

УДК 631.155:658.531:629.3
ГРНТИ 06.77.67

<http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-12026>

Хабардин В.Н., д-р техн. наук

УСЛОВИЯ И ЗАТРАТЫ ТРУДА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ МАШИН НА МЕСТАХ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

© Хабардин В.Н., 2020

Резюме. По правилам ГОСТ 20793-2009 техническое обслуживание (ТО) машин проводят не только в стационарных условиях, но и на местах их использования – в поле. Следует полагать, что условия труда оператора по ТО в поле отличаются от условий выполнения этих работ на стационаре, например, на пункте ТО (ПТО). Если это так, то непременно возникает задача по определению влияния условий труда оператора на его затраты труда. Решению этой задачи и посвящена настоящая статья. В частности, в ней приведены методика и результаты экспериментального исследования по определению полевых условий и затрат труда при ТО тракторов в сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области. При этом установлено, что интегральный коэффициент условий труда оператора по ТО в поле изменяется в пределах от 0,06 до 0,92; его среднее значение составляет 0,60, что на 0,4 (40 %) меньше, чем на ПТО. Проведение ТО машин в поле, причем при условии соблюдения достаточного уровня его качества, сопровождается повышением затрат труда на ТО, что зависит от условий труда оператора. Полученные результаты исследования могут быть приняты во внимание при обосновании и выборе методов, а также при разработке средств ТО машин в сельском хозяйстве. В целом, данное исследование направлено на ресурсосбережение и улучшение условий труда при ТО машин.

Ключевые слова: оператор, машина, трактор, техническое обслуживание, затраты труда, трудоемкость, продолжительность, условия труда.

UDC 631.155:658.531:629.3

<http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-12026>

V.N. Khabardin, Dr. Tech. Sci.

CONDITIONS AND LABOR COSTS OF MACHINE MAINTENANCE IN THE FIELD

Abstract. According to the rules of GOST 20793-2009, machine maintenance (M) is carried out not only under stationary conditions, but also at the places of their use – in the field. It should be assumed that the working conditions of the maintenance operator in the field differ from the conditions for performing these works at a maintenance station, for example, at service center (SC). If this is the case, then the task of determining the impact of the operator's working conditions on his labor costs will certainly arise. This article is devoted to solving this problem. In particular, it presents the methodology and results of an experimental study to determine the field conditions and labor costs in the maintenance of tractors at the agricultural enterprises of the Irkutsk Region. At the same time, it was found that the integral coefficient of the operator's working conditions in the field varies from 0.06 to 0.92; its average value is 0.60, which is 0.4 (40 %) less than at service centers. Carrying out machine maintenance in the field, provided that a sufficient level of its quality is observed, is accompanied by an increase in labor costs, which depends on the working conditions of the operator. The findings of the investigations can be taken into account when justifying and selecting methods, as well as when developing facilities for machine maintenance in agriculture. In General, this study is aimed at resource saving and improvement of working conditions of machine maintenance.

Keywords: operator, machine, tractor, maintenance, labor costs, labor intensity, duration, working conditions.

По правилам ГОСТ 20793-2009 [1] техническое обслуживание машин проводят не только в стационарных условиях, но и на местах их использования – в поле. Следует полагать, что условия труда оператора по ТО в поле отличаются от условий выполнения этих работ на стационаре, например, на пункте ТО, а это сказывается на эффективности обслуживания машин и их применения по назначению [2]. В связи с этим возникает задача по определению влияния условий труда оператора на его затраты труда, решению которой и посвящена настоящая статья.

Задача исследования – определить условия и затраты труда при техническом обслуживании тракторов на местах их использования.

Объект исследования – процесс ТО машин.

Методика исследования. Она состоит из двух методик: первая из них направлена на определение условий труда оператора по ТО машин в поле, вторая – затрат труда.

Методика определения условий труда оператора предусматривает математический аппарат, контролируемые параметры (температура, скорость движения воздуха и его влажность, а также освещенность и шум фоновый) и средства их измерений, методы контроля параметров, а также первичную обработку результатов измерений. Основой методики является преобразование числовых значений различных факторов производственной среды ТО машин в относительные (безразмерные, в долях единицы) показатели – коэффициенты, учитывающие влияние каждого фактора на условия труда оператора в поле. Эта процедура и ее применение на практике достаточно подробно изложена в работах [3, 4] и поэтому здесь не приводится. Затем по известным (найденным) факторам находят интегральный показатель условий труда оператора. Поскольку условия труда заданы несколькими, причем независимыми между собой i -факторами, то математическое описание интегрального показателя условий труда $У_\Phi$ может быть найдено в виде произведения этих факторов:

$$У_\Phi = \prod_{i=1}^n K_i \quad (1)$$

при $1 \geq K_i > 0$,

где K_i – коэффициенты, соответствующие i -факторам и учитывающие влияние этих факторов на условия труда оператора.

