

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2023. № 2(71). С. 150–156.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov. 2023;2(71):150–156.

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АПК TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT FOR AGROINDUSTRIAL COMPLEX

Научная статья

УДК 631.173.4

doi: 10.34655/bgsha.2023.71.2.019

ПОТЕРИ ТОПЛИВНО-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ГУСЕНИЧНЫХ ТРАКТОРОВ

Татьяна Леонидовна Горбунова¹, Василий Николаевич Хабардин²

^{1,2}Иркутский государственный университет, п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

¹g.tatyana68@mail.ru

²HabardinV@mail.ru

Аннотация. Эксплуатационные затраты на содержание машинно-тракторного парка составляют до 50 % от себестоимости продукции сельскохозяйственного производства. Неучтённые потери топливно-смазочных материалов (ТСМ) при технической эксплуатации гусеничных тракторов могут составлять от 5 до 8 % и до 3 % при их техническом обслуживании (ТО). Потери ТСМ являются одним из показателей экологической безопасности обслуживания машин. Исследования по определению потерь ТСМ при техническом обслуживании тракторов, комбайнов и других мобильных машин направлены на их снижение, на улучшение экологической безопасности и качества ТО. В связи с этим настоящая работа посвящена снижению потерь ТСМ, что в современных экономических условиях несомненно актуально. В статье представлены методика и результаты экспериментального исследования потерь ТСМ при ТО гусеничных тракторов Агромаш-90ТГ и ДТ-75М на примере АО «Сибирская Нива» Иркутского района и ФГУП «Элита» Эхирит-Булагатского района Иркутской области. Установлено, что суммарный показатель за цикл ТО МЦ равен сумме значений показателей по j-виду потерь ТСМ при ЕТО, ТО-1, ТО-2 и ТО-3. Средние суммарные потери ТСМ за цикл ТО гусеничных тракторов Агромаш-90ТГ и ДТ-75М составили 1914 г в стационарных условиях и 2413 г в полевых условиях.

Ключевые слова: техническое обслуживание, топливно-смазочные материалы, потери, трактор.

Original article

LOSS OF FUEL AND LUBRICANTS DURING TECHNICAL MAINTENANCE OF CATERPILLAR TRACTORS

Tatyana L. Gorbunova¹, Vasily N. Khabardin²

^{1,2}Irkutsk SAU, Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

¹g.tatyana68@mail.ru

²HabardinV@mail.ru

Abstract. Maintenance expenses for a machine and tractor fleet are up to 50% of the cost of agricultural production. Unaccounted losses of fuel and lubricants (FL) during an operation of caterpillar tractors can vary from 5 to 8% and up to 3% during their maintenance operation (MO). Fuel and lubricants losses are one of the indicators of the environmental safety of machine maintenance. Studies to determine the permissible amount of fuel and lubricants losses during the maintenance operations of tractors, combines and other mobile machines are aimed at reducing them, improving both the environmental safety and the quality of maintenance. In this regard, this work is devoted to reducing fuel and lubricants losses, which is relevant under modern economic conditions. The article presents the methodology and results of an experimental study of fuel and lubricants losses during maintenance operations of caterpillar tractors Agromash-90TG and DT-75M by the example of JSC "Sibirskaya Niva" of the Irkutsk region and FSUE "Elita" of the Ekhirit-Bulagatsky district of the Irkutsk region. It has been established that the total indicator for the MO cycle equals to the sum of the indicators values according to the j-type of FL losses during daily maintenance, MO-1, MO-2 and MO-3. The average total losses of FL for the maintenance cycle of caterpillar tractors Agromash-90TG and DT-75M were: 1914 g in stationary use and 2413 g under field conditions.

Keywords: technical maintenance, fuel and lubricants, losses, tractor.

Введение. Эксплуатационные затраты на содержание машинно-тракторного парка составляют до 50% от себестоимости продукции сельскохозяйственного производства. Неучтённые потери топливно-смазочных материалов (ТСМ) при технической эксплуатации гусеничных тракторов могут составлять от 5 до 8 % и до 3% при их техническом обслуживании (ТО) [1]. Потери ТСМ чаще всего возникают в случае отказа человеко-машинной системы, что не предусмотрено руководством по эксплуатации (РЭ) мобильных машин. Это может быть из-за недостаточной надёжности устройств, ошибок механизаторов и несоответствий условий труда операторов в полевых условиях. Стандарт устанавливает виды, периодичность, а также основные требования к проведению технического обслуживания тракторов на предприятиях и в организациях агропромышленного комплекса. В справочниках есть данные, регламентирующие трудоёмкость, продолжительность и стоимость

