

дополнительных потерь и повышения качества электрической энергии.

Библиографический список

1. ГОСТ 32144-2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения / Межгос. совет по стандартизации, метролог. и сертифик. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.
2. Косоухов Ф.Д. Методы расчета и анализа показателей несимметрии токов и напряжений в сельских распределительных сетях: учебное пособие. – Л.: ЛСХИ, 1984. – 42 с.
3. Косоухов Ф.Д., Наумов И.В. Несимметрия напряжений и токов в сельских распределительных сетях. – Иркутск, 2003. – 260 с.
4. Наумов И.В., Подъячих С.В., Иванов Д.А., Шпак Д.А. Исследование и анализ дополнительных потерь мощности и качества электрической энергии в сельских распределительных сетях напряжением 0,38 кВ при несимметричной нагрузке // Отчёт о выполнении НИР и практические рекомендации. – Иркутск: Репроцентр А1, 2006. – 56 с.
5. Наумов И.В. Оптимизация несимметричных режимов системы сельского электроснабжения. – Иркутск: На Чехова, 2001. – 217 с.
6. Naumov I.V., Ivanov D.A., Gantulga D. Automatic control of the balanced devices in distributing networks 0.38 kV // "Engineering Problems in Agriculture and Industry". – June 2-4, 2010, Ulaanbaatar, Mongolia. – P. 105-108.
7. Наумов И.В., Пруткина А.В. Выбор параметров симметрирующего устройства в зависимости от изменяющихся показателей несимметрии в распределительных сетях 0,38 кВ с сосредоточенной нагрузкой //

Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 11. – С. 186-195.

References

1. GOST 32144-2013 Normy kachestva elektricheskoi energii v sistemakh elektrosnabzheniya obshchego naznacheniya / Mezghos. sovet po standartizatsii, metrolog. i sertifik. – М.: Standartinform, 2014. – 16 s.
2. Kosoukhov F.D. Metody rascheta i analiza pokazatelei nesimmetrii tokov i napryazhenii v sel'skikh raspredelitel'nykh setyakh: uchebnoe posobie. – L.: LSKhI, 1984. – 42 s.
3. Kosoukhov F.D., Naumov I.V. Nesimmetriya napryazhenii i tokov v sel'skikh raspredelitel'nykh setyakh. – Irkutsk, 2003. – 260 s.
4. Naumov I.V., Pod'yachikh S.V., Ivanov D.A., Shpak D.A. Issledovanie i analiz dopolnitel'nykh poter' moshchnosti i kachestva elektricheskoi energii v sel'skikh raspredelitel'nykh setyakh napryazheniem 0,38 kV pri nesimmetrichnoi nagruzke // Otchet o vypolnenii NIR i prakticheskie rekomendatsii. – Irkutsk: Reprintsentr A1, 2006. – 56 s.
5. Naumov I.V. Optimizatsiya nesimmetrichnykh rezhimov sistemy sel'skogo elektrosnabzheniya. – Irkutsk: Na Chekhova, 2001. – 217 s.
6. Naumov I.V., Ivanov D.A., Gantulga D. Automatic control of the balanced devices in distributing networks 0.38 kV // "Engineering Problems in Agriculture and Industry". – June 2-4, 2010, Ulaanbaatar, Mongolia. – P. 105-108.
7. Naumov I.V., Prutkina A.V. Vybor parametrov simmetriruyushchego ustroystva v zavisimosti ot izmenyayushchikhsya pokazatelei nesimmetrii v raspredelitel'nykh setyakh 0,38 kV s sosredotochennoi nagruzkoj // Vestnik KrasGAU. – 2014. – № 11. – S. 186-195.



УДК 631.3.004.5:004.94

А.В. Шистеев, М.К. Буряев
A.V. Shisteyev, M.K. Burayev

**РЕЗЕРВЫ СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ
 ИМПОРТНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

THE RESERVES OF THE MAINTENANCE SYSTEM OF IMPORTED AGRICULTURAL MACHINERY

Ключевые слова: импортная, сельскохозяйственная техника, отказы, безотказность, технический сервис, сменно-обменный элемент, обслуживание, ремонт, дилерский центр.

