапан 11 в пневмогидроаккумулятор (ПГА) 15. Накапливаемая в ПГА 15 энергия РЖ далее под возросшим давлением поступает через редукционный клапан 14 к порту 16 подачи

РЖ потребителям, или же в случае полной зарядки ПГА 15, сбрасывается через предохранительный клапан 13 в гидробак 19 [7].

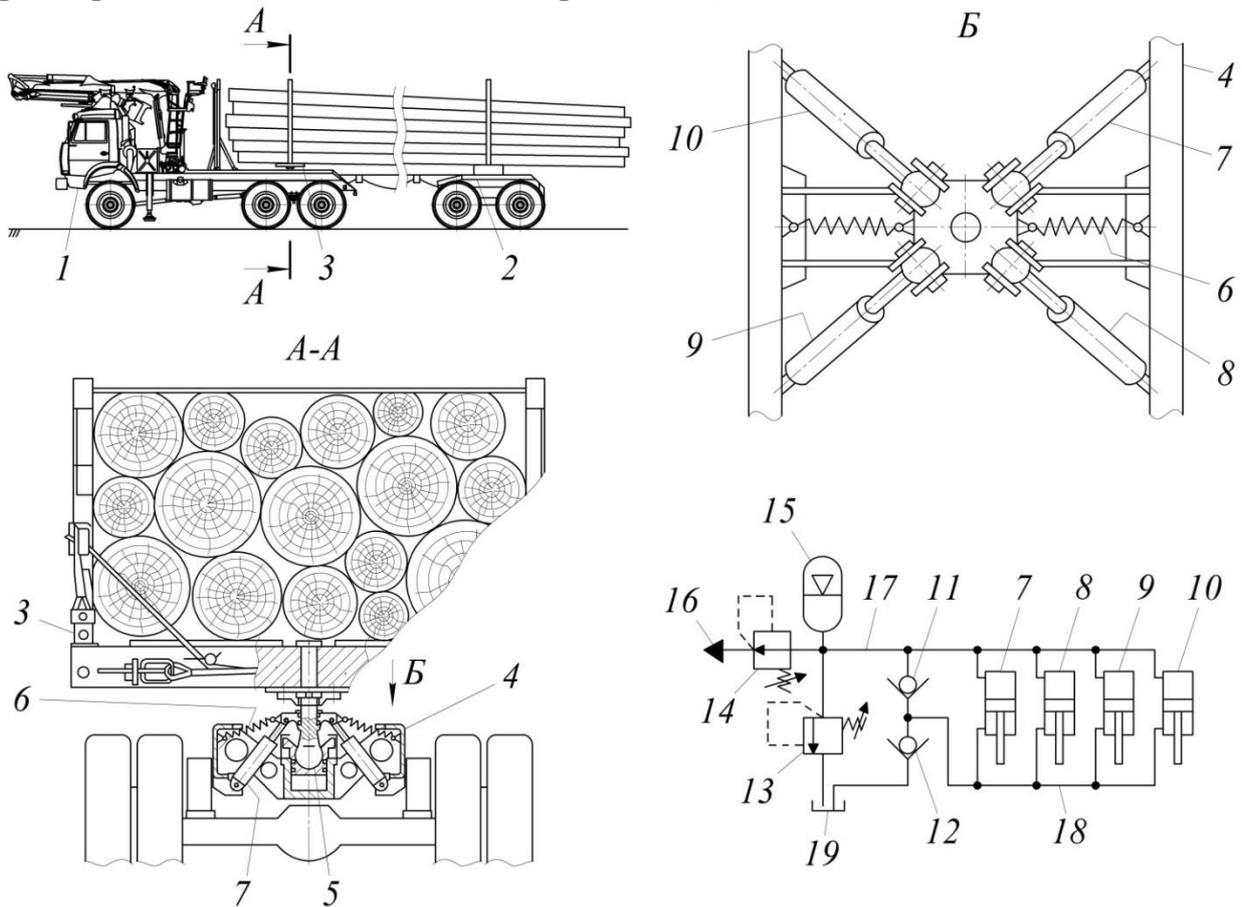


Рисунок 1 – Схема рекуперативного поворотного коникового устройства с шаровой опорой

Возвращение ГЦ 7-10 в исходное состояние после торможения ЛАП осуществляется за счет взаимосвязи ГЦ 7-10 с пружинами 6 при трогании ЛТ 1, переключении передач, а также ускорении ЛАП. Пружины 6 возвращают РПКУ 3 с ШО 5 в исходное транспортное положение относительно рамы ЛТ 1. Образующееся при возвращении РПКУ 3 в исходное состояние разряжение в соответствующих поршневых и штоковых полостях ГЦ 8, 9 и 7, 10 приводит к поступлению в них РЖ из гидробака 19 по гидромагистралям 17, 18 и через обратный клапан 12. В процессе трогания ЛАП, рассмотренные выше процессы работы РПКУ 3 с ШО 5 повторяются, только РЖ под давлением поступает из поршневых и штоковых полостей ГЦ 8, 9 и 7, 10. Далее при движении ЛТ 1 с ПР 2 по плохо обустроенным ЛД рабочие циклы РПКУ 3 с ШО 5 чередуются аналогично вышеописанной последовательности. Наличие в РПКУ 3 ШО 5 позволяет в сравнении с традиционным ПКУ ЛАП снизить динамические нагрузки, воспринимаемые им при неустановившихся режимах движения автопоезда, предотвратить блокировку, скручивание и интенсивный износ ПКУ ЛТ [7].

Наличие ДМ в РПКУ ЛАП (рис. 2) дает возможность снизить пиковые нагрузки, воздействующие на ПКУ 3 при неустановившихся режимах движения ЛТ 1 с ПР 2, а также повысить долговечность ГЦ 5 за счет увеличения диапазона поглощения ударов. При торможении, ПР 2 и ПКУ с ШО 7 за счет механизма перемещения 4 ПКУ сдвигаются под действием сил инерции своих масс по

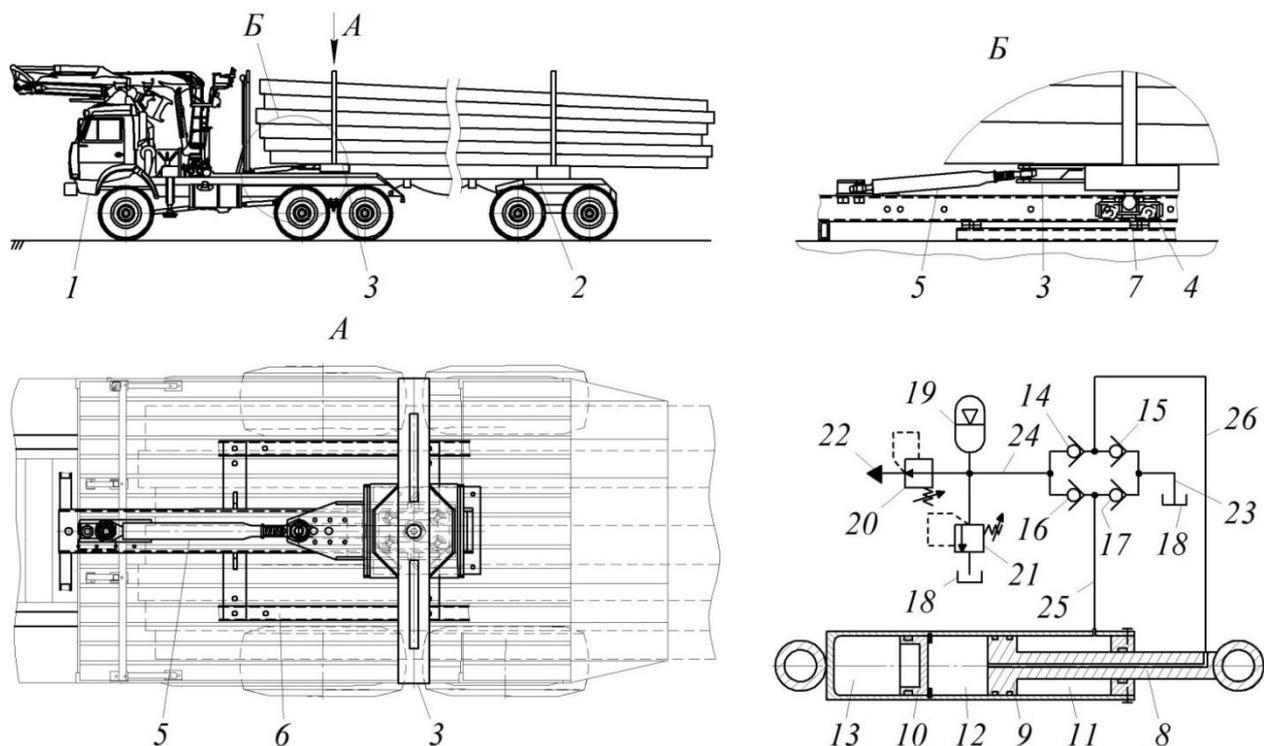


Рисунок 2 – Схема рекуперативного поворотного коникового устройства с демпферным механизмом: 1 – лесовозный тягач; 2 – прицеп-ропуск; 3 – поворотный коник; 4 – механизм перемещения поворотного коникового устройства; 5 – гидроцилиндр; 6 – продольные лонжероны рамы; 7 – шаровая опора; 8 – шток; 9 – поршень; 10 – поршень газовой полости; 11, 12 – штоковая и поршневая полости; 13 – газовая полость; 14-17 – обратные клапаны; 18 – гидробак; 19 – пневмогидроаккумулятор; 20 – редукционный клапан; 21 – предохранительный клапан; 22 – порт подачи рабочей жидкости потребителю; 23 – всасывающий трубопровод; 24 – напорный трубопровод; 25, 26 – гибкие трубопроводы

продольным лонжеронам рамы 6 ЛТ 1 в сторону тормозящего ЛАП. В результате этого, РЖ из поршневой 12 полости ГЦ 5 по гибкому 26 трубопроводу, через обратный 14 клапан и напорный 24 трубопровод поступает в ПГА 19. При этом штоковая 11 полость ГЦ 5 за счет разряжения заполняется РЖ из гидробака 18 через всасывающий 23 трубопровод, обратный 17 клапан и гибкий 25 трубопровод.

Таким образом, практическое применение предлагаемых РПКУ с ШО и с ДМ позволит при неустановившихся режимах движения ЛТ с ПР в условиях плохо обустроенных ЛД: сократить расход топлива ЛТ за счет рекуперации энергии РЖ и ее последующее полезное использование при работе гидравлического технологического оборудования; снизить воздействие динамических нагрузок на шкворень и подкониковую раму ПКУ; повысить надежность автопоезда, а также улучшить плавность хода при движении ЛТ с ПР в сложных дорожных условиях.

Список литературы

1. Волобуев, Е. Ф. Моделирование типизированных режимов движения лесовозного автопоезда / Е. Ф. Волобуев, Л. Ф. Доронин, Я. И. Остриков // Труды БГТУ. № 2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность, 1996. – С. 7-10.

2. Основные принципы и подходы при разработке математической модели лесовозного автопоезда / Н. П. Вырко, В. А. Симанович, С. В. Ярмолик, И. И. Тумашик // Труды БГТУ. № 2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность, 2006. – С. 62-65.

3. Жуков, А. В. Резервы повышения производительности вывозки леса автопоездами / А. В. Жуков, К. Б. Абрамович, С. М. Кашуба // Механизация лесоразработок и транспорт леса : республиканский межведомственный сборник / Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова. – Минск : Вышэйшая школа, 1975. – Вып. 5. – С. 137-146.

4. Приходько, В. И. Совершенствование конструкции лесовозных автопоездов КРАЗ на основе выполнения комплекса расчетных и экспериментально – конструкторских работ: специальность 05.06.02 «Машины и механизмы лесозаготовок, лесного хозяйства и деревообрабатывающих производств»: дис. ... канд. техн. наук / В. И. Приходько ; Кременчугское объединение по производству большегрузных автомобилей «АвтоКрАЗ». – Кременчуг, 1984. – 303 с.

5. Никонов, В. О. Современное состояние, проблемы и пути повышения эффективности лесовозного автомобильного транспорта / В. О. Никонов. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2021. – 203 с.

6. Посметьев, В. И. Повышение эффективности лесовозных автопоездов с помощью рекуперативных седельно-сцепных и поворотных кониковых устройств / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, В. В. Посметьев ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2024. – 283 с.

7. Совершенствование системы рекуперации энергии лесовозного тягача с прицепом-ропуском / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, В. В. Посметьев, А. Е. Матяшов // Лесотехнический журнал. – 2021. – Т. 11, № 2(42). – С. 149-165. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2021.2/14.

References

1. Volobuev, E. F. Modeling of typical modes of movement of a timber road train / E. F. Volobuev, L. F. Doronin, Ya. I. Ostrikov // Proceedings of BSTU. № 2. Forestry and woodworking industry, 1996. – P. 7-10.

2. Basic principles and approaches to the development of a mathematical model of a timber road train / N. P. Vyrko, V. A. Simanovich, S. V. Yarmolik, I. I. Tumashik // Proceedings of BSTU. № 2. Forestry and woodworking industry, 2006. – P. 62-65.

3. Zhukov, A. V. Reserves for increasing the productivity of timber haulage by road trains / A. V. Zhukov, K. B. Abramovich, S. M. Kashuba // Mechanization of logging and timber transportation : republican interdepartmental collection / Belarusian Technological Institute named after S. M. Kirov. – Minsk : Higher School, 1975. – Issue. 5. – P. 137-146.

4. Prikhodko, V. I. Improving the design of KRAZ timber road trains based on the implementation of a set of calculation and experimental – design work : specialty 05.06.02 "Machines and mechanisms of logging, forestry and woodworking industries": dis. ... candidate of technical sciences / V. I. Prikhodko ; Kremenchug association for the production of heavy-duty vehicles "AvtoKraZ". – Kremenchug, 1984. – 303 p.

5. Nikonov, V. O. Current state, problems and ways to improve the efficiency of timber road transport / V. O. Nikonov. – Voronezh : Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov, 2021. – 203 p.

6. Posmetev, V. I. Improving the efficiency of timber road trains using recuperative fifth-wheel couplings and rotary cone devices / V. I. Posmetev, V. O. Nikonov, V. V. Posmetev ; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, FGBOU VO "VSTU". – Voronezh, 2024. – 283 p.

7. Improving the energy recovery system of a timber truck with a logging trailer / V. I. Posmetyev, V. O. Nikonov, V. V. Posmetyev, A. E. Matyashov // Forestry journal. – 2021. – Vol. 11, № 2 (42). – P. 149-165. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2021.2/14.

DOI: 10.58168/MOTOR2024_28-32

УДК 620.179.13

Швырёв А.Н.

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства, ремонта
и эксплуатации машин ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Латынин А.В.

кандидат технических наук, доцент
кафедры производства, ремонта и
эксплуатации машин ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Чумаков Б.Н.

студент автомобильного факультета
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Туркота Д.А.

студент автомобильного факультета
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Астахова Е.А.

студент автомобильного факультета
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Швырёв С.А.

студент автомобильного факультета
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г. Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Shvyriov A.N.

Ph. D., associate professor of production,
repair and operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Latvnin A.V.

Ph. D., associate professor of production,
repair and operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Chumakov B.N.

student of the automotive faculty Federal
State Budget Educational Institution of
Higher Education "Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Turkota D.A.

student of the automotive faculty Federal
State Budget Educational Institution of
Higher Education "Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Astakhova E.A.

student of the automotive faculty Federal
State Budget Educational Institution of
Higher Education "Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Shvyriov S.A.

student of the automotive faculty Federal
State Budget Educational Institution of
Higher Education "Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МАСЛА
ПО ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ
DETERMINATION OF THE QUALITY OF HYDRAULIC OIL
BASED ON THERMOPHYSICAL CHARACTERISTICS**

Аннотация: В статье приводится краткое описание гидравлических масел и их классификация. Описаны основные современные требования, предъявляемые к рабочим жидко-

стям, широко применяемым в гидроприводах. Приведены результаты исследования влияния количества загрязнителей на температурный режим работы гидропривода. Рассмотрена актуальность определения и контроля продуктов износа в гидроприводах лесных машин, влияющих на безопасность и надежность. Обоснована необходимость рассмотрения предложенной темы с целью дальнейшего изучения и разработки универсальной методики теплового диагностирования.

Ключевые слова: гидропривод, температура, механические примеси, неисправность, гидравлическое масло, износ, тепловое диагностирование.

Abstract: The article provides a brief description of hydraulic oils and their classification. The main modern requirements for working fluids widely used in hydraulic drives are described. The results of a study of the influence of the amount of pollutants on the temperature mode of the hydraulic drive are presented. The relevance of determining and monitoring wear products in hydraulic drives of forestry machines that affect safety and reliability is considered. The need for a detailed consideration of the proposed topic for the purpose of further study and development of a universal method of thermal diagnostics is substantiated.

Keywords: hydraulic drive, temperature, mechanical impurities, malfunction, hydraulic oil, wear, thermal diagnostics.

В настоящее время многими отраслями промышленности, такими как нефтегазовой, горнодобывающей, металлургической, автомобильной, транспортной, авиационно-космической и др. наиболее часто применяются различные механизмы и агрегаты, имеющие рабочие органы с гидравлическим приводом. Рабочий процесс таких машин основан на использовании в качестве рабочего тела различных гидравлических жидкостей (масел). Однако использование гидравлического привода сопряжено с большими трудностями. Гидравлический привод требует постоянного контроля и строгого соблюдения регламентных работ по техническому обслуживанию. При этом на срок регламентных работ оказывают огромное влияние режим работы и условия эксплуатации. Особенно это важно для гидравлических систем транспортной и автомобильной промышленности.

Исходя из вышеизложенного к гидроприводам устройств специальной автомобильной техники предъявляются высокие требования не только к элементам конструкций, но и к гидравлическим жидкостям. Так, гидравлические масла должны: обеспечивать создание необходимого рабочего усилия в гидросистеме; обеспечивать постоянное давление в гидросистеме, герметизацию зазоров; предотвращать износ деталей и узлов за счет смазывания; обеспечивать необходимый отвод тепла. Помимо всего перечисленного гидравлические масла должны быть стойкими к окислительным реакциям, пенообразованию, обладать способностью выводить из своего состава воздух, а также быть плохо воспламеняющимися и биоразлагаемыми [1].

Повышение требований к надежности гидравлических приводов и систем создает все условия к контролю качества гидравлических масел, которые должны обладать высокой степенью чистоты. Для обеспечения этих условий необходимо использование гидравлического масла определенного качества и чистоты. Обязательно требуется соблюсти все необходимые условия, обеспечивающие чистоту гидравлического масла при заливке в гидросистему. С целью сохранности ресурса гидравлического оборудования и предотвращения внепланового

(аварийного) ремонта требуется создать все условия для контроля качества гидравлического масла и обеспечить правильный и своевременный контроль за гидросистемой. Соответственно система фильтрации гидравлического масла должна быть полностью исправна и подвергаться постоянному контролю [2].

Соответствие гидравлического масла определенному классу чистоты, в зависимости от размера содержащихся в нем твердых частиц, приходящихся на 100 мл жидкости, регламентируется стандартами ISO 4406 : 1999, NAS 1638 [3, 4]. Переливание гидравлического масла из текущей гидросистемы в другой резервуар может привести к изменению класса чистоты. Чтобы получить нужный класс чистоты, необходимо еще раз профильтровать масло после того, как оно залито в систему. Обязательно после слива гидравлического масла и повторной заливке, при его замене, рекомендуется надлежащая очистка гидросистемы [5]. От качества и чистоты гидравлического масла, используемого в гидросистеме, во многом зависит надежность и работоспособность гидропривода в целом. Соответственно, целью данной работы является разработка новой методики, позволяющей определить качество гидравлического масла.

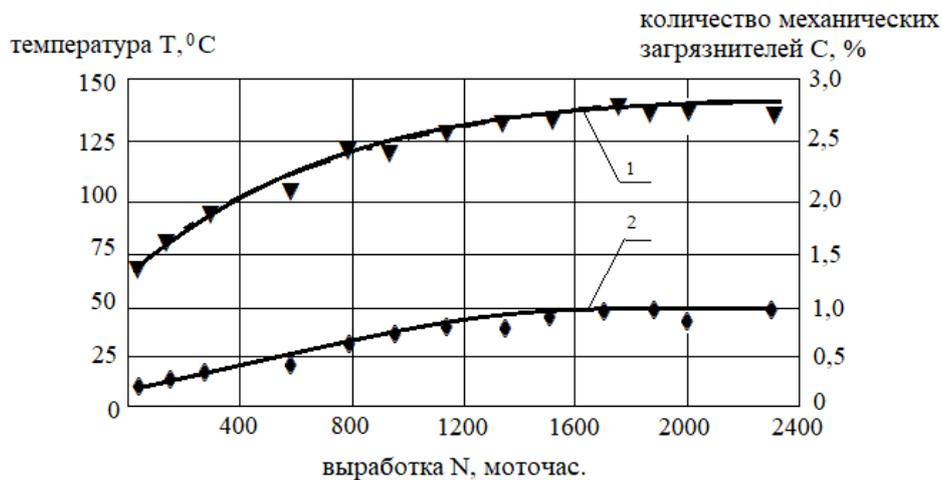
В качестве объекта исследований использовалось гидравлическое мало марки МГ-15-В. Данное гидравлическое масло соответствует ГОСТ 17479.3-85 [6]. В соответствии с применяемой ГОСТ 17479.3-85 классификацией гидравлическое масло МГ-15 относится к минеральным гидравлическим маслам, обладающим антиокислительными, антикоррозионными и противоизносными присадками с рекомендуемой областью применения в гидросистемах с насосами всех типов, работающих при давлении свыше 25 МПа и температуре масла в объеме более 90 °С. и соответствует 15 классу вязкости.

Исходя из сложившейся практики использования гидроприводов, в основном станочного оборудования, известно, что главными причинами выхода из строя гидравлических приводов становится попадание в гидравлическое масло механических загрязнителей (примесей), воды и воздуха. Наличие загрязнителей в составе гидравлического масла неизбежно приводит к повышению температуры в контуре гидропривода [1]. Поэтому в качестве основного диагностического параметра в работе использовалась температура гидравлического масла.

Исследования проводились на стенде КИ-4200 для проверки гидроприводов (рис. 1). Испытаниям на стенде подвергался шестеренный насос НШ 46, используемый в режиме гидронасоса. В качестве рабочего тела гидросистемы использовалось гидравлическое мало марки МГ-15-В. На стенде проводилась имитация работы гидронасоса в сложных рабочих условиях, таких как работа лесной автомобильной техники на вырубках леса в летний период. В качестве основного определяемого параметра использовалась температура гидравлического масла в гидросистеме, фиксируемая при различных степенях загрязнения гидравлического масла. Полученные результаты испытаний приведены на рис. 2.



Рисунок 1 – Стенд КИ-4200 для испытания гидроприводов



1 – температура масла в гидроморе; 2 – концентрация механических примесей

Рисунок 2 – Зависимости степени нагрева трансмиссионного масла от количества механических загрязнителей и их накопление от выработки

Наиболее часто элементы гидропривода выходят из строя в процессе накопления постепенных отказов. В процессе эксплуатации происходит постепенное изнашивание узла гидропривода от номинальных значений первоначального (исправного) состояния, до аварийного состояния. В большинстве случаев износ элементов и узлов гидропривода происходит в момент накопления гидравлическим маслом большого числа механических примесей, состоящих в основном из продуктов износа и сторонних (минеральный) загрязнителей, попавших в систему из окружающей среды в процессе эксплуатации гидропривода. Также большую роль в выходе из строя элементов и узлов гидропривода играет наличие в составе гидравлического масла воды и газообразных включений, приводящих к потере первоначальных эксплуатационных характеристик. Таким образом, гидравлическое масло, проходя через рабочие органы гидропривода чрезмерно нагревается, и, следовательно, становится возможным диагностирование гидропривода поэлементно. Предлагаемый температурный метод диагностики гидропривода позволит сократить затраты, свя-

занные с ремонтом гидроприводов, снизить время простоя и исключить вероятность возникновения аварийной остановки.

Полученные результаты исследования позволяют создать тарифовочный график определения качества гидравлического масла по температуре в зависимости от количества механических загрязнителей. Полученные данные, позволят создать представление о невозможности дальнейшего использования гидравлического масла при нарастании температуры от критической концентрации загрязнителей.

Определение вероятности возникновения износа в наиболее ответственных узлах гидроприводов является необходимым условием обеспечения бесперебойной работы гидропривода. Разработка экспресс методов определения количества загрязнителей, находящихся в объеме гидравлического масла и его качества значительно упростит обслуживание гидропривода. Существование таких методик позволит снизить эксплуатационные затраты и сократить количество ремонтов.

Список литературы

1. Бойко, Н. З. Рабочие жидкости, смазки и уплотнения : учебное пособие / Н. З. Бойко. – Алчевск : ГОУВПО ЛНР «ДонГТУ», 2018. – 204 с.
2. Гринчар, Н. Г. Основы гидропривода машин : учебное пособие : в 2 частях / Н. Г. Гринчар, Н. А. Зайцева. – Москва : [б. г.]. – Часть 2 – 2016. – 565 с.
3. Международный стандарт ISO 4406 : 1999 Приводы гидравлические – жидкости – метод кодирования уровня загрязнений твердыми частицами. Режим доступа: <https://techpromfilter.ru/pdf/2.pdf>. – Загл. с экрана (Дата обращения 29.08.2024).
4. International particle count standards NAS 1638 (National Aerospace standard). Режим доступа: <https://www.triple-r-europe.com/wp-content/uploads/2023/11/nas1638-kopie.pdf>. – Загл. с экрана (Дата обращения 29.08.2024).
5. Латынин, А. В. Особенности использования метода тепловой диагностики гидростатической трансмиссии лесозаготовительных машин / А. В. Латынин, А. Н. Швырев, И. Ю. Кондратенко, И. С. Андрейцева // Воронежский научно-технический Вестник. – 2021. – Т. 2, № 2 (36). – С. 42-49.
6. ГОСТ 17479.3-85. Масла гидравлические. Классификация и обозначение. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data/38/3846.pdf>. – Загл. с экрана (Дата обращения 29.08.2024).

