

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СМАЗЫВАНИЯ
РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СЕДЕЛЬНО-СЦЕПНОГО
УСТРОЙСТВА ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА**

**ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF THE LUBRICATION OF THE WORKING
SURFACES OF THE SADDLE-COUPLING DEVICE OF THE FOREST TRUCK**

Посметьев В.И., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин 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

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

Posmetev V.I., dr. sci. tech. prof., prof. of 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

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.V., candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the department of forestry mechanization and machine design, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov”, Voronezh, RF

Аннотация. Обоснована важность необходимости дальнейшего конструктивного совершенствования седельно-сцепных устройств лесовозных тягачей с полуприцепами. Рассмотрены основные эксплуатационные факторы, возникающие при движении лесовозного тягача с полуприцепом в процессе вывозки лесоматериалов и влияющие на преждевременный выход из строя основных деталей седельно-сцепного устройства. Приведено влияние на ресурс седельно-сцепного устройства строгого выполнения обязательных операций периодического смазывания седла и опорной плиты полуприцепа в процессе соединения и разъединения его с лесовозным тягачом. Описана актуальная задача, связанная с перерасходом смазочного материала в процессе нанесения его на поверхности трения седла и опорной плиты полуприцепа традиционным способом шприцевания. Рассмотрен возможный способ дозированной подачи требуемого объема смазочного материала через оптимальное количество смазочных отверстий к поверхностям трения, позволяющий значительно снизить стоимость поддержания работоспособного состояния седельно-сцепного устройства. С целью предварительной оценки применения такого способа смазки, обеспечивающего эффективное функционирование седельно-

цепного устройства лесовозного тягача с полуприцепом, выполнены несколько серий компьютерных экспериментов по определению оптимального количества смазочных отверстий в седле, равномерно и дозированно распределяющих смазочный материал между седлом и опорной плитой полуприцепа.

Summary. The importance of the need for further constructive improvement of fifth-wheel couplings of timber tractors with semi-trailers has been substantiated. The main operational factors arising during the movement of a timber tractor with a semitrailer in the process of hauling timber and affecting the premature failure of the main parts of the fifth wheel coupling are considered. The influence on the resource of the fifth wheel coupling device of strict fulfillment of the mandatory operations of periodic lubrication of the saddle and the base plate of the semitrailer in the process of connecting and disconnecting it with a timber tractor is given. Described is the actual problem associated with excessive consumption of lubricant in the process of applying it to the friction surfaces of the saddle and the base plate of the semitrailer by the traditional method of extrusion. A possible method of dosed supply of the required volume of lubricant through the optimal number of lubrication holes to the friction surfaces is considered, which makes it possible to significantly reduce the cost of maintaining the operable state of the fifth wheel coupling. In order to preliminary evaluate the application of this lubrication method, which ensures the effective functioning of the fifth wheel coupling of a timber tractor with a semitrailer, several series of computer experiments were performed to determine the optimal number of lubrication holes in the saddle that evenly and dosed distribute the lubricant between the saddle and the base plate of the semitrailer.

Ключевые слова: лесовозный тягач, седельно-цепное устройство, полуприцеп, дозированная подача, смазочный материал, лесовозная дорога, поверхности трения.

Keywords: timber tractor, fifth wheel, semi-trailer, metered feed, lubricant, forest road, friction surfaces.

Лесовозные автопоезда играют важную роль в развитии экономики РФ, что требует их надежного и безопасного функционирования. Несмотря на высокий уровень развития конструктивного совершенства лесовозных автопоездов, все еще наблюдается значительное увеличение дорожно-транспортных происшествий, связанных с надежностью основных деталей седельно-цепных устройств, устанавливаемых на лесовозных тягачах с полуприцепами. На преждевременный выход из строя седельно-цепных устройств оказывает влияние эксплуатация лесовозных автопоездов в условиях недостаточно обустроенных лесовозных дорог, сопровождающаяся возникновением существенных нагрузок, воздействующих на седельно-цепное устройство, приводящих при частых торможениях и троганиях лесовозного автопоезда с места к появлению толчков, щелчков и стуков в процессе выбора зазора в узле седельно-цепного устройства [1].

