

УДК 656.13:658.58
ГРНТИ 73.31.41

DOI: 10.24411/1999-6837-2019-13044

Хабардин В.Н., д-р техн. наук,

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская обл., Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН

В настоящее время в научно-технической литературе все больше появляется научных работ, посвященных экологической безопасности технического обслуживания (ТО) тракторов, комбайнов и других машин в полевых условиях. Сюда же можно отнести и патенты на изобретения, созданные в этой области. Поднятый интерес к данному направлению исследований вызван, прежде всего, повышенным в современных социально-экономических условиях уровнем технической культуры обслуживающего персонала, а также необходимостью улучшения экологической безопасности эксплуатации машин. По правилам ГОСТ 20793-2009 ТО проводят не только в стационарных условиях, но и на местах работы машин – в поле, в контакте с живой природой. Если это так, то непременно возникает вопрос обеспечения экологической безопасности ТО машин, причем не в меньшей степени, чем при их использовании по назначению. Поскольку обслуживание машин на местах их работы выполняют с применением мобильных средств ТО (агрегатов ТО - АТО), то экологическая безопасность процесса ТО в поле в значительной степени зависит от экологической безопасности применения названных средств. В практике технической эксплуатации машин сегодня используют различные по техническим характеристикам модели АТО. Однако до сих пор не установлено, насколько эти АТО отвечают современным требованиям экологической безопасности. Кроме того, оценка экологической безопасности АТО вполне желательна при постановке их на производство и при государственных приемочных испытаниях (ГПИ), а также при выборе лучшей модели АТО. Безусловно, для решения этих вопросов требуется научно обоснованная методика определения экологической безопасности применения мобильных средств ТО, обоснованию которой и посвящена настоящая работа. В результате ее выполнения предложены теоретические основы определения экологической безопасности применения АТО при ТО машин в полевых условиях. При этом учтены все виды обслуживаний, проводимые в поле с применением мобильных средств ТО, в качестве основного экологического показателя на входе принят показатель «попадание топливно-смазочных материалов в почву», на выходе – коэффициент экологической безопасности, а за базу сравнения – аналогичные данные, полученные при проведении обслуживаний в стационарных условиях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МАШИНА, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, СРЕДСТВА, ТОПЛИВНО-СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПОЛЕВЫЕ УСЛОВИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, МЕТОДИКА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ.

UDC 656.13:658.58

Khabardin V.N., Dr. Tech. Sci., Professor,Irkutsk State Agrarian University Named after A.A. Ezhevsky,
Village of Molodezhnyi, Irkutsk District, Irkutsk Region, Russia**THE DEFINITION OF ENVIRONMENTAL SAFETY
OF MOBILE MAINTENANCE FACILITIES IN THE FIELD**

Today scientific and technical literature presents more and more research papers on the environmental safety of maintenance of tractors, combines and other machines in the field. This also includes patents for inventions in this area. Under modern social and economic conditions, the interest aroused to this direction of researches is caused, first of all, by high level of technical culture of the service personnel, and also by need of improvement of environmental safety of machine operation. According to the rules of GOST (State Standard) 20793-2009, the maintenance is carried out not only at the service stations, but also in the places of work of the machines – in the field, in contact with wildlife. If this is the case, then the question of ensuring the environmental safety of machines maintenance arises certainly, and this question is not of lesser importance than in a case when the machines are used for their intended purpose. Since the maintenance of machines in the field is performed with the help of mobile maintenance facilities (maintenance units), the environmental safety of the process of maintenance in the field depends largely on the environmental safety of the use of these facilities. In the practice of technical maintenance of machines today they use models of maintenance units that are different in technical characteristics. However, it has not yet been established how these maintenance units meet modern requirements of environmental safety. In addition, the assessment of environmental safety of maintenance units is quite desirable when putting them into production and during state acceptance tests (SAT), as well as when choosing the best model of maintenance unit. Of course, the solving of these issues requires science-based methodology for definition of the environmental safety of the mobile maintenance facilities, the substantiation of which is the aim of this research paper. Owing to its implementation we proposed theoretical bases for determining the environmental safety of the maintenance units in the course of the machine maintenance in the field. At that we took into consideration all kinds of services effected in the field using mobile maintenance facilities; the indicator accepted at the input as the main ecological parameter: «getting fuel and lubricants into the soil», at the output - coefficient of environmental safety, base of comparison - similar data obtained while servicing machines at the maintenance stations.

KEYWORDS: MACHINE, MAINTENANCE, FACILITIES, FUEL AND LUBRICANTS, FIELD CONDITIONS, ENVIRONMENTAL SAFETY, METHODOLOGY, DEFINITION.

