

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCE

---

УДК 631.3.004.67/631.145

**ОЦЕНКА ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО  
СЕРВИСА НА УРОВЕНЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**ASSESSMENT OF INTRODUCTION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF TECHNICAL  
SERVICE ON THE LEVEL OF TECHNICAL OPERATION**

**©Бондарева Г. И.**

*д-р техн. наук*

*Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К. А. Тимирязева  
г. Москва, Россия*

*Boss2569@yandex.ru*

**©Bondareva G. I.**

*Dr.*

*Timiryazev Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy,  
Moscow, Russia*

*Boss2569@yandex.ru*

**©Орлов Б. Н.**

*д-р техн. наук*

*Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К. А. Тимирязева  
г. Москва, Россия*

*orlov.boris53@yandex.ru*

**©Orlov B. N.**

*Dr.*

*Timiryazev Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy  
Moscow, Russia*

*Boss2569@yandex.ru*

*Аннотация.* Машины и оборудования природообустройства и сельхозмашины работают в абразивной среде, поэтому основным критерием их работоспособности является износостойкость. Ударные нагрузки от твердых включений в почве делают необходимым встраивание в рабочие органы машин предохранительных муфт или использование передач, обладающих предохраняющей способностью от перегрузок (например, ременных).

Сельскохозяйственная техника зачастую хранится под открытым небом, что увеличивает вероятность потери работоспособности из-за коррозии. Взаимосвязь потери работоспособности от коррозии пропорциональна времени, в связи с этим ресурс сельскохозяйственной техники нормируют в часах.

Для показателей практической части, возникла необходимость проведения испытаний на надежность, при которой проверялись количественные показатели надежности и сравнивались с теми, которые были приняты на стадии проектирования. Были выявлены характерные отказы элементов и узлов, возникающие в машине, и установлены причины их возникновения. По

<http://www.bulletennauki.com/>

характерным отказам выявлены наиболее слабые места в машине и разработаны мероприятия по их устранению.

Как показали исследования, основным фактором, влияющим на потери в мелиорации и сельском хозяйстве, является превышение агротехнических и других сроков, вызванное простоем на устранении отказов, что в свою очередь увеличивает стоимость потерь за счет превышения агротехнических сроков выполнения определенной мелиоративной и сельскохозяйственной операций.

Для повышения уровня технической эксплуатации был проведен первый этап и частично второй. В результате показатель уровня технической эксплуатации увеличивается.

Расчеты показывают, что после реконструкции ремонтной мастерской и внедрение инновационных технологий технического сервиса коэффициент технической готовности увеличился, длительность простоя техники на устранении последствий отказов уменьшается, а убытки от простоя становятся меньше по сравнению с теми, что были до реконструкции.

*Abstract.* The car and the equipment of an environmental engineering and the agricultural car work in the abrasive environment therefore the main criterion of their working capacity is wear resistance. Shock loadings from firm inclusions in the soil do necessary embedding in working bodies of cars of safety couplings or use of the transfers possessing the protecting ability from overloads (for example, belt).

The agricultural machinery is often stored open-air that increases probability of loss of working capacity because of corrosion. The interrelation of loss of working capacity from corrosion is proportional to time, in this regard a resource of agricultural machinery normalizes in hours.

For indicators of practical part, there was a need of carrying out fail-safe tests at which quantitative indices of reliability were checked and were compared to what were accepted at a design stage. The characteristic refusals of elements and knots arising in the car were revealed and the reasons of their emergence are established. On characteristic refusals the weakest places in the car are revealed and actions for their elimination are developed.

As showed researches, the major factor influencing losses in melioration and agriculture is the excess of agrotechnical and other terms caused by idle time on elimination of refusals that in turn increases the cost of losses due to excess of agrotechnical terms of performance of certain meliorative and agricultural operations.

For increase of level of technical operation, the first stage and partially was carried out by the second. As a result, the indicator of level of technical operation increases.

Calculations show that after reconstruction of repair shop and introduction of innovative technologies of technical service the coefficient of technical readiness increased, duration of an outage of technology on elimination of consequences of refusals decreases, and losses from idle time become less that were before reconstruction.

*Ключевые слова:* коэффициент динамичности, испытания, надежность, отказ.

*Keywords:* coefficient of dynamism, test, reliability, refusal.

