

vchera, segodnia, zavtra: sb. st. po mater. XXXIV mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Novosibirsk: SibAK, 2016. – Ch. II. – S. 72–76.

4. Beliaev, V.I. Osnovnye napravleniia sovershenstvovaniia selskokhoziaistvennoi tekhniki predpriatii Altaiskogo klastera agrarnogo mashinostroeniia dlia realizatsii sberegaiushchikh tekhnologii vozdelivaniia selskokhoziaistvennykh kultur / V.I. Beliaev, L.V. Sokolova // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 7 (165). – S. 137-147.

5. Byshov N.V., Oleinik D.O., Bogdanchikov I.I., Bachurin A.N., Lipatov N.V. Primenenie geoinformatsionnykh sistem i differentsirovannogo raspredeleniia semian i udobrenii pri poseve ozimoi pshenitsy // Vestnik Riazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2020. – No. 4 (48). – S. 92-97.

6. Beliaev V.I., Buksman V.E., Sadov V.V., Smyshliaev A.A., Tur A.V. Vliianie differentsirovannogo poseva na vodnyi rezhim pochvy i urozhainost iarovoi pshenitsy // Dalnevostochnyi agrarnyi vestnik. – 2023 a. – T. 17. – No. 2. – С. 5–12. DOI: 10.22450/19996837_2023_2_5.

7. Iakovlev D.A. Ratsionalnoe komplektovanie posevnykh mashin rabochimi organami dlia uslovii

povyshennogo uvlazhneniia pochv / D.A. Iakovlev, Poliakov, V.I. Beliaev // Informatsionnye tekhnologii, sistemy i pribory v APK: 7-aia mezhd. nauchn.-prakt. konf. – Novosibirsk-Krasnoobsk, 2018. – S. 497-500.

8. Beliaev V.I. Ekonomicheskaiia effektivnost differentsirovannogo poseva pri vozdelivaniu iarovoi pshenitsy v Altaiskom krae / V. I. Beliaev, V. E. Buksmann, V. V. Sadov [i dr.] // Perspektivy vnedreniia innovatsionnykh tekhnologii v APK: sbornik statei / III Vserossiiskaia (natsionalnaia) nauchno-prakticheskaiia konferentsiia s mezhdunarodnym uchastiem, priurochennaia k 80-letiiu agronomicheskogo fakulteta Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, Barnaul, 22 noiabria 2023 g. – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2023. – S. 15-20.

9. Zubarev Iu.N. Zarubezhnyi opyt primeneniia tekhnologii tochnogo zemledeliia // Svetich. Informatsionnoe agentstvo. [Elektron. resurs]. URL: <https://www.svetich.info/zarubezhnyi-opyt-primeneniia-tehnologii-.html> (25.08.2024).

Работа выполнена за счет средств федерального бюджета в рамках государственного задания Минсельхоза России (номер госрегистрации темы 1023032000002-5-4.1.1).



УДК 631.313.6

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-242-12-90-95

Р.В. Даманский

R.V. Damanskiy

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА УПЛОТНЯЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИКАТЫВАЮЩЕГО КАТКА

STUDY OF COMPACTING SURFACE WEAR OF A SOIL PACKER

Ключевые слова: каток прикатывающий, балка, подшипниковый узел, износ, уплотнительный узел, поверхность трения, закон распределения, математическое ожидание, дисперсия.

Рассматривается вопрос о критерии работоспособности прикатывающих катков культиваторов почвы. Основной их функцией является разрушение комков и пластов почвы на меньшие фракции. Наибольший износ рабочих элементов приходится на места крепления корпуса подшипников на вал катка. Исследуется износостойкость рабочих элементов прикатывающего катка, а именно сопряжения в месте уплотнения подшипникового узла. Описываются необходимые условия для оптимальной работы сопряжения «вал-подшипник» прикатывающего катка, что влияет на ресурс его и

наработку. Для упрощения ремонта прикатывающих катков в конструкции применяют сменные цапфы, которые устанавливаются на вал катка без его сваривания, что позволяет быстро сменить взаимозаменяющие элементы при неисправности и его полном изнашивании. Упрощение конструкции влечёт за собой изменение действующих сил на узел сопряжения, значительно влияет на процесс изнашивания и его наработку. В процессе эксплуатации происходит выработка рабочей поверхности сопряжения и, как следствие, увеличение зазора, в результате чего в сопряжении подшипникового узла наблюдается попадание абразивных материалов, ускоряющих процесс изнашивания. Проведена оценка эксплуатационных параметров уплотняющих элементов сопряжения вал-подшипник. Приведены результаты оценки соответствия полученных данных

износа на соответствие нормальному закону распределения. Получены результаты, позволяющие установить соответствие экспериментальных наблюдений износа поверхности трения в сопряжении хвостовика. Установлены математическое ожидание и дисперсия распределения.