References

1. Boyko, N. Z. Working fluids, lubricants and seals : a textbook / N. Z. Boyko. – Alchevsk : GOUVPO LNR "DonGTU", 2018. – 204 p.
2. Grinchar, N. G. Fundamentals of hydraulic drive of machines : textbook : in 2 parts / N. G. Grinchar, N. A. Zaitseva. – Part 2. – Moscow, 2016. – 565 p.
3. International standard ISO 4406 :1999 Hydraulic drives – liquids – method of coding the level of contamination by solid particles. URL: <https://techpromfilter.ru/pdf/2.pdf> . – Title from the screen (Accessed 29.08.2024).
4. International particle count standards NAS 1638 (National Aerospace standard). URL: <https://www.triple-r-europe.com/wp-content/uploads/2023/11/nas1638-kopie.pdf>. – Title from the screen (Accessed 29.08.2024).
5. Latynin, A.V. Features of using the method of thermal diagnostics of hydrostatic transmission of logging machines / A.V. Latynin, A. N. Shvyrev, I. Yu. Kondratenko, I. S. Andreysheva // Voronezh Scientific and Technical Bulletin. – 2021. – vol. 2, № 2(36). – pp. 42-49.
6. GOST 17479.3-85. Hydraulic oils. Classification and designation. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/38/3846.pdf> . – Title from the screen (Accessed 29.08.2024).

DOI: 10.58168/MOTOR2024_33-40

УДК 629.113

Никонов В.О.

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства, ремонта
и эксплуатации машин ФГБОУ ВО «Во-
ронезжский государственный лесотехни-
ческий университет имени Г.Ф. Морозо-
ва», г. Воронеж, РФ

Посметьев В.И.

доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры маши-
ностроительных технологий ФГБОУ
ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Посметьев В.В.

кандидат физико-математических
наук, доцент кафедры механизации
лесного хозяйства и проектирования
машин ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», г.
Воронеж, РФ

Храпов И.О.

аспирант автомобильного
факультета ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Середин Г.В.

преподаватель кафедры производства,
ремонта и эксплуатации машин
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Nikonov V.O.

PhD., associate professor of the department
of production, repair and operation of cars,
Federal State Budget Educational Institu-
tion of Higher Education "Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Posmetev V.I.

dr. sci. tech. prof., prof. of department of
mechanical engineering technologies Fed-
eral State Budget Educational Institu-
tion of Higher Education "Voronezh State Uni-
versity of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Posmetev V.V.

candidate of physical and mathematical sci-
ences, associate professor of the department
of forestry mechanization and machine de-
sign Federal State Budget Educational Insti-
tution of Higher Education "Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Hrapov I.O.

post-graduate student of the automotive
faculty, Federal State Budget Educational
Institution of Higher Education
"Voronezh State University of Forestry
and Technologies named after G.F.
Morozov", Voronezh, RF

Seredin G.V.

lecturer of the department of production,
repair and operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

ANALYSIS OF EXISTING SOFTWARE PRODUCTS FOR COMPUTER MODELING OF LOGGING ROAD TRANSPORT

Аннотация: Обоснована актуальность использования в процессе исследования новых технических решений для лесовозного автомобильного транспорта метода компьютерного

математического моделирования. Рассмотрены особенности существующих российских и зарубежных программных продуктов, которые можно использовать для компьютерного моделирования лесовозного автомобильного транспорта. Предложена классификация программных продуктов для возможного исследования с помощью них динамических процессов, протекающих при движении лесовозного автомобильного транспорта, оснащенного новыми техническими решениями в сложных дорожных условиях.

Ключевые слова: лесовозный автомобильный транспорт, новые технические решения, метод компьютерного математического моделирования, исследование, динамические расчеты, программное обеспечение, условия эксплуатации, программный продукт.

Abstract: The relevance of using the method of computer mathematical modeling in the process of studying new technical solutions for timber road transport is substantiated. The features of existing Russian and foreign software products that can be used for computer modeling of timber road transport are considered. A classification of software products for possible study with their help of dynamic processes occurring during the movement of timber road transport equipped with new technical solutions in difficult road conditions is proposed.

Keywords: timber-carrying automobile transport, new technical solutions, computer mathematical modeling method, research, dynamic calculations, software, operating conditions, software product.

В процессе разработки новых технических решений (НТР) для лесовозного автомобильного транспорта (ЛАТ) и определении их оптимальных рабочих и конструктивных параметров, исследователи часто сталкиваются со следующими трудностями: ограничена возможность проведения сбора требуемого объема информации об эксплуатационных характеристиках ЛАТ, различной конструкции и компонования; исключается возможность применения известных аналитических методов для решения поставленных задач по причинам их математической сложности; проведение лабораторных исследований и натурных испытаний требует значительных затрат времени и денежных средств. Одним из эффективных способов, позволяющих преодолеть рассматриваемые трудности, является практическое использование метода компьютерного математического моделирования (МКММ). Его применение дает возможность решать множество сложных научных задач, связанных с совершенствованием и исследованием НТР для ЛАТ, и при этом не требует проведения дорогостоящего физического эксперимента [1, 2].

Значимость использования МКММ существенно возрастает в современных условиях, которые требуют от исследователя разработки более сложных НТР для ЛАТ, а также максимального снижения затрат, расходуемых на всех этапах жизненного цикла НТР ЛАТ. Причем МКММ может использоваться не только на стадии концептуального проектирования с применением уравнений балансов сил и моментов, но и на стадии детального проектирования ЛАТ и его гидравлического технологического оборудования с применением более сложных российских и зарубежных программных продуктов (ПП) для решения различных классов задач [3].

В настоящее время разработан большой перечень ПП, способных осуществлять динамические расчеты. Среди них выделяют универсальные ПП и ПП, предназначенные для решения частных задач, например для моделирования движения ЛАТ, оснащенного НТР. Такие ПП автоматизируют процесс со-

здания уравнений движения ЛАТ или звеньев лесовозных автопоездов на основе описания их геометрических, динамических параметров и силовых воздействий, которые выбираются или задаются пользователем [4].

К ПП, поддерживающим 3D-моделирование, а также позволяющим на основе метода конечных элементов решать несложные задачи на динамику, усталость, гидро- и газодинамику, колебания, прочность и теплопередачу, относят: APM WinMachine, КОМПАС-3D, SolidWorks, T-Flex, Inventor, SolidEdge, Ansys, ProEngineer, Abaqus и CATIA. К более сложным ПП, используемым для решения задач управления и динамики движения ЛАТ, относят: ADAMS, AUTOSIM, EULER (ЭЙЛЕР), Универсальный механизм (UM) и др.

К наиболее распространенным ПП российских ведущих разработчиков относят: APM WinMachine, FlowVision, Fidesys, EULER, Универсальный механизм (UM).

APM WinMachine является российской универсальной системой, позволяющей проектировать и осуществлять расчеты в области автомобилестроения. Программное обеспечение (ПО) FlowVision, разработчиком которого является компания «ТЕСИС» позволяет осуществлять решение задач моделированием механики жидкости и газа (CFD). Компания «ФИДЕСИС» является крупнейшим разработчиком ПО, специализирующимся в программировании, а также в области компьютерного моделирования, численных методов, параллельных вычислений и разработке математических моделей [3].

Программный комплекс (ПК) EULER для автоматизированного динамического анализа многокомпонентных динамических систем находит свое применение в научных и прикладных исследованиях, а также при проектировании и доводке различных технических объектов. ПК EULER позволяет осуществлять с помощью математических моделей анализ работы исследуемых механических систем, состоящих из жестких и деформируемых составных частей, электрических, гидравлических и пневматических систем, а также включающих в себя сложную кинематику. Кроме этого, ПК EULER дает возможность рассчитывать характеристики исследуемых объектов, оптимизировать их рабочие и конструктивные параметры, а также выполнять их сравнительный анализ [5].

Для исследования НТР для ЛАТ можно использовать ПК «Универсальный механизм (UM)», включающий в себя автомобильный модуль (UM Automotive). UM Automotive позволяет задавать типовые маневры транспортного средства, макро- и микропрофили опорной поверхности дороги, а также осуществлять выбор из библиотеки необходимого типа подвески и элементов трансмиссии. Возможностями UM Automotive для исследования НТР для ЛАТ, являются: создание детальной модели подвески ЛАТ; оценка эффективности НТР для ЛАТ; варьирование конструктивными и рабочими параметрами НТР, а также условиями эксплуатации ЛАТ; проведение виртуальных испытаний в различных условиях; анализ динамики и поведения ЛАТ на дороге в различных условиях; анализ и прогноз долговечности несущих конструкций ЛАТ; изучение влияния различных НТР и параметров ходовой части ЛАТ; анимация поведения ЛАТ и НТР, вывод графиков показателей динамики [6].

Для исследования динамических процессов, происходящих при работе НТР для ЛАТ, а также при движении ЛАТ по недостаточно обустроенным лесовозным дорогам разработано большое количество российских ПП для ЭВМ, подробное описание которых приведено в открытых реестрах Федерального Института промышленной собственности [7].

К наиболее известным ПП зарубежных ведущих разработчиков относят: AVL Cruise, MSC.ADAMS, Matlab / Simulink, Simulation X, Mechanical Simulation CarSim, TruckSim и BikeSim, Easy5, SolidWorks, LMS Virtual.Lab, Siemens NX, Autodesk Alias.

Для компьютерного моделирования узлов и агрегатов ЛАТ можно использовать ПК AVL с модулем Cruise. Данный модуль имеет узкую направленность, ограниченную решением задач в области автомобилестроения. Его особенностью является наличие библиотеки узлов и систем грузовых и легковых автомобилей. AVL Cruise позволяет рассчитывать динамику движения автомобиля, разрабатывать сложные системы управления, надежные трансмиссии, а также оптимизировать рабочие и конструктивные параметры двигателей автомобилей [8, 9].

Другим ПП для имитационного моделирования сложных машин и механизмов является MSC.ADAMS. К основополагающим модулям MSC.ADAMS, относятся: ADAMS / Car Suspension Design, ADAMS / Car Conceptual Suspension, ADAMS / Car Vehicle Dynamics, ADAMS / Chassis, ADAMS / Driveline, ADAMS / Driver, ADAMS / Tire 3D Contact, ADAMS / Tire Handling, ADAMS / Tire FTire, ADAMS / Tire Swift, ADAMS / 3D Road, ADAMS / EDM. Эти модули позволяют исследовать динамическое поведение отдельных механизмов и систем ЛАТ. Работа MSC.ADAMS основана на генерировании дифференциально-алгебраических уравнений, которые описывают динамику исследуемой механической системы и решаются численными методами. К наиболее главным особенностям MSC.ADAMS также относят: малую трудоемкость и высокую надежность; возможность исследования большого количества различных вариантов конструкций НТР для ЛАТ; возможность моделирования реальных условий работы НТР для ЛАТ; высокую эффективность математической базы программного пакета; обеспечение анимации полученных результатов, построение графиков и вывод результатов в виде трехмерной модели [10].

Следующим ПП для создания виртуальных моделей ЛАТ, оснащенных НТР с последующим их исследованием на предмет динамики движения, оптимизации конструктивных параметров, анализа экономии топлива, оптимизации энергоэффективности, является Matlab / Simulink Automotive. К основным особенностям Matlab / Simulink Automotive относят: наличие большой библиотеки элементов исследуемых систем, которые позволяют моделировать с достаточной точностью механические, гидравлические, газодинамические, пневматические, электрические, электронные системы; широкий набор программ решателей, реализующих методы численного интегрирования дифференциальных уравнений; возможность быстрого и удобного получения графической информации об изменении моделируемых систем во времени [11, 12].

Создать виртуальную инженерную лабораторию для компьютерного моделирования и исследования динамики движения ЛАТ позволяет ПК Simulation X. Такой ПК находит применение для моделирования различных процессов в линейных и нелинейных системах. Пользователь ПК Simulation X строит исследуемую модель из элементарных объектов, далее программа автоматически составляет и решает уравнения движения, рассчитывая скорости, ускорения, моменты, силы и другие необходимые параметры модели [12].

Моделирование работы ЛАТ, анализ динамики его движения, расчет эксплуатационных характеристик и проектирование узлов и систем ЛАТ с высокой эффективностью обеспечивает ПП Mechanical Simulation CarSim, TruckSim. Работа такого ПП основана на использовании параметрических математических моделей, которые воспроизводят на системном уровне изменение динамики движения ЛАТ. Основными составляющими элементами TruckSim, являются: библиотека транспортных средств, дорог, встроенные контроллеры для имитации поведения водителя [13].

ПП Easy5, интегрируемый с Adams дает возможность создавать в виртуальной среде полноценные прототипы объектов исследования (агрегаты, механизмы, НТР для ЛАТ) с системой их управления (электроприводом, пневмоприводом, гидроприводом). ПП Easy5 за счет наличия графического приложения упрощает построение и анализ объектов исследования. Такие объекты создаются из отдельных, заложенных в библиотеку блоков системного уровня (блоки отдельных агрегатов и систем, блоки описывающие динамику движения и др.). ПП Easy5 может анализировать переходные и установившиеся процессы, происходящие при движении ЛАТ, при работе гидропривода манипулятора и гидравлического технологического оборудования [14].

Для разработки 3D-моделей конструкций НТР для ЛАТ в удобном для пользователя интерфейсе можно использовать ПК SolidWorks. Основными функциями ПК SolidWorks, являются рейдеринг, параметрическое проектирование и моделирование. ПК SolidWorks включает в себя различные прикладные модули: SolidWorks Simulation Professional, SolidWorks Simulation Premium, SolidWorks Flow Simulation и др. Инженерный анализ ПК SolidWorks дает возможность осуществлять расчеты массово-инерционных характеристик, кинематики, динамики механизмов, а также расчет прочности и гидродинамики [15].

ПП LMS Virtual.Lab предназначен для компьютерного моделирования, инженерного анализа, а также оптимизации конструктивных параметров и производительности исследуемых механических систем. ПП LMS Virtual.Lab дает возможность инженерам и исследователям с высокой скоростью создавать точные модели объектов исследования, а также достаточно быстро осуществлять требуемые расчеты [16].

ПО Unigraphics за счет возможности осуществления компьютерного проектирования, инженерного анализа, оптимизации жизненного цикла и производственного процесса исследуемых объектов, находит применение в различных областях промышленности. Наиболее важными функциями ПО Unigraphics, являются: обеспечение необходимым набором инструментов для 3D моделирования; предоставление требуемых инструментов для анализа ди-

намических процессов методом конечных элементов, рендеринга, а также визуализации исследуемых объектов. ПО Autodesk Alias, применяемое в автомобильной промышленности для проектирования узлов, агрегатов и систем автомобилей, обеспечивает за счет удобного интерфейса быстрое создание эскизов, моделирование поверхности и визуализацию [17, 18].

Анализ рассмотренных российских и зарубежных ПП позволил авторам разработать их классификацию (рис. 1), применительно к возможному использованию при исследовании в них работы НТР для ЛАТ.



Рисунок 1 – Классификация программных продуктов для компьютерного моделирования лесовозного автомобильного транспорта

Таким образом, в настоящее время существует значительное множество российских и зарубежных ПП для возможного использования при решении многовариантных задач, связанных с оценкой эффективности НТР при моделировании движения ЛАТ. Использование современных ПП для моделирования работы НТР ЛАТ позволит: сократить до нескольких минут продолжительность испытания на моделях НТР для ЛАТ; заранее определить на этапах замысла и предварительного проектирования НТР для ЛАТ успешность их функционирования; отказаться от использования дорогостоящего метода создания и апробации реальных НТР для ЛАТ; исключить непроизводительные затраты на разработку и проектирование нерациональных конструкций НТР для ЛАТ; изменять параметры, характеризующие исследуемую систему и окружающую среду, в том числе и нереализуемую в натуральных экспериментах, что сводит к минимуму потребность в сложном лабораторном оборудовании и эксплуатационных испытаниях НТР для ЛАТ; исследовать особенности функционирования НТР ЛАТ в различных дорожных условиях.

Список литературы

1. Жилейкин, М. М. Математическая модель прямолинейного движения колесной машины с балансирной подвеской мостов по неровностям пути / М. М. Жилейкин // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2016. – № 1 (670). – С. 43-49.
2. Безбородова, Г. Б. Моделирование движения автомобиля / Г. Б. Безбородова, В. Г. Галушко. – Киев : Издательское объединение «Вища школа», 1978. – 168 с.

3. Валеев, Д. Х. Разработка автомобильной техники КАМАЗ с использованием отечественного программного обеспечения / Д. Х. Валеев, В. С. Карабцев // Актуальные вопросы машиноведения. – 2015. – Т. 4. – С. 17-23.
4. Коряхов, А. Ю. Достоинства и возможности трехмерного моделирование в современном мире / А. Ю. Коряхов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2017. – № 4. – С. 46-49.
5. Euler software complex for automated dynamic analysis of multibody mechanical systems. Режим доступа : <https://www.euler.ru/> – Загл. с экрана. (Дата обращения 25.08.2024).
6. Автомобильный модуль (UM AUTOMOTIVE). Режим доступа : <https://www.universalmechanism.com/pages/index.php?id=1> – Загл. с экрана. (Дата обращения 24.08.2024).
7. Реестр программ для ЭВМ. Режим доступа : <https://www.fips.ru/registers-web/action?acName=clickRegister®Name=EVM> – Загл. с экрана. (Дата обращения 25.08.2024).
8. Компьютерное моделирование процессов движения легкового автомобиля с последовательной комбинированной энергетической установкой / Р. Ю. Илимбетов, В. В. Попов, А. В. Баканов, И. В. Кирпичников // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2014. – Т. 70. – С. 71-77.
9. Барченко, Ф. Б. Моделирование работы двигателя при движении колесного транспортного средства по ездовому циклу / Ф. Б. Барченко, А. В. Сячинов, И. Д. Шишко // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2015. – № 6 (663). – С. 9-19.
10. MSC.ADAMS. Режим доступа: <https://cad.ru/support/bz/archive/109/msc-adams/> – Загл. с экрана. (Дата обращения 24.08.2024).
11. Automotive. Режим доступа: <https://www.mathworks.com/solutions/automotive/virtual-vehicle.html> – Загл. с экрана. (Дата обращения 24.08.2024).
12. Халиуллин, Ф. Х. Обзор программных продуктов для моделирования функционирования энергетических установок мобильных машин / Ф. Х. Халиуллин, Г. Г. Галеев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7, № 2(24). – С. 66-72.
13. TruckSim Mechanical Simulation. Режим доступа: <https://www.carsim.com/products/trucksim/index.php> – Загл. с экрана. (Дата обращения 24.08.2024).
14. Обзор программ, используемых для моделирования процессов автомобиля / Д. А. Внуков, А. П. Логинов, В. В. Гребенщиков [и др.] // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере : материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2022. – Т. 10, № 1. – С. 28-33.
15. SolidWorks. Режим доступа: <https://aggregroup.com/ru-ru/products/solidworks> – Загл. с экрана. (Дата обращения 25.08.2024).
16. LMS VIRTUAL.LAB. Режим доступа: https://www.octava.ru/catalog/3d_virtualnoe_modelirovanie/lms_virtual_lab/ – Загл. с экрана. (Дата обращения 25.08.2024).
17. Оптимизация работы с Siemens NX : изучите системные требования. Режим доступа: <https://olnisa.ru/blog/optimizaciya-raboty-s-siemens-nx-izuchite-sistemnye-trebovaniya/> – Загл. с экрана. (Дата обращения 25.08.2024).
18. Autodesk. Режим доступа: <https://www.archiexpo.com.ru/prod/autodesk/product-1773-398414.html> – Загл. с экрана. (Дата обращения 25.08.2024).

References

1. Zhileikin, M. M. Mathematical model of rectilinear motion of a wheeled vehicle with balance beam suspension of bridges on uneven ground / M. M. Zhileikin // News of higher educational institutions. Mechanical engineering. – 2016. – № 1 (670). – P. 43-49.
2. Bezborodova, G. B. Modeling of car motion / G. B. Bezborodova, V. G. Galushko. – Kiev, Publishing Association "Vishcha shkola", 1978, 168 p.

3. Valeev, D. Kh. Development of KAMAZ automotive equipment using domestic software / D. Kh. Valeev, V. S. Karabtsev // Actual issues of mechanical engineering. – 2015. – Vol. 4. – P. 17-23.
4. Koryakh, A. Yu. Advantages and possibilities of three-dimensional modeling in the modern world / A. Yu. Koryakh // Proceedings of the Rostov State Transport University. – 2017. – № 4. – P. 46-49.
5. Euler software complex for automated dynamic analysis of multibody mechanical systems. URL: <https://www.euler.ru/> – Title from the screen. (Accessed on 25.08.2024).
6. Automobile module (UM AUTOMOTIVE). URL: <https://www.universalmechanism.com/pages/index.php?id=1> – Title from the screen. (Accessed on 24.08.2024).
7. Register of computer programs. URL: <https://www.fips.ru/registers-web/action?acName=clickRegister®Name=EVM> – Title from the screen. (Accessed on 25.08.2024).
8. Computer modeling of the motion processes of a passenger car with a sequential combined power plant / R. Yu. Ilimbetov, V. V. Popov, A. V. Bakanov, I. V. Kirpichnikov // Bulletin of the Chelyabinsk State Agroengineering Academy. – 2014. – Vol. 70. – P. 71-77.
9. Barchenko, F. B. Modeling of engine operation during movement of a wheeled vehicle according to the driving cycle / F. B. Barchenko, A. V. Syachinov, I. D. Shishko // News of higher educational institutions. Mechanical engineering. – 2015. – № 6 (663). – P. 9-19.
10. MSC.ADAMS. URL: <https://cad.ru/support/bz/a-rchive/109/msc-adams/> – Title from the screen. (Accessed on 08/24/2024).
11. Automotive. URL: <https://www.mathworks.com/-solutions/automotive/virtual-vehicle.html>. – Title from the screen. (Accessed on 24.08.2024).
12. Khaliullin, F. Kh. Review of software products for modeling the operation of power plants of mobile machines / F. Kh. Khaliullin, G. G. Galeev, R. R. Shiryazdanov // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. – 2012. – Vol. 7, № 2 (24). – P. 66-72.
13. TruckSim Mechanical Simulation. URL: <https://www.carsim.com/products/trucksim/index.php> – Title from the screen (Accessed on 24.08.2024).
14. Review of programs used to model car processes / D. A. Vnukov, A. P. Loginov, V. V. Grebenshchikov [et al.] // Energy and resource saving in heat power engineering and the social sphere: materials of the International scientific and technical conference of students, graduate students, scientists. – 2022. – V. 10, № 1. – P. 28-33.
15. SolidWorks. URL: <https://aggregrgroup.com/ru-ru/products/solidworks> – Title from the screen. (Accessed on 25.08.2024).
16. LMS VIRTUAL.LAB. URL: https://www.octava.ru/catalog/3d_virtualnoe_modelirovanie/lms_virtual_lab/ – Title from the screen. (Accessed on 25.08.2024).
17. Optimizing work with Siemens NX : study the system requirements. URL: <https://olnisa.ru/blog/optimizacziya-raboty-s-siemens-nx-izuchite-sistem-nye-trebovaniya/> Title from the screen. (Accessed on 25.08.2024).
18. Autodesk. URL: <https://www.a-rchiexpo.com-.ru/prod/autodesk/product-1773-398414.html> – Title from the screen. (Accessed on 25.08.2024).

DOI: 10.58168/MOTOR2024_41-45

УДК 621.793.09

Бухтояров В.Н.

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства, ремонта
и эксплуатации машин ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Иванников В.А.

доктор технических наук,
профессор кафедры производства,
ремонта и эксплуатации машин
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Bukhtoyarov V.N.

Ph. D., associate professor of production,
repair and operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Ivannikov V.A.

doctor of technical sciences,
professor of production, repair and
operation of cars Federal State Budget
Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University of
Forestry and Technologies named after
G.F. Morozov", Voronezh, RF

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ШЛИФОВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

THE INFLUENCE OF GRINDING MODES ON THE QUALITY OF PLASMA COATINGS

Аннотация: Качество поверхности плазменных покрытий после механической обработки в значительной степени зависит от режущего инструмента, а также технологических режимов. В статье рассматривается вопрос, каким образом режимы механической обработки влияют на основной показатель качества – шероховатость поверхности.

Ключевые слова: плазменное напыление, оборудование, покрытие, шероховатость поверхности, режимы шлифования

Abstract: The surface quality of plasma coatings after machining largely depends on the cutting tool, as well as technological modes. The article considers the question of how machining modes affect the main quality indicator – surface roughness.