операций и видов ТО [2]. Статистических данных, регламентирующих потери материалов при техническом обслуживании, в научной-технической документации нет. Они не приведены и в специальной литературе. В настоящее время учёт потерь топливно-смазочных материалов при ТО тракторов не проводится, поэтому неизвестно как их количество, так и качественный состав [3]. Для инженерно-технических служб хозяйств агропромышленного комплекса нормы допускаемых потерь ТСМ решили бы проблему от механизатора до бухгалтера, чтобы применять обоснованные меры административного и экономического воздействия. Кроме того, потери топливно-смазочных материалов являются одним из показателей экологической безопасности обслуживания машин. В связи с этим исследования по определению допускаемых потерь ТСМ при техническом обслуживании тракторов, комбайнов и других мобильных машин являются актуальными и направлены как

на их снижение, так и на улучшение экологической безопасности и качества ТО.

Условия, объекты и методы исследований. К топливно-смазочным материалам относятся дизельное топливо; свежие моторные, трансмиссионные, гидравлические масла, а также специальные жидкости. Они обладают свойством текучести, которое физически обуславливает возможность их пролива. С учётом значительного объёма восполняемых и за-

меняемых рабочих жидкостей при техническом обслуживании значительно возникает риск их потерь.

Потери возникают при доливке и замене масла в агрегатах тракторов, при техническом обслуживании топливных систем.

Распределение потерь по видам топливно-смазочных материалов при ТО тракторов [1, 4] показано на рисунке 1.

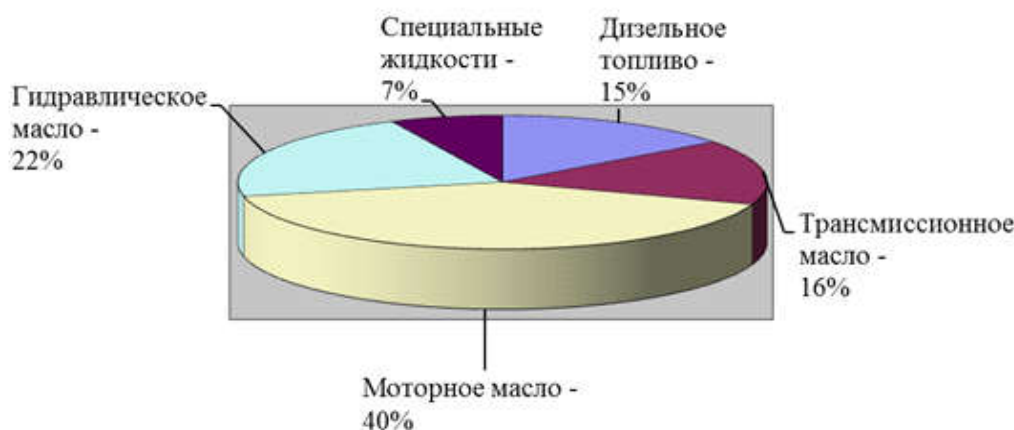


Рисунок 1. Распределение потерь по видам топливно-смазочных материалов за цикл технического обслуживания тракторов

Показатели потерь топливно-смазочных материалов за цикл технического обслуживания с учётом их по видам ТО можно определить по формулам [3]:

$$M_{EOj} = \frac{\bar{M}_{EOj}}{\bar{\tau}_{EO}} \quad (2), \quad M_{T1j} = \frac{\bar{M}_{T1j}}{\bar{\tau}_{T1}} \quad (3)$$

$$M_{T2j} = \frac{\bar{M}_{T2j}}{\bar{\tau}_{T2}} \quad (4) \quad M_{T3j} = \frac{\bar{M}_{T3j}}{\bar{\tau}_{T3}} \quad (5)$$

где $M_{EOj}, M_{T1j}, M_{T2j}, M_{T3j}$ – значения показателя по j -виду потерь ТСМ при ЕТО, ТО-1, ТО-2 и ТО-3;

$\bar{M}_{EOj}, \bar{M}_{T1j}, \bar{M}_{T2j}$ – математические ожидания по j -виду потерь ТСМ при этих же видах ТО;

$\bar{\tau}_{EO}, \bar{\tau}_{T1}, \bar{\tau}_{T2}, \bar{\tau}_{T3}$ – наработка машины между ТО; ЕТО, ТО-1, ТО-2 и ТО-3.