Keywords: *soil packer, bearing assembly, compacting assembly, friction surface, distribution law, mathematical expectation, dispersion.*

The issue of performance criteria of soil packers of tillers is discussed. The main function of the soil packers is breaking of lumps and soil layers into finer fractions. The greatest wear of the working elements occurs at the places where the bearing housing is attached to the roller shaft. The wear resistance of the working elements of a soil packer is studied, namely the interface at the sealing point of the bearing assembly. The necessary conditions for optimal operation of the shaft-bearing interface of the soil

packer which affect its service life and operating time are described. To simplify the repair of soil packers, the design uses replaceable trunnions which are installed on the roller shaft without welding which allows quick changing of interchangeable elements in the event of a failure and its complete wear. Simplification of the design entails a change of the acting forces on the interface unit which significantly affects the wear process and operating time. During operation, the working mating surface wears out and, as a result, the gap increases. As a result, abrasive materials enter the bearing assembly interface accelerating the wear process. The operational parameters of the sealing elements of the shaft-bearing interface were evaluated. The results of evaluating the compliance of the obtained wear data with the normal distribution law are presented. Results were obtained that make it possible to establish the correspondence of experimental observations of wear of the friction surface in the shank interface. The mathematical expectation and dispersion are determined.

Даманский Роман Викторович, к.т.н., науч. сотр., ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», г. Омск, Российская Федерация, e-mail: damanskiy@anc55.ru.

Damanskiy Roman Viktorovich, Cand. Tech. Sci., Researcher, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk, Russian Federation, e-mail: damanskiy@anc55.ru.

Введение

Известно, что эффективное использование любого изделия, в т.ч. и прикатывающего катка культиваторов почвы серии КС-7.4 «Сибиряк» (рис. 1), выпускаемых заводом-изготовителем «ОЭЗ-филиал ФГБНУ Омский АНЦ», во многом зависит от износостойкости его элементов и особенно от надёжности системы уплотнения подшипников. Надёжность уплотнения подшипников достигается путём создания минимального, близкого к нулю, радиального зазора между валом и уплотнением и сохранением его в течение всего ресурса работы катка. При раздельном соединении оси и посадочного места подшипника несколько усложняется конструкция прикатывающего катка, происходит некоторое смещение оси и подшипникового узла, что приводит к изменению действующих на узел сил и к износу как поверхности вала, так и самого уплотнения, следствием чего является увеличение зазора. В результате в подшипниковый узел поступают абразивные материалы и ускоряется износ подшипника [1-3].

В настоящее время исследований влияния процесса изнашивания уплотняющей поверхности прикатывающего катка указанного типа недостаточно, что вызывает актуальность оценки эксплуатационных параметров уплотнений сопряжения.



Рис. 1. Прикатывающий каток культиватора почвы

Целью работы является определение износа поверхностей трения переоборудованного катка в эксплуатационных условиях, проверка износа на нормальный закон распределения и оценка параметров закона распределения.

Задачи исследования:

- выполнить анализ числовых характеристик изнашивания рабочей поверхности трения на основе законов теории вероятностей и математической статистики;
- определить закон распределения износных параметров, средние значения и значения повышенных и предельно допустимых значений износа.

На рисунке 2 приведена схема подшипникового узла. Наиболее изнашиваемыми поверхностями подшипникового узла являются поверхности А и В. Поверхность А – посадочное место

подшипника, а поверхность В сопрягается с уплотнением. В процессе работы катка эти поверхности подвержены воздействию неустановившихся сил, являющихся следствием неравномерности поверхности почвы, изменения ско-

рости движения агрегата. Предварительный анализ показал, что более изнашиваемой поверхностью является поверхность В, контактирующая с уплотнением и определяющая работоспособность уплотнения [4-6].