Keywords: plasma spraying, equipment, coating, surface roughness, grinding modes

Современный автомобиль или любое другое транспортное средство подвержено значительным нагрузкам. Эти требования обусловлены увеличением мощностных характеристик двигателя, а в условиях городского движения в значительной степени увеличиваются нагрузки на все узлы и агрегаты, так как транспортные средства постоянно движутся в условиях заторов и слабоинтенсивного движения. Все это вызывает увеличение численного значения, цикличности нагрузок, что, в конечном счете, отрицательно сказывается на рабочих поверхностях и деталях в целом. Транспортные средства эксплуатирующиеся в сложных дорожных условиях вызывают необходимость повышать износостойкость, термо-

стойкость и другие физико-механические характеристики поверхностей, что бы обеспечить заданные заводом-изготовителем сроки службы. Достижение высоких значений указанных свойств, возможно с применением различного рода покрытий или химико-термической обработки.

В машиностроении известны различные способы нанесения покрытий – наплавка, гальваническое наращивание, лазерные и электроннолучевые способы обработки и так далее. Наличие большого количества способов наращивания поверхностей обусловлено разным функциональным назначением и условиями работы деталей машин и механизмов. Важная роль отведена, такому способу нанесения покрытия, как плазменное напыление. В информационных источниках часто встречаются статьи, монографии и диссертации, которые описывают усовершенствование технологии напыления, методы повышения прочности соединения покрытия и основного материала, а мало уделяется внимания последующей механической обработке – шлифованию или резанию плазменных покрытий. Именно последующая механическая обработка придает правильную геометрическую форму, необходимую шероховатость и многие другие показатели, которые в целом определяют качество поверхности. Наличие большого количества особенностей плазменных покрытий (пористость, слоистость, хрупкость, склонность к отслаиванию и т.д.) заставляет тщательно относиться к подбору режимов механической обработки и режущего инструмента. Во многих трудах выбор режимов и инструмента для шлифования носит рекомендательный характер и никаким образом не подтвержден исследованиями [1, 2].

В работе рассматривается исследование влияния режимов шлифования на качество поверхности деталей машин.

Результаты работы направлены на разработку новых материалов, подбор сопрягаемых поверхностей, повышающих сопротивление износу деталей машин. Опыт работы будет интересен работникам занимающимся механической обработкой материалов со специфическим физико-механическими свойствами.

На протяжении более 40 лет на кафедре ПРЭМ ВГЛТУ ведется научная работа, связанная с плазменными технологиями. За это время защитилось более 10 кандидатов и 1 доктор технических наук. Все это способствовало созданию экспериментальной установки для плазменного напыления и приобретению оборудования для исследования физико-механических свойств плазменных покрытий [3, 4].

Качество поверхности деталей машин характеризуется большим количеством параметров, а именно – глубина дефектного слоя, допуск на размер, качество, шероховатость, отклонение от правильной геометрической формы и т.д. Одной из главных характеристик поверхности является шероховатость. Которая определяется основными технологическими режимами механической обработки (подача, частота вращения круга и детали и прочее), характеристиками шлифовального круга [5, 6].

Так как в машиностроении используются разные материалы, то при исследовании применялись порошки, свойства которые часто встречались в литературных источниках. А именно: 1) сплав FeCoCrNiAlTiCu; 2) ПН85Ю15; 3) ПГСР-4.

Для сравнительного анализа применяли образцы шероховатости, а изучение шлифов образцов проводили на металлографическом микроскопе Метам ЛВ-32.

Шлифование образцов с покрытиями осуществляли на приспособлении установленной на экспериментальной представленной на рис. 1. На рис. 2 представлена схема приспособления для шлифования.



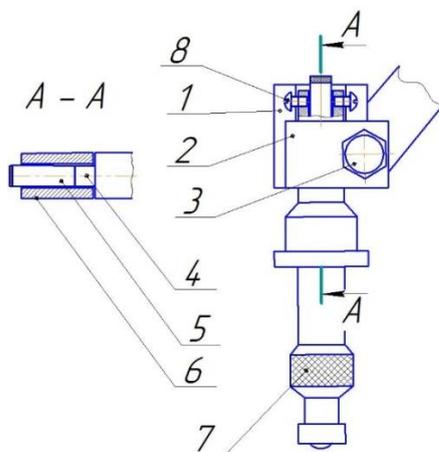
а



б

а – внешний вид установки; б – внешний вид приспособления

Рисунок 1 – Экспериментальная установка для шлифования образцов



1 – призма; 2 – крышка; 3 – винт; 4 – пята микрометра;
5 – образец с покрытием; 6 – оправка; 7 – микрометр; 8 – винт

Рисунок 2 – Схематическое изображение приспособления для шлифования плазменных покрытий

Работа приспособления и устройства заключается в следующем. На подающий стол устанавливалось приспособление, представленное на рис. 2. На призму 1 устанавливается оправка 6, которая с микрометром 7 фиксируется крышкой 2 и вместе они затягиваются винтом 3. С помощью микрометра 7 регулируется глубина резания t . Глубина резания t определяется следующим об-

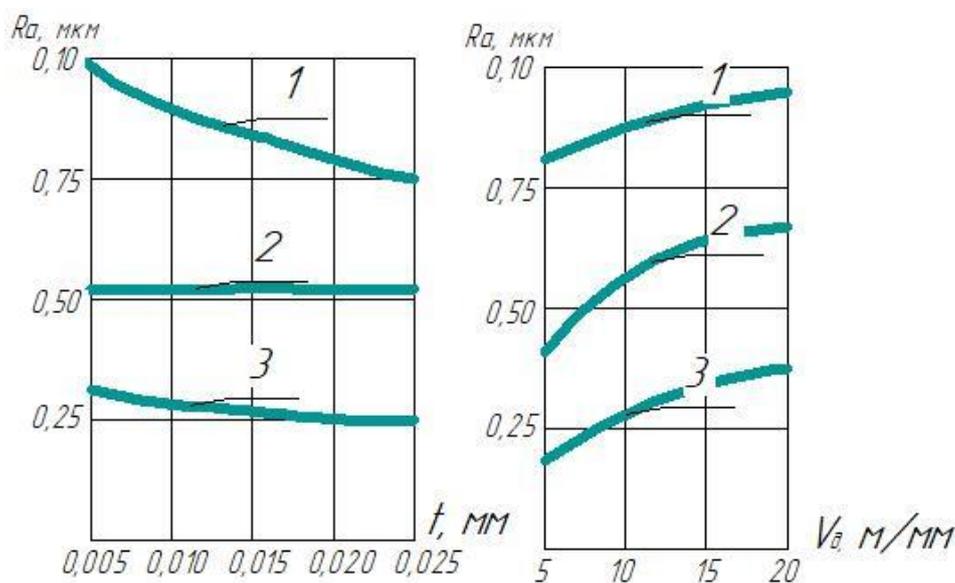
разом. С помощью микрометра 7 перемещается образец 5 до касания круга (до появления искр металла). Далее образец отводится в сторону по направляющим, с помощью микрометра 7 настраивается по шкале измерительного прибора необходимая глубина резания t . С помощью продольной ручной подачи образца осуществляем шлифование покрытия. Частота вращения V_d детали регулируется электронным устройством, не изображенным на рисунке.

Наиболее целесообразна механическая обработка плазменных покрытий с использованием алмазного инструмента [8]. Приступать к чистовой обработке деталей с плазменным напылением следует не ранее, чем через 24 часа после напыления в связи с необходимостью полной релаксации внутренних напряжений в покрытиях.

Шлифование осуществляется в два этапа – черновое и чистовое. При черновом шлифовании срезается слой до 0,016 мм, а при чистовом до 0,006 мм.

В процессе шлифования для исключения перегрева и отслаивания плазменного покрытия применяли добавку 5 % эмульсола в воду, расход данной жидкости составлял – 0,6 ... 0,85 л/мин.

Интервалы варьирования таких технологических режимов как скорость вращения детали V_d , глубина резания в рассматриваемом случае видны из рис. 3. Представленное оборудование на рис. 1 и 2 позволяет производить механическую обработку плазменных покрытий, с осуществлением контроля указанных технологических режимов.



1 – многокомпонентный сплав FeCoCrNiAlTiCu; 2 – ПН85Ю15; 3 – ПГСП-4

Рисунок 3 – Зависимость шероховатости поверхности R_a от глубины резания t и скорости вращения детали V_d при различных видах покрытий

Из рис. 3 видно, что такие показатели, как скорость вращения и глубина резания напрямую влияют на шероховатость поверхности. С уменьшением глубины резания шероховатость падает. С увеличением скорости резания шероховатость растет. Однако надо учитывать не только режимы резания, но и струк-

туру покрытия, его пористость, которые в конечном счете определяются технологическими режимами напыления слоя композитного материала.

Список литературы

1. Соснин, Н. А. Пламенные технологии. Руководство для инженеров / Н. А. Соснин, С. А. Ермаков, П. А. Тополянский. – СПб : Изд-во Политехн. ун-та, – 2008. – 406 с.
2. Бухтояров, В. Н. Технология восстановления цилиндрических поверхностей валов плазменным напылением с одновременным оплавлением выносной модулируемой дугой (на примере коленчатого вала) : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01 / Бухтояров В. Н. ; Воронежская гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2003. – 16 с.
3. Шероховатость поверхности износостойких покрытий после финишной механической обработки / Ю. С. Чёсов, Е. А. Зверев, А. И. Попелюх, П. В. Трегубчак // Обработка металлов. – 2011. – № 1(50). – С. 12 -14.
4. Изучение пористости плазменных покрытий из самофлюсующихся порошков после их оплавления плазматроном / Инновации в автомобильном транспорте. материалы Всероссийской научно-технической конференции / В. А. Иванников, В. Н. Бухтояров, А. Д. Голев, С. Н. Крухмалев. – Воронеж, 2022. – С. 48-52
5. Маслов, Е. Н. Основы теории шлифования материалов / Е. Н. Маслов – М. : Машиностроение, 1974. – 318 с.
6. Ящерицын, П. И. Технологическая наследственность в машиностроении / П. И. Ящерицын, Э. В. Рыжов, В. И. Аверченков. – Мн. : Наука и техника, 1977. – 254 с.
7. Якимов, А. В. Оптимизация процесса шлифования / А. В. Якимов. – М. : Машиностроение, 1975. – 176 с.
8. Ящерицын, П. И. Шлифование металлов / П. И. Ящерицын, Е. А. Жалнерович. – Мн. : Беларусь, 1970. – 324 с.

References

1. Sosnin, N. A. Flame technologies. Handbook for engineers / N. A. Sosnin, S. A. Ermakov, P. A. Topolyansky. – St. Petersburg : Publishing House of the Polytechnic University. UN-ta, – 2008. – 406 p.
2. Bukhtoyarov, V. N. Technology for restoring cylindrical surfaces of shafts by plasma spraying with simultaneous melting by an external modulated arc (using the example of a crankshaft) : Abstract. ... Candidate of Technical Sciences : 03/05/2011 / Bukhtoyarov V. N. ; Voronezh State Forestry Engineering acad. – Voronezh, 2003. – 16 p.
3. Surface roughness of wear-resistant coatings after finishing mechanical treatment / Yu. S. Chesov, E. A. Zverev, A. I. Popelyukh, P. V. Tregubchak // Metalworking. – 2011. – № 1(50). – Pp. 12-14.
4. Studying the porosity of plasma coatings from self-fluxing powders after their melting with a plasmatron / Innovations in automobile transport. materials of the All-Russian Scientific and Technical Conference / V. A. Ivannikov, V. N. Bukhtoyarov, A.D. Golev, S. N. Krukhmalev. – Voronezh, 2022. – pp. 48-52
5. Maslov, E. N. Fundamentals of the theory of grinding materials / E. N. Maslov – M.: Mashinostroenie, 1974. – 318 p.
6. Yasheritsyn, P. I. Technological heredity in mechanical engineering / P. I. Yasheritsyn, E. V. Ryzhov, V. I. Averchenkov. – Mn. : Nauka i tekhnika, 1977. – 254 p.
7. Yakimov, A.V. Optimization of the grinding process / A. V. Yakimov. – M.: Mashinostroenie, 1975. – 176 p
8. Yasheritsyn, P. I. Grinding of metals / P. I. Yasheritsyn, E. A. Zhalnerovich. – Mn. : Belarus, 1970. – 324 p.

DOI: 10.58168/MOTOR2024_46-52

УДК 629.4.082

Куликов А.Ю.

начальник отдела послепродажного обслуживания ТТК Воронеж Север ООО «Бизнес Кар Воронеж», Россия, Воронеж

Новиков А.П.

кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и сервиса ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Хрипченко М.С.

кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и сервиса ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Черников Э.А.

кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного транспорта, строительства и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Новикова И.А.

студентка 4 курса СПО, автомобильного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Kulikov A.Yu.

head of after-sales service department of ТТК Voronezh North ООО "Business Car Voronezh", Russia, Voronezh

Novikov A.P.

Ph. D., associate professor of department of automobiles and service Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Khripchenko M.S.

Ph. D., associate professor of department of automobiles and service Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Chernikov E.A.

Ph. D., associate professor of department of industrial transport, construction and geodesy Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Novikova I.A.

student 4course SPO of the automobile faculty Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF.

АДАПТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ: АДАПТИВНЫЙ КРУИЗ-КОНТРОЛЬ

ADAPTIVE ELECTRONIC SYSTEMS OF CARS: ADAPTIVE CRUISE CONTROL

Аннотация: Рассмотрены основные факторы интеграции электронных систем в современные легковые автомобили. Приведено описание особенностей работы и наиболее важных функций системы адаптивного круиз-контроля. Представлены принцип работы и преимущества системы распознавания дорожных знаков, работающей совместно с интеллек-

туальным динамическим круиз-контролем, а также автоматической системы, регулирующей скорость автомобиля при прохождении поворотов в зависимости от угла поворота рулевого колеса и текущей скорости автомобиля.

Ключевые слова: электронные системы, легковые автомобили, адаптивный круиз контроль, система распознавания, активная безопасность, дорожные знаки, скорость движения, угол поворота.

Abstract: The main factors of integration of electronic systems into modern passenger cars are considered. The description of the features of operation and the most important functions of the adaptive cruise control system is given. The operating principle and advantages of the road sign recognition system, working together with the intelligent dynamic cruise control, as well as the automatic system that regulates the speed of the car when passing turns depending on the angle of the steering wheel and the current speed of the car are presented.

Keywords: electronic systems, passenger cars, adaptive cruise control, recognition system, active safety, road signs, speed, turning angle.

В последние годы возрастающая плотность городского и шоссейного движения в сочетании с ростом скоростей движения автомобильного транспорта послужила причиной резкого увеличения спроса на адаптивные электронные системы, которые используются в современных легковых автомобилях. Такие системы за счет возможности изменения способа вождения и улучшения общего впечатления при вождении быстро стали неотъемлемой составляющей современных легковых автомобилей [1-11].

Адаптивные электронные системы являются передовыми технологиями, которые обеспечивают постоянную адаптацию к изменяющимся дорожным условиям, а также сценариям вождения. Такие электронные системы за счет датчиков, исполнительных механизмов, а также сложных алгоритмов мониторинга и реагирования анализируют информацию о скорости движения автомобиля, плотности движения и условиях окружающей среды. Это позволяет снизить утомляемость водителя, повысить безопасности движения автомобиля, а также оптимизировать расход топлива.

Интеграция рассматриваемых адаптивных электронных систем в современные легковые автомобили связана со следующими факторами. Во-первых, возрастающая сложность городского, а также шоссейного движения значительно затруднила водителям автомобилей безопасную и эффективную навигацию. Использование адаптивной системы круиз-контроля (ACC) и адаптивной системы предупреждения о выезде автомобиля за пределы полосы движения (LDW), упрощают водителям навигацию, за счет обратной связи и ее корректировки в реальном времени.

Во-вторых, осознание негативного воздействия от эксплуатации автомобилей на окружающую среду способствовало возникновению необходимости снижению расхода топлива и сокращения вредных выбросов. Адаптивные электронные системы управления коробкой передач (ATC) и системы «старт-стоп», дают возможность оптимизировать расход топлива, сократить вредные выбросы, и, как следствие создать более устойчивую транспортную систему [1-11].

В-третьих, быстрый прогресс в области сенсорных и вычислительных технологий позволил разработать более сложные и надежные адаптивные системы. Эти системы теперь могут обрабатывать огромные объемы данных в

режиме реального времени, что позволяет им вносить более точные и своевременные корректировки.

Преимущества адаптивных электронных систем многочисленны. Во-первых, они помогают повысить безопасность за счет снижения риска аварий и столкновений. Постоянно отслеживая и адаптируясь к изменяющимся дорожным условиям, эти системы могут помочь предотвратить или смягчить последствия потенциальных аварий.

Кроме того, адаптивные электронные системы помогают снизить утомляемость водителя за счет автоматизации определенных задач вождения и предоставления водителю обратной связи в режиме реального времени. Это может помочь снизить физические и умственные нагрузки во время вождения, что приведет к более комфортному и приятному вождению.

Кроме того, адаптивные электронные системы помогают оптимизировать топливную экономичность и снизить выбросы. Постоянно регулируя скорость и мощность автомобиля, эти системы могут помочь минимизировать расход топлива и снизить выбросы [1-11].

Необходимо отметить, что интеграция адаптивных электронных систем в современные автомобили стала революционным событием в автомобильной промышленности. Постоянно адаптируясь к изменяющимся дорожным условиям и сценариям вождения, эти системы помогли повысить безопасность, снизить утомляемость водителя и оптимизировать топливную экономичность. Поскольку спрос на более сложные и устойчивые транспортные системы продолжает расти, роль адаптивных электронных систем, вероятно, станет еще более важной в будущем.

В данном исследовании основное внимание уделяется системе адаптивного круиз-контроля (ACC), в частности реализации этой технологии компанией Toyota в рамках пакета Toyota Safety Sense. Toyota Safety Sense – это набор систем активной безопасности, который входит в стандартную комплектацию почти всех автомобилей Toyota и отражает стремление компании повысить безопасность и снизить риск несчастных случаев на дороге.

Система адаптивного круиз-контроля (DRCC) со следующей функцией является ключевым компонентом Toyota Safety Sense. Эта система предназначена для обнаружения близлежащих транспортных средств и автоматической регулировки скорости автомобиля для поддержания безопасного расстояния до впереди идущего автомобиля. Постоянно отслеживая расстояние и скорость ведущего автомобиля, система ACC может помочь снизить риск аварий и столкновений, особенно в условиях интенсивного движения или на высоких скоростях [1-11].

Одной из наиболее инновационных особенностей системы Toyota DRCC является ее способность автоматически регулировать скорость автомобиля для поддержания заданной безопасной дистанции до впереди идущего автомобиля. Это достигается за счет использования датчиков и передовых алгоритмов, которые могут определять расстояние и скорость ведущего автомобиля в режиме реального времени. Когда ведущий автомобиль замедляет ход или останавливается, система ACC автоматически снижает скорость следующего автомобиля, чтобы поддерживать безопасную дистанцию. При необходимости система может даже полностью остановить автомобиль, не требуя никаких действий со стороны водителя.

Система Toyota DRCC также спроектирована так, чтобы быть очень удобной и интуитивно понятной. Водители могут легко установить желаемую скорость и расстояние следования, используя интерфейс сенсорного экрана автомобиля или голосовые команды. Затем система автоматически регулирует скорость и расстояние следования по мере необходимости, позволяя водителям сосредоточиться на дороге впереди.

Помимо повышения безопасности и снижения риска аварий, система Toyota DRCC также предлагает ряд других преимуществ. Например, автоматически регулируя скорость автомобиля, система может помочь снизить утомляемость и стресс водителя, особенно в условиях интенсивного движения или в длительных поездках. Система также может помочь оптимизировать топливную экономичность и сократить выбросы, сводя к минимуму внезапное ускорение и торможение [1-11].

Система адаптивного круиз-контроля (DRCC) является ключевым компонентом Toyota Safety Sense, набора систем активной безопасности, который входит в стандартную комплектацию почти всех автомобилей Toyota. Автоматически регулируя скорость и дистанцию следования автомобиля, эта система может помочь повысить безопасность, снизить утомляемость водителя и оптимизировать топливную экономичность (рис. 1). Поскольку спрос на более сложные и устойчивые транспортные системы продолжает расти, роль адаптивных электронных систем, таких как система Toyota DRCC, вероятно, станет еще более важной в будущем.



Рисунок 1 – Следование за движущимся впереди автомобилем

Конфигурация системы позволяет включать или отключать функцию, которая контролируется соответствующим переключателем. Дополнительно расстояние можно регулировать с помощью отдельной кнопки со следующими опциями: 30 метров; 40 метров; 50 метров.

С увеличением скорости автомобиля расстояние также увеличивается и, наоборот, уменьшается с уменьшением скорости. Важно отметить, что интеллектуальный динамический круиз-контроль работает совместно с системой распознавания дорожных знаков (RSA), упрощая движение с максимально разрешенной скоростью на конкретном участке дороги.

Система распознавания ограничения скорости (RSA) является важнейшим компонентом Toyota Safety Sense, работающим в тандеме с интеллектуальным динамическим круиз-контролем для обеспечения безопасного и эффективного вождения. Во время работы система RSA постоянно сканирует дорогу

впереди на наличие знаков ограничения скорости, используя передовые датчики и алгоритмы для точного обнаружения и интерпретации этих знаков [1-11].

Когда система RSA обнаруживает знак ограничения скорости, она передает эту информацию водителю посредством визуального оповещения на дисплее приборной панели. Затем водителю предлагается соответствующим образом отрегулировать скорость с помощью удобно расположенного переключателя скорости на рулевом колесе. Это позволяет быстро и легко регулировать скорость автомобиля, не отвлекая водителя от дороги.

Однако важно отметить, что пакет Toyota Safety Sense не является автономной системой управления автомобилем. Скорее, это набор систем активной безопасности, предназначенных для помощи водителю в различных сценариях вождения. Водитель несет ответственность за безопасную эксплуатацию транспортного средства и всегда должен быть готов взять на себя управление транспортным средством в случае необходимости [3].

Система RSA – лишь один пример того, как Toyota Safety Sense помогает повысить безопасность и снизить риск аварий на дороге. Постоянно отслеживая дорогу впереди и обеспечивая обратную связь и корректировки в режиме реального времени, эти системы могут помочь улучшить общее впечатление от вождения, а также способствовать созданию более устойчивой и эффективной транспортной системы (рис. 2).



Рисунок 2 – Принцип работы системы RSA

Toyota Safety Sense – это комплексный пакет активной безопасности, который объединяет отдельные системы помощи водителю в единый алгоритм для повышения безопасности и комфорта во время повседневного вождения [2]. Новой функцией, представленной в TSS поколения 2.5, является iDRCC, которая автоматически регулирует скорость автомобиля при прохождении поворотов в зависимости от угла поворота рулевого колеса и текущей скорости (рис. 3).

Работа iDRCC заключается в следующем: во время движения с активированной iDRCC система постоянно отслеживает текущую скорость, отклонение

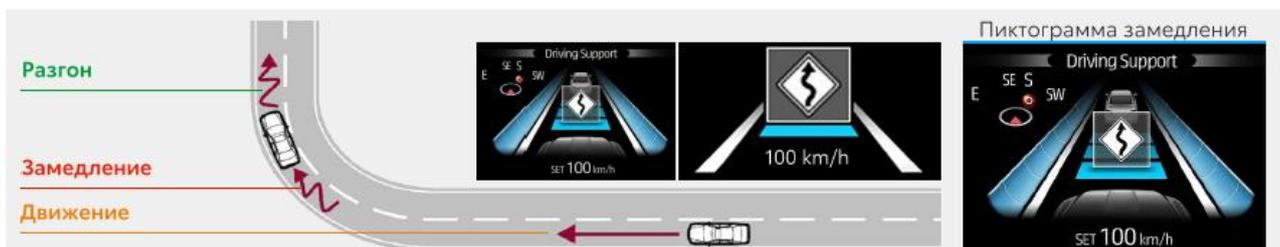


Рисунок 3 – Принцип работы функции iDRCC

угла поворота рулевого колеса от нулевой точки и скорость движения рулевого колеса. Когда все три параметра соответствуют запрограммированным критериям, система автоматически задействует тормоза при входе автомобиля в поворот. При выходе из поворота скорость автомобиля автоматически увеличивается до заданного значения [1-11].

На основе информации из предоставленных источников в заключении научной статьи «Адаптивные электронные системы в автомобилях: адаптивный круиз-контроль» будет подчеркнута значительное влияние и потенциал адаптивных технологий в повышении безопасности, комфорта и эффективности современных транспортных средств. Интеграция систем адаптивного круиз-контроля (ACC), таких как функция Toyota iDRCC, демонстрирует, как эти системы могут автоматически регулировать скорость автомобиля в зависимости от угла поворота рулевого колеса и текущей скорости, способствуя более безопасному вождению.

Кроме того, исследования систем адаптивного обучения в образовании подчеркивают важность персонализированных подходов, которые можно использовать в автомобильной промышленности. Подобно тому, как адаптивные системы обучения адаптируют образовательный контент к отдельным учащимся, адаптивные системы круиз-контроля корректируют параметры вождения в соответствии с конкретными дорожными условиями и сценариями вождения, в конечном итоге улучшая общее впечатление от вождения.

Развитие адаптивных электронных систем, как это проявляется в создании адаптивных веб-сайтов и адаптивных образовательных платформ, подчеркивает растущую тенденцию к кастомизации и адаптируемости в различных областях. Эта тенденция согласуется со сдвигом автомобильной промышленности в сторону адаптивных технологий, которые могут динамично реагировать на меняющуюся среду и потребности пользователей.

