

## ОЦЕНКА УРОВНЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

## THE EVALUATION OF TECHNICAL CONDITION OF MOBILE MACHINES

**Ключевые слова:** техническое состояние, диагностирование, прогнозирование, остаточный ресурс, коэффициент технической готовности, потери рабочего времени, средства технического диагностирования, прямые и косвенные факторы.

Для повышения технической готовности машин в условиях рядовой эксплуатации необходимо иметь возможность быстрой оценки их состояния с выявлением доминирующих факторов, вызывающих снижение технико-экономических показателей. Известные оценочные показатели требуют большого объема статистических данных или дорогостоящего диагностического оборудования, упрощенной методики экспресс-оценки состояния машин, доступной для использования непосредственно в производственных условиях, нет. Ставилась задача разработки такой методики, простой и доступной для производителей. Основой предлагаемого метода явились факторы (прямые и косвенные), влияющие на техническое состояние машин и их моторесурс. Факторы были объединены в блоки (уровни влияния), а проведенные исследования, основанные на опросе специалистов, позволили получить их численные значения. В дальнейшем предлагается, на основе совокупности уровней влияния, определить уровень состояния. По данному показателю можно судить о техническом состоянии как отдельно взятой машины, так и о парке машин в целом (в зависимости от поставленной задачи), также его можно использовать для корректировки фактической наработки машины при оценке остаточного ресурса. Анализ оценочных показателей, характерных для конкретных производственных условий, дает возможность определить доминирующие факторы и наметить пути снижения их влияния на техническое состояние машин. Данный оценочный механизм прост и доступен для широкого круга инженерно-технических работников производственной сферы.

**Keywords:** technical condition, diagnosis, forecasting, remaining lifetime, technical readiness coefficient, lost working day, technical diagnostics tools, direct and indirect factors.

To increase the technical readiness of machines under the conditions of routine operation, one should be able to quickly evaluate their condition and identify the dominant factors causing decreased technical and economic indices. The known estimates require a large amount of statistical data or expensive diagnostic equipment; there is no simplified rapid assessment technique for machine condition available for use directly under production conditions. The goal was to develop such a technique which would be simple and accessible to production workers. The proposed technique is based on the factors (direct and indirect) that affect the technical condition of the machines and their service life. The factors were grouped into blocks (levels of influence) and the conducted studies based on survey questions to specialists allowed obtaining their numerical values. In the future, it is proposed to determine the technical condition level based on the combination of the levels of influence. According to this indicator, it is possible to judge of the technical condition of a single machine and machinery fleet as a whole (depending on the task); it may also be used to adjust the actual operating time of the machine when assessing the remaining lifetime. The analysis of the estimates specific to the production conditions makes it possible to determine the dominant factors and outline the ways to reduce their impact on the technical condition of the machines. This evaluation mechanism is simple and accessible to a wide range of engineering and technical workers engaged in production.

**Васильев Сергей Николаевич**, к.т.н., доцент, каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: bauerii@ya.ru.

**Бауэр Иван Иванович**, ст. преп., каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: bauerii@ya.ru.

**Vasilyev Sergey Nikolayevich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. E-mail: bauerii@ya.ru.

**Bauer Ivan Ivanovich**, Asst. Prof., Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. E-mail: bauerii@ya.ru.

**Введение**

Уровень машинообеспеченности сельскохозяйственных предприятий за последние годы су-

щественно вырос, поступает новая энергонасыщенная техника отечественных и зарубежных производителей. Однако отсутствие системы ма-

шин с привязкой к конкретной зоне способствует увеличению разномарочности парка, снижению эффективности его использования, затрудняет обслуживание в процессе эксплуатации. Наряду с новой техникой в хозяйствах, особенно мелких, велика доля морально и технически устаревших машин. Эксплуатация таких машин сопряжена с большими простоями, связанными с неисправностями и отказами, ведет к росту затрат на их эксплуатацию и ремонт. Ежедневные потери рабочего времени отдельных машин по техническим причинам составляют до 40% [3]. Конечно, это характерно для машин с большой наработкой, но и новая техника, зачастую, отработав треть срока, также становится объектом постоянных неполадок.

**Цели и задачи:** что нужно сделать для повышения технического состояния машин в условиях рядовой эксплуатации?

Во-первых, иметь возможность оценить их состояние, во-вторых, прогнозировать ее изменение, в-третьих, определять доминирующие факторы, влияющие на надежность и ресурс машины.