Методика определения затрат труда включает в себя формулы для вычисления трудоемкости ТО по известной продолжительности обслуживания с учетом числа исполнителей, эксплуатационные условия и порядок проведения испытаний, а также эксплуатационные условия и порядок отбора машин под наблюдение с учетом допускаемого уровня качества выполнения технических обслуживаний. В целом, методика позволяет определить затраты труда на обслуживание машин в зависимости от условий труда оператора при заданном уровне качества работ по ТО. Основные положения этой методики заключаются в следующем.

Дополнительная трудоемкость (затраты времени на ТО) ТО-1 и ТО-2 в полевых условиях :

$$\Delta T_{T1} = T_{T1}^H - T_{T1}, \quad (2)$$

$$\Delta T_{T2} = T_{T2}^H - T_{T2}, \quad (3)$$

где T_{T1} , T_{T2} – нормативная трудоемкость ТО-1 и ТО-2; T_{T1}^H , T_{T2}^H – трудоемкость этих же видов ТО в полевых условиях.

Дополнительная продолжительность (простой машин) ТО-1 и ТО-2 в полевых условиях – по аналогии с (2)-(3):

$$\Delta t_{T1} = t_{T1}^H - t_{T1}, \quad (4)$$

$$\Delta t_{T2} = t_{T2}^H - t_{T2}, \quad (5)$$

где t_{T1} , t_{T2} – нормативная продолжительность ТО-1 и ТО-2; t_{T1}^H , t_{T2}^H – продолжительность этих же видов ТО в полевых условиях.

Порядок отбора машин под наблюдение с учетом допускаемого уровня качества выполнения технических обслуживаний.

Фактический уровень качества выполнения i -го вида ТО машины $K_{\Phi i}$ – по формуле

$$K_{\Phi i} = \frac{N_{Bi}}{N_{Pi}}, \quad (6)$$

где N_{Bi} , N_{Pi} – число выполненных и предусмотренных в соответствии с руководством по

эксплуатации операций при проведении i -го вида ТО машины.

Допускаемый уровень качества выполнения i -го вида ТО машины $K_{\text{д}i}$ – не ниже 0,9 при нормативном (требуемом) уровне качества ТО $K_{\text{н}i}$, равном 1.

Условие, при котором машина принимается под наблюдение:

$$K_{\text{д}i} \leq K_{\text{ф}i} \leq K_{\text{н}i} \quad (7)$$

или $0,9 \leq K_{\text{ф}i} \leq 1. \quad (8)$

Особые условия, при которых машина не принимается под наблюдение:

а) по ТО-1 – невыполнение операций, обеспечивающих безопасность дорожного движения и выполнения механизированных работ, а также операции по проверке воздухоочистителя дизеля;

б) по ТО-2 дополнительно – непроведение операции по замене масла в двигателе и очистке его центрифуги.

Пример 1. Определить фактический уровень качества ТО-1 трактора МТЗ-1221 и оценить возможность принятия его под наблюдение, если при проведении этого вида обслуживания были выполнены все операции, обеспечивающие безопасность дорожного движения и выполнения механизированных работ, а также операции по проверке воздухоочистителя дизеля, но при этом не проведены: в первом случае – одна операция, а во втором – две. Допускаемый уровень качества ТО машины $K_{\text{д}i}$ – не ниже 0,9.

Решение. Из руководства по эксплуатации (РЭ) данной марки трактора для ТО-1

(с учетом ЕТО) известно: $N_{\text{п}i} = 13$. Тогда при невыполнении одной операции – $N_{\text{б}i} = 14 - 1 = 13$, двух операций – $N_{\text{б}i} = 14 - 2 = 12$.

Фактический уровень качества выполнения заданного вида ТО машины $K_{\text{ф}i}$ – по формуле (6):

а) при невыполнении одной операции –

$$K_{\text{ф}i} = \frac{N_{\text{б}i}}{N_{\text{п}i}} = \frac{13}{14} = 0,93,$$

б) при невыполнении двух операций –

$$K_{\text{ф}i} = \frac{N_{\text{б}i}}{N_{\text{п}i}} = \frac{12}{14} = 0,86.$$

В соответствии с неравенством (8) имеем:

а) при невыполнении одной операции – $K_{\text{ф}i} > K_{\text{д}i}$ или $0,93 > 0,9$ – машина может быть принята под наблюдение;

б) при невыполнении двух операций – $K_{\text{ф}i} < K_{\text{д}i}$ или $0,86 < 0,9$ – машина не может быть принята под наблюдение.