В настоящее время в научно-технической литературе все больше появляется научных работ, посвященных экологической безопасности технического обслуживания (ТО) тракторов, комбайнов и других машин в полевых условиях [4, 5, 6, 7, 8]. Сюда же можно отнести и патенты на изобретения, созданные в этой области, например [2, 3]. Поднятый интерес к данному направлению исследований вызван, прежде всего, повышенным в современных социально-экономических условиях уровнем технической культуры обслуживающего персонала, а

также необходимостью улучшения экологической безопасности эксплуатации машин. По правилам ГОСТ 20793-2009 [1] ТО проводят не только в стационарных условиях, но и на местах работы машин – в поле, в контакте с живой природой. Если это так, то непременно возникает вопрос обеспечения экологической безопасности ТО машин, причем не в меньшей степени, чем при их использовании по назначению. Поскольку обслуживание машин на местах их работы выполняют с применением мобильных

средств ТО (агрегатов ТО - АТО), то экологическая безопасность процесса ТО в поле в значительной степени зависит от экологической безопасности применения названных средств. В практике технической эксплуатации машин сегодня используют различные по техническим характеристикам модели АТО. Однако до сих пор не установлено, насколько эти АТО отвечают современным требованиям экологической безопасности. Кроме того, оценка экологической безопасности АТО вполне желательна при поставке их на производство и при государственных приемочных испытаниях (ГПИ), а также при выборе лучшей модели АТО. Безусловно, для решения этих вопросов требуется научно-обоснованная методика определения экологической безопасности применения мобильных средств ТО, обоснованию которой и посвящена настоящая работа.

Задача исследования – найти математическое описание процесса обслуживания машин в полевых условиях при применении мобильных средств ТО, позволяющее определять их экологическую безопасность.

Объект исследования – процесс ТО машин в полевых условиях.

Методика исследования. В основу методики положено математическое описание процесса ТО машин. По соотношению входных и выходных параметров принята одномерно-одномерная схема их взаимодействия. При этом учтены все виды обслуживаний, проводимые в поле с применением мобильных средств ТО, в качестве основного экологического показателя на входе принят показатель «попадание топливно-смазочных материалов в почву», на выходе – коэффициент экологической безопасности [4], а за базу сравнения – аналогичные данные, полученные при проведении обслуживаний в стационарных условиях.

Обсуждение результатов исследования.

В основу определения экологической безопасности применения мобильных средств ТО машин положим обобщенный экологический показатель – коэффициент экологической безопасности $K_{ЭБ}$ [4, с. 840]

$$K_{ЭБ} = \frac{1}{K_{ЭО}} \quad (1)$$

или

$$K_{ЭБ} = (K_{ЭО})^{-1}, \quad (2)$$

где $K_{ЭО}$ - коэффициент экологической опасности.

Коэффициент экологической опасности $K_{ЭБ}$ [3, с. 865]

$$K_{ЭО} = \sum_{i=1}^n K_i \frac{L_{Иi}}{L_{Ди}}, \quad (3)$$

где K_i - коэффициент весомости экологических показателей; $L_{Иi}$ - фактически измеренная или экспертно оцененная величина экологического показателя; $L_{Ди}$ - допускаемое или нормативное значение экологического показателя (далее – допускаемое).

Принимая во внимание только один экологический показатель «попадание топливно-смазочных материалов (ТСМ) в почву» (при $K_i = 1$), уравнение (3) примет вид:

$$K_{ЭО} = \frac{L_{И}}{L_{Д}}, \quad (4)$$

где $L_{И}$, $L_{Д}$ - измеренное и допускаемое значение экологического показателя.

С учетом (4) уравнение (2) примет вид:

$$K_{ЭБ} = \left(\frac{L_{И}}{L_{Д}} \right)^{-1}. \quad (5)$$

Далее, положим, что

$$L_{Ик} = m_k^П, \quad (6)$$

$$L_{Дк} = m_k^С, \quad (7)$$

где $L_{Ик}$, $L_{Дк}$ соответствуют $L_{Иi}$ и $L_{Ди}$ для k -вида обслуживания; $m_k^П$ - средняя суммарная масса ТСМ на экранах под обслуживаемой машиной в полевых условиях и там же под мобильным средством ТО при выполнении k -вида обслуживания; $m_k^С$ - средняя масса материалов на экране под той же машиной при проведении k -вида обслуживания в стационарных условиях.

Теперь подставим (6) и (7) в (5) и получим

$$K_{ЭБ}^K = \left(\frac{m_k^П}{m_k^С} \right)^{-1}, \quad (8)$$

где $K_{ЭБ}^K$ - коэффициент экологической безопасности применения мобильного средства при выполнении k -вида обслуживания.