Объектом являются сельскохозяйственные машины, методами оценки их технического состояния – прогнозируемые уровни, определяющие надежность и ресурс машин.

Для характеристики технического состояния машины, или парка в целом пользуются коэффициентом технической готовности [3]:

$$K_{\text{тр}} = \frac{T_p}{T_p + T_n},$$

где  $T_p$  – затраты времени на работу;

$T_n$  – затраты времени на простои по техническим причинам.

Данный показатель позволяет оценить состояние, но не раскрывает причины его изменения во временном интервале.

Для прогнозирования изменения состояния можно воспользоваться известной методикой определения остаточного ресурса [1]. Данный метод апробирован, но требует дорогостоящего диагностического оборудования и, в большей степени, приемлем для оценки состояния отдельных узлов.

Нормативные показатели, такие как наработка на отказ, средний ресурс, требуют большого объема статистических данных.

Все это подтверждает, что упрощенной методики экспресс-оценки технического состояния, доступной для использования непосредственно в производственных условиях, нет.

Для разработки более простого оценочного механизма объединим все факторы, влияющие на снижение показателей машин и способствующие возникновению неисправностей, в блоки:

- первый блок – производственная эксплуатация машин (режимы работы, уровень загрузки, качество топлива);
- второй блок – техническая эксплуатация (обкатка, диагностика, обслуживание, хранение);
- третий блок – ремонт (качество ремонта, качество запчастей).

Влияние факторов первого блока на техническое состояние машины имеет место на протяжении всего периода эксплуатации и определяется профессиональным мастерством механизаторов (классность, стаж работы и др.). Тогда уровень влияния блока  $V_{\text{в}1}$  можно выразить как

$$V_{\text{в}1} = 1 - \left( \frac{A_1 n_1 + A_2 n_2 + A_3 n_3}{n_1 + n_2 + n_3} \right),$$

где  $n_1, n_2, n_3$  – соответственно, количество механизаторов первого, второго и третьего классов;  $A_1=1,0$ ,  $A_2=0,97$ ,  $A_3=0,95$  – коэффициенты их профессиональных возможностей.

Второй блок определяется уровнем технической базы для проведения обслуживания машин и подготовкой мастеров-наладчиков, соблюдением технологической дисциплины при выполнении работ. Тогда уровень влияния  $V_{\text{в}2}$  этого блока можно представить как

$$V_{\text{в}2} = k_1 + k_2 + k_3 + k_4,$$

где  $k_1$  – коэффициент соответствия операционной технологии при проведении ТО;

$k_2$  – коэффициент соответствия сроков проведения ТО;

$k_3$  – коэффициент соответствия требованиям к хранению машин;

$k_4$  – коэффициент соответствия используемых топливо-смазочных материалов.

При обслуживании машин специалистами с использованием средств диагностики –  $k_1 = 0$ , мастерами-наладчиками хозяйств –  $k_1 = 0,05$ , механизаторами –  $k_1 = 0,1$ . При проведении работ по ТО в нормативные сроки –  $k_2 = 0$ , при нарушении сроков до 20% –  $k_2 = 0,05$ , более 20% –  $k_2 = 0,1$ . При хранении машин с соблюдением всех требований –  $k_3 = 0$ , хранении без проведения внутренней консервации полостей узлов –  $k_3 = 0,03$ , хранении с нарушением требований –  $k_3 = 0,1$ . При использовании рекомендуемых сортов топлива, смазочных материалов и специальных жидкостей –  $k_4 = 0$ , при нарушении рекомендаций –  $k_4 = 0,1$ .

Аналогично можно представить и уровень влияния  $Y_{\epsilon_3}$  третьего блока:

$$Y_{\epsilon_3} = p_1 + p_2,$$

где  $p_1$  – коэффициент соответствия технологии восстановления;

$p_2$  – коэффициент соответствия требованиям, предъявляемым к качеству запчастей.

Факторы всех блоков влияют на изменения в машинах не изолированно, а комплексно, находясь в сложной зависимости один от другого. Тем не менее в упрощенной форме уровень технического состояния ( $Y_{m.c.}$ ) можно представить в виде

$$Y_{m.c.} = 1 - (Y_{\epsilon_1} \times Y_{\epsilon_2} \times Y_{\epsilon_3}).$$

Анализ численных значений, полученных на основе данного выражения, позволяет заключить, что при значениях  $Y_{m.c.}$  в диапазоне 0,85-1,0 — уровень технического состояния машины (машин) высокий, в диапазоне 0,70-0,84 – средний, менее 0,70 — низкий.