В заключение, исследования адаптивных электронных систем в автомобилях, особенно с акцентом на адаптивный круиз-контроль, подчеркивают преобладающий потенциал этих технологий в повышении безопасности, комфорта и эффективности на дороге. Благодаря внедрению адаптивных функций, которые интеллектуально реагируют на внешние стимулы, автомобили, оснащенные адаптивными системами, могут предложить более персонализированный и оптимизированный опыт вождения, что в конечном итоге способствует созданию более безопасной.

Список литературы

1. Навигационные системы для систем автоматического управления автомобилем / А. В. Иванов, В. О. Сурков, Д. В. Комраков, А. П. Негуляева // Исследования молодых ученых : материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Казань, ноябрь 2019 г.). – Казань : Молодой ученый, 2019. – С. 14-19. – URL : <https://moluch.ru/conf/stud/archive/350/15380/>.
2. Козорез, Д. А. Состав и структура автономных систем навигации и управления роботизированного прототипа автомобиля / Д. А. Козорез, Д. М. Кружков // Спецтехника и связь. – 2012. – № 3.
3. Иванов, А. В. Адаптивное оценивание и идентификация сигналов спутниковых радионавигационных систем в навигационных системах / А. В. Иванов, О. В. Сурков,

- С. П. Москвитин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2018. – Т. 24, № 1. – С. 44-57.
4. Иванов, А. В. Алгоритмы адаптивного оценивания и идентификации для навигационных систем подвижных наземных объектов на основе спутниковых радионавигационных систем / А. В. Иванов, О. В. Сурков // Успехи современной радиоэлектроники – 2019 – № 5 – С. 25-39.
5. Барцев, С. И. Адаптивные сети обработки информации / С. И. Барцев, В. А. Охонин. – Красноярск : Ин-т физики СО АН СССР, 1986. Препринт N 59Б. – 20 с.
7. Барцев, С. И. Некоторые свойства адаптивных сетей (Программная реализация) / С. И. Барцев. – Красноярск : Ин-т физики СО АН СССР, 1987. Препринт No.71В. – 17 с.
8. Белоусов, Б. Н. САУ движением автомобиля постановка задачи / Б. Н. Белоусов, В. В. Демик, С. Б. Шухман // Автомобильная промышленность. 2000. №4. – С. 17-18.
9. Грунауэр, А. А. Применение ЭВМ для изучения динамики САР ДВС : учебное пособие / А. А. Грунауэр, И. Д. Долгих. – Киев, 1989. – 170 с.
10. Изерман, Р. Цифровые системы управления / Р. Изерман ; пер. с англ. под ред. И. М. Маркова. М., Мир, 1984. – 541 с.
11. Тарасик, В. П. Интеллектуальная система управления автомобилем / В. П. Тарасик, С. А. Рынкевич // Автомобильная промышленность. – 2002. – № 2. – С. 10-13.

References

1. Navigation systems for automatic car control systems / A. V. Ivanov, V. O. Surkov, D. V. Komrakov, A. P. Negulyaeva // Research of young scientists : materials of the IV International Scientific Conference (Kazan, November 2019). – Kazan : Young Scientist, 2019. – pp. 14-19. – URL : <https://moluch.ru/conf/stud/archive/350/15380>.
2. Kozorez, D. A. Composition and structure of autonomous navigation and control systems of robotic prototype of a car / D. A. Kozorez, D. M. Kruzhkov // Special equipment and communications. – 2012. – № 3.
3. Ivanov, A. V. Adaptive assessment and identification of signals of satellite radio navigation systems in navigation systems / A. V. Ivanov, O. V. Surkov, S. P. Moskvitin // Bulletin of the Tambov State Technical University. – 2018. – Vol. 24, № 1. – С. 44-57.
4. Ivanov, A. V. Algorithms of adaptive assessment and identification for navigation systems of mobile ground objects based on satellite radio navigation systems / A. V. Ivanov, O. V. Surkov // Successes of modern radio electronics – 2019 – № 5 – pp. 25-39.
5. Bartsev, S. I. Adaptive information processing networks / S. I. Bartsev, V. A. Okhonin. – Krasnoyarsk : Institute of Physics SB AS USSR, 1986. Preprint № 59B. – 20 p.
7. Bartsev, S. I. Some properties of adaptive networks (Software implementation) / S. I. Bartsev. – Krasnoyarsk : Institute of Physics SB AS USSR, 1987. Preprint № 71B. – 17 p.
8. Belousov, B. N. SAU by the movement of the car setting the task / B. N. Belousov, V. V. Demik, S. B. Shukhman // Automotive industry. 2000. № 4. – pp. 17-18.
9. Grunauer, A. A. The use of computers to study the dynamics of SAR ICE : textbook / A. A. Grunauer, I. D. Dolgikh. – Kiev, 1989. – 170 p.
10. Izerman, R. Digital control systems / R. Izerman ; translated from English. Ed. by I. M. Markov. M., Mir, 1984. – 541 p.
11. Tarasik, V. P. Intelligent car control system / V. P. Tarasik, S. A. Rynkevich // Automotive industry. - 2002. – № 2. – pp. 10-13.

DOI: 10.58168/MOTOR2024_53-64

УДК 630.383

Никонов В.О.

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства, ремонта
и эксплуатации машин ФГБОУ ВО «Во-
ронезский государственный лесотехни-
ческий университет имени Г.Ф. Морозо-
ва», г. Воронеж, РФ

Посметьев В.И.

доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры маши-
ностроительных технологий ФГБОУ
ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Nikonov V.O.

Ph. D., associate professor of production,
repair and operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Posmetev V.I.

dr. sci. tech. prof., prof. of department of
mechanical engineering technologies Fed-
eral State Budget Educational Institution of
Higher Education "Voronezh State Univer-
sity of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF ORGANIZATION OF MAINTENANCE AND REPAIR OF LOGGING ROAD TRAINS

Аннотация: В статье выполнен анализ наиболее часто используемых стратегий технического обслуживания лесовозных автопоездов, функционирующих в сложных природно-климатических и дорожных условиях. Рассмотрены возможные варианты организации технического сервиса лесовозных автопоездов лесозаготовительными предприятиями в современных условиях развития РФ.

Ключевые слова: лесовозные автопоезда, лесовозные дороги, техническое состояние, техническое обслуживание, ремонт, стратегия, технический сервис, эксплуатация.

Abstract: The article analyzes the most frequently used strategies for technical maintenance of timber road trains operating in difficult natural, climatic and road conditions. Possible options for organizing technical service for timber road trains by logging enterprises in the current conditions of development of the Russian Federation are considered.

Keywords: timber road trains, timber roads, technical condition, maintenance, repair, strategy, technical service, operation.

Для обеспечения эффективной работы лесозаготовительных предприятий (ЛП) в процессе заготовки и вывозки древесины, характеризующейся максимальным объемом вывозимых лесоматериалов (ЛМ) в единицу времени с минимальными затратами, требуется развитая инфраструктура лесовозных дорог (ЛД), а также наличие у ЛП необходимого количества лесовозных автопоездов (ЛАП).

В настоящее время большие объемы ЛМ не могут быть заготовленными и вывезенными ЛАП из-за отсутствия транспортной доступности к ним. Для уве-

личения интенсивности использования лесов по оценкам экспертов необходимо ежегодно строить для ЛАП около 1100 км ЛД. В РФ недостаток ЛД для транспортирования ЛМ ЛАП в наибольшей степени ощущается в тех регионах, где сосредоточены самые большие запасы лесных ресурсов. К этим регионам относятся Северо-Западный, Уральский, Сибирский и Дальневосточный федеральные округа. Несмотря на то, что и на федеральном и на региональном уровнях есть понимание необходимости строительства ЛД, реализация этой важнейшей задачи в настоящее время по ряду объективных и субъективных причин полноценно не решается. Общая протяженность существующих ЛД на территории РФ составляет более 1270 тыс. км, из них 59 тыс. км – ЛД с твердым покрытием, 991 тыс. км – грунтовые ЛД и 220 тыс. км – зимники [1, 2].

Кроме этого, еще одной важной проблемой, сдерживающей развитие лесопромышленного комплекса РФ, является низкий уровень обустроенности ЛД используемых для транспортирования по ним на ЛАП ЛМ. Эффективность, надежность и экологичность использования ЛАП во многом определяется их техническим состоянием. Недостаточно обустроенные ЛД, характеризующиеся наличием на них многочисленных дефектов, неровностей, препятствий и опасных участков, приводят к возникновению больших динамических нагрузок, воздействующих на ЛАП, а также к работе в неуставившихся режимах их тормозной системы, двигателя, сцепления, коробки передач и раздаточной коробки. Значительные по количеству и параметрам неуставившиеся режимы функционирования этих агрегатов и систем приводят к их перегреву, интенсивному износу и возникновению отказов. При движении по таким ЛД наблюдается снижение на 50-52 % скорости ЛАП, возрастание в 8-8,5 раза удельной работы трения тормозных механизмов и в 1,3-1,4 раза частоты вращения коленчатого вала, а также увеличение в 3-3,5 раза числа переключений передач. Наличие неровностей, препятствий и дефектов на таких ЛД приводит к частым торможениям и разгонам ЛАП, включениям и выключениям сцепления, пробуксовыванию ведущих колес, воздействию ударных нагрузок на подвеску, тягово-сцепное устройство, раму и трансмиссию. Необходимо подчеркнуть, что, несмотря на использование в процессе изготовления деталей современных материалов, а также на производство более совершенных конструкций ЛАП, продолжительность их простоев, обусловленных возникновением отказов в агрегатах и системах, и связанных с ними текущими ремонтами практически не изменяется. Специфические особенности эксплуатации ЛАП, характеризующиеся их значительной удаленностью от ремонтных баз, недостаточным материально-техническим оснащением последних, недостаточной квалификацией обслуживающего персонала способствуют неоправданному росту экономического ущерба ЛП за счет более продолжительных простоев ЛАП в ремонте. Выявлено, что первоначальная стоимость ЛАП в 8-9 раз меньше всех затрат, израсходованных на поддержание их работоспособного состояния за весь срок службы. Устранению причин длительных простоев ЛАП, повышению затрат труда и средств на техническое (ТО) и ремонта (Р) ЛАП способствует усовершенствование конструкций ЛАП в направлении большей приспособленности к ТО и Р при эксплуатации, а также совершенство организации системы ТО и Р ЛАП [1, 3-5].

В этой связи рассмотрение вопроса правильного выбора и реализации необходимой стратегии выполнения ТО и Р с целью повышения эффективности функционирования ЛАП, в зависимости от состояния имеющегося у ЛП парка ЛАП, его финансовой возможности, а также состояния ремонтно-обслуживающей базы является оправданным.

Значение ЛАП в развитии лесозаготовительной промышленности возрастает с каждым годом. В процессе эксплуатации ЛАП, техническое состояние и эффективность их функционирования претерпевают значительные изменения от воздействия на основные элементы конструкции ЛАП множества факторов. Закономерности этих изменений определяют предъявляемые требования к организации процессов ТО и Р, управляющих техническим состоянием ЛАП.

На основании этого для повышения эффективности ЛАП существенное влияние уделяется повышению уровня ТО и Р, как одного из важнейших условий рационального использования ЛАП, повышения его технической готовности, а также снижения эксплуатационных расходов. При нормальной эксплуатации ЛАП предупреждается возникновение его возможных неисправностей. Систематическое выполнение ТО и Р способствует предохранению от преждевременного износа деталей и механизмов ЛАП, сокращению времени их простоев, снижению стоимости эксплуатации, увеличению межремонтных периодов функционирования ЛАП, а также повышению эффективности использования парка ЛАП [1, 6].

Для повышения эффективности эксплуатации ЛАП применяются в основном следующие традиционные формы и методы организации ТО и Р. По месту выполнения ТО и Р: децентрализованная (на месте эксплуатации или хранения); централизованная (с доставкой оборудования на пункты ТО и Р); смешенная (сочетание выполнения ТО и Р на месте эксплуатации). По технологии выполнения ТО и Р: индивидуальная (с Р агрегатов на месте обслуживания); агрегатная (Р ЛАП выполняется путем замены неисправного агрегата на исправный, заранее отремонтированный); смешанная (комбинирование рассмотренных выше форм).

Во времена существования СССР на всех ЛП применялась единая планово-предупредительная стратегия (ППС) ТО и Р подвижного состава ЛАП. Такая стратегия обеспечивала необходимое техническое состояние и высокую надежность ЛАП при наименьших затратах на ТО и Р. Кроме этого она давала возможность планировать, как осуществление профилактических видов работ, так и оптимальную загрузку технологического оборудования и ремонтного персонала, а также позволяла более рациональнее использовать материально-техническую базу ЛП. В рассматриваемый период времени для этого централизованно выделялось достаточно средств, что позволяло ЛП самим производить ТО и Р своих ЛАП. Однако с переходом к рыночной экономике, приватизация и акционирование ЛП привели к тому, что резко ухудшилось их финансовое положение и расходы на содержание ЛАП полностью легли на плечи их владельцев [1, 6, 7].

Отсутствие должного финансирования явилось причиной того, что небольшим ЛП стало не хватать средств на содержание и модернизацию собственной ремонтной базы, на обновление устаревших ЛАП и на поддержание их в исправном состоянии, что привело к постепенному разрушению имеющейся ремонтно-обслуживающей базы, уменьшению численности автопарка ЛАП, сокращению ре-

монтных рабочих из числа штатных работников, снижению их квалификации, отказу от ППС ТО и Р ЛАП, к снижению качества выполняемых ремонтных работ, закономерно приводящего к сокращению ресурса ЛАП. В этой связи значительная часть существующих ЛП, обладающих финансовой стабильностью, почти не пользуется услугами специализированных дилерских станций ТО и собственными силами приобретает для выполнения ТО и Р ЛАП требуемые запасные части и материалы. В дореформенное же время в лесной отрасли функционировала широкая сеть рентабельных авторемонтных предприятий, на которых в соответствии со всеми технологическими требованиями осуществлялся на промышленной основе весь комплекс работ по ТО и Р ЛАП. Также в это время все функционирующие ремонтнообслуживающие базы подразделялись в зависимости от перечня выполняемых ремонтных работ, мощности, материально-технической оснащённости, квалификации исполнителей и зоны обслуживания на ремонтные мастерские, специализированные ремонтные заводы, а также ремонтно-технические предприятия [1, 6].

Произошедшие рыночные реформы, способствовавшие снижению эффективности государственного регулирования ЛП, изменению их основных форм собственности, а также смене системы представлений о методах организации ТО и Р ЛАП привели к возникновению многочисленных стратегий Р. Среди них широкое применение в настоящее время находят: ППС, характеризуемая выполнением строго регламентированных ремонтных работ в зависимости от наработки и срока службы агрегатов и систем ЛАП; стратегия выполнения ремонтных работ по фактическому состоянию, основанная на процессах постоянного контроля и диагностирования; стратегия по потребности, которая характеризуется тем, что ремонт агрегата или системы ЛАП осуществляется только после достижения ими предельных состояний [1, 8, 9].

Система ТО и Р ЛАП включает в себя следующих участников: производителей ЛАП, разрабатывающих под них определенные системы ТО и Р, а также ЛП, строго выполняющие все регламентные работы для поддержания ЛАП в работоспособном состоянии в соответствии с предложенной стратегией.

В настоящее время ППС нашла широкое использование в основном на крупных предприятиях лесного комплекса России. В качестве исходной базы для определения периодичности используются рекомендации заводов изготовителей, а также основные принципы «Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта». Для каждого отдельного варианта определяется свой перечень выполняемых работ по ТО и Р ЛАП. Использование этой системы в условиях ЛП не вызывает больших сложностей. Это объясняется тем, что основные виды выполняемых ремонтных работ осуществляют производители ЛАП, обладающие значительным научным потенциалом и опытом в использовании на этапе проектирования прогностических моделей изменения технического состояния основных элементов ЛАП. Несмотря на это, для обеспечения заданной эффективности функционирования ЛАП ЛП требуется строго следить за заданными производителем режимами и условиями эксплуатации ЛАП, а также перечнем и качеством осуществления отводимого для выполнения на ЛП объема работ по ТО и Р. При достижении в процессе эксплуатации

ЛАП предельного состояния его агрегатов и систем выполняются требуемые ремонтные работы, и процесс эксплуатации ЛАП продолжается [1, 10].

Стабильность потерь рабочего времени по техническим причинам ЛАП показывает, что управление техническим состоянием на основе ППС на современном этапе не отвечает требованиям эффективности его эксплуатации. Эффективность управления и его качество в значительной степени страдают от того, что в этой системе отсутствует органическая связь управляющих воздействий с формами организации их осуществления. Основным недостатком этой системы является то, что она позволяет поддерживать работоспособное техническое состояние ЛАП только на определенном уровне, в то время, когда необходимо и возможно осуществлять последовательное улучшение технического состояния и эффективность работы ЛАП. Управление техническим состоянием в настоящее время ориентируется на средние показатели и нормативы. Между тем, индивидуальные качества ЛАП и условия производства позволяют осуществлять оптимальное управление, направленное на получение наиболее эффективных показателей для конкретных ЛАП и условий эксплуатации.

Некоторые производители предлагают для своих выпускаемых ЛАП другие многоступенчатые системы выполнения ТО по наработке. Так, в программу ТО ЛАП марки Scania включены следующие виды обслуживания: ТО-D – предпродажное; ТО-R – в период обкатки; ТО-S и ТО-D – малое и среднее обслуживание; дополнительные виды обслуживаний [1, 11].

Несмотря на имеющееся преимущество использования ППС, заключающееся в возможности заранее планировать расходы денежных средств на оплату выполняемых ремонтных работ, на приобретение запасных частей и материалов, такая стратегия имеет существенный недостаток. Этот недостаток связан с дорожными условиями эксплуатации ЛАП, которые в процессе транспортирования ЛМ по недостаточно обустроенным ЛД постоянно изменяются. Это приводит при использовании нормативных корректирующих коэффициентов в процессе расчета периодичности проведения ТО и Р к возникновению существенных погрешностей. Дополнительно к этому, необходимо отметить, что даже строгое соблюдение рекомендуемых технических условий в процессе эксплуатации в одинаковых природно-климатических и дорожных условиях двух аналогичных ЛАП не обеспечивает корректного соответствия предельного технического состояния агрегата или системы ЛАП расчетному времени их безаварийной работы. Также гидроманипулятор и гидросистема технологического оборудования, установленные на ЛАП имеют свои индивидуальные графики ТО, которые выполняются не от пробега, как принято в ППС ТО и Р ЛАП, а в зависимости от количества отработанных часов [1, 8, 11].

При использовании ППС, основанной на вероятностной структуре расчета появления отказов, возможно возникновение двух негативных ситуаций, приводящих к значительным экономическим потерям ЛП. В первом случае ЛП несут убытки в связи с ростом расходуемых запасных частей ЛАП от недоиспользования их ресурса, по причине неизбежной вариации показателей их технического состояния, обладающих потенциальным запасом ресурса, значительно отличающимся от заданной периодичности ТО. Во втором случае ЛП несут

убытки из-за незапланированных временных потерь в процессе выполнения внеплановых ремонтов ЛАП в результате появления отказов раньше запланированного периода времени [1, 8].

Для использования в процессе эксплуатации ЛАП стратегии Р по потребности, также как и для ППС Р необходима разработка производителями ЛАП сложной модели изменения его технического состояния. Применение данной стратегии для ЛАП ЛП заключается в осуществлении ремонтных работ в процессе достижения их агрегатами и системами предельного технического состояния. Эффективность использования такой стратегии в большинстве случаев зависит от возможностей применения ЛП методик определения предельного технического состояния агрегатов и систем ЛАП. Существенным отличием данной стратегии от других является использование специализированного диагностического оборудования для сравнения фактического и предельного состояния агрегатов или систем ЛАП, без фиксации промежуточных значений контролируемых параметров. С учетом этих особенностей ЛП вынуждены нести убытки, связанные с дополнительными затратами на приобретение требуемых запасных частей, расходных материалов, а также на покупку требуемого ремонтного оборудования, позволяющего с высокой скоростью и качеством осуществлять ремонт агрегатов и систем ЛАП любой сложности.

Сложность использования такой стратегии также связана с тем, что российские производители ЛАП не обеспечивают для него выпуск современного диагностического оборудования, и у ЛП в большинстве случаев из-за значительных затрат нет возможности приобрести такие дорогостоящие устройства и подготовить обслуживающий персонал, позволяющие определять предельно состояние агрегатов и система ЛАП. Все это сдерживает применение данной стратегии Р и не позволяет с требуемой точностью и скоростью осуществлять сбор и обработку информации о техническом состоянии агрегатов и систем ЛАП, а также является причиной возникновения сложностей при планировании расходов на выполнение ремонтных работ.

Наибольшую актуальность в настоящее время приобретает стратегия проведения Р ЛАП по фактическому состоянию. Внедрение почти во все отрасли машиностроения современного диагностического оборудования и специализированных компьютерных программ привело к созданию этой стратегии, заключающейся в непрерывном контроле различных параметров агрегатов и систем ЛАП с момента начала его эксплуатации и до момента достижения предельного технического состояния. Возможные затруднения при использовании такой стратегии проведения Р связаны с повышенными затратами на выполнение различных воздействий ТО и Р, а также с не всегда имеющимися возможностями установки непосредственно на ЛАП для определения фактического состояния его агрегатов и систем дорогостоящих в изготовлении диагностических устройств [1, 8].

Проведение ТО и Р ЛАП на основе данной стратегии выполняют в основном без соблюдения регламентированных межремонтных пробегов и временных интервалов. Применение этой стратегии Р позволяет максимально возможно использовать заложенный при изготовлении потенциальный ресурс агрегатов и си-

стем ЛАП. На основании этого можно заключить, что рассматриваемая стратегия является более эффективной, так как она позволяет сократить до минимума затраты на выполнение ТО и Р, оптимизировать рабочее время и материальные ресурсы, а также достичь высокого значения коэффициента технической готовности ЛАП. Основная сложность использования данной стратегии на ЛП заключается в необходимости контроля большого количества диагностических параметров, которые регламентированы нормативно-технической и ремонтной документацией, разработанной разработчиком и производителем ЛАП. Целесообразность использования рассматриваемой стратегии экономически оправдана в том случае, когда расходы на ее внедрение не превышают потерь от недостатков применения ППС и стратегии Р ЛАП по потребности. Так как недостаточная обустроенность ЛД вызывает повышенные риски возникновения неисправностей, вызванных повышенными нагрузками на ЛАП, повреждением деталей, в том числе влекущим большой объем повреждений, то в природно-климатических и дорожных условиях РФ проведение ТО и Р на основе стратегии ремонта по фактическому состоянию представляется единственно правильным выбором, так как в результате воздействия перечисленных внешних факторов происходит достаточно быстрое изменение технического состояния ЛАП [1, 8, 11].

В настоящее время состояние имеющегося в ЛП ЛАП является неудовлетворительным, что в совокупности с негативными природно-климатическими и дорожными условиями создает проблему комплектования требуемого количества ЛАП в зависимости от финансовых возможностей ЛП. Учитывая, что новые отечественные и зарубежные модели ЛАП обладают высокой себестоимостью, его возможное комплектование для ЛП может выполняться по следующим вариантам: покупка на рынке за свой счет или в кредит новых моделей ЛАП или поддержанных; использование ЛАП на основе лизинговых программ; аренда ЛАП [1, 6, 12].

Несмотря на повышение эффективности процесса транспортирования ЛМ при использовании разномарочного ЛАП, наличие на ЛП многомарочного парка ЛАП требует для него разномарочного прицепного состава, что приводит к существенным сложностям в материально-техническом снабжении ЛП, к усложнению и удорожанию содержания ЛАП, организации и выполнения ТО и Р, и как следствие к ухудшению технической готовности ЛАП.

Российские и зарубежные производители ЛАП обеспечивают решение полного комплекса задач по поддержанию работоспособного состояния ЛАП на всех этапах его жизненного цикла. В комплексе этих задач включены работы по выполнению ТО и Р ЛАП в гарантийные и послегарантийные периоды эксплуатации. Многолетний опыт эксплуатации ЛАП показывает, что наибольшую эффективность приобрела дилерская форма организации технического сервиса. При использовании этой формы завод производитель ЛАП несет полную ответственность за их техническое состояние, ТО и Р, обеспечение потребителей в период всего срока эксплуатации ЛАП необходимыми запасными частями и комплектующими. На основании того, что расходы на содержание такой дилерской сети являются очень большими, многие фирмы производители ЛАП не могут себе позволить самостоятельно заниматься выполнением ТО и Р производимых ими ЛАП, и они создают для этих целей сеть независимых частных организаций [1, 8, 13, 14].

Одним из вариантов дилерской формы технического сервиса является выполнение фирменного обслуживания ЛАП при непосредственном участии его производителей в выполнении ТО и Р на имеющихся ремонтных предприятиях и их производственных участках с привлечением сторонних организаций, специализацией которых является выполнение работ по техническому сервису [1, 14].

В последние годы некоторые ЛП стали использовать фирменную систему выполнения ТО и Р ЛАП, основанную на проведении плановых работ по ТО и Р на фирменных предприятиях, которые обеспечивают полную гарантию безотказного функционирования узлов и систем ЛАП. Преимуществом использования такой системы является значительное снижение расходов ЛП, за счет отсутствия дополнительных вложений, затрачиваемых ими на создание ремонтного производства. Кроме этого, такой фирменный технический сервис позволяет выполнить замену неисправного элемента ЛАП на исправный при наступлении гарантийного случая, обеспечивает требуемое качество выполнения ремонтных работ ЛАП за счет применения высокотехнологичного оборудования, квалифицированных рабочих, оригинальных запасных частей и комплектующих. Недостатками этого фирменного технического сервиса является ограниченный срок действия гарантийных обязательств, которые не распространяются на расходные материалы и детали склонные к естественному износу, а также ограничены дефектами деталей и агрегатов производственного характера [1, 10].