Ресурс сельскохозяйственной техники нормируют не в километрах пробега, как автомобилей, а в часах, что, в частности, связано с сезонностью их работы и хранением под открытым небом, при котором потеря работоспособности из-за коррозии пропорциональна времени [1].

<http://www.bulletennauki.com/>

Коррозионное поражение незащищенных поверхностей стальных деталей в атмосферных условиях достигает при хранении на открытой площадке 0,44 мм/год против 0,03 мм/год при хранении в закрытом помещении [2].

Для тракторов и экскаваторов сложилась практика нормирования и оценки ресурса агрегатов по 80% гамма-ресурсу [3]. Его обычно назначают кратным времени работы машины в течение нескольких сезонов.

Нагруженность рам мелиоративных и сельскохозяйственных машин в значительной степени определяется вертикальными динамическими нагрузками от неровностей дороги и полей. При движении по улучшенным дорогам преобладают симметричные изгибающие нагрузки. При движении по проселочным дорогам и бездорожью преобладают кососимметричные нагрузки, скручивающие раму [4, 5].

Нагрузки по времени распределены по законам, близким к нормальным. Большие нагрузки характерны для зимней эксплуатации на поле с бороздами (коэффициент динамичности доходит до 2,7) [6].

При расчете трансмиссий на выносливость за расчетный момент берут меньший из двух:

1) развиваемый двигателем в номинальном режиме работы с учетом передаточного числа передачи;

2) реализуемый при заданном сцепном весе машины, причем коэффициент сцепления с грунтом для гусеничного движителя принимают 1,0, а для колесного — 0,7 [7].

Время эксплуатации зубчатых пар коробки перемены передач при ресурсе трансмиссии 8000 ч. принимают: для рабочих передач — от 1500 до 3000 ч., для понижающих передач — от 200 до 1000 ч. Агрегаты, расположенные за коробкой передач, рассчитывают на переменный режим работы с временем работы на рабочих передачах 5000...6000 ч. и на транспортных и понижающих передачах — 1000...2000 ч. Агрегаты вала отбора мощности рассчитывают на ресурс 8000 ч. при передаче полной мощности [8–9].

При работе колесной машины класса 15 кН (при скорости движения 7,5...13 км/ч) замерены следующие колебания тяговой нагрузки: на пахоте стерни — 2500...3000 Н с частотой колебаний 5,8...11,2 Гц; на пахоте целины — 2600...4000 Н при частоте колебаний 7,3...13 Гц. Пахота отличается наибольшими амплитудами и частотами колебаний нагрузки [10].

Распределение отказов по узлам:

Для гусеничной машины класса 30 кН характеризовалось следующими цифрами, %: отказы двигателя (поломка шатунов, коленчатого вала, обрыв клапанов, повышенный износ гильз цилиндров и поршней, задир шатунных вкладышей и поршней и т. д.) — 47, ходовая система — 19, электрооборудование — 11, гидросистема — 5, увеличитель крутящего момента — 5, коробка передач — 4, тормозная система — 4, задний мост — 3, остальные узлы — 2 [11].

Для экскаваторов, %: привод режущего аппарата жатвенной части — 16, цепные передачи молотилки — 14, гидросистема — 7, двигатель — 7, коробки передач — 4, колесные движители — 52. Значительный процент отказов приходился на долю резинотехнических изделий (шланги высокого давления, резиновые чехлы, уплотняющие манжеты).

План испытаний выбирается головной организацией в зависимости от вида изделия, условий эксплуатации и технической необходимости.

При проведении испытаний на надежность проверяются количественные показатели надежности и сравниваются с теми, которые были приняты на стадии проектирования. Выявляются характерные отказы элементов и узлов, возникающие в машине, и устанавливаются причины их возникновения. По характерным отказам выявляются наиболее слабые места в машине и разрабатываются мероприятия по их устранению.

<http://www.bulletennauki.com/>

Как показали исследования, основным фактором, влияющим на потери в мелиорации и сельском хозяйстве, является превышение агротехнических и других сроков, вызванное простоем на устранении отказов. Стоимость потерь за счет превышения агротехнических сроков выполнения определенной мелиоративной и сельскохозяйственной операций определяется по выражениям:

$$C_{np} = K_y \cdot I \cdot Ц \cdot Д \quad (1)$$

$$C_{np} = K_y \cdot I \cdot Ц \cdot W \quad (2)$$

Данные о стоимости потерь в расчете на 1000 га приведены в Таблице.