Показатель  $Y_{m.c.}$  можно использовать и для корректировки фактической наработки при оценке остаточного ресурса ( $Q_p$ ):

$$Q_p = H_{кр.} - H_3 [1 + (1 - Y_{m.c.})],$$

где  $H_{кр.}$  – нормативная наработка до капитального ремонта;

$H_3$  — фактическая наработка.

## Результаты и обсуждение

Апробация методики проведена на группе тракторов в ООО «Кристалл» Солтонского района (тракторов – 3 шт., со сроком использования более 5 лет, обслуживаются механизаторами, база ТО, не соответствующая требованиям, два механизма второго класса, один – третьего). Анализ данных позволил получить:  $U_{v1}=0,04$ ;  $U_{v2}=0,18$ ;  $U_{v3}=0,10$ , при этом  $Y_{m.c.}$  составил 0,68.

Полученный показатель характеризует уровень технического состояния данной группы тракторов как низкий. Доминирующими факторами влияния являются: несоответствие технологии проведения ТО, сроков их проведения и низкое качество запасных частей. Снижение остаточный ресурса до капитального ремонта может составить до 30%.

## Выводы

Таким образом, зная условия эксплуатации машин, можно произвести оценку факторов влияния  $Y_{\epsilon_1}$ ,  $Y_{\epsilon_2}$ ,  $Y_{\epsilon_3}$  и определить уровень технического состояния  $Y_{m.c.}$ . Показатель  $Y_{m.c.}$  можно использовать для оценки состояния как отдельно взятой машины, так и парка машин в целом, по нему можно судить и о работе всей инженерной службы хозяйства.

Анализ оценочных показателей  $Y_{\epsilon_1}$ ,  $Y_{\epsilon_2}$ ,  $Y_{\epsilon_3}$ , характерных для конкретных производственных условий эксплуатации, позволяет определить доминирующие факторы и наметить пути снижения их влияния.

Данный оценочный механизм прост и доступен для широкого круга инженерно-технических работников производственной сферы.

Приведенные числовые значения коэффициентов приняты на основе анализа опроса специалистов, с возможной вероятностью их расширения и корректировки.

## Библиографический список

1. Аллилуев В.А., Ананьин А.Д., Михлин В.М. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка: учебное пособие для вузов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 367 с.
2. Баженов С.П., Казьмин Б.Н., Носов С.В. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов: учебник для вузов / под ред. С.П. Баженов. – 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2010. – 336 с.
3. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб. заведений / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. – М.: Изд-кий центр «Академия», 2008. – 432 с.
4. Зангиев А.А., Шпилько А.В., Левшин А.Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: КолосС, 2006. – 320 с.
5. Иофинов С.А., Лышко Г.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка: учебник для с.-х. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 351 с.
6. Малкин В.С. Техническая диагностика: учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2015. – 272 с.
7. Носов В.В. Диагностика машин и оборудования: учебное пособие. – 4-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2017. – 376 с.

## References

1. Alliluev V.A., Ananin A.D., Mikhlin V.M. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya mashinno-traktornogo parka: uchebnoe posobie dlya vuzov. – M.: Agropromizdat, 1991. – 367 s.: il.
2. Bazhenov S.P., Kazmin B.N., Nosov S.V. Osnovy ekspluatatsii i remonta avtomobiley i traktorov: uchebnyk dlya vuzov; red. S.P. Bazhenov. – 4-e izd., ster. – M.: Akademiya, 2010. – 336 s.: il.
3. Diagnostika i tekhnicheskoe obsluzhivanie mashin: uchebnyk dlya studentov vyssh. ucheb. zavedeniy / A.D. Ananin, V.M. Mikhlin, I.I. Gabitov i dr. – M.: Izdatelskiy tsentr «Akademiya», 2008. – 432 s.
4. Zangiev A.A., Shpilko A.V., Levshin A.G. Eksploiatatsiya mashinno-traktornogo parka. – M.: KolosS, 2006. – 320 s
5. Iofinov S.A., Lyshko G.P. Ekspluatatsiya mashinno-traktornogo parka: uchebnyk dlya s.-kh. vuzov. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Kolos, 1984. – 351 s.
6. Malkin V.S. Tekhnicheskaya diagnostika: uchebnoe posobie. – 2-e izd., ispr. i dop. – SPb.: Lan, 2015. – 272 s.
7. Nosov V.V. Diagnostika mashin i oborudovaniya: uchebnoe posobie. – 4-e izd., ster. – SPb.: Lan, 2017. – 376 s.