В сельскохозяйственных предприятиях Сибирского региона сегодня эксплуатируется различная современная высокопроизводительная техника иностранного производства. Зарубежные машины зачастую показывают лучшие, а иногда рекордные, показатели производительности и снижения потерь урожая при уборочных технологических операциях. Они имеют долгосрочную гарантию от фирмы-

производителя и при этом способны обходиться без ремонта довольно длительное время в силу того, что машины собирают из высококачественных комплектующих деталей, проходят несколько уровней проверки качества сборки агрегатов и узлов. Однако несмотря на высокую эксплуатационную надежность импортные машины нередко выходят из строя вследствие различных неисправностей и отказов. Выполненный в данной работе анализ отказов машин иностранного производства показал, что причины их возникновения в основном схожи с причинами отказов отечественных машин. Отличие в том, что в ряде случаев время устрани-

ния отказов импортных машин завышено вследствие несвоевременного обслуживания сервисной группой и отсутствия необходимых сменно-обменных элементов. Случайный характер неисправностей и отказов приводит к тому, что в системе сервиса происходит случайный процесс обслуживания. Для аналитического описания характеристик процедуры обслуживания осуществляют моделирование процесса функционирования сервисной группы. Вероятностные характеристики работы сервисной группы позволяют отнести ее к стохастическим системам с пуассоновским потоком требований на обслуживание. Время обслуживания заявки зависит от характера самой заявки или требований клиента и от состояния и возможностей обслуживающей системы. С позиции моделирования процесса обслуживания все заявки образуют очередь к каналу обслуживания. При этом предполагается, что переход сервисной группы к обслуживанию следующей заявки после обслуживания предыдущей происходит мгновенно, в случайные моменты времени. Даны анализ причин отказов и простоев машин в процессе эксплуатации и поиску путей повышения уровня обслуживания импортной сельскохозяйственной техники.

Keywords: *imported agricultural machinery, failure, reliability, maintenance, change parts, service, repair, dealership.*

Today in the agricultural enterprises of the Siberian region a variety of modern high-performance equipment of foreign manufacture is used. Foreign

machinery often shows better and sometimes record-high indices of performance and crop losses at harvesting. The imported machinery and equipment have a long-term warranty from the manufacturer and thus are able to work without repair for quite a long time due to the fact that the machines are assembled from high-quality parts and pass through several levels of quality control. However, despite high operational reliability, imported machines often fail due to various malfunctions. The analysis shows that the failure causes of the foreign machinery are often similar to those of domestic machinery. In some cases the difference is in the time of the imported machinery repair; sometimes it takes longer due to untimely dealer service or the lack of change parts. The random character of failures leads to random service. To make analytical description of maintenance procedures, the functioning of a service group was simulated. The probabilistic characteristics of the service group operation refer it to stochastic systems with Poisson flow of service requests. The service time for a request depends on the nature of the request or the customer's requirements and on the condition and abilities of the service system. From the point of service group operation model, all requests form a queue to the service channel. It is supposed that after the service group has completed one request it begins the next request immediately but at random times. This study analyzes the failure causes of the machinery during operation and searches for the ways to improve the maintenance of imported agricultural machinery.

Шистеев Алексей Валерьевич, аспирант, каф. технического сервиса и общинженерных дисциплин, Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского. E-mail: driver@yandex.ru.

Бураев Михаил Кондратьевич, д.т.н., проф., зав. каф. технического сервиса и общинженерных дисциплин, Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского. E-mail: Burayev@mail.ru

Shisteyev Aleksey Valeryevich, Post-Graduate Student, Chair of Technical Service and General Engineering Disciplines, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Yezhevskiy. E-mail: driver@yandex.ru.

Burayev Mikhail Kondratyevich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Technical Service and General Engineering Disciplines, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Yezhevskiy. E-mail: Burayev@mail.ru.

Опыт эксплуатации импортной техники в таких хозяйствах, как СХОАО «Белореченское», СХЗАО «Наследие», ОАО «Иркутский масложиркомбинат», ЗАО «Железнодорожник», ООО «Барки» показал, что уже после трех-пяти лет интенсивной работы техника иномарки имеет отказы, требующие трудоемкого устранения [2, 3]. Для решения возникающих проблем представительство компании CNH Industrial в Восточной Сибири АгроМастер – Красноярск имеет в Иркутске своего представителя, в обязанности которого входят вопросы продвижения и обслуживания на Иркутском рынке продукции компании CNH. Данные мониторинга эксплуатации и технического состояния тракторов и комбайнов марки New Holland, полученные в условиях Иркутской области, показали наличие характерных дефектов и отказов по основным системам и агрегатам машин (рис. 1) [4, 8].