Таким образом, при соблюдении особых условий, при которых машина не принимается под наблюдение, по ТО-1 трактора МТЗ-1221 допускается невыполнение одной операции (из 13 операций по РЭ) – не более, когда эта машина может быть принята под наблюдение для определения дополнительных затрат труда на обслуживание.

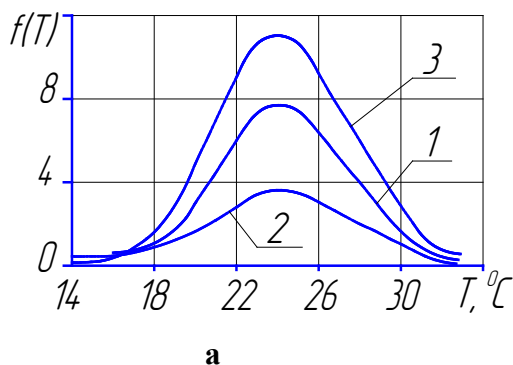
Результаты вычислений, полученные в соответствии с примером 1, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Допускаемое число невыполненных операций ТО тракторов МТЗ-1221 и МТЗ-80 при заданном уровне его качества

Показатели	Тракторы и виды их ТО:			
	МТЗ-1221		МТЗ-80	
	ТО-1	ТО-2	ТО-1	ТО-2
1. Число операций, предусмотренное руководством по эксплуатации (РЭ)	13	38	16	39
2. Допускаемое число невыполненных операций в соответствии с требуемым уровнем качества (при $K_{\text{д}i} \geq 0,9$)	1	3	1	4
3. Расчетный уровень качества ТО	0,93	0,92	0,94	0,90

Обсуждение результатов исследования. Условия труда при ТО машин в поле были определены по параметрам состояния воздуха, а также освещенности и шума; средства их измерений – многофункциональный тестер DVM 401. Получение информации – при ТО машин в период с 25 апреля по 15 октября. Всего было проведено 60 наблюдений при ТО-1 и 30 – при ТО-2. Номинальные значения – по условиям труда на стационарном пункте ТО.



Полученные данные по условиям труда в физических единицах сначала были преобразованы в относительные единицы, которые затем обработаны в программе «Статистика» на ПК. Для примера результаты обработки показаны на рис. 1: закон распределения по критерию Пирсона $P(\chi^2)$ – нормальный, относительная ошибка не превышает 5 % при доверительной вероятности 0,95.

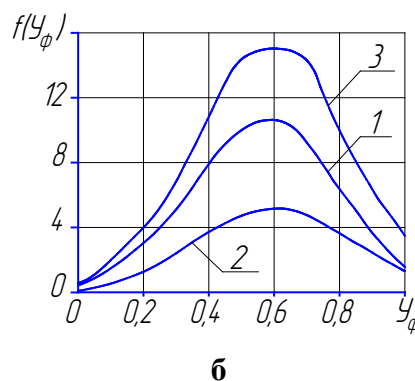


Рис.1. Распределение показателей: а – температуры воздуха, T оС; б – коэффициента условий труда, U_ϕ : 1, 2 – по наблюдениям при ТО-1 и ТО-2; 3 – графики, обобщенные по этим видам ТО

Результаты показывают, что в СХП Иркутской области (при ТО машин в поле) средняя температура окружающего воздуха составляет 24 °С, что выше нормы на 3 °С (на 14 %); его средняя влажность – 51 %, что меньше на 9 % от номинального значения; средняя подвижность воздуха – 0,6 м/с, что на 0,1 м/с (20%) больше нормы; средняя освещенность – 1869 lux, что на 631 lux (28 %) меньше нормативного значения; среднее значение фонового шума – 79 dB, что на 4 dB (4 %) меньше нормы. При этом интегральный коэффициент условий труда оператора по ТО в поле U_ϕ изменяется в пределах от 0,06 до 0,92, среднее значение – 0,60, что на 0,4 (40 %) меньше, чем на ПТО. Таким образом, условия труда при ТО машин в поле отличаются от их нормативных значений в худшую сторону.