При известных (2), (3), (4), (5) путём сложения суммарные показатели за цикл ТО равны:

$$M_{\Sigma} = \frac{\bar{M}_{EOj}}{\bar{\tau}_{EO}} + \frac{\bar{M}_{T1j}}{\bar{\tau}_{T1}} + \frac{\bar{M}_{T2j}}{\bar{\tau}_{T2}} + \frac{\bar{M}_{T3j}}{\bar{\tau}_{T3}} \quad (6)$$

Потери ТСМ возможны при операциях, связанных с заменой и пополнением их уровней в соответствующих ёмкостях трактора. В качестве операций берутся те, которые предусмотрены к выполнению в соответствии с их руководством по эксплуатации [5, 6].

Техническим средством для измерения потерь ТСМ является специальный экран-фиксатор, который устанавливается под трактором в месте предполагаемой потери жидкости, а также средство измерения массы [7]. После проведения ТО производят оценку наличия пятен на экране, образовавшихся от попадания на него материалов при обслуживании тракторов [8].

Результаты исследований и их обсуждения. Статистические данные допускаемых потерь ТСМ были получены при выполнении экспериментальных исследований в 2016-2021 годах в АО «Сибирская Нива» Иркутского района и ФГУП «Элита» Эхирит-Булагатского района

Иркутской области. Эксперименты были проведены в стационарных и полевых условиях, в ходе которых на первом этапе были получены суммарные массы допускаемых потерь ТСМ при ЕТО, ТО-1, ТО-2 и ТО-3 гусеничных тракторов (рис. 2).

Для эксперимента были использованы гусеничные тракторы: Агромаш-90ТГ и ДТ-75М в количестве 12 единиц, из них 8 тракторов Агромаш-90ТГ и 4 – ДТ-75М.

Потери ТСМ при техническом обслуживании возможны при операциях, связанных с заменой и пополнением их уровней в соответствующих ёмкостях, а также со смазкой трансмиссии тракторов.

В качестве операций принимали во внимание те, которые предусмотрены к выполнению при ТО в руководстве по их эксплуатации [5, 6].

В качестве технических средств измерения потерь ТСМ был использован специальный экран-фиксатор, устанавливаемый под трактором в месте предполагаемой потери жидкости, а также средство измерения массы (электронные весы ВК-600). После проведения ТО производили оценку наличия пятен ТСМ на экране, образовавшихся от попадания на него материалов при обслуживании [9, 10].

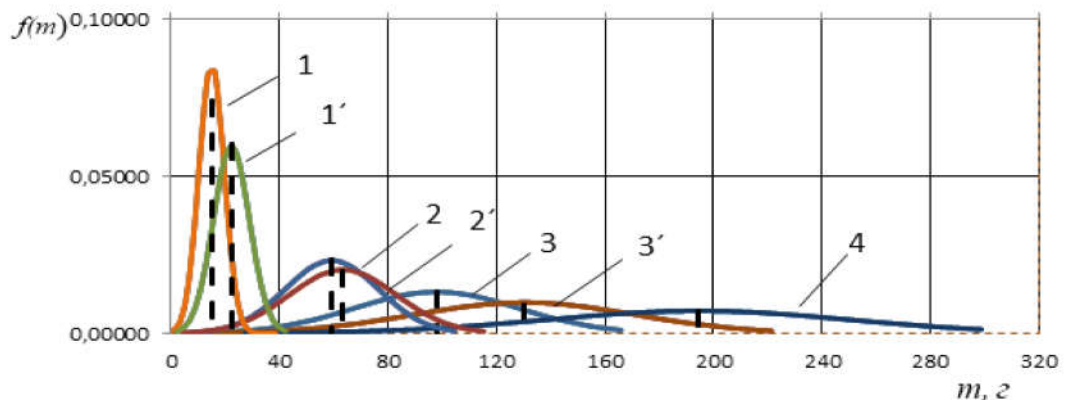


Рисунок 2. Функции плотности $f(m)$ распределения потерь m топливно-смазочных материалов по видам ТО гусеничных тракторов за цикл ТО: 1, 1' – при ЕТО; 2, 2' – при ТО-1; 3, 3' – при ТО-2, соответственно, в стационарных и полевых условиях; 4 – при ТО-3 в стационарных условиях

Определение функции распределения потерь ТСМ по видам ТО, математическое ожидание массы потерь, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации и другие статистические пока-

затели массы потерь гусеничных тракторов были получены при обработке статистических данных в программной среде Excel. Результаты их обработки представлены в таблице.