Кроме этого, на износ седла и опорной плиты полуприцепа существенно влияет: рассогласование тормозных усилий между лесовозным тягачом и полуприцепом; техническое состояние подвески и ходовой части лесовозного автопоезда; возникающий при вывозке лесоматериалов автопоездом крен относительно поверхности лесовозной дороги; превышение допустимой грузоподъемности лесовозного автопоезда; смещение в полуприцепе в процессе движения лесовозного автопоезда плохо закрепленных

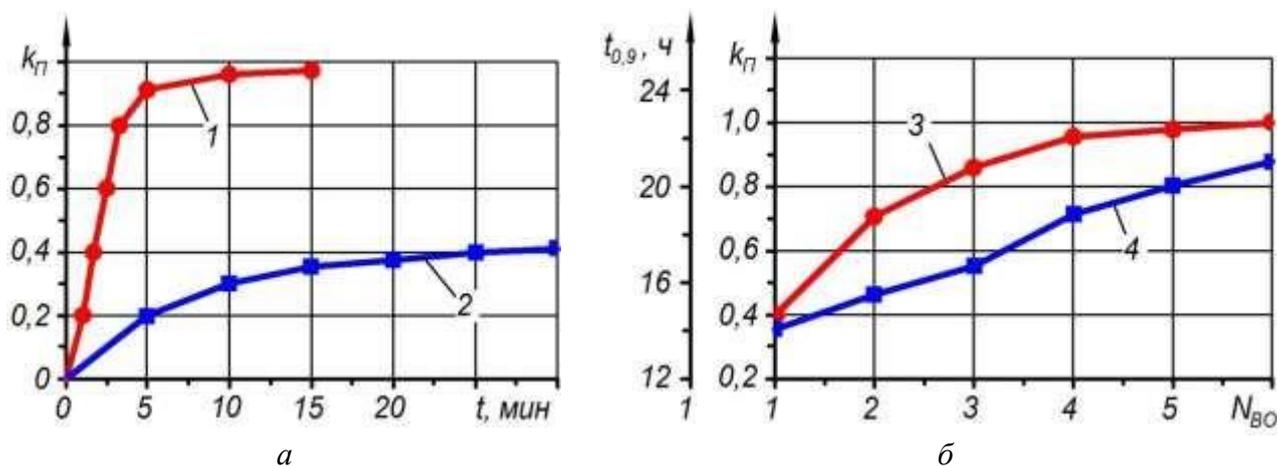
лесоматериалов; сход лесовозного автопоезда с лесовозной дороги; складывание лесовозного автопоезда в результате потери контроля при движении в прямом направлении [2, 3].

На ресурс седельно-цепного устройства лесовозного автопоезда немаловажное значение оказывает своевременное выявление различных неисправностей с их последующим быстрым устранением, а также выполнение водителем операций периодического смазывания седла и опорной плиты полуприцепа специальным смазочным материалом в процессе соединения и разъединения его с лесовозным тягачом [4].

Одной из актуальных задач в настоящее время, является перерасход смазочного материала в процессе нанесения его на поверхности трения седла и опорной плиты полуприцепа традиционным способом шприцевания. Сокращение смазочного материала путем дозированной подачи необходимого его объема к оптимальному количеству смазочных отверстий в седле, обеспечивающих между рассматриваемыми парами трения эффективное смазывание, позволит значительно сократить стоимость поддержания работоспособного состояния седельно-цепного устройства, снижение которой, хоть и не существенно, но отразится на конечной стоимости лесоматериалов. Для решения этой задачи, с целью предварительной оценки необходимого оптимального количества смазочных отверстий для равномерного и эффективного распределения смазочного материала между седлом и опорной плитой полуприцепа, авторами были выполнены серии компьютерных экспериментов.

В первой серии компьютерных экспериментов подача смазочного материала на поверхности трения осуществлялась с одинаковым расходом через одно смазочное отверстие. Период вращения седла относительно опорной плиты полуприцепа в процессе выполнения компьютерного эксперимента не изменялся и составлял $T = 1$ мин. Выявлено, что с течением времени при постоянной подаче смазочного материала к поверхности трения наблюдается увеличение слоя смазки, сопровождающееся его потерями при выдавливании за пределы седла и опорной плиты полуприцепа.