Если учесть, что в соответствии с ГОСТ 20793-2009 [1] на местах работы тракторов (в поле) с применением мобильных средств проводят первые и вторые периодические обслуживания – ТО-1 и ТО-2, то по аналогии с (8) можно записать:

$$K_{ЭБ}^{T1} = \left(\frac{m_{T1}^П}{m_{T1}^C} \right)^{-1}, \quad (9)$$

$$K_{ЭБ}^{T2} = \left(\frac{m_{T2}^П}{m_{T2}^C} \right)^{-1}, \quad (10)$$

где $K_{ЭБ}^{T1}$, $K_{ЭБ}^{T2}$ - коэффициенты экологической безопасности применения средства при ТО-1 и ТО-2; $m_{T1}^П$, $m_{T2}^П$ - средняя суммарная масса материалов на экранах под обслуживаемой машиной в полевых условиях и там же под мобильным средством технического обслуживания при выполнении ТО-1 и ТО-2; m_{T1}^C , m_{T2}^C - средняя масса материалов на экране под той же машиной, но обслуживаемой в стационарных условиях, при проведении ТО-1 и ТО-2.

Тогда суммарный коэффициент экологической безопасности применения мобильного средства может быть представлен в виде средневзвешенной величины:

$$K_{ЭБ} = \left(\frac{K_{ЭБ}^{T1}n_{T1} + K_{ЭБ}^{T2}n_{T2}}{n_{T1} + n_{T2}} \right)^{-1}, \quad (11)$$

где n_{T1} , n_{T2} - число ТО-1 и ТО-2, выполняемых в летний период полевых работ с применением названных средств.

При этом

$$n_{T1} = \frac{\tau_{Л}}{\tau_{T1}}, \quad (12)$$

$$n_{T2} = \frac{\tau_{Л}}{\tau_{T2}}, \quad (13)$$

где $\tau_{Л}$ - средняя наработка машин за летний период полевых работ, моточас; τ_{T1} , τ_{T2} - периодичность проведения ТО-1 и ТО-2, моточас.

В завершение подставим (9) и (10), а также (12) и (13) в уравнение (11) и после несложных упрощений получим, наконец, ис-

комое выражение для определения экологической безопасности применения мобильного средства при ТО машин –

$$K_{ЭБ} = \left(\frac{\frac{m_{T1}^П}{m_{T1}^C} + \frac{m_{T2}^П}{m_{T2}^C}}{\frac{1}{\tau_{T1}} + \frac{1}{\tau_{T2}}} \right)^{-1}. \quad (14)$$

Схематично процесс испытания мобильного средства ТО на экологическую безопасность показан на рис. 1, где для примера на виде сверху изображено средство обслуживания 3, под которым на основании 1 размещен экран 2. Процесс испытания машины является частью процесса испытания средства, совершается одновременно с испытанием этого средства и схематично выглядит аналогично – всего лишь с той разницей, что вместо средства обслуживания 3 на экране 2 должна быть показана машина.

Практически при определении экологической безопасности применения мобильных средств ТО машин поступают следующим образом. Выполняют ТО-1 и ТО-2 одной и той же машине в поле – с применением, например, агрегата ТО на базе автомобиля (АТО-А). Под это средство обслуживания 3 на грунт (основание 1) устанавливают экран 2, который позволяет фиксировать топливно-смазочные материалы, проливаемые в процессе ТО [2, 3].

Под обслуживаемую машину также размещают экран. Проводят несколько ТО-1 и ТО-2. При этом фиксируют на экранах массу ТСМ. Затем таким же образом проводят обслуживание этой же машины в стационарных условиях, например, на пункте технического обслуживания, где под эту машину также устанавливают экран для фиксации ТСМ, как показано на рисунке.

В результате получают экспериментальные данные: $m_{T1}^П$, $m_{T2}^П$ и m_{T1}^C , m_{T2}^C . В руководствах по эксплуатации этих машин находят τ_{T1} и τ_{T2} . При известных $m_{T1}^П$, $m_{T2}^П$, m_{T1}^C , m_{T2}^C и τ_{T1} , τ_{T2} по формуле (14) вычисляют $K_{ЭБ}$. По вычисленному значению коэффициента экологической безопасности

$K_{эБ}$ определяют экологическую безопасность применения мобильного средства ТО машин в полевых условиях.