Распределение отказов и неисправностей тракторов и комбайнов по основным агрегатам и системам свидетельствует о небольших объемах работ по восстановлению работоспособности машин. Это связано с высоким качеством изготовления импортной техники и соблюдением правил эксплуатации.

Сектор сельскохозяйственной техники импортного производства не до конца изучен и представляет собой целую сферу для дальнейших исследований. Высокая стоимость, работоспособность и производительность этой техники приводят к большим затратам и потерям урожая в случае непредвиденных отказов и простоев машин. Поэтому исследование причин, по которым происходят отказы и простои сельскохозяйственной техники иностранного производства, делает возможным поиск путей восстановления работоспособности машин и разработки стратегии тех-

нического сервиса импортной техники с учетом местных условий.

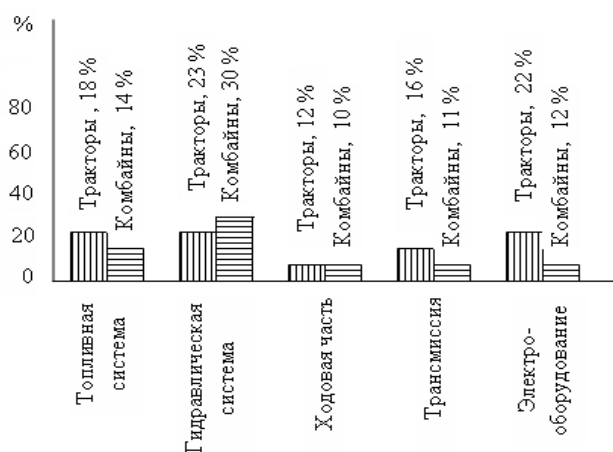


Рис. 1. Распределение отказов и неисправностей тракторов и комбайнов компании CNHIndustrial

Работу сервисной группы CNH в Иркутской области можно представить как одноканальную систему массового обслуживания (СМО) [5]. Число заявок, которые группа может обслужить за световой день при наличии фонда сменно-обменных элементов, ограничено из-за необходимости выезда на места использования машин и равно 3, без учета возможных задержек транспорта в пути.

Вероятностные характеристики работы сервисной группы можно определить исходя из некоторых допущений [6]. Например, поток заявок на обслуживание машин может быть распределен по закону Пуассона [6, 7]. Если за день обслуживается $n = 3$ заявки, то интенсивность $\lambda = 0,45$ (заявок в час). Время обслуживания в среднем составляет $t = 3$ ч.

В этом случае параметр потока заявок на обслуживание будет равен

$$\mu = \frac{1}{t} = \frac{1}{3} = 0,33$$

Приведенная интенсивность потока заявок определяется как отношение интенсивностей λ и μ , т. е.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{0,45}{0,33} = 1,36.$$

Финальные вероятности системы в соответствии с [6] будут равны

$$P_0 = \frac{1 - \rho}{1 - \rho^{n+1}} = \frac{1 - 1,36}{1 - 1,36^4} = 0,152;$$

$$P_1 = \rho \cdot P_0 = 1,36 \cdot 0,15 = 0,203;$$

$$P_2 = \rho^2 \cdot P_0 = 1,85 \cdot 0,15 = 0,277;$$

$$P_3 = \rho^3 \cdot P_0 = 2,51 \cdot 0,15 = 0,377.$$

Вероятность отказа в обслуживании четвертой заявки, поступившей в сервисную группу, равна

$$P_{отк} = P_4 = \rho^4 \cdot P_0 = 3,42 \cdot 0,15 = 0,513.$$

Относительная пропускная способность сервисной группы:

$$q = 1 - P_{отк} = 1 - 0,513 = 0,487$$

Абсолютная пропускная способность сервисной группы:

$$A = \lambda \cdot q = 0,45 \cdot 0,487 = 0,219 \quad (\text{заявки в 1 ч}).$$

Среднее число заявок, находящихся на обслуживании и в очереди (т.е. в системе массового обслуживания):

$$L_s = \frac{\rho[1 - (n+1)\rho^n + n\rho^{n+1}]}{(1-\rho)(1-\rho^{n+1})} = \frac{1,36[1 - (3+1)1,36^3 + 3 \cdot 1,36^{3+1}]}{(1-1,36)(1-1,36^{3+1})} = 4,243$$