Также установлено, что динамическое равновесие в процессе выполнения компьютерного эксперимента между подачей смазочного материала к поверхностям трения и его потерями при наличии одного смазочного отверстия будет достигаться после 30 минут с момента подачи, при значении коэффициента покрытия k_{Π} не превышающего 0,41 (рис. 1, а, 2). При наличии пяти смазочных отверстий на поверхности седла, с аналогичными параметрами подачи смазочного материала в процессе выполнении компьютерного эксперимента, динамическое равновесие будет достигнуто через 15 минут, а коэффициент покрытия k_{Π} при этом составит 0,97 (рис. 1, а, 1).



а – изменение от времени коэффициента покрытия $k_{П}$ смазочным материалом седла;
б – влияние количества смазочных отверстий N_{BO} в седле на коэффициент покрытия $k_{П}$ на время сокращения $t_{0,9}$ смазочного материала при выключении подачи

Рисунок 1. Зависимости изменения исследуемых параметров процесса нанесения и распределения смазочного материала на поверхности трения седельно-сцепного устройства лесовозного тягача с полуприцепом

Результаты компьютерных экспериментов также позволили определить, что при количестве смазочных отверстий N_{BO} в седле от 1 до 2, образующийся слой смазочного материала не ее поверхности не покрывает требуемую площадь седла. Наличие же в седле 3 или 4 смазочных отверстий N_{BO} позволяет за 15 минут с момента начала подачи смазочного материала покрыть им требуемую для эффективной работы седельно-сцепного устройства поверхность седла, коэффициент покрытия $k_{П}$ в этом случае превышает 0,95 (рис. 1, *а*, 4). Несмотря на увеличение времени сохранения смазочного материала на поверхности седла при увеличении в процессе компьютерного эксперимента количества смазочных отверстий более 4, происходит значительное возрастание потерь смазочного материала, что является недопустимым (рис. 1, *а*, 3).

Таким образом, проведенные серии компьютерных экспериментов позволили определить оптимальное количество смазочных отверстий, размещаемых на седле, подаваемых требуемое количество смазочного материала для эффективного функционирования седельно-сцепного устройства лесовозного тягача с полуприцепом.

Список литературы

1. Никонов, В. О. Современное состояние, проблемы и пути повышения эффективности лесовозного автомобильного транспорта : монография / В. О. Никонов ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛУ». – Воронеж, 2021. – 203 с.
2. Qing Zhang Failure analysis of the fifth wheel couplings utilized in heavy semi-trailer tractors / Qing Zhang, Shuo Wei, Youming Chen // Engineering Failure Analysis 109 (2020) 104352. – 12 p. Bibliogr.: 12 p. (16 titles). – DOI 10.1016/j.engfailanal.2019.104352.
3. Reboh Y. Failure analysis of fifth wheel coupling system / Y Reboh, S. Griza, A. Regyly, T. R. Strohaecker // Engineering Failure Analysis 15 (2008) 332-338. Bibliogr.: 7 p. (10 titles). – DOI 10.1016/j.engfailanal.2007.02.007.
4. Fernandes P. J. L. Examination of a failed fifth wheel coupling / P. J. L. Fernandes // Engineering Failure Analysis, Vol. 5, № 1. Pp. 29-33, 1998. Bibliogr.: pp. 29-33.

References

1. Nikonov V. O. Sovremennoe sostoyanie, problemi i puti povisheniya effektivnosti lesovoznogo avtomobilnogo transporta [Current state, problems and ways to improve the efficiency of timber road transport]. Monograph ; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "VGLTU". – Voronezh, 2021. – 203 p. (In Russ.).
2. Qing Zhang, Shuo Wei, Youming Chen Failure analysis of the fifth wheel couplings utilized in heavy semi-trailer tractors, *Engineering Failure Analysis* 109 (2020) 104352. – 12 p. ; doi : 10.1016/j.engfailanal.2019.104352.
3. Y Reboh, S. Griza, A. Regyly, T. R. Strohaecker Failure analysis of fifth wheel coupling system, *Engineering Failure Analysis* 15 (2008) 332-338 ; doi : 10.1016/j.engfailanal.2007.02.007.
4. P. J. L. Fernandes Examination of a failed fifth wheel coupling, *Engineering Failure Analysis*, Vol. 5, № 1. Pp. 29-33, 1998.