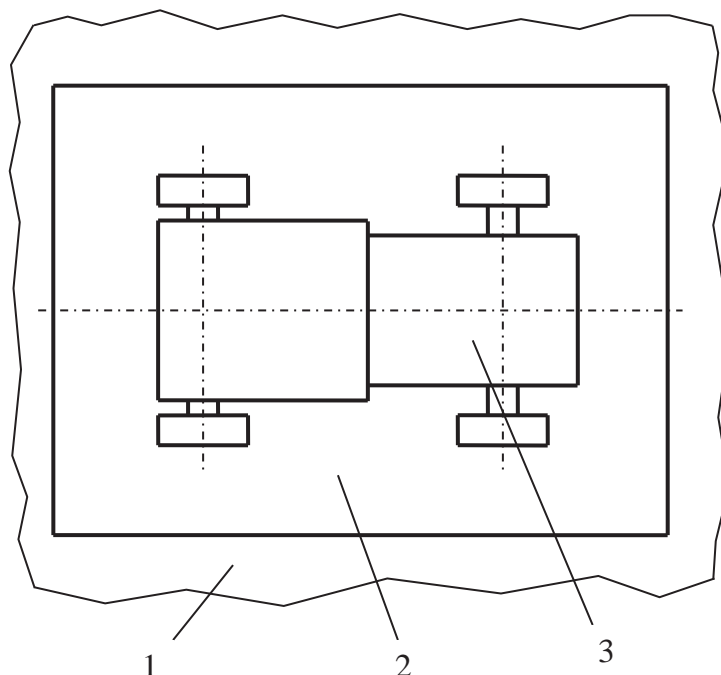


Рис. Схема испытания мобильного средства ТО на экологическую безопасность:
1 – основание; 2 – экран; 3 – испытываемое средство ТО

Таким образом, предложен математический аппарат к методике определения экологической безопасности применения мобильного средства ТО при его использовании в полевых условиях. При этом учтены все виды обслуживаний, проводимые в поле с применением мобильных средств ТО, в качестве основного экологического показателя на входе одномерно-одномерной схемы исследования принят показатель «попадание топливно-смазочных материалов в почву», на выходе – коэффициент экологической безопасности [4], а за базу сравнения – аналогичные данные, полученные при проведении обслуживаний в стационарных условиях.

Выводы.

1. В практике технической эксплуатации машин сегодня используют различные по техническим характеристикам модели агрегатов технического обслуживания машин. Однако до сих пор не установлено, насколько эти средства обслуживания отвечают современным требованиям экологической безопасности, что обусловлено отсутствием соответствующей методики.

2. Обоснован математический аппарат к методике определения экологической безопасности применения мобильных средств ТО при их использовании в полевых условиях. При этом учтены все виды обслуживаний, проводимые в поле с применением этих средств, в качестве основного экологического показателя на входе одномерно-одномерной схемы исследования принят показатель «попадание топливно-смазочных материалов в почву», на выходе – коэффициент экологической безопасности, а за базу сравнения – аналогичные данные, полученные при проведении обслуживаний в стационарных условиях.

3. На этой основе представляется возможным разработать методику определения экологической безопасности мобильных средств ТО машин, которая может быть востребована для оценки экологической безопасности агрегатов технического обслуживания при их постановке на производство и государственных приемочных испытаниях (ГПИ), а также при выборе лучшей модели АТО.

Список литературы

1. ГОСТ 20793-2009. Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание. – Взамен ГОСТ 20793-86; введ. 2011-05-01. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 19 с.
2. Патент 2519287 Рос. Федерация, МПК В62D 1/00 (2006.01), В60S 5/00 (2006.01). Способ определения экологической безопасности технического обслуживания автотранспортных машин : № 2012157351/11; заявл. 26.12.2012; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 16. / Хабардин В.Н., Горбунова Т.Л., Чубарева М.В., Шелкунова Н.О.; заявитель, патентообладатель Иркут. гос. с.-х. акад.
3. Патент 2545475 Рос. Федерация, МПК В60S 5/00 (2006.01), G01M 15/00 (2006.01). Способ определения экологической безопасности выполнения смазочно-заправочных операций при техническом обслуживании машин : № 2013157121/11; заявл. 23.12.2013; опубл. 27.03.2015, Бюл. № 9. / Хабардин А.В., Хабардина А.Ю., Болоев П.А., Горбунова Т.Л., Чубарева М.В.; заявитель, патентообладатель Иркут. гос. с.-х. акад.
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. Хабардин, В.Н. Новые сливные устройства для технического обслуживания машин, методика и результаты их экспериментального исследования / В.Н. Хабардин, М.В. Чубарева, Н.О. Шелкунова, Т.Л. Горбунова, С.С. Луговнин // Достижения науки и техники в АПК, 2013. - № 9. – С. 70-72.
6. Хабардина, А.В. Смазочно-заправочные операции обслуживания машин и технические средства их выполнения в полевых условиях / А.В. Хабардина, В.Н. Хабардин, М.В. Чубарева // Вестник ИрГСХА. – 2017. – Вып. 78. – С. 164-174.
7. Хабардин, В.Н. Современные направления развития технического обслуживания машин / В.Н. Хабардин // Техника в сельском. хозяйстве. – 2009. – № 5. – С. 28-30.
8. Хабардин, В.Н. Условия труда, качество и эффективность технического обслуживания машин в поле / В.Н. Хабардин, А.В. Хабардина, Н.В. Чубарева, М.В. Чубарева, Т.Л. Горбунова // Естественные и технические науки. – 2016. – № 2. - С. 153–163.