Таблица – Результаты обработки статистических данных по определению потерь ТСМ при ТО тракторов Агромаш-90ТГ и ДТ-75М

№ п/п	Обозначение	Зависимость функции распределения потерь ТСМ по видам ТО	Математическое ожидание массы потерь ТСМ, г	Среднеквадратическое отклонение	Коэффициент вариации	Закон распределения искомой величины
1	1	$f(m) = \frac{1}{4,69 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(14,9 - m)^2}{2 * 4,69^2}}$	14,9	4,65	0,312	нормальный

2	1'	$f(m) = \frac{1}{6,7\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(22,2-m)^2}{2*6,7^2}}$	22,2	6,7	0,301	нормальный
3	2	$f(m) = \frac{1}{17,2\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(59,27-m)^2}{2*17,2^2}}$	59,2	17,2	0,290	нормальный
4	2'	$f(m) = \frac{1}{19,7\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(63,3-m)^2}{2*19,7^2}}$	63,3	19,7	0,311	нормальный
5	3	$f(m) = \frac{1}{30,2\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(97,8-m)^2}{2*30,2^2}}$	97,8	30,2	0,308	нормальный
6	3'	$f(m) = \frac{1}{40,6\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(81,14-m_0)^2}{2*40,6\sigma^2}}$	130,3	40,6	0,311	нормальный
7	4	$f(m) = \frac{1}{55,7\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(194,4-m_0)^2}{2*55,7^2}}$	194,4	55,7	0,286	нормальный
Примечание: 1,1' – при ЕТО; 2,2' – при ТО-1; 3,3' – при ТО-2, соответственно в стационарных и полевых условиях; 4 – при ТО-3 в стационарных условиях гусеничных тракторов						

Полученные законы распределения относятся к закону Гаусса, что подтверждается значением коэффициента вариации, который находится в пределах от 0,286 до 0,312. В завершение по результатам статистических испытаний были вычислены потери ТСМ: при ЕТО – 14,9; 22,2; при ТО-1 – 59,2; 63,3; при ТО-2 – 97,8; 130,3 г – соответственно в стационарных и полевых условиях. При ТО-3 – 194,4 г, что получено в стационарных условиях.

Средние суммарные потери ТСМ за цикл ТО гусеничных тракторов Агромаш-90ТГ и ДТ-75М составили 1914 г в стационарных условиях и 2413 г в полевых условиях.

Выводы: 1. Установлено, что суммарный показатель за цикл ТО M_{Σ} равен сумме значений показателей по j -му виду потерь ТСМ при ЕТО, ТО-1, ТО-2 и ТО-3.

2. Средние суммарные потери ТСМ за цикл ТО гусеничных тракторов Агро-

маш-90ТГ и ДТ-75М составили 1914 г в стационарных условиях и 2413 г в полевых условиях, которые можно считать допустимыми.

Список источников

1. Горбунова Т.Л. Оперативный контроль потерь топливно-смазочных материалов при техническом обслуживании тракторов в АПК: дис... на соискание учёной степени кандидата технических наук. Новосибирск, 2022. 157 с.

2. ГОСТ 20793-2009. Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание. Взамен ГОСТ 20793-86; введ. 2011-05-01. Москва: Стандартинформ, 2011. 19 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084149>

3. Ресурсосбережение и экологическая безопасность при техническом обслуживании машин в сельском хозяйстве (проблемы и их решения): монография / М.В. Чубарева, А.В. Хабардина, Н.В. Чубарева, Т.Л. Гор-

бунова; под рук. и ред. В.Н. Хабардина. Иркутск: Изд-во ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ им. А.А. Ежовского, 2019. 200 с.

4. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: учеб. пособие для вузов / В.И. Черноиванов [и др.]; под ред. В.И. Черноиванова. Москва: ГОСНИТИ; Челябинск: ЧГАУ, 2003. 992 с.

5. Трактор Агромаш-90ТГ: руководство по эксплуатации А90.00.001 РЭ. Барнаул: ОАО «Алтайский моторный завод», 2012. 220 с.

6. Трактор ДТ-75М: руководство по эксплуатации 77.00.001 ТО. Волгоград. 227 с. URL: <https://www.traktor2007.ru/>

7. Патент 2659880. Экран для определения экологической безопасности технического обслуживания автотранспортных машин: № 2016134480: заявл. 23.08.16: опубл. 01.03.2018 / Хабардин В.Н., Чубарева М.В., Горбунова Т.Л. [и др.]; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежовского». 3 с.