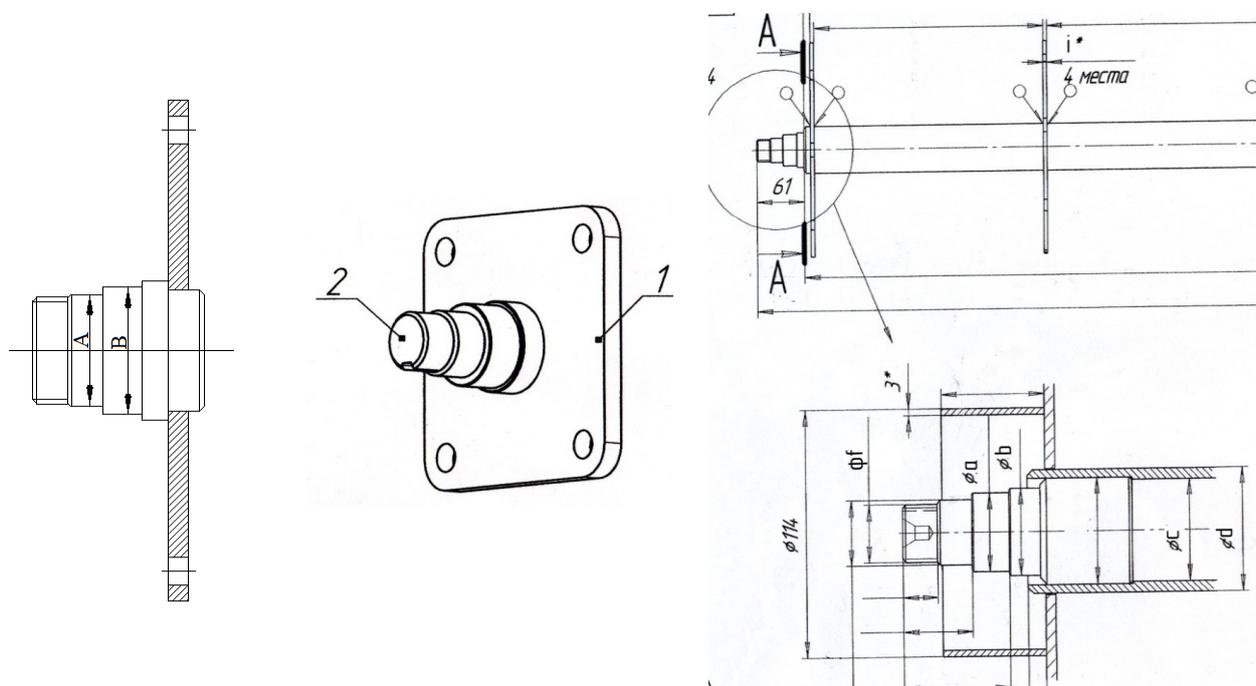


Рис. 2. Схема сменной цапфы вала прикатывающего катка

Объекты и методы

Для исследования износа была использована поверхность В. Числовые характеристики изнашивания этой поверхности трения получены по анализам на основе законов теории вероятностей и математической статистики. Анализ выборочных данных позволяет определить закон распределения износных параметров, средние значения и значения повышенных и предельно допустимых значений износа [7, 8]. Соответствие экспериментальных данных нормальному закону распределения проверяли по критерию Пирсона χ^2 , который предусматривает сравнение экспериментальных и теоретических частот распределения случайных величин.

Необходимый объём выборки для наблюдений определяли по формуле:

$$n = \frac{v^2 t_\alpha^2}{\varepsilon^2}, \quad (1)$$

где t_α – нормированное отклонение, зависящее от доверительной вероятности α ;

v – коэффициент вариации;

ε – относительная ошибка.

При расчёте минимального числа посадочных мест численные значения величин, входящих в формулу (1), были приняты с учётом ре-

комендаций [9]: значение доверительной вероятности $P = 0,8$, относительная ошибка $\varepsilon = 0,2$ и коэффициент вероятности $v = 0,3$. При этих параметрах минимально необходимое количество узлов составило 28 шт.