Также в России все более находит широкое применение еще одна форма технического сервиса, которая заключается в реализации фирмой производителем ЛАП и запасных частей для него через различные самостоятельные предприятия, формирующие определенную сеть посредников между фирмами производителями ЛАП и ЛП, являющимися потребителями, как ЛАП, так и запасных частей для них. При этом сеть таких посредников не несет ни какой ответственности за качество предоставляемого ЛАП и запасных частей для них, а также не берет на себя ни каких гарантийных обязательств. ЛП выполняют ТО и Р ЛАП в данном случае в независимых ремонтных предприятиях, которые не несут ответственность за качество выполняемых работ и ни как не связаны с заводами производителями ЛАП [1, 6].

Важной проблемой ЛП в последние годы является ТО и Р используемого для выполнения ремонтных работ ЛАП технологического оборудования. Данная проблема связана с отсутствием достаточного финансирования ЛП на обновление и модернизацию имеющегося у них технологического оборудования из-за сокращения расходов на ТО и Р в сложившейся экономической ситуации. Последствиями этого является постепенный физический износ технологического оборудования, его поломки, простаивание в ремонте, потеря значительного количества времени, излишний расход производственных ресурсов и повышение себестоимости ТО и Р ЛАП [1, 19].

На основании многолетнего опыта проведения в России технического сервиса ЛАП, используемые модели организации его ТО и Р подразделяют на три следующих варианта. При первом варианте весь комплекс работ по ТО и Р ЛАП выполняют непосредственно в ЛП, которые обладают собственными ремонтными и производственными участками, необходимым технологическим оборудованием, квалифицированными кадрами и материальным обеспечением. При втором вариан-

те весь комплекс работ по ТО и Р ЛАП осуществляют на специализированных станциях технического обслуживания (СТО). Ежедневное обслуживание ЛАП выполняют в ЛП на собственных открытых или закрытых стоянках. При третьем варианте весь комплекс работ по ТО и Р ЛАП осуществляется и на специализированных СТО и в ЛП. При этом работы по ежедневному обслуживанию и ТО-1, имеющие меньшую трудоемкость выполняют на ЛП, а более трудоемкие работы как ТО-2 и Р, при выполнении которых необходимо специализированное технологическое оборудование и высококвалифицированные рабочие осуществляют на специализированных СТО. Из рассмотренных вариантов моделей организации ТО и Р ЛАП с учетом современного состояния развития РФ наибольшее предпочтение небольшие ЛП отдают третьему варианту, так как в соответствии с первым вариантом для выполнения всего комплекса работ по ТО и Р для них необходимо наличие всего комплекса технологического оборудования и квалифицированных рабочих, чем они не располагают. Для применения второго варианта требуется, чтобы расстояние от места эксплуатации ЛАП до места выполнения ремонта было максимально доступным. Большая площадь, удаленность ЛП друг от друга и от ремонтных предприятий создают ограничения для использования второго варианта модели организации ТО и Р ЛАП. Для эффективного же применения третьего варианта модели организации ТО и Р ЛАП у современных ЛП имеются все необходимые ресурсы.

Выполнение работ по ТО и Р ЛАП, находящегося на значительно удаленном от баз техобслуживания в необходимых случаях осуществляют при помощи передвижных ремонтных мастерских, оснащенных всеми необходимыми техническими средствами и обслуживающим персоналом. Необходимость использования такого выездного технического сервиса объясняется высокими затратами транспортирования неисправного ЛАП на специализированные СТО. За многие годы в России было разработано и произведено множество передвижных транспортных мастерских, позволяющих выполнить весь комплекс работ по ТО и Р ЛАП на значительно удаленных от баз техобслуживания местах эксплуатации [1, 15, 16].

Проводимый технологический процесс ТО и Р ЛАП в таких удаленных от баз техобслуживания местах осуществляется одной ремонтной бригадой, выполняющей весь необходимый перечень технологических операций с использованием одной передвижной ремонтной мастерской. Важное значение при выполнении этих технологических операций отводится организации работы по мониторингу технического состояния ЛАП и обеспечению информационного обмена этими данными, которая позволяет заранее выполнять подготовку требуемых запасных частей, подбор технологического оборудования для оснащения передвижных ремонтных мастерских [1, 17].

Значительное повышение эффективности эксплуатации ЛАП, функционирующих в сложных природно-климатических и дорожных условиях можно достичь путем обоснованного выбора и применения наиболее подходящих для возможностей ЛП стратегий выполнения технического обслуживания, форм и методов организации ТО и Р ЛАП.

Из рассмотренных стратегий технического обслуживания ЛАП, включающих в себя планово-предупредительную, по потребности и по фактическому состоянию, использование третьей стратегии является единственно правильным решением.

Связано это с тем, что организация технической эксплуатации ЛАП отличается большой сложностью, вызванной условиями вывозки ЛМ, структурой ЛП, разномарочностью и различным количеством ЛАП на ЛП, необходимостью наличия ремонтно-обслуживающего персонала и т.д. Применение же этой стратегии в сравнении с другими позволит наиболее полно использовать потенциальный ресурс деталей и агрегатов ЛАП, тем самым обеспечивая высокий коэффициент технической готовности ЛАП и минимизацию денежных затрат, материальных ресурсов и рабочего времени на выполнение ТО и Р.

Из всех представленных разновидностей форм организации технического обслуживания ЛАП, включающих в себя выполнение полного объема ТО и Р непосредственно в ЛП, проведение полного объема ТО и Р ЛАП на специализированных дилерских СТО, осуществление ТО и Р на ЛП и специализированных дилерских СТО, наиболее экономически приемлемой для условий функционирования небольших ЛП, является третья форма. Это связано с тем, что ее использование не требует создание на базе существующего ЛП дорогостоящего полного ремонтного производства, состоящего из всего комплекса ремонтного оборудования и квалифицированных кадров.

Кроме этого, использование современных технологий мониторинга технического состояния ЛАП и передвижных ремонтных мастерских, оснащенных всеми необходимыми техническими средствами для осуществления ТО и Р ЛАП значительно удаленных от ЛП или специализированных дилерских СТО, позволит в значительной степени повысить эффективность функционирования ЛАП в процессе вывозки ЛМ потребителю за счет сокращения затрат на транспортирование вышедшего из строя ЛАП на стационарный технический сервис, а также предварительной подготовки требуемой номенклатуры запасных частей, оборудования и оснастки мобильной ремонтной бригады передвижных ремонтных мастерских.

Список литературы

1. Никонов, В. О. Современное состояние, проблемы и пути повышения эффективности лесовозного автомобильного транспорта / В. О. Никонов. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2021. – 203 с.
2. Лесное бездорожье России. – Режим доступа : <http://www.umocpartner.ru/deyatelnost-centra/publications/lesnoe-bezdorozhe-rossii-statya-nikolaya-petrulina-v-zhurnale-derevo-ru/?print=yes/> – Загл. с экрана.
3. Павлишин, С. Г. Адаптация фирменной системы технического обслуживания к условиям эксплуатации Дальневосточного федерального округа (на примере седельного тягача КАМАЗ-65225-43) / С. Г. Павлишин, М. В. Стовец, Ю. С. Павлишина // Сборник материалов XIV международной научно-практической конференции, Оренбург, 20-22 ноября 2019 г. – С. 433-441.
4. Иванов, В. А. Повышение эффективности работы лесовозных автопоездов / В. А. Иванов, М. В. Степанищева // Труды БрГУ. Серия : Естественные и инженерные науки. – 2020. – С. 66-70.
5. Мазуркевич, М. А. Обоснование оптимальных стратегий ремонта и технического обслуживания лесных машин на основе вероятностных моделей : дис. ... д-ра техн. наук, 05.21.01 / М. А. Мазуркевич. – Санкт-Петербург, 1998. – 332 с.
6. Кретинин, Б. С. Организация технического сервиса в лесном хозяйстве малолесных районов России (на примере Воронежской области) : дис. ... канд. экон. наук / Б. С. Кретинин. – 2002. – 208 с.

7. Юшков, А. Н. Обоснование перехода от планово-предупредительной системы технического обслуживания к системе технического сервиса для отечественных лесозаготовительных машин / А. Н. Юшков // Февральские чтения. – Сыктывкар, 2008. – 7 с.
8. Дегтярева, Л. А. Системы технического обслуживания и ремонта машин и оборудования на лесозаготовительных предприятиях / Л. А. Дегтярева, Т. В. Рыжкова // Лесной Вестник. – 2008. – № 6. – С. 111-114.
9. Тотьмянин, С. В. Анализ эффективности методов определения периодичности технического обслуживания передней подвески малотоннажных грузовых автомобилей / С. В. Тотьмянин, В. И. Посметьев, В. О. Никонов // Воронежский научно-технический вестник. – 2018. – Т. 4, № 4 (26). – С. 4-12.
10. Яковлев, К. А. Анализ современных систем технического обслуживания и ремонта лесовозных автомобилей / К. А. Яковлев, С. А. Легостаев // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. – 2017. – № 2. – С. 22-29.
11. Мартынов, Б. Г. Особенности определения периодичности технического обслуживания лесовозных тягачей / Б. Г. Мартынов, Н. М. Валеев // Известия Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета. – 2013. – № 203. – С. 83-90.
12. Керина, Э. Н. Организационная модель лизинговых отношений в лесозаготовительной промышленности Иркутской области / Э. Н. Керина // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2004. – № 8. – С. 153-155.
13. Сыромаха, С. М. О некоторых аспектах технической эксплуатации машинно-тракторного парка лесозаготовительных предприятий / С. М. Сыромаха, Э. Н. Керина, А. Р. Керина // Труды БрГУ. Серия : Естественные и инженерные науки. – 2015. – Т. 1. – С. 268-271.
14. Основы создания системы фирменного сервиса лесной и сельскохозяйственной техники / В. А. Макуев, В. И. Панферов, Ю. А. Шамарин, В. М. Корнеев // Лесной вестник. – 2014. – № 2. – С. 10-12.
15. Тесовский, А. Ю. Инновации в организации технического обслуживания и ремонта машин лесозаготовок и лесного хозяйства мобильными бригадами / А. Ю. Тесовский // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – 2014. – Т. 2. – С. 211-214.
16. Тесовский, А. Ю. Дистанционная система мониторинга технического состояния технологических и транспортных машин ЛПК / А. Ю. Тесовский, А. С. Лапин // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2013. – № 1. – С. 170-174.
17. Тесовский, А. Ю. Повышение эффективности технического сервиса на местах эксплуатации лесозаготовительных и лесохозяйственных машин / А. Ю. Тесовский // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – 2012. – Т. 2. – С. 101-103.
18. Тесовский, А. Ю. Организация информационного обмена при техническом обслуживании и ремонте машин лесозаготовок и лесного хозяйства / А. Ю. Тесовский, А. С. Лапин // Техника и оборудование для села. – 2014. – № 2. – С. 42-44.
19. Ракушинец, Е. Г. Проблемы сферы технического обслуживания в России / Е. Г. Ракушинец // Вопросы науки и образования. – 2018; 27(39): 29-32.

References

1. Nikonov, V. O. The current state, problems and ways to improve the efficiency of logging road transport / V. O. Nikonov. – Voronezh : Voronezh State Forestry Engineering University named after G. F. Morozov, 2021. – 203 p.
2. Forest off-road area of Russia. – URL: <http://www.umocpartner.ru/deyatelnost-centra/publications/lesnoe-bezdorozhe-rossii-statya-nikolaya-petrunina-v-zhurnale-derevo-ru/?print=yes> / – Title from the screen.
3. Pavlishin, S. G. Adaptation of a proprietary maintenance system to the operating conditions of the Far Eastern Federal District (on the example of a KAMAZ-65225-43 tractor) /

S. G. Pavlishin, M. V. Stovpets, Yu. S. Pavlishina // Collection of materials of the XIV international scientific and practical conference, Orenburg, November 20-22, 2019 – pp. 433-441

4. Ivanov, V. A. Improving the efficiency of logging road trains / V. A. Ivanov, M. V. Stepanishcheva // The works of BrSU. Series : Natural and Engineering Sciences. – 2020. – pp. 66-70.

5. Mazurkevich, M. A. Substantiation of optimal strategies for repair and maintenance of forest machines based on probabilistic models : diss. ... Doctor of Technical Sciences, 05.21.01/ M. A. Mazurkevich. – St. Petersburg, 1998. – 332 p.

6. Kretinin, B. S. Organization of technical service in forestry of sparsely wooded areas of Russia (on the example of the Voronezh region) : diss. ... Candidate of Economic Sciences / B. S. Kretinin. – 2002. – 208 p.

7. Yushkov, A. N. Justification of the transition from a planned preventive maintenance system to a technical service system for domestic logging machines / A. N. Yushkov // February readings. – Syktyvkar, 2008. – 7 p.

8. Degtyareva, L. A. Systems of maintenance and repair of machinery and equipment at logging enterprises / L. A. Degtyareva, T. V. Ryzhkova // Lesnoy Vestnik, 2008. – № 6. – pp. 111-114.

9. Totmyanin, S. V. Analysis of the effectiveness of methods for determining the frequency of maintenance of the front suspension of low-tonnage trucks / S. V. Totmyanin, V. I. Posmetyev, V. O. Nikonov // Voronezh Scientific and Technical Bulletin. – 2018. – Vol. 4, № 4 (26). – pp. 4-12.

10. Yakovlev, K. A. Analysis of modern systems of maintenance and repair of logging vehicles / K. A. Yakovlev, S. A. Legostaev // Bulletin of the Donetsk Academy of Automobile Transport. – 2017, № 2. – Pp. 22-29.

11. Martynov, B. G. Features of determining the frequency of technical maintenance of logging tractors / B. G. Martynov, N. M. Valeev // Izvestiya St. Petersburg State Forestry University. – 2013. № 203. – pp. 83-90.

12. Kerina, E. N. Organizational model of leasing relations in the logging industry of the Irkutsk region / E. N. Kerina // Actual problems of the forestry complex. 2004. – № 8. – pp. 153-155.

13. Syromakha, S. M. On some aspects of the technical operation of the machine and tractor park of logging enterprises / S. M. Syromakha, E. N. Kerina, A. R. Kerina // Proceedings of the BrSU. Series : Natural and Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 1. – pp. 268-271.

14. Fundamentals of creating a system of branded service of forest and agricultural machinery / V. A. Makuyev, V. I. Panferov, Yu. A. Shamarin, V. M. Korneev // Lesnoy vestnik. – 2014. – № 2. – pp. 10-12.

15. Tesovsky, A. Yu. Innovations in the organization of maintenance and repair of logging and forestry machines by mobile teams / A. Yu. Tesovsky // Proceedings of the international symposium Reliability and quality. – 2014. – Vol. 2, – pp. 211-214.

16. Tesovsky, A. Yu. Remote monitoring system of the technical condition of technological and transport machines LPK / A. Y. Tesovsky, A. S. Lapin // Bulletin of the Moscow State University of the Forest – Lesnoy Vestnik. – 2013. – № 1. – pp. 170-174.

17. Tesovsky, A. Yu. Improving the efficiency of technical service in the field of operation of logging and forestry machines / A. Yu. Tesovsky // Proceedings of the international symposium Reliability and quality. – 2012. – Vol. 2. – pp. 101-103.

18. Tesovsky, A. Yu. Organization of information exchange during maintenance and repair of logging and forestry machines / A. Yu. Tesovsky, A. S. Lapin // Machinery and equipment for the village. – 2014. – № 2. – pp. 42-44.

19. Rakushinets, E. G. Problems of the maintenance sector in Russia / E. G. Rakushinets // Issues of science and education, 2018; 27(39): 29-32.

DOI: 10.58168/MOTOR2024_65-69

УДК 674.05

Шабанов М.Л.

кандидат технических наук, доцент
кафедры лесной промышленности,
метрологии, стандартизации и
сертификации ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Черников Э.А.

кандидат технических наук,
доцент кафедры промышленного
транспорта, строительства и
геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Шабанов Р.М.

студент ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Shabanov M.L.

Ph. D., associate professor of departments
of forestry, metrology, standardization and
certification Federal State Budget
Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University of
Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Chernikov E.A.

Ph. D., associate professor of department
of industrial transport, construction and
geodesy Federal State Budget
Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University of
Forestry and Technologies named after
G.F. Morozov", Voronezh, RF

Shabanov R.M.

student Federal State Budget
Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University of
Forestry and Technologies named after
G.F. Morozov", Voronezh, RF

СОСТОЯНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ В АВТОМОБИЛЬНЫХ СЕРВИСНЫХ ЦЕНТРАХ

THE STATE AND FEATURES OF IMPORT SUBSTITUTION OF MEASURING INSTRUMENTS IN AUTOMOTIVE SERVICE CENTERS

Аннотация: В статье рассматривается состояние и особенности импортозамещения средств измерений в автомобильных сервисных центрах России. Актуальность темы обусловлена введением западных санкций и необходимостью уменьшения зависимости от импорта. Цель исследования – изучение текущего состояния использования импортных и отечественных средств измерений в автосервисах, анализ преимуществ и ограничений использования отечественных средств измерений, оценка влияния импортозамещения на качество и стоимость услуг, а также разработка мер поддержки импортозамещения. Проанализировано состояние импортозамещения в автомобильной отрасли, включая существующие программы и инициативы, текущее использование средств измерений и эффективность мер поддержки. Особое внимание уделено характеристикам и требованиям к средствам измерений в автосервисах, преимуществам и ограничениям отечественных средств измерений, влиянию импортозамещения на качество и стоимость услуг. Предложены меры поддержки импортозамещения, включая субсидии, льготы, квоты, НИОКР и экспортные субсидии. В заключении подведены итоги, дана оценка перспектив импортозамещения средств измерений в автосер-

висах и сформулированы рекомендации для государственных органов и бизнеса по развитию импортозамещения в автомобильной отрасли.

Ключевые слова: импортозамещение, средства измерения, автомобильные сервисные центры, меры поддержки, преимущества и ограничения, субсидии, квоты.

Abstract: The article considers the state and features of import substitution of measuring instruments in automobile service centers in Russia. The relevance of the topic is due to the introduction of Western sanctions and the need to reduce dependence on imports. The purpose of the study is to study the current state of use of imported and domestic measuring instruments in car services, analyze the advantages and limitations of using domestic measuring instruments, assess the impact of import substitution on the quality and cost of services, and develop measures to support import substitution. The state of import substitution in the automotive industry is analyzed, including existing programs and initiatives, the current use of measuring instruments and the effectiveness of support measures. Particular attention is paid to the characteristics and requirements for measuring instruments in car services, the advantages and limitations of domestic measuring instruments, the impact of import substitution on the quality and cost of services. Measures to support import substitution are proposed, including subsidies, benefits, quotas, R & D and export subsidies. In conclusion, the results are summarized, the prospects for import substitution of measuring instruments in car services are assessed, and recommendations for government agencies and businesses on the development of import substitution in the automotive industry are formulated.

Keywords: import substitution, measuring instruments, automobile service centers, support measures, advantages and restrictions, subsidies, quotas.

Импортозамещение является важным направлением в инновационной политике России. Оно должно помочь уменьшить зависимость от импорта и улучшить конкурентоспособность отечественной продукции. Важной проблемой является отсутствие отечественных аналогов и более низкое качество оборудования, комплектующих и сырья.

Обзор существующих исследований показывает, что импортозамещение является важной стратегией для уменьшения зависимости от импорта и развития национальных отраслей. Важными факторами для успеха импортозамещения являются стимулирование технологической модернизации производства, поддержка национальных предприятий и развитие национальных стандартов [1].

В автомобильных сервисных центрах России широко используются импортные средства измерений, что создает зависимость от иностранных поставщиков и может привести к ущербу от санкций. Недостаток отечественных аналогов и более высокая стоимость импортных средств измерений могут ограничивать развитие автомобильной отрасли [2].

Основными целями изучения состояния и особенностей импортозамещения средств измерений в автомобильных сервисных центрах России являются:

- определение текущего состояния использования импортных и отечественных средств измерений в автомобильных сервисных центрах;
- проведение анализа преимущества и ограничения использования отечественных средств измерений;
- оценка влияния импортозамещения на качество и стоимость услуг в автомобильных сервисных центрах;
- предложения мер поддержки и стимулирования импортозамещения средств измерений в автомобильных сервисных центрах.

Для решения проблемы импортозамещения необходимо решить основные задачи:

- определить основные факторы, влияющие на выбор средств измерений в автомобильных сервисных центрах;
- проанализировать эффективность отечественных средств измерений в сравнении с импортными;
- оценить влияние импортозамещения на конкурентоспособность автомобильных сервисных центров;
- предложить меры поддержки и стимулирования импортозамещения средств измерений в автомобильных сервисных центрах.

В настоящее время актуальным является использование методов количественного и качественного исследования, включая опросы, анализы данных и интервью с экспертами в автомобильной отрасли. Это позволит получить полную картину состояния и особенностей импортозамещения средств измерений в автомобильных сервисных центрах.

Для поддержки импортозамещения в автомобильной отрасли необходимы:

- государственные закупки: государство закупает отечественные продукты и услуги, чтобы стимулировать производство;
- стандартизация: национальные стандарты позволяют уменьшить импорт некачественной продукции и мотивировать отечественные предприятия на производство конкурентоспособной продукции;
- субсидии: государство предоставляет финансовую поддержку отечественным предприятиям для стимулирования производства.

При этом необходимо учитывать интересы отдельных системообразующих компаний и направлять их на диверсификацию и модернизацию отечественной экономики.

В автомобильных сервисных центрах используются различные средства измерения для диагностики и ремонта автомобилей. Это могут быть как общетехнические средства измерения (штангенциркули, моментные ключи, мультиметры и т.д.), так и специальные (стенды контроля угла развала колес, газоанализаторы и т.д.) [3].

Обязательные требования к средствам измерений устанавливаются федеральными законами, такими как «Об обеспечении единства измерений», а также другими нормативно-правовыми актами [4]. Это дает преимущество использования отечественных средств измерений такие как: соответствие российским стандартам и требованиям; более низкая стоимость по сравнению с импортными аналогами; возможность сервисного обслуживания и ремонта в России; поддержка отечественного производителя. Однако возможны некоторые ограничения использования отечественных средств измерений: более низкое качество и точность измерений по сравнению с импортными; ограниченный ассортимент и функциональность; недостаточная интеграция с современными компьютерными системами; отсутствие признания на международном рынке.

Импортозамещение средств измерений в автосервисах может оказать следующее влияние на качество и стоимость услуг: снижение стоимости услуг за счет использования более дешевых отечественных средств измерений; возмож-

ное снижение качества диагностики и ремонта из-за ограничений отечественных средств измерений; необходимость дополнительных инвестиций в переобучение персонала и адаптацию технологий; риск снижения конкурентоспособности автосервисов, использующих отечественные средства измерений [5].

В автомобильной отрасли России необходимо применять меры поддержки и стимулирования импортозамещения средств измерений. Некоторые из них должны включать:

- субсидии: государство предоставляет финансовую поддержку отечественным предприятиям для стимулирования производства и внедрения новых технологий;

- льготы: государство предоставляет налоговые и административные преференции отечественным предприятиям для стимулирования производства и внедрения новых технологий;

- квоты: государство устанавливает квоты на импортные товары и услуги, чтобы стимулировать отечественное производство и уменьшить зависимость от импорта;

- НИОКР: государство финансирует научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы для стимулирования разработки новых технологий и продуктов;

- экспортные субсидии: государство предоставляет финансовую поддержку отечественным предприятиям для стимулирования экспорта отечественной продукции.

Для улучшения системы поддержки импортозамещения средств измерений в автомобильных сервисных центрах можно предложить следующие меры:

- увеличение финансирования НИОКР: для стимулирования разработки новых технологий и продуктов;

- расширение перечня субсидий и льгот: для стимулирования производства и внедрения новых технологий;

- установление квот на импортные товары и услуги: для уменьшения зависимости от импорта;

- создание программы выкупа менеджментом оставивших на российском рынке зарубежных компаний: для стимулирования развития отечественной промышленности;

- увеличение финансирования экспортных субсидий: для стимулирования экспорта отечественной продукции.

Перспективы импортозамещения средств измерений в автомобильных сервисных центрах выглядят оптимистично. С одной стороны, импортозамещение может помочь уменьшить зависимость от импорта и уменьшить валютные расходы. С другой стороны, импортозамещение может быть ограничено недостатком отечественных аналогов и более высокой стоимостью импортных средств измерений.

Таким образом, для успешного импортозамещения средств измерений в автомобильных сервисных центрах необходимо развивать отечественную производственную базу, совершенствовать нормативно-правовую базу и стимулировать внедрение инноваций.

Список литературы

1. Об утверждении Плана мероприятий по импортозамещению измерительного, в том числе метрологического, оборудования на период до 2024 года : Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 01.04.2022 №1189 // Главный форум метрологов [сайт]. – URL: https://info.metrologu.ru/npa/prikazy/prikazy_219.html (дата обращения: 20.04.2024).
2. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) : официальный сайт. – URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/> (дата обращения: 20.04.2024).
3. Онлайн-сервис «Импортозамещение средств измерений» : официальный сайт / Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС). – URL: <https://import-net.vniims.ru/> (дата обращения: 20.04.2024).
4. РМГ 61-2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки // Техэксперт: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146871>.
5. Соколов, А. О. Что такое импортозамещение и зачем оно проводится? / А. О. Соколов // Финансовая азбука. – 2023 – URL: <https://www.finam.ru/publications/item/chto-takoe-importozameshenie-i-zachem-ono-provoditsya-20230510-143900/> (дата обращения: 20.04.2024).