8. Патент № 2655101. Способ определения экологической безопасности технического обслуживания машин на основе учета топливно-смазочных материалов: № 2016134472: заявл. 23.08.2016; опубл. 23.05.2018 / Хабардина А.В., Чубарева М.В., Горбунова Т.Л. [и др.]; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежовского». 3 с.

9. Горбунова Т.Л. Методика экспериментальной проверки способов определения количества топливно-смазочных материалов на экране / Т.Л. Горбунова, М.В. Чубарева, А.В. Кочнев // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК: материалы региональной научно-практической конференции молодых учёных (Иркутск, 14 апреля 2016 г.). Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, 2016. С. 194-195. EDN: YRNVBI

10. Хабардин В.Н., Чубарева М.В., Горбунова Т.Л. Экологическая оценка технического обслуживания машин в полевых условиях // Естественные и технические науки. 2016. № 12. С. 318 – 325. EDN: YFNDEP

References

1. Gorbunova T.L. Operational control of losses of fuel and lubricants during the maintenance of tractors in the agro-industrial complex. Candidate's dissertation abstract.

Novosibirsk, 2022. 157 p. (In Russ.)

2. GOST 20793-2009. Agricultural tractors and machines. Maintenance. Moscow. Standartinform, 2011. 19 p. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084149> (In Russ.)

3. Chubareva M.V., Khabardin A.V., Chubareva N.V., Gorbunova T.L. Resource saving and environmental safety in the maintenance of machines in agriculture (problems and their solutions): monograph. Ed. by V.N. Khabardin. Irkutsk. Publishing House of Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky, 2019. 200 p. (In Russ.)

4. Chernov Ivanov V. I. [and others]. Maintenance and repair of machines in agriculture: textbook. manual for universities. Ed. by V. I. Chernov Ivanov. Moscow: GOSNITI; Chelyabinsk: ChGAU, 2003. 992 p. (In Russ.)

5. Tractor Agromash-90TG: operation manual А90.00.001 РЭ. Barnaul: JSC "Altai Motor Plant", 2012. 220 p. (In Russ.)

6. Tractor DT-75M: operation manual 77.00.001 ТО. Volgograd. 227 p. URL: <https://www.traktor2007.ru/> (In Russ.)

7. Patent 2659880. Screen for determining the environmental safety of maintenance of motor vehicles: No. 2016134480: Appl. 08/23/16: publ. 03/01/2018 / Khabardin V.N., Chubareva M.V., Gorbunova T.L. [and etc.]; applicant, patent holder FSBEI HE "Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky. 3 p. (In Russ.)

8. Patent No. 2655101. A method for determining the environmental safety of maintenance of machines based on accounting for fuel and lubricants: No. 2016134472: Appl. 08/23/2016; publ. 05/23/2018 / A.V. Khabardina, M.V. Chubareva, T.L. Gorbunova [and etc.]; applicant, patent holder FSBEI HE "Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky. 3 p. (In Russ.)

9. Gorbunova T.L., Chubareva M.V., Kochnev A.V. Methods of experimental verification of methods for determining the amount of fuel and lubricants on the screen. *Scientific research and development for implementation in the agro-industrial complex*. Proc. of the Regional Sci. and Pract. Conf. of young scientists (Irkutsk, April 14, 2016). Irkutsk: Publishing House of the Irkutsk State Agrarian University, 2016. Pp. 194-195 (In Russ.)

10. Khabardin V.N., Chubareva M.V., Gorbunova T.L. Environmental assessment of maintenance of machines in the field. *Natural and technical sciences*. 2016;12:318 – 325 (In Russ.)

Сведения об авторах

Татьяна Леонидовна Горбунова – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технической сервис и общеинженерные дисциплины инженерного факультета;

Василий Николаевич Хабардин – заслуженный изобретатель Российской Федерации, доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения инженерного факультета.

Information about the authors

Tatyana L. Gorbunova – Candidate of Science (Engineering), Senior Lecturer, Chair of Technical Service and General Engineering Disciplines, Engineering Faculty;

Vasily N. Khabardin – Honored Inventor of the Russian Federation, Doctor of Science (Engineering), Professor, Chair of Machine and Tractor Fleet Operation, Life Safety and Vocational Training, Engineering Faculty.

Статья поступила в редакцию 19.04.2023; одобрена после рецензирования 17.05.2023; принята к публикации 23.05.2023.

The article was submitted 19.04.2023; approved after reviewing 17.05.2023; accepted for publication 23.05.2023.