В то же время учитывали, что для точного определения соответствия экспериментальных данных закону распределения по критерию Пирсона необходимо исследовать не менее 50 узлов. Для исследования были взяты 100 узлов. Расчёт проведён в Microsoft Excel.

Перед определением закона распределения износа величины математического ожидания и дисперсии из имеющихся статистических данных были исключены «аномальные» значения износов. Величину износов определяли микрометром по ГОСТ 6507-2004 [10]. Время испытания 20 ч.

Среднюю величину износов определяли по формуле [11, 12]:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (2)$$

где x_i – отдельные результаты испытаний;

n – количество испытанных узлов.

Среднее квадратическое отклонение

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3)$$

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты оценки соответствия полученных данных износа на соответствие нормальному закону распределения приведены в таблице.

Весь диапазон измеренных значений износа был разбит на группы. Количество групп устанавливали по формуле Стерджеса:

$$n = 1 + \log_2 N. \quad (4)$$

Было принято 9 групп.

Предварительно по формулам (2) и (3) определены математическое ожидание (среднее значение) износа и среднеквадратичное отклонение $\bar{x} = 8,74$ мкм и $S = \sigma = 3,8173$ мкм.

Во втором и третьем столбцах приведены значения минимального и максимального износа в группах, в четвертом – частоты появления износов, в пятом и шестом – значения износов в долях σ , в седьмом – рассчитанные теоретические вероятности нахождения узла в данной размерной группе износа, в восьмом – теоретические значения частот для нормального закона распределения и в последнем столбце подсчитаны групповые значения критерия Пирсона. Суммарное значение расчётного Пирсона составило 1,12, а табличное значение (критическое) при двух оцениваемых параметрах (ν и σ) и 9 группах параметр k равняется $9-2-1=6$. Следует считать, что величины износа соответствуют нормальному закону распределения.

На рисунке 3 изображён закон распределения случайных величин.

Таблица

Оценка соответствия по критерию Пирсона

Группа	Диапазон в группах		n, шт.	Коорд. в долях σ		Pi	nt	(n-nt)/nt
	мин.	макс.		мин.	макс.			
1	2	3,44	6	∞	-1,39	0,0838	8,4	0,284
2	3,44	4,89	7	-1,39	-1,01	0,0749	7,5	0,065
3	4,89	6,33	10	-1,01	-0,63	0,1056	10,6	0,053
4	6,33	7,78	15	-0,63	-0,25	0,137	13,7	0,095
5	7,78	9,22	21	-0,25	0,13	0,1465	14,6	0,433
6	9,22	10,67	16	0,13	0,5	0,1437	14,4	0,113
7	10,67	12,11	12	0,5	0,88	0,1191	11,9	0,007
8	12,11	13,55	8	0,88	1,26	0,0856	8,6	0,065
9	13,55	15	5	1,26	∞			
Пирсон расчетный								1,12
Пирсон табличный								7,19

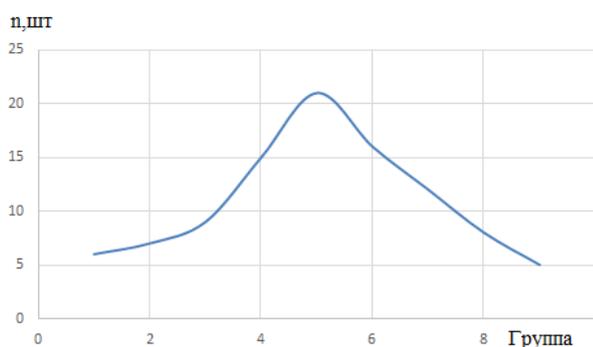


Рис. 3. Нормальная кривая распределения износов

Выводы

1. Выполнен анализ износа 100 поверхностей В катка после наработки 20 ч.

2. Установлено, что износ поверхности В можно считать соответствующим нормальному распределению.

3. Параметры нормального закона распределения: $\bar{x} = 8,74$ мкм и $S = \sigma = 3,8173$ мкм.

Библиографический список

1. Даманский, Р. В. Сравнительные испытания рабочих органов глубокорыхлителей / Р. В. Даманский, А. А. Кем. – Текст: непосредственный // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса: материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2022 г. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова, 2023. – Т. 2. – С. 368-373.

2. Korn, G. A. and Korn, T. M. *Mathematical Handbook for Scientists and Engineers, 2nd Edition*, Dover Publications, New York, 2000. P. 1151.