Среднее время пребывания заявки в системе

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda(1 - P_4)} = \frac{4,243}{0,45(1 - 0,513)} = 19,374 \quad \text{ч};$$

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = 19,374 - \frac{1}{0,33} = 16,343 \quad \text{ч}.$$

Среднее число заявок в очереди (длина очереди)

$$L_q = \lambda(1 - P_4)W_q = 0,45(1 - 0,513)16,343 = 3,5$$

Расчеты показали, что эффективность работы рассмотренной сервисной группы можно улучшить в два раза, поскольку она на данный момент не обслуживает заявки в среднем в 51,3% случаев ($P_{отк} = 0,513$). Кроме того, время простоя техники в целом остается также на высоком уровне. Одни из причин этого – недостаточность фонда необходимых сменно-обменных элементов, отсутствие систематизированных технических требований на ремонт и техническое обслуживание деталей и узлов импортной сельскохозяйственной техники, что затрудняет ее адаптацию к технологиям и средствам отечественной системы технического сервиса.

Вывод

Одними из путей снижения простоев машин и увеличения пропускной способности сервисной группы являются создание и функционирование фонда сменно-обменных элементов. Научно-методической основой для этого являются многочисленные исследования отечественных ученых в области агрегатного метода ремонта машин, где процесс восстановления работоспособности опирается на теорию вероятности, теорию запасов и вытекающую из них стратегию резервирования элементов машин. Этот важный резерв системы обслуживания импортной техники является направлением дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Чепурин Г.Е. Уборка урожая зерновых в Сибири: состояние, перспективы // Современные перспективные технологии в АПК Сибири: матер. Междунар. науч.-практ. конф. НГАУ. – Новосибирск, 2006. – С. 3-4.
2. Гом П.Э., Андреев С.В., Бураев М.К. Анализ использования посевных агрегатов в ОПХ «Петровское» СХОАО «Белореченское» Усольского района // Вестник ИрГСХА. – 2009. – № 36. – С. 41-46.
3. Бураев М.К., Лыгденов Б.Д., Рогов В.Е., Иванов М.С. Проблемы регионального агротехнического сервиса // Вестник ВСГУ. – 2012. – № 4. – С. 34-37.
4. База данных компании CNHIndustrial в Восточной Сибири Агромастер – Красноярск, Иркутск – Красноярск, 2014.
5. Сухарев Э.А. Расчетные модели ремонтных ситуаций и их потоков в машинных парках: учеб. пособие. – Ровно: РГТУ, 2002. – 90 с.
6. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 432 с.
7. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 543 с.
8. Russell J., Cohn R. New Holland Agriculture. – VSD, 2013. – 146 p.

References

1. Chepurin G.E. Uborka urozhaya zernovykh v Sibiri: sostoyanie, perspektivy // Sovremennye perspektivnye tekhnologii v APK Sibiri: Mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. NGAU. – Novosibirsk, 2006. – S. 3-4.
2. Gom P.E., Andreev S.V., Buraev M.K. Analiz ispol'zovaniya posevnykh agregatov v OPKh «Petrovskoe» SKhOAO «Belorechenskoe» Usol'skogo raiona // Vestnik IrGSKhA. – 2009. – № 36. – S. 41-46.
3. Buraev M.K., Lygdenov B.D., Rogov V.E., Ivanov M.S. Problemy regional'nogo agrotekhnicheskogo servisa // Vestnik VSGTU. – 2012. – № 4. – S. 34-37.
4. Baza dannykh kompanii CNH Industrial v Vostochnoi Sibiri Agromaster – Krasnoyarsk, Irkutsk. – Krasnoyarsk, 2014.
5. Sukharev E.A. Raschetnyye modeli remontnykh situatsii i ikh potokov v mashinnykh parkakh: ucheb. posobie. – Rovno: RGTU, 2002. – 90 s.
6. Berezhnaya E.V., Berezhnoi V.I. Matematicheskie metody modelirovaniya ekonomicheskikh sistem: ucheb. posobie. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Finansy i statistika, 2005. – 432 s.
7. Kremer N.Sh. Teoriya veroyatnostei i matematicheskaya statistika: uchebnyk dlya vuzov. – M.: YuNITI-DANA, 2001. – 543 s.
8. Russell J., Cohn R. New Holland Agriculture. – VSD, 2013. – 146 p.