Reference

1. GOST 20793-2009. Traktory i mashiny sel'skokozyajstvennyye. Tekhnicheskoe obsluzhivanie. Vzamen GOST 20793-86; vved. 2011-05-01. (GOST (State Standard) 20793-2009. Tractors and Agricultural Machines. Maintenance. To Replace GOST 20793-86, Introduced 2011-05-01), Moskva, Standartinform, 2011, 19 p.
2. Patent 2519287 Ros. Federaciya, MPK V62D 1/00 (2006.01), B60S 5/00 (2006.01). Sposob opredeleniya ekologicheskoy bezopasnosti tekhnicheskogo obsluzhivaniya avtotransportnyh mashin (Patent 2519287 Rus. Federation, MPK V62D 1/00 (2006.01), B60S 5/00 (2006.01). Method of Definition of Environmental Safety of Vehicle Maintenance), № 2012157351/11, zayavl. 26.12.2012, opubl. 10.06.2014, Byul. № 16, Habardin V.N., Gorbunova T.L., SChubareva M.V., SHelkunova N.O., zayavitel', patentoobladatel' Irkut. gos. s.-h. akad.
3. Patent 2545475 Ros. Federaciya, MPK V60S 5/00 (2006.01), G01M 15/00 (2006.01). Sposob opredeleniya ekologicheskoy bezopasnosti vypolneniya smazochno-zapravochnyh operacij pri tekhnicheskom obsluzhivanii mashin (Patent 2545475 Rus. Federation, MPK B60S 5/00 (2006.01), G01M 15/00 (2006.01). Method of Definition of Environmental Safety of Lubricating and Filling Operations in Machine Maintenance), № 2013157121/11, zayavl. 23.12.2013, opubl. 27.03.2015, Byul. № 9, Habardin A.V., Habardina A.YU., Boloev P.A., Gorbunova T.L., SChubareva M.V., zayavitel', patentoobladatel' Irkut. gos. s.-h. akad.
4. Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont mashin v sel'skom hozyajstve : ucheb. posobie dlya vuzov (Machine Maintenance and Repair in Agriculture: Manual for Higher Educational Institutions), V. I. SChernoivanov [i dr.], pod red. V. I. SChernoivanova, Moskva, GOSNITI, Chelyabinsk, CHGAU, 2003, 992 p.
5. Habardin, V.N., SChubareva, M.V., SHelkunova, N.O., Gorbunova, T.L., Lugovnin, S.S. Novye slivnye ustrojstva dlya tekhnicheskogo obsluzhivaniya mashin, metodika i rezul'taty ih eksperimental'nogo issledovaniya (New Outflow Devices for Machine Maintenance, Methods and Findings of Their Experimental Investigations), *Dostizheniya nauki i tekhniki v APK*, 2013, No 9, PP. 70-72.
6. Habardina, A.V., Habardin, V.N., SChubareva, M. V. Smazochno-zapravochnye operacii obsluzhivaniya mashin i tekhnicheskie sredstva ih vypolneniya v polevyh usloviyah (Technology of Lubricating and Filling Operations of Machine Maintenance in the Field), *Vestnik IrGSKHA*, 2017, Vyp. 78, PP. 164-174.
7. Habardin, V.N. Sovremennyye napravleniya razvitiya tekhnicheskogo obsluzhivaniya mashin (Present-Day Lines of Development of Machine Maintenance), *Tekhnika v sel'skom. hozyajstve*, 2009, No 5, PP. 28-30.
8. Habardin, V.N., Habardina, A.V., SChubareva, N.V., SChubareva, M.V., Gorbunova, T.L. Usloviya truda, kachestvo i effektivnost' tekhnicheskogo obsluzhivaniya mashin v pole (Working Conditions and Efficiency of Machine Maintenance in the Field), *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2016, No 2, PP. 153–163.