Годовой объем механизированных работ —  $B_r$  определен для средне областных значений.

Таблица.

**СТОИМОСТЬ ПОТЕРЬ ПРИ РАЗЛИЧНОМ УРОВНЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИКИ**

$K_o$	$H_o$ , мото-ч/отк.	$B_r$ , мото-ч/1000 га	$N = B / H_o$ , шт.	Длительность простоя, ч.	Убытки, руб./1000 га
0,28	35,5	4988	140,5	1944,5	239174
0,50	60,8	4988	82,0	1134,9	139593
0,76	90,7	4988	55,0	761,2	93628
0,95	112,5	4988	44,3	613,1	75411

Выигрыш при повышении уровня технической эксплуатации от «очень низкого» ( $K_o = 0,28$ ) до «высокого» ( $K_o = 0,95$ ) составляет 164 тыс. рублей на 1000 га.

Экономический эффект —  $\mathcal{E}_r$ , руб./маш. определяется как разность приведенных затрат на поддержание техники в работоспособном состоянии при существующем (базовом) и новом (оптимальном) уровне технической эксплуатации по выражению:

$$\mathcal{E}_r = (P_B - P_H) \cdot H_r, \quad (3)$$

где  $P_B, P_H$  — приведенные затраты при базовом и новом вариантах.

$$\mathcal{E}_r = [(C_{\bar{o}} + E_H \cdot K_{\bar{o}}) - (C_{opt} + E_H \cdot K_{opt})] \cdot H_r^{opt} \quad (4)$$

где  $C_{\bar{o}}$  — суммарные затраты на устранение отказов и убытки от простоев при базовом варианте уровня технической эксплуатации;

$C_{opt}$  — то же при оптимальном варианте уровня технической эксплуатации;

$K_{\bar{o}}$  — капитальные вложения на обеспечение уровня технической эксплуатации при базовом варианте;

$K_{opt}$  — то же при оптимальном варианте;

$E_H$  — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$H_r^{opt}$  — средняя годовая наработка на машину при оптимальном уровне технической эксплуатации, ч.

Показатель уровня технической эксплуатации для хозяйства составлял 0,62. Для повышения уровня технической эксплуатации был проведен первый этап и частично второй. Расчетные затраты

<http://www.bulletennauki.com/>

на указанные мероприятия составляют 250 тыс. рублей. В результате показатель уровня технической эксплуатации увеличивается до 0,83.

Расчеты показывают, что после реконструкции ремонтной мастерской и внедрение инновационных технологий технического сервиса коэффициент технической готовности увеличился до 0,95...0,99, длительность простоя техники на устранении последствий отказов уменьшается на 977 часов, а убытки от простоя становятся меньше на 108389 рубля по сравнению с теми, что были до реконструкции.

Срок окупаемости капитальных вложений на повышение уровня технической эксплуатации составляет 2,3 года.

#### *Список литературы:*

1. Орлов Н. Б. Прогнозирование уровня надежности экспериментально–расчетными методами // Природообустройство, 2010. №4.
2. Бондарева Г. И., Кузьмин А. В. Система управления финансовой устойчивостью организации // Академическая наука — проблемы и достижения. 2014. С. 172.
3. Бондарева Г. И., Орлов Б. Н. Графоаналитические исследования потока отказов машин и оборудования // Техника и оборудование для села. 2012. №8. С. 42–43.
4. Бондарева Г. И., Кузьмин А. В. Анализ и оценка финансовой устойчивости организации // Техника и оборудование для села. 2014. №6 (204). С. 19–22.
5. Бондарева Г. И. Метрологическое обеспечение контроля деталей на машинно–технологических станциях: уч. пособие. М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2007. 120 с.
6. Бондарева Г. И. Герметизация неподвижных фланцевых соединений силиконовыми герметиками при ремонте сельскохозяйственной техники: дис. ... канд. техн. наук. М., 2000. 145 с.
7. Кравченко И. Н., Бондарева Г. И., Гладков В. Ю., Панкратова Е. В., Глинский М. А. Исследование напряженно–деформированного состояния наплавленных покрытий деталей, восстановленных плазменными методами // Ремонт, восстановление, модернизация. 2011. №6. С. 2–8.
8. Евграфов В. А., Орлов Б. Н. Влияние твердости поверхностного слоя на абразивный износ рабочих органов почвообрабатывающих машин // Ремонт, восстановление, модернизация. 2004. №3.
9. Орлов Б. Н. Прогнозирование долговечности рабочих органов мелиоративных почвообрабатывающих машин. М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2003. 198 с.
10. Орлов Б. Н. Технологические основы кинетики разрушения машин и оборудования природообустройства. М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2006. 285 с.
11. Бондарева Г. И., Орлов Б. Н. Математическое моделирование процесса изменения годности рабочих элементов машин и оборудования // Техника и оборудование для села. 2012. №8. С. 36–38.