References

1. On approval of the Action Plan for Import substitution of measuring, including metrological, equipment for the period up to 2024 : Order of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation dated 04/01/2022 № 1189 // The main forum of metrologists : [website]. – URL: https://info.metrologu.ru/npa/prikazy/prikazy_219.html (date of reference: 04/20/2024).
2. Federal Agency for Technical Regulation and Metrology (Rosstandart) : official website. – URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/> (date of request : 20.04.2024).
3. Online service "Import substitution of measuring instruments" : official website / All-Russian Scientific Research Institute of Metrological Service (VNIIMS). – URL: <https://import-net.vniims.ru/> (date of application: 04/20/2024).
4. RMG 61-2010 State system for ensuring the uniformity of measurements. Indicators of accuracy, correctness, and precision of quantitative chemical analysis techniques. Assessment methods // Techexpert: Electronic Fund of legal and regulatory and technical documentation. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146871>.
5. Sokolov, A. O. What is import substitution and why is it carried out? / A. O. Sokolov // Financial ABC. – 2023. – URL: <https://www.finam.ru/publications/item/chto-takoe-importozameshenie-i-zachem-ono-provoditsya-20230510-143900/> (date of access: 04/20/2024).

DOI: 10.58168/MOTOR2024_70-81

УДК 621.793.74

Кадырметов А.М.

доктор технических наук,
профессор кафедры машиностроительных
технологий ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Мандрыкин И.А.

аспирант ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Попов Д.А.

кандидат технических наук, доцент
кафедры машиностроительных
технологий ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Васильев В.В.

магистр кафедры машиностроительных
технологий ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Рубцов А.А.

магистр кафедры машиностроительных
технологий ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Хакелев Д.В.

магистр кафедры машиностроительных
технологий ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Kadyrmetov A.M.

dr. sci. tech. prof., prof. of department of
mechanical engineering technologies Federal
State Budget Educational Institution of
Higher Education "Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Mandrykin I.A.

postgraduate student of the Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University of
Forestry and Technologies named after
G.F. Morozov", Voronezh, RF

Popov D.A.

Ph. D., associate professor of department of
mechanical engineering technologies of the
Federal State Budget Educational Institution of
Higher Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named after
G.F. Morozov", Voronezh, RF

Vasiliev V.V.

magister, department of mechanical engineering
technologies, Federal State Budget Educational
Institution of Higher Education "Voronezh State
University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Rubtsov A.A.

magister, department of mechanical engineering
technologies, Federal State Budget Educational
Institution of Higher Education "Voronezh State
University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Khakhelev D.V.

magister, department of mechanical engineering
technologies, Federal State Budget Educational
Institution of Higher Education "Voronezh State
University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ПЛАЗМЕННОГО НАНЕСЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ДЕТАЛЕЙ ДВС

TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR PLASMA APPLICATION AND STRENGTHENING OF COATINGS OF ICE PARTS

Аннотация: Совершенство процессов плазменного напыления, наплавки, упрочнения покрытий при изготовлении и восстановлении изношенных деталей ДВС в значительной степени определяются их технологическим оснащением. Представлены средства технологи-

ческого оснащения, в том числе, разработанный авторами, имеющие преимущества в сравнении с традиционными вариантами.

Ключевые слова: плазменные покрытия, нанесение, оснащение, восстановление, детали, вал, гильза цилиндра, клапан.

Abstract: The perfection of the processes of plasma spraying, surfacing, and hardening of coatings in the manufacture and restoration of worn-out internal combustion engine parts is largely determined by their technological equipment. Technological equipment is presented, including that developed by the authors, which have advantages over traditional options.

Keywords: plasma coatings, application, equipment, restoration, parts, shaft, cylinder liner, valve.

Состояние и актуальность плазменного нанесения и упрочнения покрытий на деталях машин

Обеспечение надежности парка машин в эксплуатации реализуется проведением технического обслуживания и ремонтов, определяющими показатели ремонтпригодности и зависящими от соотношения использования новых и восстанавливаемых деталей. Неоптимальное количество запасных частей приводит к завышенным эксплуатационным расходам. Данная проблема усиливается в настоящее время возрастающей вероятностью роста дефицита на некоторые компоненты. Решение проблемы состоит в использовании восстановления для деталей, пригодных для этого, с количественной долей около 75 %, а для этого – в организации ремонтных подразделений по их восстановлению. Пригодными для восстановления являются детали с малым износом не более 1 мм, что не влияет на уменьшение прочности детали, но позволяет повысить износостойкость при заметно меньших затратах по сравнению с новыми деталями [1].

Процессы плазменного напыления, наплавки или их совмещения позволяют эффективно решить эту задачу с возможностью повышения износостойкости в 1,2-2 раза в сравнении с новыми деталями при сопоставимой стоимости [2-4]. Использование плазменного метода восстановления деталей является наиболее универсальным по удобству и широте термических и газодинамических параметров процессов для использования как для легкоплавких, так и для тугоплавких металлов и сплавов. Его эффективность актуальна для деталей ДВС, включая валы (коленчатые, распределительные), клапаны, гильзы цилиндров и др. Совершенствование самих процессов плазменного нанесения и упрочнения покрытий их динамизацией позволяет, в свою очередь, заметно повысить эффективность восстановления деталей [5, 6]. При повышенных эксплуатационных нагрузках и требованиях к надежности изделий нанесение покрытий может быть обеспечено с помощью совмещения с процессами вибро-, термо- и электромеханической обработки [7-13].

Технологическое обеспечение плазменного нанесения и упрочнения покрытий на детали ДВС

Технологическое обеспечение технологии плазменного напыления-наплавки покрытий закладывается в конструкторско-технологических решениях для конкретной номенклатуры деталей и производственных условий с целью их технико-экономической оптимизации.

Критерии оптимизации включают свойства покрытий и затраты на получение покрытий [14]. Для достижения этой цели необходима разработка перспективных конструкторско-технологических решений на основе проведения научно-исследовательских и опытно конструкторских и технологических работ [15]. Задел научно-технической разработки технологии должен включать проведение исследований, оценку реализуемости технологий и технологическую подготовку проектирования технологий. Результатом этого этапа является оснащение оборудованием и оснасткой для реализации разработанных технологий.

Технологическое оснащение плазменного нанесения и упрочнения покрытий

Оснащение оборудованием плазменного нанесения покрытий включает установки напыления и наплавки (табл. 1), электромеханической обработки, блок модуляции параметров (АС № 1774828 СССР, патенты РФ № 2480533, № 2211256). Специальное технологическое оснащение предназначено для обработки коленчатых, распределительных валов, цилиндров ДВС, клапанов ДВС [5, 9, 11]. Преимущества такого оснащения включают получение высококачественных покрытий, сокращение подготовительно-заключительного времени операций, универсальность и регулируемость. Актуальность такого оснащения важна, прежде всего, для мелкосерийного и единичного производства. Оснащение позволяет использовать гибридный процесс напыления-наплавки для нанесения покрытий на различные детали, в том числе, на клапаны, гильзы цилиндров без их демонтажа с помощью вращающегося плазмотрона. Универсальность приспособлений состоит в их пригодности для нанесения покрытий на ступицы колёс, чашки дифференциалов, места для подшипников ведущей шестерни главной передачи и ведущего вала коробки передач, подверженные износу поверхности заднего моста, тормозных цилиндров (дисков) и др.

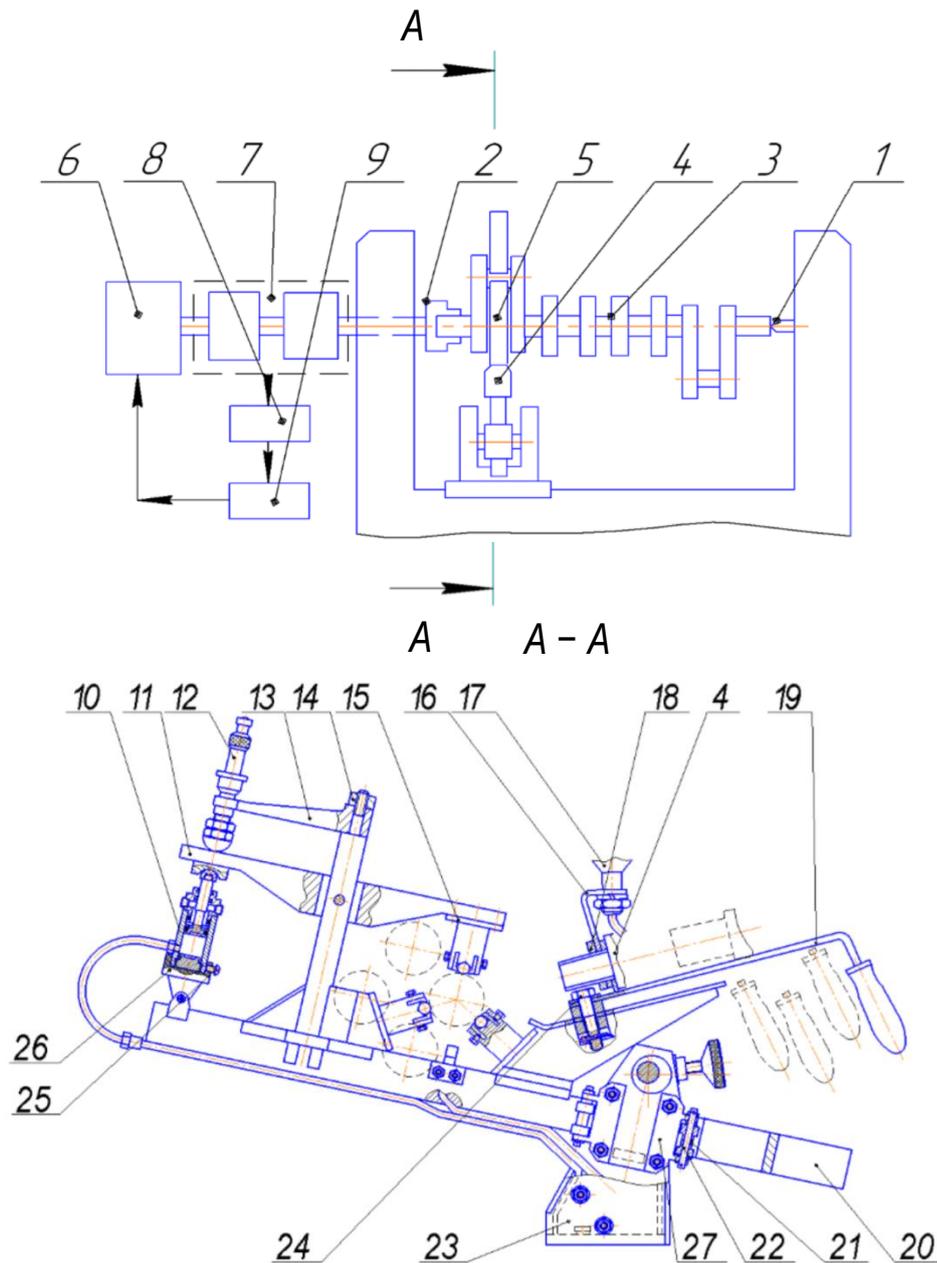
В случае необходимости плазменное напыление-наплавка может быть совмещено с упрочнением покрытия как для новых, так и для восстанавливаемых деталей. Такая технология соответствует концепции эффективного ремонта, поскольку послеремонтная наработка деталей с нанесенным покрытием превышает доремонтную на 20-100 %. Разработанное специальное технологическое оборудование позволяет обеспечить требуемую надёжность и долговечность отремонтированных изделий.

В мелкосерийном производстве для восстановления шатунных шеек традиционно используются центросместители. Универсальное приспособление кривошипно-шатунного типа с набором роликов позволяет уменьшить время на подготовку к операции нанесения и на заключительные работы после неё за счет возможности однократного установка для всех шатунных и промежуточных коренных шеек (рис. 1). Одновременно оно позволяет осуществлять электромеханическую обработку и обкатку роликами с ультразвуковой обработкой при необходимости (патенты РФ № 2085301, № 2447951, № 129021) [16].

Таблица 1 – Техническая характеристика установки плазменного нанесения и упрочнения покрытий

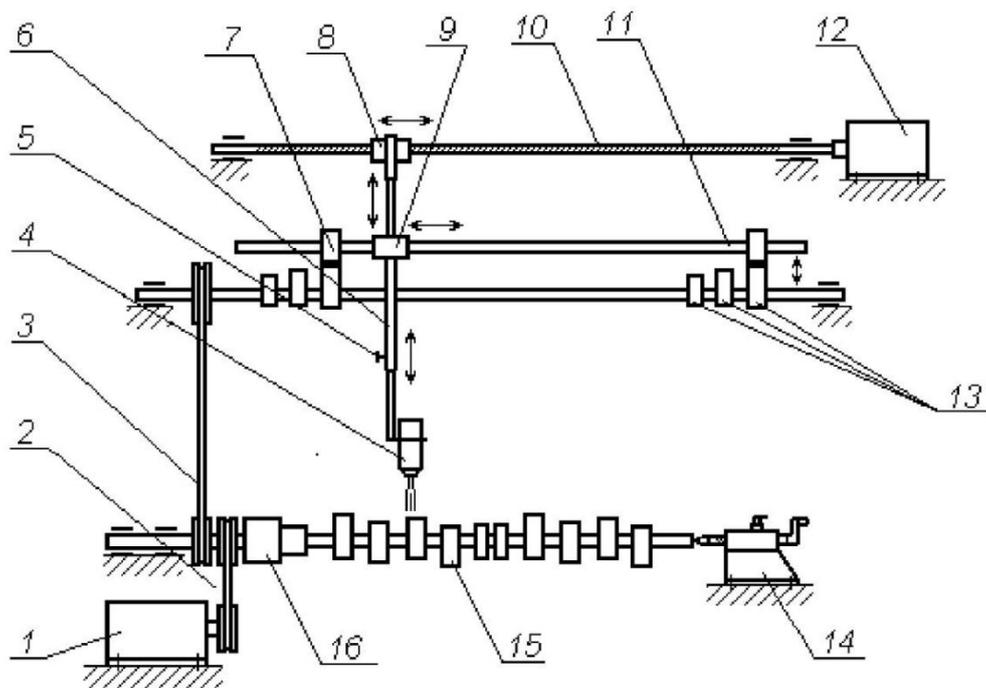
№ п/п	Параметр	Значение параметра
1	Мощность, кВт: косвенной дуги прямой дуги микроплазмотрона в блоке электромеханической обработки электромеханического блока (ЭМБ)	до 50 0,1 ... 5 5 5
2	Напряжение электромеханической обработки (ЭМО), В	2 ... 5
3	Сила тока ЭМО, А	500 ... 3000
4	Амплитуды мощностей импульсов плазменного напыления, кВт	0,5 ... 600
5	Длительность импульсов плазменного напыления, мкс	5 ... 1000
6	Частота модуляции импульсов плазменного напыления, Гц	10 ... 7000
7	Емкость конденсаторной батареи модулятора при $U_{\text{раб}} 5$ кВ, мкф	до 160
8	Производительность напыления металлических порошков, кг/ч: плазмотроном микроплазмотроном	до 8 до 1
9	Плазмообразующие газы	воздух, азот, добавки пропана
10	Расход газа, л/мин: плазмообразующего транспортирующего суммарный (аргон) в ЭМБ	до 120 до 10 до 20
11	Скорость вращения патрона в ЭМБ, с ⁻¹	0,15 ... 0,4
12	Подача плазмотрона в ЭМБ, мм/об	0,1 ... 4
13	Расход охлаждающей СОЖ, воды, л/мин	0,5 ... 4,5

Плазменные покрытия на кулачки распределительного вала наносят с помощью копирных устройств (рис. 2) [17]. При их использовании одинаковое расстояние при напылении от плазмотрона до поверхности напыляемого кулачка реализуют за счет использования технологического копира в виде двух кулачков такой же формы как и напыляемый кулачок, по поверхностям которых прокатывались технологические втулки 7 с общей осью-штангой 11, к которой, в свою очередь, через втулку 9 присоединен шток 6 плазмотрона. Однако такие устройства не позволяют регулировать угол напыления относительно напыляемой поверхности, что не позволяет обеспечить равномерность покрытия и одинаковость его структуры на рабочей поверхности кулачка. Применение дополнительного приспособления с регулируемым угловым перемещателем плазмотрона позволит решить эту проблему.



- 1, 2 – центры; 3 – напыляемый коленчатый вал; 4 – плазмотрон; 5 – устройство перемещения плазмотрона; 6 – привод вращения коленчатого вала; 7 – блок измерения; 8 – блок регулировки; 9 – блок управления; 10 – гидроцилиндр; 11 – поджимающий рычаг; 12 – микрометрический регулирующий механизм; 13 – стойка ползуна; 14 – прижимная гайка; 15 – прижимной ролик; 16 – кронштейн крепления порошкового питателя; 17 – порошковый питатель; 18 – гайка; 19 – рукоятка; 20 – ползун; 21, 22 – направляющий ролик; 23 – стойка; 24 – болт; 25 – винт крепления; 26 – пята

Рисунок 1 – Схема устройства для напыления и обкатки покрытия шатунных шеек коленчатого вала



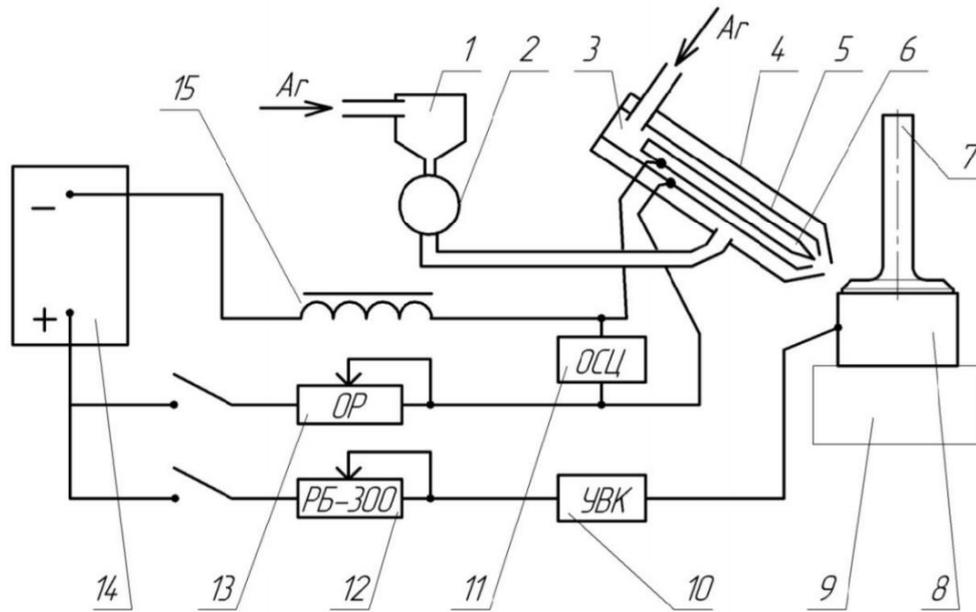
1, 12 – электродвигатели; 2 – ременная передача; 3 – цепная передача; 4 – плазмотрон; 5 – зажим регулирования дистанции напыления; 6 – шток крепления плазмотрона; 7 – втулка; 8 – винтовая пара горизонтального перемещения плазмотрона; 9 – втулка крепления штока с плазмотроном; 10 – винт горизонтальной передачи; 11 – штанга вертикального перемещения; 13 – кулачки-копиры разных размеров; 14 – задняя бабка центровки распределительного вала; 15 – распределительный вал; 16 – патрон

Рисунок 2 – Схема устройства копирного типа плазменного нанесения покрытий на кулачки распределительного вала

Установка плазменной наплавки клапанов ДВС оснащена вращающейся опорой с охлаждением для наплавляемого клапана, специальным двухдуговым плазмотроном с косвенной и прямой дугами. Это позволит реализовать эффективный гибридный процесс наплавки-напыления на установке типа ОКС-1192 производства ИЭС им. Е. В. Патона (рис. 3, 4) с возможностью колебательного движения плазмотрона типа плазмотрона ВСХИЗО (рис. 5). Современной установкой является установка компании НИФ «Плазмацентр» (рис. 6) [9, 19, 20].

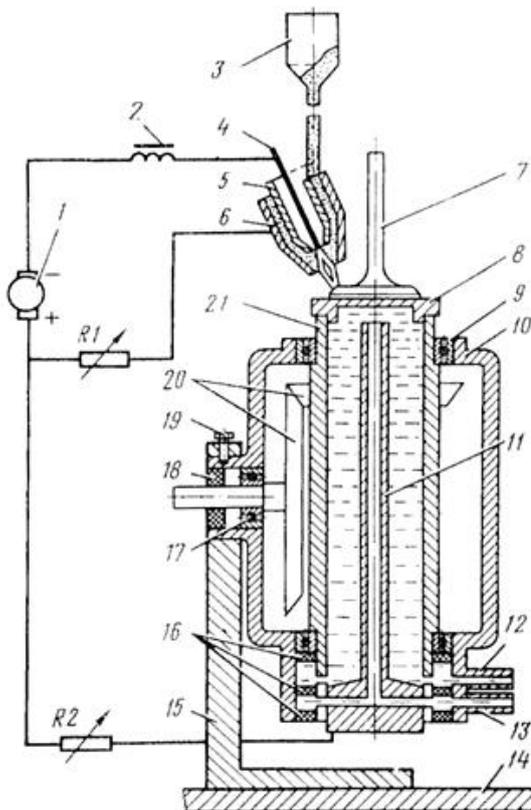
Технологическое оснащение плазменного нанесения покрытий гильз цилиндров зависит от схемы процесса. При традиционной схеме изношенная поверхность цилиндра восстанавливается с использованием схемы вращающегося цилиндра. В этом случае восстанавливаемые цилиндры обязательно вынимаются из блока цилиндров. Во втором случае цилиндры расположены внутри блока цилиндров, и для их напыления применяется конструктивная схема напыления безгильзовых блоков. В этой схеме ось сопла-анода плазмотрона расположена под углом к основной оси плазмотрона и к напыляемой поверхности под углом 60-90 градусов (рис. 7-9). Подача плазмотрона вдоль оси цилиндра регулируется с помощью регулируемого перемещения прикрепленной к нему штанги, а вращение – с помощью поворотной головки плазмотрона и вращателем с зуб-

чатými передачами. Порошковый питатель в этой схеме также вращается и по-
даёт порошок к плазматрону через корпус головки.