3. Даманский, Р. В. К вопросу о повышении долговечности распылителей форсунок / Р. В. Даманский, Л. С. Керученко. – Текст: непосредственный // Перспективные технологии в аграрном производстве: человек, "цифра", окружающая среда (AgroProd 2021): материалы Международной научно-практической конференции, Омск, 28 июля 2021 г. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2021. – С. 304-310.

4. Демчук, Е. В. Совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур / Е. В. Демчук, А. С. Союнов. – Текст: непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2 (22). – С. 242-246.

5. Шулико, Н. Н. Экологическое состояние лугово-черноземной почвы при длительном орошении / Н. Н. Шулико, А. Ю. Тимохин, Е. В. Тукмачева. – Текст: непосредственный // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3 (55). – С. 79-85.

6. Оптимизация полевых севооборотов и структуры использования пашни при возделывании яровой пшеницы в Омской области / Л. В. Юшкевич, В. В. Чибис, А. Г. Щитов [и др.]. – Омск: ИП Макшеева Е.А., 2020. – 43 с. – Текст: непосредственный.

7. Веденяпин, Г. В. Общая методика экспериментальных исследований и обработки опытных данных / Г. В. Веденяпин. – Москва: Колос, 1973. – 199 с. – Текст: непосредственный.

8. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. – Москва: Наука, 1964. – 564 с. – Текст: непосредственный.

9. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей. Задачи и упражнения. – Изд. 2-е, стер. – Москва: Наука, 1973. – Текст: непосредственный.

10. ГОСТ 6507-90. Микрометры. Технические условия. – Москва: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 10 с. – Текст: непосредственный.

11. Даманский, Р. В. Исследование параметров износа уплотняющего пояса запорного конуса иглы распылителя форсунки ФД-22 при работе на дизельном топливе с добавкой / Р. В. Даманский, Л. С. Керученко, А. Е. Немцев. – Текст: непосредственный // Вестник Омского

государственного аграрного университета. – 2020. – № 4 (40). – С. 118-124.

12. Современные цифровые технологии в растениеводстве АПК Омской области / М. С. Чекусов, А. А. Кем, Е. М. Михальцов [и др.]. – Текст: непосредственный // Инновационные технологии в АПК, как фактор развития науки в современных условиях: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора Станислава Антоновича Корниловича (9 декабря 1931 г. – 25 октября 2020 г.), Омск, 18 ноября 2021 г. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2021. – С. 180-185.

References

1. Damanskii, R.V. Sravnitelnye ispytaniia rabochikh organov glubokorykhlytelei / R.V. Damanskii, A.A. Kem // Molodezhnaia nauka – razvitiu agropromyshlennogo kompleksa: materialy III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, Kursk, 15 noiabria 2022 goda. Ch. 2. – Kursk: Kurskaia GSKhA imeni I.I. Ivanova, 2023. – S. 368-373.

2. Korn, G. A. and Korn, T. M. *Mathematical Handbook for Scientists and Engineers, 2nd Edition*, Dover Publications, New York, 2000. P. 1151.

3. Damanskii, R.V. K voprosu o povyshenii dolgovечности raspylitelei forsunok / R.V. Damanskii, L.S. Keruchenko // Perspektivnye tekhnologii v agrarnom proizvodstve: chelovek, "tsifra", okruzhaiushchaia sreda (AgroProd 2021): Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Omsk, 28 iulia 2021 goda. – Omsk: Omskii GAU imeni P.A. Stolypina, 2021. – S. 304-310.

4. Demchuk E.V., Soiunov A.S. Sovershenstvovanie tekhnologii vzdelyvaniia selskokhoziaistvennykh kultur // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. No. 2 (22). S. 242–246.

5. Shuliko N.N., Timokhin A.Iu., Tukmacheva E.V. Ekologicheskoe sostoianie lugovo-chernozemoi pochvy pri dlitelnom oroshenii // Vestnik Ulianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii. 2021. No. 3 (55). S. 79–85.

6. Iushkevich L.V., Chibis V.V., Shchitov A.G. i dr. Optimizatsiia polevykh sevooborotov i struktury ispolzovaniia pashni pri vzdelyvanii iarovoi pshe-nitsy v Omskoi oblasti. Omsk: IP Maksheeva E.A., 2020. 43 s.