#### *References:*

1. Orlov N. B. Prognozirovanie urovnja nadezhnosti jeksperimental'no–raschetnymi metodami [Predicting the level of reliability of experimental and computational methods]. Prirodoobustrojstvo, 2010, no. 4.
2. Bondareva G. I., Kuz'min A. V. Sistema upravlenija finansovoj ustojchivost'ju organizacii [The control system of organization financial stability]. Akademicheskaja nauka — problemy i dostizhenija, 2014, p. 172.
3. Bondareva G. I., Orlov B. N. Grafoanaliticheskie issledovanija potoka otkazov mashin i oborudovanija [Graphic analytical study of flow machines and equipment failures]. Tehnika i oborudovanie dlja sela, 2012, no. 8. pp. 42–43.
4. Bondareva G. I., Kuz'min A. V. Analiz i ocenka finansovoj ustojchivosti organizacii [Analysis and evaluation of the organization financial stability]. Tehnika i oborudovanie dlja sela, 2014, no. 6 (204), pp. 19–22.

<http://www.bulletennauki.com/>

5. Bondareva G. I. Metrologicheskoe obespechenie kontrolja detalej na mashinno–tehnologicheskikh stancijah [Metrological assurance of control of parts on machine–technological stations]: training manual. Moscow: FGOU VPO MGAAU, 2007, 120 p.

6. Bondareva G. I. Germetizacija nepodviznyh flancevyh soedinenij silikonovymi germetikami pri remonte sel'skohozjajstvennoj tehniky [Sealing fixed flanges silicone sealants in the repair of agricultural machinery]: dis. ... kand. tehn. nauk. Moscow, 2000, 145 p.

7. Kravchenko I. N., Bondareva G. I., Gladkov V. Yu., Pankratova E. V., Glinskiy M. A. Issledovanie naprjazhenno–deformirovannogo sostojanija naplavlennyh pokrytij detalej, vosstanovlennyh plazmennymi metodami [Investigation of stress–strain state of deposited coatings of parts recovered plasma methods] // Remont, vosstanovlenie, modernizacija, 2011, no. 6, pp. 2–8.

8. Evgrafov V. A., Orlov B. N. Vlijanie tverdsti poverhnostnogo sloja na abrazivnyj iznos rabochih organov pochvoobrabatyvajushhih mashin [Influence of surface hardness Abrasion working organs of tillers]. Remont, vosstanovlenie, modernizacija, 2004, no. 3.

9. Orlov B. N. Prognozirovanie dolgovechnosti rabochih organov meliorativnyh pochvoobrabatyvajushhih mashin [Technological bases of kinetics of destruction of machines and equipment Environmental]. Moscow: FGOU VPO MGUP, 2003, 198 p.

10. Orlov B. N. Tehnologicheskie osnovy kinetiki razrushenija mashin i oborudovanija prirodoobustrojstva [Technological bases of kinetics of destruction of machines and equipment Environmental]. Moscow: FGOU VPO MGUP, 2006, 285 p.

11. Bondareva G. I., Orlov B. N. Matematicheskoe modelirovanie processa izmenenija godnosti rabochih jelementov mashin i oborudovanija [Mathematical modeling of changes in the working life of the elements of machines and equipment]. Tehnika i oborudovanie dlja sela, 2012, no. 8. pp. 36–38.

*Работа поступила в редакцию  
28.01.2016 г.*

*Принята к публикации  
03.02.2016 г.*