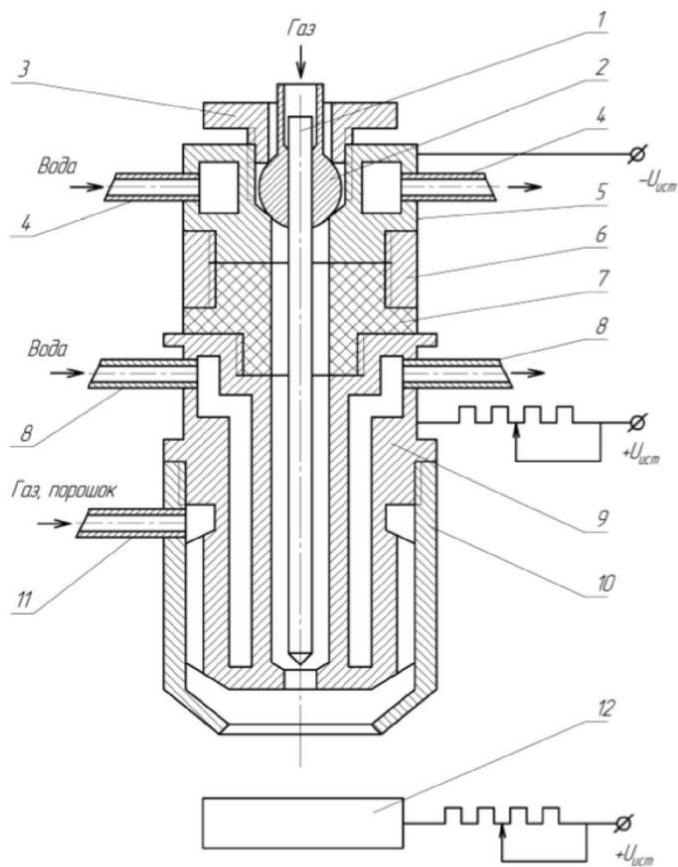
1 – бункер с порошком; 2 – порошок питатель; 3 – плазматрон; 4 – защитное сопло
плазматрона; 5 – внутреннее сопло плазматрона; 6 – электрод; 7 – клапан; 8 – сменный
стол; 9 – вращатель; 10 – устройство выведения кратера (УВК); 11 – осциллятор; 12 –
реостат РБ300; 13 – токоограничительный реостат; 14 – источник питания; 15 – дроссель

Рисунок 3 – Функциональная схема установки ОКС-1192



1 – источник питания;
2 – дроссель;
3 – порошок питатель;
4 – вольфрамовый электрод;
5 – внутреннее сопло;
6 – защитное сопло;
7 – клапан;
8 – медная форма;
9, 17 – подшипники;
10 – корпус установки;
11 – водопроводящая трубка;
12, 13 – штуцера;
14 – основание;
15 – стойка;
16, 18 – уплотнения;
19 – стопорный винт;
20 – конические шестерни;
21 – цилиндр

Рисунок 4 – Схема плазменной наплавки на фаску клапана ДВС



- 1 – электрод вольфрамовый;
- 2 – цанга;
- 3 – зажим;
- 4, 8 – трубки подачи воды;
- 5 – токосъемник;
- 6 – втулка резьбовая;
- 7 – изолятор;
- 9 – внутреннее сопло;
- 10 – защитное сопло;
- 11 – трубка порошкового питателя;
- 12 – изделие

Рисунок 5 – Плазмотрон ВСХИЗО

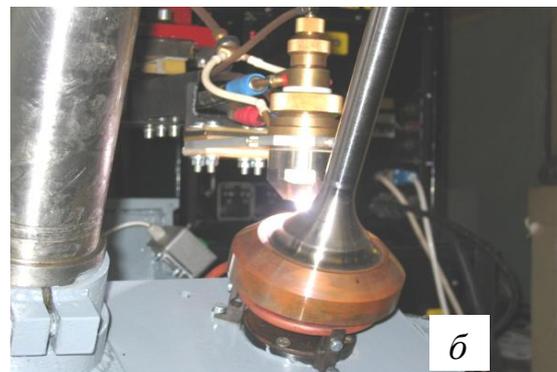
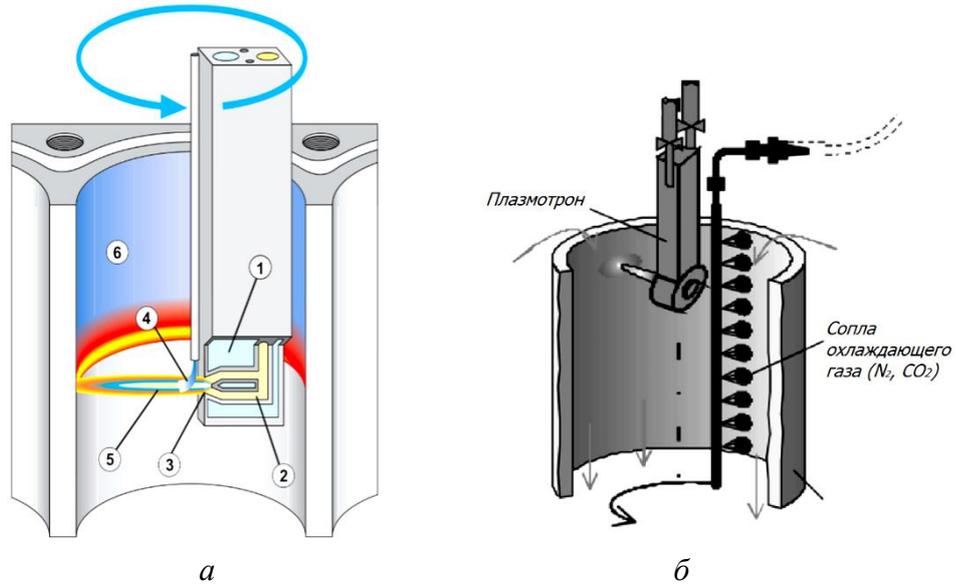
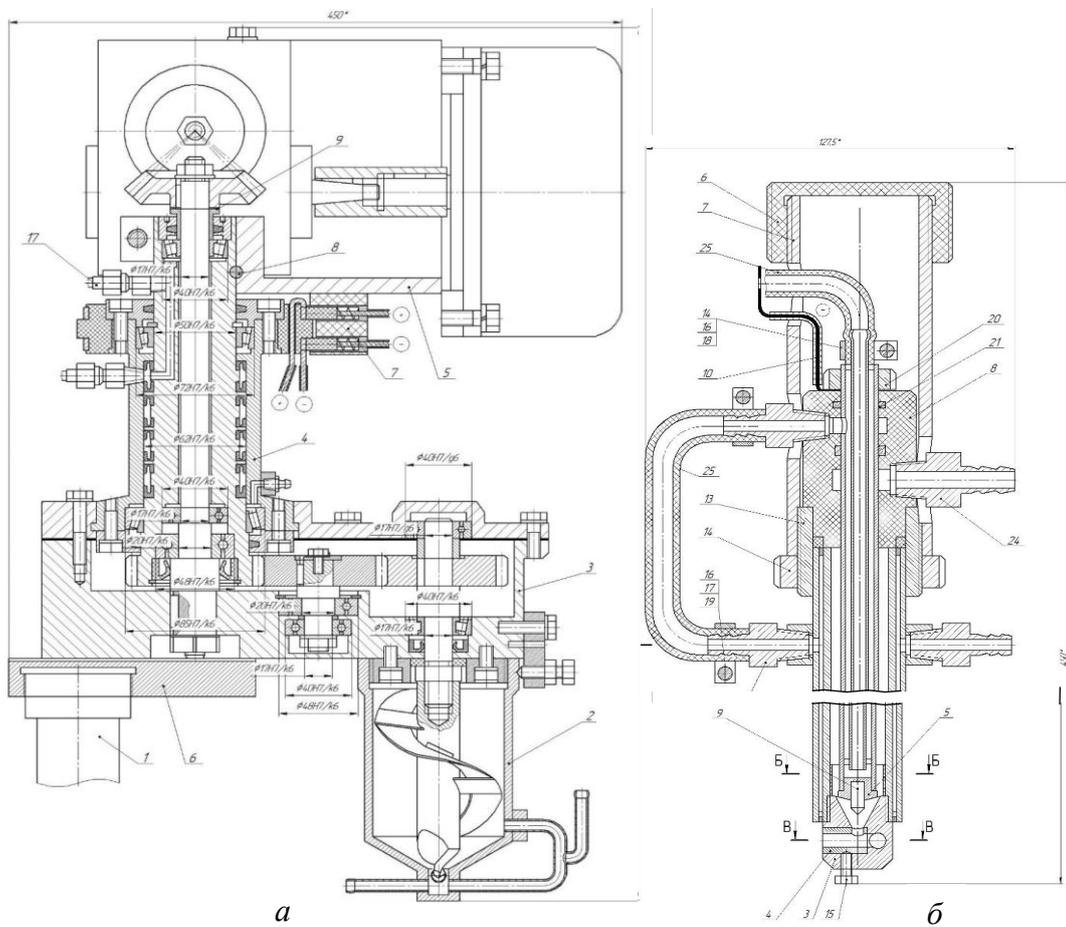


Рисунок 6 – Общий вид (а) и гибридный процесс (б) нанесения покрытия на фаску клапана



1 – водяное охлаждение; 2 – подвод плазмобразующего газа; 3 – выходное сопло;
4 – подвод порошка; 5 – плазменная струя; б – плазменное покрытие

Рисунок 7 – Схема напыления на внутренние поверхности цилиндра вращающимся плазматроном (а) и схема многоструйного охлаждения цилиндра (б)



а – поворотная головка; б – плазматрон

Рисунок 8 – Конструктивная схема поворотной головки с плазматроном

Заключение

Совершенствование прогрессивной технологии плазменного напыления-наплавки покрытий, как для изготовления новых деталей, так и для их восстановления в значительной степени определяется технологическим оснащением для различных типов деталей и профиля их поверхностей, основные из которых были рассмотрены. Рассмотренные средства технологического оснащения содержат и разработки авторов, которые показывают их преимущества в сравнении с традиционными вариантами. Одним из направлений дальнейшего совершенствования плазменных технологий нанесения покрытий в открытой атмосфере, относится модуляция параметров процессов [6, 8, 10].

Список литературы

1. Восстановление автомобильных деталей : Технология и оборудование : учеб. для вузов / В. Е. Канарчук, А. Д. Чигиринец, О. Л. Голяк, П. М. Шощкий. – М. : Транспорт, 1995. – 303 с.
2. Сухочев, Г. А. Управление качеством изделий, работающих в экстремальных условиях при нестационарных воздействиях / Г. А. Сухочев. – М. : Машиностроение, 2004. – 287 с.
3. Кадырметов, А. М. Особенности процесса воздушно-плазменного нанесения и упрочнения покрытий / А. М. Кадырметов, Г. А. Сухочев // Упрочняющие технологии и покрытия. 2009. № 4 (52). С. 25-28.
4. Современные технологии плазменных и газотермических процессов нанесения покрытий в открытой атмосфере / А. М. Кадырметов, Ю. Э. Симонова, А. А. Плахотин, Д. В. Колмаков // Современные материалы, техника и технология: сборник научных статей 9-й Международной научно-практической конференции (28 декабря 2019 года) / Юго-Зап. гос. ун-т.; в 2-х томах. Том 1. – Курс : Юго-Зап. гос.ун-т, 2019. – С. 226-238.
5. Обзор вопросов эффективности плазменного напыления / А. М. Кадырметов, Е. В. Снятков, А. С. Пустовалов, Р. В. Мирзаханов // Воронежский научно-технический вестник. – 2016. – № 1 (15). – 14 с. – Библиогр.: с. 12. Режим доступа: <https://yadi.sk/i/eU59k8OIsKSTQ>.
6. Сухочев, Г. А. Экспериментальные исследования параметров управляемости процесса воздушно-плазменного нанесения и упрочнения покрытий / Г. А. Сухочев, А. М. Кадырметов // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2008. – № 11(47). – С. 53-56.
7. Структура и механические свойства плазменных покрытий после электромеханической обработки / В. П. Багмутов, В. И. Калита, И. Н. Захаров, С. Н. Паршев // Физика и химия обработки материалов. 2007. № 3. С. 22-28.
8. Технологическое обеспечение качества нанесения защитных покрытий комбинированной обработкой / Г. А. Сухочев, О. Н. Кириллов, А. М. Кадырметов и др. // Упрочняющие технологии и покрытия. 2010. № 8(68). С. 39-44.
9. Соснин, Н. А. Плазменные технологии. Руководство для инженеров / Н. А. Соснин, С. А. Ермаков, П. А. Тополянский. – СПб : Изд-во Политехн. ун-та, 2008. 406 с.
10. Кадырметов, А. М. Оборудование для плазменного нанесения и упрочнения покрытий с модуляцией электрических параметров / А. М. Кадырметов, Д. И. Станчев, Г. А. Сухочев // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2010. – № 11 (71). – С. 41-48.
11. Патент № 2211256 РФ, МПК 7 С 23 С 4/12. Способ нанесения покрытия / Д. И. Станчев, А. М. Кадырметов, В. Н. Бухтояров, А. В. Винокуров. – БИ № 24. – 2003.
12. Кадырметов, А. М. Технология плазменного нанесения и упрочнения покрытий в ресурсосберегающих производственных процессах / А. М. Кадырметов, Д. И. Станчев, Г. А. Сухочев // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2010. – № 7(67). С. 29-36.
13. Перспективы упрочнения покрытий методом плазменного напыления с одновременной электромеханической обработкой / А. М. Кадырметов, В. О. Никонов, В. Н. Бухтояров и др. // Станочный парк. – 2012. – № 6. – С. 58-60.

14. ГОСТ Р 50995.0.1-96. Технологическое обеспечение создания продукции. Основные положения
15. Вопросы технологического обеспечения плазменного напыления и упрочнения покрытий деталей машин / О. М. Тимохова, А. М. Кадырметов, Е. В. Снятков, В. Л. Махонин // Воронежский научно-технический вестник. – 2017. – Т. 4, № 4 (22). – С. 16-31. – Режим доступа : <http://vestnikvglta.ru/arhiv/2017/4-22-2017/16-31.pdf>.
16. Кадырметов, А. М. Манипуляторы, используемые для плазменного напыления коленчатых валов / А. М. Кадырметов, В. Н. Бухтояров, А. И. Веневцев // Энергоэффективность автотранспортных средств: нанотехнологии, информационно-коммуникационные системы, альтернативные источники энергии : материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием 4-7 июня 2019 года. – Воронеж, 2019. – С. 40-44.
17. Кадырметов, А. М. Восстановление и упрочнение сложнопрофильных поверхностей / А. М. Кадырметов, Р. В. Мирзаханов, В. Н. Бухтояров // Воронежский научно-технический вестник. – 2018. – Т. 1, № 1 (23). – С. 4-8. – Режим доступа : <http://vestnikvglta.ru/arhiv/2018/1-1-23-2018/4-8.pdf>.
18. Восстановление клапанов двигателей внутреннего сгорания плазменной наплавкой и напылением с модуляцией параметров / О. М. Тимохова, А. М. Кадырметов, Е. В. Снятков, В. В. Романов // Воронежский научно-технический вестник. – 2018. – Т. 1, № 1 (23). – С. 53-67. – Режим доступа : <http://vestnikvglta.ru/arhiv/2018/1-1-23-2018/53-67.pdf>.
19. Новое поколение установок для порошковой плазменной наплавки-напыления (процесс РТА) / П. А. Тополянский, С. А. Ермаков, А. Ю. Смирнов, Н. А. Соснин / Технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки : Материалы 5-й Междунар. практ. конференции-выставки, проходившей 8-10 апреля 2003 г. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2003 (Шифр статьи R03-06).
20. Установка для плазменной порошковой наплавки – напыления клапанов (РТА-процесс) // Технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки : В 2 ч. – Ч. 2 : Материалы 9-й Междунар. практ. конф. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – С. 391.

References

1. Restoration of automobile parts : Technology and equipment : Studies for universities / V. E. Kanarchuk, A.D. Chigirinets, O. L. Golyak, P. M. Shotsky. – M. : Transport, 1995. – 303 p.
2. Sukhochev, G. A. Quality management of products operating under extreme conditions under non-stationary influences / G. A. Sukhochev. – M. : Mashinostroenie, 2004. – 287 p.
3. Kadyrmetov A. M., Sukhochev G. A. Features of the process of air-plasma deposition and hardening of coatings // Hardening technologies and coatings. 2009. № 4(52). pp. 25-28.
4. Modern technologies of plasma and gas thermal coating processes in an open atmosphere / A. M. Kadyrmetov, Y. E. Simonova, A. A. Plakhotin, D. V. Kolmakov // Modern materials, technique and technology: collection of scientific articles of the 9th International Scientific and Practical Conference (December 28, 2019) / Yugo-Zapad State University; in 2 volumes. Volume 1. – Course : South-West State University, 2019. – pp. 226-238.
5. Review of the efficiency of plasma spraying / A. M. Kadyrmetov, E. V., Snyatkov, A. S. Pustovalov, R. V. Mirzekhanov // Voronezh Scientific and Technical Bulletin. – 2016. – № 1 (15). – 14 p. – Bibliogr. : p. 12. Access mode : <https://yadi.sk/i/eU59k8OIsKSTQ>.
6. Sukhochev, G. A. Experimental studies of the controllability parameters of the process of air-plasma deposition and hardening of coatings / G. A. Sukhochev, A. M. Kadyrmetov // Hardening technologies and coatings. – 2008. – № 11(47). – Pp. 53-56.

7. Structure and mechanical properties of plasma coatings after electromechanical processing / V. P. Bagmutov, V. I. Kalita, I. N. Zakharov, S. N. Parshev // *Physics and chemistry of materials processing*. 2007. № 3. S. 22-28.
8. Technological quality assurance of protective coatings by combined treatment / G. A. Sukhochev, O. N. Kirillov, A. M. Kadyrmetov et al. // *Hardening technologies and coatings*. 2010. № 8(68). pp. 39-44.
9. Sosnin, N. A. *Plasma technologies. Handbook for engineers* / N. A. Sosnin, S. A. Ermakov, P. A. Topolyansky. – St. Petersburg : Publishing House of the Polytechnic University, 2008. 406 p.
10. Kadyrmetov, A. M. Equipment for plasma deposition and hardening of coatings with modulation of electrical parameters / A. M. Kadyrmetov, D. I. Stanchev, G. A. Sukhochev // *Hardening technologies and coatings*. – 2010. – № 11(71). – Pp. 41-48.
11. Patent № 2211256 of the Russian Federation, IPC 7 C 23 From 4/12. The method of coating / D. I. Stanchev, A. M. Kadyrmetov, V. N. Bukhtoyarov, A. V. Vinokurov. BI № 24. 2003.
12. Kadyrmetov, A. M. Technology of plasma deposition and hardening of coatings in resource-saving production processes / A. M. Kadyrmetov, D. I. Stanchev, G. A. Sukhochev // *Hardening technologies and coatings*. – 2010. – № 7 (67). Pp. 29-36.
13. Prospects for hardening coatings by plasma spraying with simultaneous electromechanical processing / A. M. Kadyrmetov, V. O. Nikonov, V. N. Bukhtoyarov et al. // *Machine park*. – 2012. – № 6. – pp. 58-60.
14. GOST R 50995.0.1-96. Technological support for the creation of products. The main provisions.
15. Issues of technological support for plasma spraying and hardening of coatings of machine parts / O. M. Timokhova, A. M. Kadyrmetov, E. V. Snyatkov, V. L. Makhonin // *Voronezh Scientific and Technical Bulletin*. – 2017. – vol. 4, № 4 (22). – pp. 16-31. – URL: <http://vestnikvglta.ru/arhiv/2017/4-22-2017/16-31.pdf>.
16. Kadyrmetov, A. M. Manipulators used for plasma spraying of crankshafts / A. M. Kadyrmetov, V. N. Bukhtoyarov, A. I. Venevtsev // *Energy efficiency of motor vehicles: nanotechnology, information and communication systems, alternative energy sources : materials of the All-Russian Scientific and technical conference with international participation June 4-7, 2019*. – Voronezh, 2019. – pp.40-44.
17. Kadyrmetov, A. M. Restoration and hardening of complex profile surfaces / A. M. Kadyrmetov, R. V. Mirzekhanov, V. N. Bukhtoyarov // *Voronezh Scientific and Technical Bulletin*. - 2018. – vol. 1, № 1 (23). – pp. 4-8. – URL: <http://vestnikvglta.ru/arhiv/2018/1-1-23-2018/4-8.pdf>.
18. Restoration of valves of internal combustion engines by plasma surfacing and spraying with modulated parameters / O. M. Timokhova, A. M. Kadyrmetov, E. V. Snyatkov, V. V. Romanov // *Voronezh Scientific and Technical Bulletin*. – 2018. – vol. 1, № 1 (23). – pp. 53-67. – URL: <http://vestnikvglta.ru/arhiv/2018/1-1-23-2018/53-67.pdf>.
19. A new generation of installations for powder plasma surfacing (MOUTH process) / P. A. Topolyansky, S. A. Ermakov, A. Yu. Smirnov, N. A. Sosnin / *Technologies for repair, restoration and hardening of machine parts, mechanisms, equipment, tools and technological equipment : Materials 5th International. The practical conference-exhibition, held on April 8-10, 2003*. – St. Petersburg : Publishing House of the Polytechnic University, 2003 (Code of the article R03-06).
20. Installation for plasma powder surfacing – spraying of valves (PTA process) / *Technologies for repair, restoration and hardening of machine parts, mechanisms, equipment, tools and technological equipment : In 2 hours – Part 2 : Materials of the 9th International Practical conference*. – St. Petersburg : Publishing House of the Polytechnic University, 2007. – p. 391.

DOI: 10.58168/MOTOR2024_82-88

УДК 629*13

Никонов В.О.

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства, ремонта
и эксплуатации машин ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Посметьев В.И.

доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры
машиностроительных технологий
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», г.
Воронеж, РФ

Матяшов А.Е.

аспирант кафедры
машиностроительных технологий
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Федоркевич К.И.

магистрант кафедры
производства, ремонта и эксплуатации
машин ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Бормотина Е.А.

магистрант кафедры
производства, ремонта и эксплуатации
машин ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Nikonov V.O.

Ph. D., associate professor of production,
repair and operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Posmetev V.I.

dr. sci. tech. prof., prof. of department of
mechanical engineering technologies
Federal State Budget Educational
Institution of Higher Education "Voronezh
State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov",
Voronezh, RF

Matyashov A.E.

postgraduate student of the department of
mechanical engineering technologies
Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education "Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Fedorkevich K.I.

undergraduate student of the repair and
operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Bormotina E.A.

undergraduate student of the repair and
operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ-ТЯГАЧЕЙ С ДВУХОСНЫМИ ПРИЦЕПАМИ-РОСПУСКАМИ

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE PRODUCTIVITY OF LOG TRUCK TRUCKS WITH TWO-AXLE TRAILERS

Аннотация: Выполнен анализ основных факторов, оказывающих существенное влияние на производительности лесовозного автомобильного транспорта. Приведены зависимости, ха-

рактически характеризующие изменение производительности лесовозных автопоездов и себестоимости вывозки ими лесоматериалов от различных факторов. Описаны возможные пути, способствующие сокращению заработной платы водителям лесовозных автопоездов, снижению затрат на топливо, смазочные и расходные материалы. Рассмотрена важность учета в себестоимости вывозки лесоматериалов лесовозным автомобильным транспортом дорожной составляющей.

Ключевые слова: лесовозный автомобиль-тягач, лесная промышленность, лесотранспортный процесс, заготавливаемые лесоматериалы, двухосный прицеп-ропуск, производительность, техническое обоснование, лесовозная дорога, транспортная и дорожная составляющие, снижение затрат.

Abstract: The analysis of the main factors that have a significant impact on the productivity of timber road transport is performed. The dependencies characterizing the change in the productivity of timber road trains and the cost of timber removal by them from various factors are given. Possible ways to reduce the wages of timber road train drivers, reduce the costs of fuel, lubricants and consumables are described. The importance of taking into account the road component in the cost of timber removal by timber road transport is considered.

Keywords: timber truck tractor, forest industry, timber transport process, harvested timber, two-axle trailer-disintegrator, productivity, technical justification, timber road, transport and road components, cost reduction.

Повышение эффективности в лесной промышленности может быть достигнуто путем дальнейшего развития и совершенствования лесотранспортного процесса, оснащения лесной промышленности усовершенствованной и новой техникой, а также более быстрым внедрением в производство научно-технических достижений. Основным видом лесного транспорта, который задействован при вывозке лесоматериалов (ЛМ), является лесовозный автомобильный транспорт (ЛАТ), которым вывозится более 80 % всего объема заготавливаемого в России леса [1, 2].

Для обеспечения дальнейшего повышения эффективности ЛАТ и роста производительности труда в процессе вывозки ЛМ требуется увеличение единичной мощности и грузоподъемности ЛАТ, повышение его технической скорости при снижении собственного веса конструкции, повышение надежности и ресурса, улучшение управляемости и безопасности движения, уменьшения воздействия на лесовозную дорогу (ЛД) и др. [3]

Повышение удельного веса ЛАТ и производительности труда в процессе вывозки ЛМ достигается за счет использования лесовозных автопоездов (ЛАП) различного компонования. Наибольшее распространение при вывозке длинномерных ЛМ получил ЛАП, компоновка которого включает в себя лесовозный тягач (ЛТ) и двухосной прицеп-ропуск (ДПР) [4].

Эффективность использования ЛТ с ДПР считается наилучшей, если при минимальных финансовых затратах на процесс вывозки ЛМ достигается максимальное значение производительности ЛАП. Часовые производительности ЛТ с ДПР, выраженные в м³ и м³км, определяются по следующим зависимостям:

$$W_{load.cap.} = \frac{Q \cdot K_{us}}{\left(\frac{l_{timb.}}{0,5 \cdot V_{tim.}} + t_{rid.} \right)}; \quad (1)$$

$$W_{job.} = \frac{Q \cdot K_{us}}{\left(\frac{1}{0,5 \cdot V_{tim.}} + \frac{t_{rid.}}{l_{imb.}} \right)}, \quad (2)$$

где Q – грузоподъемность; K_{us} – коэффициент использования грузоподъемности; $l_{imb.}$ – пробег с ЛМ за одну ездку; $V_{tim.}$ – скорость движения ЛАП; $t_{rid.}$ – время ездки ЛТ с ДПР; $\beta_{mil.}$ – коэффициент использования пробега ЛТ с ДПР (принимается равным 0,5).

На основании представленных выше зависимостей, можно заключить, что производительность ЛТ с ДПР зависит от таких факторов, как: время $t_{rid.}$, которое требуется ЛАП на маневрирование в пределах погрузочной площадки нижнего склада, приведение гидроманипулятора в рабочее состояние, осуществление погрузки пачки ЛМ, ее увязку на ЛАП, транспортирование ЛМ потребителю, а также их разгрузку; грузоподъемность Q ЛТ с ДПР; скорость движения $V_{tim.}$ ЛАП с ЛМ и без них; коэффициент использования грузоподъемности K_{us} ЛТ с ДПР; пробег $l_{imb.}$ ЛАП с ЛМ в грузовом и порожнем направлениях [5].

Производительность W ЛТ с ДПР имеет прямо пропорциональную зависимость от коэффициента использования грузоподъемности K_{us} , а также от грузоподъемности Q ЛАП. Характер влияния других факторов ($l_{imb.}$, $V_{tim.}$, $t_{rid.}$) на производительность более сложный. Известно, что: производительность W ЛАП, измеряемая в м³км возрастает с увеличением пробега $l_{imb.}$ Автопоезда в грузовом направлении, а измеряемая в м³ – снижается; производительность W ЛАП повышается при увеличении скорости движения $V_{tim.}$ в грузовом и порожнем направлениях; производительность W ЛАП увеличивается при сокращении времени простоя ЛТ с ДПР в техническом обслуживании (ТО) и текущем ремонте (ТР), а также в процессе погрузки и разгрузки ЛМ. Правильность укладки пачки ЛМ на коники ЛТ и ДПР, а также средний объем перевозимых ЛМ существенно влияют на изменение коэффициента использования грузоподъемности K_{us} ЛАП. Для обеспечения необходимой скорости движения ЛАП ЛД должна находиться в хорошем состоянии. Скорость движения ЛТ с ДПР также зависит от опытности водителя [5].