7. Vedeniagin, G.V. Obshchaia metodika eksperimentalnykh issledovaniy i obrabotki opytnykh dannykh / G.V. Vedeniagin. – Moskva: Kolos, 1973. – 199 s.

8. Venttsel E.S. Teoriia veroiatnostei / E.S. Venttsel. – Moskva: Nauka, 1964.

9. Venttsel E.S., Ovcharov L.A. Teoriia veroiatnostei. Zadachi i uprazhneniia. – Izd. 2-e, ster. – Moskva: Nauka, 1973.

10. GOST 6507-90 Mikrometry. Tekhnicheskie usloviia. – Moskva: IPK Izdatelstvo standartov, 2004.

11. Damanskii, R.V. Issledovanie parametrov iznosa uplotniaiushchego poiaska zapornogo konusa igly raspylitelia forsunki FD-22 pri rabote na

dizelnom toplive s dobavkoi / R.V. Damanskii, L.S. Keruchenko, A.E. Nemtsev // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – No. 4 (40). – S. 118-124.

12. Sovremennye tsifrovye tekhnologii v rastenievodstve APK Omskoi oblasti / M.S. Chekusov, A.A. Kem, E.M. Mikhaltsov [i dr.] // Innovatsionnye tekhnologii v APK, kak faktor razvitiia nauki v sovremennykh usloviakh: Sbornik VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Innovatsionnye tekhnologii v APK, kak faktor razvitiia nauki v sovremennykh usloviakh». – Omsk: Izd-vo FGBOU VO Omskii GAU, 2021. – S. 180-185.



УДК 631.3.004.58

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-242-12-95-100

А.Б. Иванников, А.М. Криков

A.B. Ivannikov, A.M. Krikov

СТРУКТУРНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОГО КОМПЛЕКСА ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ СЕЛЬХОЗТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЯ

STRUCTURAL COMPONENTS OF THE ELECTRONIC COMPLEX OF PUBLICATIONS ON TECHNICAL OPERATION OF AGRICULTURAL MACHINERY UNDER THE CONDITIONS OF AGRICULTURAL PRODUCER

Ключевые слова: электронная коллекция книг, техническая эксплуатация техники, техническое обслуживание и ремонт, сельхозтоваропроизводитель, информационное обеспечение.

Освящены вопросы совершенствования технической эксплуатации машинно-тракторного парка сельхозтоваропроизводителей (СХТП) путём улучшения информационного обеспечения. Одной из важнейших составляющих системы технической эксплуатации техники (ТЭТ) является техническая документация, представляемая в виде нормативно-технической литературы, отдельные части которой отражаются в определенных книгах информационного обеспечения (инструкции, руководства, методические рекомендации и т.п.). Однако при всём многообразии имеющихся материалов по ТЭТ не всегда возможно оперативно найти необходимую информацию из-за разобщённости мест хранения нормативно-технической литературы, а в условиях хозяйств СХТП приходится прикладывать немало усилий и тратить много времени для поиска необходимой информации. Одним из способов решения указанной проблемы могут выступать информационные технологии. Однако методические приёмы их использования в интеграции знаний из множества пуб-

ликаций по определенной тематике ещё не получили должного обоснования и развития даже в общем методическом плане. Целью исследования является разработка методических приёмов формирования электронной коллекции книг (ЭКК) по ТЭТ СХТП. При проведении исследования в качестве основного метода использовался метод «дерева целей», позволяющий выстроить иерархию от верхнего до нижнего уровня. В результате проведённой работы авторским коллективом разработан и предложен вариант ЭКК по ТЭТ, описаны структурные компоненты, включая обслуживаемую технику, её техническое обслуживание и ремонт, восстановление, ремонт и упрочнение деталей техники, ремонтно-эксплуатационную базу сельхозтоваропроизводителя, оборудование и оснастку для обслуживания, конструкционные и эксплуатационные материалы, документацию и другие необходимые компоненты.

Keywords: *electronic collection of books, technical operation of machinery, maintenance and repair, agricultural producer, information support.*

The issues of improving the technical operation of machinery and tractor fleet of agricultural producers by improving information support are discussed. One of the most