Дополнительные (в сравнении с нормативными) затраты труда на ТО (продолжительность и трудоемкость ТО-1 и ТО-2) в зависимости от условий труда в поле были определены экспериментально по МТЗ при использовании АТО-4822 и при уровне качества ТО, не ниже 0,9. Сбор данных – в

ходе наблюдений за условиями труда, их обработка – на ПК в программе «Статистика». В результате установлено, что дополнительные затраты труда на ТО зависят от условий труда в поле и описываются эмпирическими формулами, которые имеют вид прямолинейных убывающих функций от U_ϕ (рис. 2).

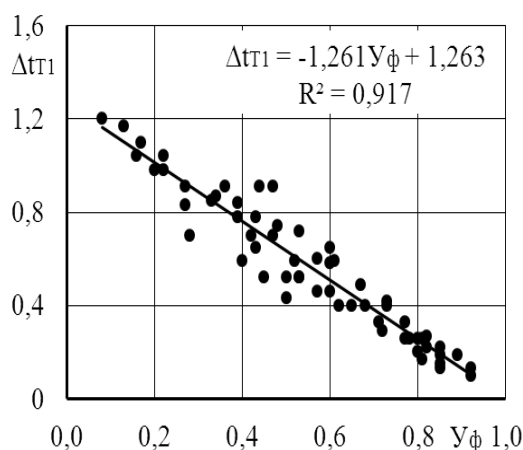


Рис.2. Зависимость дополнительной продолжительности ТО-1 Δt_{T1} (ч) от коэффициента условий труда U_ϕ оператора в поле (на примере тракторов модели МТЗ)

Так, при снижении коэффициента условий труда от 1,0 до 0,6 продолжительность ТО-1, например, по трактору модели МТЗ повышается на 0,5 ч. Достоверность полученных эмпирических формул подтверждена высоким коэффициентом аппроксимации R^2 , значение которого не ниже 0,91.

В результате установлено, что проведение ТО машин в поле, причем при условии соблюдения достаточного уровня его качества, сопровождается повышением затрат труда, что зависит от условий труда оператора.

Выводы:

1. Установлено, что интегральный коэффициент условий труда оператора по ТО в поле изменяется в пределах от 0,06 до 0,92; его среднее значение составляет 0,60, что на 0,4 (40 %) меньше, чем на ПТО.

2. Проведение ТО машин в поле, причем при условии соблюдения достаточного уровня его качества, сопровождается повышением затрат труда на ТО, что зависит от условий труда оператора.

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. Хабардин, В.Н. Современные направления развития технического обслуживания машин / В.Н. Хабардин // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – № 5. – С. 28-30.
3. 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.
4. Хабардин, В.Н. Математическое описание условий труда при техническом обслуживании машин / В.Н. Хабардин, Т.Л. Горбунова, Н.В. Чубарева, М.В. Чубарева // Естественные и технические науки. – 2016. – № 2 (92). – С. 146-153.

Reference

1. GOST 20793-2009. Traktory i mashiny sel'skokhozyaistvennyye. Tekhnicheskoe obsluzhivanie (GOST 20793-2009. Tractors and Agricultural Machines. Maintenance), Vzamen GOST 20793-86, vved. 2011-05-01, Moskva, Standartinform, 2011, 19 p.
2. Khabardin, V.N. Sovremennyye napravleniya razvitiya tekhnicheskogo obsluzhivaniya mashin (Modern Trends in the Development of Machine Maintenance), *Tekhnika v sel'skom khozyaistve*, 2009, No 5, PP. 28-30.
3. Khabardin, V.N., Khabardina, A.V., Chubareva, N.V., Chubareva, M.V., Gorbunova, T.L. Usloviya truda, kachestvo i effektivnost' tekhnicheskogo obsluzhivaniya mashin v pole (Working Conditions, Quality and Efficiency of Machine Maintenance in the Field), *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2016, No 2, PP. 153–163.
4. Khabardin, V.N., Gorbunova, T.L., Chubareva, N.V., Chubareva, M.V. Matematicheskoe opisanie uslovii truda pri tekhnicheskoy obsluzhivani mashin (Mathematical Description of Working Conditions of Machine Maintenance), *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2016, No 2 (92), PP. 146-153.

Информация об авторе

Хабардин Василий Николаевич, д-р техн. наук, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежовского; п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская обл., Россия; e-mail: rector@igsha.ru.

Information about the author

Vasilij N. Habardin, Dr Tech. Sci., Professor of chair of operation of machine and tractor park and health and safety of engineering faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky; Molodezhniy settlement, Irkutsk, Irkutsk region, Russia; e-mail: rector@igsha.ru.