Помимо влияния на производительность W ЛТ с ДПР технико-эксплуатационных факторов, существуют также и косвенные связи, оказывающие влияние на изменение производительности ЛАП. К ним относятся: уровень обустроенности ЛД, техническое состояние агрегатов и систем ЛАП, квалификация водителей, природно-климатические условия. Например, ухудшение технического состояния ЛТ с ДПР может снижать его техническую скорость при движении по ЛД. Такие многофакторные зависимости определяются корреляционными методами на основании фактических показателей работы ЛТ с ДПР.

Улучшение состояния ЛД является основным резервом повышения технической скорости ЛАП. На фактическую производительность ЛАП существенное влияние оказывает время стоянки ЛТ с ДПР в ожидании погрузки или

разгрузки ЛМ, и оно может быть значительно сокращено при внедрении на вывозке ЛМ ступенчатого графика движения ЛАП [6].

Транспортная составляющая себестоимости вывозки 1 м³км ЛМ $S_{cost.pr.}$ определяется в основном постоянными расходами $S_{const.}$, например, на 1 ч работы ЛАП и переменными расходами $S_{variab.}$, например на 1 км пробега ЛАП. Это может быть выражено при коэффициенте использования пробега $\beta_{mil} = 0,5$ в следующем виде:

$$S_{cost.pr.} = \frac{1}{Q \cdot K_{us}} \left(\frac{S_{const.}}{0,5 \cdot V_{tim}} + \frac{S_{const.} \cdot t_{rid.}}{l_{timb.}} + \frac{S_{variab.}}{0,5} \right). \quad (3)$$

Зависимость (3) может быть использована для выявления влияния отдельных факторов $Q \cdot K_{us}$, V_{tim} , $l_{timb.}$ и t_{rid} на себестоимость вывозки ЛМ. В этом случае в правой части зависимости (3), один из указанных факторов принимается переменный, а остальные – за постоянные.

Влияние $Q \cdot K_{us}$ на себестоимость вывозки ЛМ $S_{cost.pr.}^{QK_{us}}$ может быть представлено зависимостью:

$$S_{cost.pr.}^{QK_{us}} = \frac{a_1}{Q \cdot K_{us}}, \quad (4)$$

$$\text{где } a_1 = \frac{S_{const.}}{0,5 \cdot V_{tim}} + \frac{S_{const.} \cdot t_{rid.}}{l_{timb.}} + \frac{S_{variab.}}{0,5}.$$

С увеличением грузоподъемности ЛАП и коэффициента его использования себестоимость вывозки ЛМ уменьшается.

Зависимости себестоимости от длины ездки с ЛМ $l_{timb.}$ и технической скорости $V_{tim.}$ показаны соответственно (5) и (6):

$$S_{cost.pr.}^{l_{timb.}} = \frac{a_2}{l_{timb.}} + b_2, \quad (5)$$

$$\text{где } a_2 = \frac{S_{const.} \cdot t_{rid.}}{Q \cdot K_{us}}; \quad b_2 = \frac{1}{0,5 \cdot Q \cdot K_{us} \left(S_{variab.} + \frac{S_{const.}}{V_{tim}} \right)}.$$

$$S_{cost.pr.}^{V_{tim.}} = \frac{a_3}{V_{tim.}} + b_3, \quad (6)$$

$$\text{где } a_3 = \frac{S_{const.}}{0,5 \cdot Q \cdot K_{us}}; \quad b_3 = \frac{1}{Q \cdot K_{us} \left(\frac{S_{variab.}}{0,5} + \frac{S_{const.} \cdot t_{rid.}}{l_{timb.}} \right)}.$$

При увеличении длины $l_{timb.}$ ездки ЛАП в грузовом и порожнем направлениях, а также при повышении скорости движения $V_{tim.}$ ЛАП, себестоимость S транспортирования ЛМ снижается.

Зависимость себестоимости транспортирования ЛМ от времени простоя t_{rid} ЛТ с ДПР при осуществлении погрузки и разгрузки ЛМ может быть выражена в следующем виде:

$$S_{cost.pr.}^{t_{rid.}} = a_4 t_{rid.} + b_4, \quad (7)$$

$$\text{где } a_4 = \frac{S_{const.}}{Q \cdot K_{us} \cdot l_{imb.}}; \quad b_4 = \frac{1}{0,5 \cdot Q \cdot K_{us} \left(S_{variab.} + \frac{S_{const.}}{V_{tim.}} \right)}.$$

Чем больше время простоя ЛАП под погрузкой и разгрузкой ЛМ за каждую езду, тем выше себестоимость вывозки ЛМ [6].

Для определения транспортной составляющей себестоимости вывозки ЛМ $S_{cost.pr.}$ при наличии данных по статьям затрат за смену необходимо сумму расходов по статьям затрат за смену $\sum S_{expen.}(K)$ разделить на выполненную при этом транспортную работу $W_{tr.job}^c$:

$$S_{cost.pr.} = \frac{\sum S_{expen.}}{\sum W_{tr.job}^c}. \quad (8)$$

Основными путями, способствующими снижению значения удельного веса заработной платы водителям ЛТ с ДПР, учитываемой при расчете себестоимости транспортирования ЛМ, являются: более рациональное использование расценок и существующих доплат; снижение времени стоянки ЛТ с ДПР в погрузочных и разгрузочных пунктах; оптимальное использование грузоподъемности ЛАП; организация бригадного метода работы водителей; создание транспортных комплексов, работающих по методу бригадного подряда. Снижения затрат по статье топлива можно достичь за счет: совершенствования выполняемых диагностических работ узлов, агрегатов и систем ЛАП, от которых зависит расход топлива ЛТ; улучшения дорожных условий движения и качества проведения регулировочных работ при осуществлении ТО; повышение квалификации водителей автопоездов. Снижение затрат на смазочные материалы достигают путем: сокращения их расхода, за счет более рационального использования без ущерба качеству и периодичности выполнения смазочных работ. Снижения затрат на ТО и ТР ЛТ с ДПР обеспечивается: строгим выполнением плана по всем требуемым видам ТО, ТР и их объемам; исключением нарушений периодичности выполнения ТО и ТР; обеспечение ремонтных участков современным технологическим оборудованием для ТО и ТР ЛАП; повышения уровня организации выполнения ТО и ТР, а также дисциплины ремонтных рабочих; внедрения передового опыта выполнения ТО и ТР среди ремонтных рабочих [7].

Кроме этого, увеличение пробега шин также оказывает существенное влияние на уменьшение затрат в себестоимости вывозки ЛМ ЛАП. Уменьшение таких затрат может быть достигнуто за счет надлежащей организации и хране-

ния, использования, ТО и ремонта. Дополнительно к этому, необходимо отметить, что резервами сокращения удельного веса амортизационных отчисления в стоимости вывозки ЛМ, являются: правильное использование норм, регламентирующих амортизационные отчисления, повышение производительности ЛАП, увеличение межремонтного пробега, полный учет сменного пробега ЛАП, включая нулевой пробег.

Повышение грузоподъемности ЛТ с ДПР дает возможность роста производительности и снижения транспортной составляющей себестоимости вывозки ЛМ, но в свою очередь увеличение осевых нагрузок, которое при этом имеет место, требует более обустроенных ЛД для движения по ним ЛАП, и, следовательно, сопровождается ростом дорожных расходов. Дорожная составляющая себестоимости вывозки ЛМ рассчитывается отношением суммы затрат, расходуемых на строительство, содержание и ремонт ЛД за определенный период времени к выполненной за тот же период времени суммарной транспортной работе [6].

Выполненный анализ влияния различных факторов на производительность ЛАП и себестоимость вывозки ими ЛМ, позволяет заключить, что для достижения высокой эффективности работы ЛТ с ДПР, необходимо, чтобы создаваемые ЛАП были максимально приспособлены к конкретным дорожным и природно-климатическим условиям вывозки ЛМ, а также обладали высокой экономичностью по расходу топлива. Возможными направлениями, способствующими снижению расхода топлива ЛАП, являются: поиск и исследование новых ресурсов, имеющих меньшую себестоимость и дефицитность в сравнении с традиционными видами топлива; повышение экономичности двигателей ЛТ за счет разработки перспективных их конструкций, улучшения регулирования их мощности, а также путем совершенствования рабочего процесса традиционных конструкций двигателей; полезное использование кинетической энергии масс звеньев ЛАП при его неустановившемся движении, а также потенциальной энергии движения ЛТ с ДПР под уклон ЛД; сокращение потерь энергии на сопротивление при движении ЛАП по ЛД с неровной опорной поверхностью (снижение массы звеньев ЛАП и его гидравлического технологического оборудования, сокращение тепловых потерь на трение в агрегатах и системах ЛТ, а также улучшение обтекаемости автопоезда) [8].

Список литературы

1. Никонов, В. О. Современное состояние, проблемы и пути повышения эффективности лесовозного автомобильного транспорта / В. О. Никонов. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2021. – 203 с.
2. Посметьев, В. И. Повышение эффективности лесовозных автопоездов с помощью рекуперативных седельно-сцепных и поворотных кониковых устройств / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, В. В. Посметьев ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2024. – 283 с.
3. Никонов, В. О. Критерии оценки технического уровня и основных эксплуатационных свойств лесовозных автопоездов / В. О. Никонов, В. И. Посметьев // Проблемы эксплуатации и перспективы развития автомобильного транспорта : Материалы Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 05-06 октября 2023 года / отв. редактор В. О. Никонов. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2023. – С. 12-25. – DOI 10.58168/OPPRTD_12-25.

4. Никонов, В. О. Анализ конструктивных схем лесовозных тягачей с прицепами-ропусками / В. О. Никонов, В. И. Посметьев, А. Е. Матяшов // Проблемы эксплуатации и перспективы развития автомобильного транспорта : Материалы Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 05-06 октября 2023 года / отв. редактор В. О. Никонов. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2023. – С. 54-59. – DOI 10.58168/OPPRTD_54-59.

5. Солнышков, В. М. Повышение эффективности системы технического обслуживания и ремонта лесотранспортных машин с применением ГИС-технологий : дис. ... канд. техн. наук : 05.21.01 / В. М. Солнышков. – Петрозаводск, 2003. – 135 с.

6. Немцов, В. П. Теоретические и экспериментальные основы совершенствования лесовозных автопоездов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.21.01 / В. П. Немцов. – Москва, 1989. – 463 с.

7. Мухин, И. М. Экономическое обоснование рационального соотношения подвижного состава и лесовозных автодорог в лесопромышленном комплексе : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / И. М. Мухин. – Москва, 2000. – 219 с.

8. Чудаков, Е. А. Теория автомобиля : учебник для высш. техн. учеб. заведений / Е. А. Чудаков. – 3-е изд., доп. и перераб. – Москва : Изд. и 1-я тип. Mashgiza в Л., 1950. – 344 с.

References

1. Nikonov, V. O. The current state, problems and ways to improve the efficiency of logging road transport / V. O. Nikonov. – Voronezh : Voronezh State Forestry Engineering University named after G. F. Morozov, 2021. – 203 p.

2. Posmetyev, V. I. Improving the efficiency of logging road trains with the help of regenerative saddle-coupling and rotary conical devices / V. I. Posmetyev, V. O. Nikonov, V. V. Posmetyev; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, VGLTU. – Voronezh, 2024. – 283 p.

3. Nikonov, V. O. Criteria for assessing the technical level and basic operational properties of logging road trains / V. O. Nikonov, V. I. Posmetyev // Problems of operation and prospects for the development of motor transport : Materials of the All-Russian Scientific and Technical Conference, Voronezh, 05-06 October 2023 / editor-in-chief V.O. Nikonov. – Voronezh : Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 2023. – pp. 12-25. – DOI 10.58168/OPPRTD_12-25.

4. Nikonov, V. O. Analysis of structural schemes of logging tractors with trailers-dissolves / V. O. Nikonov, V. I. Posmetyev, A. E. Matyashov // Problems of operation and prospects for the development of motor transport : Materials of the All-Russian Scientific and Technical conference, Voronezh, 05-06 October 2023 / editor-in-chief V. O. Nikonov. – Voronezh : Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 2023. – pp. 54-59. – DOI 10.58168/OPPRTD_54-59.

5. Solnyshkov, V. M. Improving the efficiency of the system of maintenance and repair of forest transport vehicles using GIS technologies: diss. ... Candidate of Technical Sciences : 05.21.01. – Petrozavodsk, 2003. – 135 p.

6. Nemtsov, V. P. Theoretical and experimental foundations for improving logging road trains : diss. ... Doctor of Technical Sciences : 05.21.01. – Moscow, 1989. – 463 p.

7. Mukhin, I. M. Economic justification of the rational ratio of rolling stock and logging roads in the timber industry : diss. ... Candidate of Economic Sciences : 08.00.05. – Moscow, 2000. – 219 p.

8. Chudakov, E. A. Theory of the car : textbook for higher engineering studies establishments / E. A. Chudakov. – 3rd ed., revis. and add. – Moscow : Publishing house and 1st type. Mashgiza in L., 1950. – 344 p.

DOI: 10.58168/MOTOR2024_89-93

УДК 621.43

Шакина Ф.А.

преподаватель кафедры
производства, ремонта и эксплуатации
машин ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Снятков Е.В.

кандидат технических наук, доцент,
кафедры производства, ремонта и
эксплуатации машин ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Жайворонок Д.А.

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства, ремонта
и эксплуатации машин ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Shakina F.A.

lecturer, department of production, repair
and operation of machines Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Snyatkov E.V.

Ph. D., associate professor of production,
repair and operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Zhaivoronok D.A.

Ph. D., associate professor of production,
repair and operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

СОВРЕМЕННЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

MODERN DIAGNOSTIC COMPLEXES OF PASSENGER CAR BRAKE SYSTEMS

Аннотация: В статье рассматриваются современные технологии диагностики тормозных систем автомобилей. Описаны методы и оборудование для диагностики, а также где производится диагностика тормозной системы. Особое место уделено важности ремонта и обслуживания тормозной системы.

Ключевые слова: тормозная система, новые технологии, скрытый дефект, современные диагностические комплексы, электронные системы диагностирования, мобильная диагностика, тормозные колодки, ДВС.

Abstract: The article discusses modern technologies for diagnosing car brake systems. It describes methods and equipment for diagnostics, as well as where brake system diagnostics are performed. Special attention is paid to the importance of repair and maintenance of the brake system.

Keywords: brake system, new technologies, hidden defect, modern diagnostic systems, electronic diagnostic systems, mobile diagnostics, brake pads, internal combustion engines.

В современных автомобилях одной из важнейших составляющих безопасности является тормозная система. Корректное функционирование тормозов на авто-

мобиле не только обеспечивает возможность остановки при необходимости, но и способствует устойчивости и маневренности во время движения. Однако, со временем детали тормозной системы подвержены износу и требуют регулярного обслуживания и контроля [2].

С появлением новых технологий и электронных систем в автомобилях возникла потребность в разработке современных диагностических комплексов для контроля состояния тормозной системы легковых автомобилей. Эти комплексы позволяют быстро и точно определить причину неисправности или потерю эффективности работы тормозных механизмов. В данной статье рассмотрены основные принципы работы таких диагностических комплексов, а также преимущества использования данной технологии для владельцев автомобилей.

На сегодняшний день современные диагностические комплексы для тормозных систем легковых автомобилей предоставляют много возможностей для детальной проверки и анализа работы тормозной системы. Эти комплексы способны провести анализ всех параметров, связанных с работой тормозных механизмов, включая износ колодок и дисков, состояние гидравлической системы, дефекты тормозных трубок, а также определить наличие возможных неисправностей, таких как утечка гидравлической жидкости, проблемы с ABS или ESP, или не соответствующее давление в тормозной системе.

Современные диагностические комплексы обладают высокой точностью и скоростью проведения проверки, а также дают возможность получить подробную информацию на дисплее о состоянии тормозов и необходимых мероприятиях по обслуживанию. Это позволяет оперативно выявить любые неисправности, предотвращая возможные аварийные ситуации на дороге и повреждения тормозной системы. Кроме того, данные комплексы могут быть использованы как профилактический инструмент при регулярном техническом обслуживании транспортного средства. Они помогают выявить скрытые дефекты и неисправности на ранней стадии, что позволяет предпринять своевременные меры по их исправлению [1].

Существуют несколько видов диагностических комплексов для тормозной системы автомобиля: статические силовые; инерционные платформенные; инерционные роликовые; силовые роликовые; приборы для замедления автомобиля при дорожных испытаниях. В табл. 1 представлены характеристики данных комплексов.

Таблица 1 – Характеристики тормозных стендов

Вид стенда	Инерционный платформенный	Силовой роликовый
Модель устройства	Ravaglioli RAVRT700PLT	МАНА МВТ 2100
Вывод информации	ЖК дисплей	Аналоговый дисплей
Максимальная нагрузка на ось, кг	2500	5000
Тестовая масса, кг	2500	5000
Тестовая ширина мин/макс, мм	800 / 2020	800 / 2200
Тестовая скорость, км/ч	5	5
Габаритные размеры тестовой площадки д / ш / в, мм	4000 / 750 / 55	2320 / 680 / 280
Требуемое место д/ш, мм	4800 / 2200	7000 / 5000

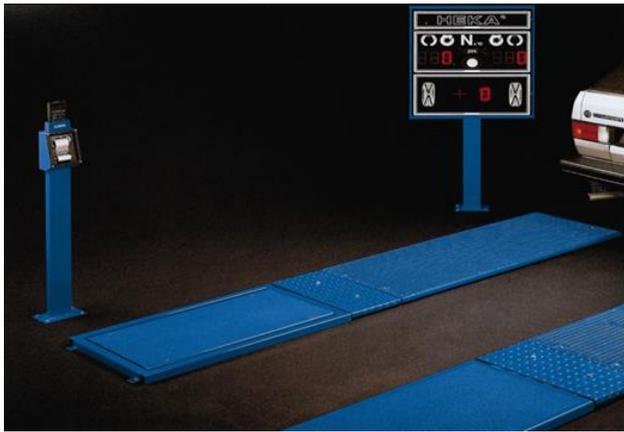


Рисунок 1 – Платформенный тормозной стенд

Преимущества платформенных стендов (рис. 1) заключаются в малом времени проведения измерений, возможности проверять автомобили с любым типом полного привода и удобство в монтаже. К недостаткам стоит отнести значительную площадь для размещения стенда и разгона автомобиля перед въездом на стенд. Точность измерения тормозной силы на таком стенде зависит от отклонения направления движения автомобиля относительно оси

стенда. Так же на данном комплексе нельзя определить удельные тормозные усилия на каждом колесе, усилие торможения стояночным тормозом при трогании автомобиля с места и усилие на педали тормоза.

Достоинства роликовых стендов (рис. 2) заключаются в высокой точности испытаний; удобстве при проведении операционного контроля, когда необходима регулировка тормозного механизма. К недостаткам можно отнести высокие в производ-



Рисунок 2 – Роликовый тормозной стенд

стве металлоёмкость и энергоёмкость. Так же с ростом скорости вращения барабанов, для повышения достоверности диагностики, увеличивается мощность электродвигателей и значительно повышается их стоимость.

Современные диагностические комплексы для тормозных систем легковых автомобилей выполняют важные функции по обнаружению и анализу неисправностей. Они основываются на различных принципах работы, включая проверку наличия и работоспособности датчиков, анализ давления в тормозной системе, проверку электрических цепей и работы актуаторов.

Одной из основных функций диагностических комплексов является обнаружение неисправностей в системе, таких как срабатывание аварийной сигнализации, неполадки в работе антиблокировочной системы (АБС) и системы стабилизации (ESP), а также протечки жидкости и износ тормозных колодок. Комплексы обеспечивают точную диагностику и определение причины неисправности, что помогает сократить время на поиск и устранение.

Диагностические комплексы также позволяют контролировать состояние тормозной жидкости, анализируя ее уровень и качество. Это важно для обеспечения надежной работы всей тормозной системы и предотвращения возникновения неисправностей. Кроме того, диагностические комплексы позволяют

проводить проверку давления в тормозной системе и анализировать его изменения в различных режимах эксплуатации автомобиля

Современные диагностические комплексы также обладают функциями чтения и сброса ошибок, что позволяет оперативно определить проблему и, при необходимости, устранить ее.

Перспективы развития и тренды в области диагностических комплексов для тормозных систем легковых автомобилей продолжают активно развиваться и совершенствоваться. Современные комплексы обладают новыми возможностями, которые значительно улучшают процесс диагностики и обнаружения неисправностей в тормозной системе автомобиля.

Одним из главных трендов является использование электронных систем диагностики. Они позволяют производить сканирование и чтение данных непосредственно с электронных блоков управления тормозной системы, что значительно сокращает время на поиск и устранение неисправностей. Это также позволяет более точно определить причину возникновения проблем, что помогает механикам проводить более эффективные ремонтные работы [4].

Еще одним перспективным направлением развития является автоматизация процесса диагностики. Современные комплексы могут самостоятельно анализировать данные и давать рекомендации по устранению неисправностей. Некоторые системы также могут предпрогнозировать возможные проблемы с тормозной системой на основе анализа работоспособности других систем автомобиля.

Так же немаловажна и мобильная диагностика. Она может использоваться в малых сервисах в случае отсутствия диагностического комплекса. Так же мобильную диагностику своего автомобиля может произвести сам владелец авто для того, чтобы заранее перед посещением сервиса точно знать неисправность, либо для того, чтобы устранить эту неисправность своими силами [3].

Мобильная диагностика происходит следующим образом. Для начала на смартфон устанавливается приложение мобильной диагностики. Затем в автомобиле необходимо вставить диагностический сканер в разъем, включить зажигание и запустить двигатель. Далее с помощью Bluetooth происходит соединение сканера и приложения.

С помощью мобильной диагностики можно выявить неисправности как по тормозной системе, так и другим системам в автомобиле. Существует несколько видов разъемов для диагностики, но самый популярный – OBD2.

Так же автомобиль может сам сигнализировать водителю о неисправности тормозной системы. Если на приборной панели загорелся индикатор ABS или ESP, то система неисправна [5]. В настоящее время правила ПДД запрещают эксплуатацию транспортного средства с неисправной системой ABS. В более дорогих современных автомобилях диагностику тормозной системы может производить ЭБУ, а результаты выводить либо на бортовой компьютер, либо на экран мультимедийной консоли. Здесь будет показываться давление и уровень тормозной жидкости, остаточная величина тормозных колодок и оповещение водителя в случае поломки транспортного средства или перед обслуживанием.

Несмотря на современные методы диагностики тормозной системы, на сегодняшний день могут применяться другие методы. Например, в дилерских центрах или автосервисах остаточную толщину тормозных колодок можно проверить с помощью штангенциркуля. Так же могут проверить и вакуумный усилитель. Выжимается педаль тормоза и сразу же запускается ДВС. При заглушенном двигателе необходимо несколько раз нажать на педаль тормоза. Затем педаль выжимается до упора и запускается двигатель. Если после пуска педаль не сдвинулась с места значит вакуумный усилитель неисправен.

Список литературы

1. Ревин, А. А. Диагностирование пневматической тормозной системы автомобиля с АБС по параметрам рабочего процесса / А. А. Ревин, В. В. Котов, В. В. Еронтаев // Известия вузов. Машиностроение. – 2007 – № 7. – С. 26-31.
2. Деревянко, В. А. Тормозные системы легковых автомобилей / В. А. Деревянко. – СПб : Петит, 2011. – 248 с.
3. Кузьмин, В. С. Методика экспериментальных исследований эксплуатационных свойств элементов тормозной системы автомобилей / В. С. Кузьмин // Научный вестник ДГМ. – 2009. – № 2. – С. 88-93.
4. Осипов, А. Г. Новые устройства, повышающие достоверность диагностирования тормозных систем АТС / А. Г. Осипов // Автомобильная промышленность. – 2009. – № 9. – С. 27-30.
5. Волков, В. С. Основы расчета систем автомобилей, обеспечивающих безопасность движения : учебное пособие / В. С. Волков. – СПб. : Издательство «Лань», 2015. – 144 с. – ISBN 978-5-8114-1818-3.

References

1. Revin, A. A. Diagnostics of the pneumatic braking system of a car with ABS according to the parameters of the working process / A. A. Revin, V. V. Kotov, V. V. Erontaev // Izvestiya vuzov. Mechanical Engineering. – 2007 – № 7. – P. 26-31.
2. Derevyanko, V. A. Braking systems of passenger cars / V. A. Derevyanko. – St. Petersburg : Petit, 2011. – 248 p.
3. Kuzmin, V. S. Methodology of experimental studies of the operational properties of the elements of the braking system of cars / V. S. Kuzmin // Scientific bulletin of the DGM. – 2009. – № 2. – P. 88-93.
4. Osipov, A. G. New devices that increase the reliability of diagnosis of ATS braking systems / A. G. Osipov // Automotive industry. – 2009. – № 9. – P. 27-30.
5. Volkov, V. S. The basics of calculating vehicle systems that ensure traffic safety: a textbook / V. S. Volkov. – St. Petersburg : Lan Publishing House, 2015 – 144 p. – ISBN 978-5-8114-1818-3.

Научное издание

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Материалы Всероссийской научно-технической конференции

Воронеж, 16-17 мая 2024 г.

Ответственный редактор В.О. Никонов

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано к изданию 09.09.2024. Объем данных 24,8 Мб
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»
394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8