

**КОСТОМАХИН М. Н., ПЕТРИЩЕВ Н. А., САЯПИН А. С., ПЕСТРЯКОВ Е. В.**  
**ПОВЫШЕНИЕ КОНТРОЛЕПРИГОДНОСТИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ**  
**ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**Аннотация.** В данной статье приводятся результаты анализа действующих нормативов для оценки потребительских свойств сельскохозяйственной техники, так же НТД, ГОСТ характеризующих уровень её контролепригодности и приспособленности к диагностированию. На примере КПП представлен проект возможного совершенствования средств диагностирования для снижения затрат при эксплуатации.

**Ключевые слова:** потребительские свойства, контроль технического состояния, затраты, жизненный цикл, датчик, диагностирование.

**KOSTOMAKHIN M. N., PETRISHCHEV N. A., SAYAPIN A. S., PESTRYAKOV E. V.**  
**INCREASING TESTABILITY AND IMPROVING DIAGNOSTIC TOOLS**  
**OF AGRICULTURAL MACHINERY**

**Abstract.** This article presents the results of the analysis of the current Russian standards for assessing consumer properties of agricultural machinery, characterizing the level of its testability and adaptability to diagnostics. Considering the change speed gearbox, a project is presented for a possible improvement in diagnostic tools to reduce operating costs.

**Keywords:** consumer properties, technical condition control, costs, life cycle, sensor, diagnostics.

Для эффективного использования сельскохозяйственной техники в условиях предприятий АПК необходимо осуществлять комплекс мероприятий по её техническому обслуживанию и ремонту с целью поддержания техники в исправном (работоспособном) состоянии. Приобретаемая сельскохозяйственная техника (товар) имеет определенные функциональные характеристики для обеспечения потребностей соблюдением оптимальных агросроков выполнения работ для получения экономического эффекта. Комплекс мероприятий осуществляется в виде услуги специализированными сервисными службами или самостоятельно владельцем техники. Технический сервис в сельском хозяйстве в данном случае является необходимым средством, позволяющим сохранять и восстанавливать, а при необходимости улучшать или даже при модернизации потребительские свойства техники.

В настоящее время Постановлением Правительства РФ №740 от 01.08.2016 г. утвержден перечень критериев определения функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники, на основании которых производятся оценка пользовательских свойств техники на МИС. При оценке

потребительских свойств сельскохозяйственной техники особое внимание уделяется наработке на отказ II и III групп, например, для колесных тракторов должна составлять не менее 400-500 моточасов, а для комбайнов кормоуборочных, зерноуборочных, наработка на отказ II группы составляет не менее 150 и 100 моточасов [1].

Особенностью эксплуатации сельскохозяйственной техники является логистическая удаленность от сервисных центров, поэтому для обеспечения высокого коэффициента готовности (Кг) на уровне 0,98, необходимо постоянное совершенствование продукта с точки зрения показателей надежности, то необходимо обеспечение потребительских свойств основного изделия и его комплектующих при гарантийном и после гарантийном периодах эксплуатации.

К сожалению, привязка данных по группам отказов к наработке только дизеля не всегда дает полного представления о потребительских свойствах, что требует разработки средств диагностирования для объективной оценки технического состояния отдельных систем и ресурсоопределяющих узлов.

Нарботка на отказ по группам в свою очередь является обобщенным показателем степени совершенствования безотказности конструкции, соблюдения правил эксплуатации и технического обслуживания, но в то же время показатели надежности значительно зависят от бизнес-решений, а также от показателя контролепригодности и приспособленности к диагностированию отдельных узлов и агрегатов [2; 3].

Для достижения цели повышения потребительских свойств эксплуатируемой техники, по нашему мнению, необходимо выявить резервы повышения ресурсосбережения и снижения стоимости владения МТП в АПК за счет повышения контролепригодности и совершенствования средств диагностирования.

Так как нарушение агросроков несет значительные риски снижения урожайности и повышения себестоимости получаемой продукции, что в свою очередь негативно сказывается на уровне получения прибыли сельскохозяйственных предприятий. Во многом нарушения агросроков происходят по причине отказов техники, а также затрат времени на их устранение. Соответственно, потребитель техники заинтересован в высоких потребительских свойствах как инструменте для получения прибыли предприятия. При этом уровень затрат на покрытие издержек на поддержание техники в работоспособном состоянии должен быть адекватен с точки зрения стоимости владения для выполнения бизнес-плана, для которого техника собственно и приобретается, основываясь на критерии выбора в виде технических характеристик и их сохранения в течении жизненного цикла (ЖЦ).

Для владельцев техники многие производители, основываясь на собственных данных разрабатывают методики стоимости владения, это позволяет дать представление

потенциальному потребителю продукта об уровне затрат с учетом номенклатуры выпускаемой техники, а также стоимости услуг фирменного технического сервиса в течении ЖЦ производимого продукта. Например, АО «Петербургский тракторный завод» приводит для сравнения (в ценах 2015 г.) следующие статьи затрат при эксплуатации трактора «Кировец» с аналогом иностранного производства (таблица 1) [4]. По прогнозам на 2023 год соотношение расходов на ремонт и техническое обслуживание может значительно измениться (в 1,5 -3,5 раза) из-за нарушения сроков поставок дилерам зарубежных компаний запасных частей.

Таблица 1

**Затраты при эксплуатации трактора «Кировец»  
в сопоставлении с аналогом иностранного производства**

| Параметры                                             | Трактор производства<br>США | «Кировец»<br>К-744Р1 |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Расходы на ремонт, руб/моточас                        | 752                         | 245                  |
| Расходы на ТО, руб/моточас                            | 131                         | 52                   |
| Расходы на топливо, руб/моточас                       | 1750                        | 1995                 |
| Цена нового трактора, руб                             | 14 260 000                  | 5 451 600            |
| Цена трактора на вторичном рынке, руб                 | 5 300 000                   | 2 200 000            |
| Амортизация, руб/моточас                              | 896                         | 325                  |
| Общая стоимость владения<br>(за 10000 моточасов), руб | 35 290 000                  | 26 170 000           |

Так как ресурсосбережение в АПК является обеспечение экономного использования топлива, энергии, трудовых ресурсов при производстве и при регламентированном использовании средств по назначению [5]. Критерием целесообразности реализации мероприятий по ресурсосбережению при технической эксплуатации машин является обеспечение минимальных удельных затрат на единицу продукции.

При анализе состояния вопроса выявлено, что в мировой практике при реализации высокотехнологичных проектов, при определении совокупной стоимости владения или стоимости жизненного цикла (ЖЦ) продукта используют методики расчёта ТСО (*total cost of ownership*) [6; 7]. Данные методики широко используют высокотехнологичные потребители для планирования и контроля затрат на приобретение, эксплуатацию и утилизацию. Так среди затрат на техническую эксплуатацию (ТЭ) в течении ЖЦ представлены затраты, которые, по нашему мнению, возможно оптимизировать за счет

повышения контролепригодности и внедрения современных средств диагностирования, информационных систем технического состояния (см. табл. 2).

Таблица 2

**Затраты на техническую эксплуатацию**

| Наименование затрат | Определение затрат                                                                                                                                                                               | Какие затраты возможно оптимизировать                                                                                                                 |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Прямые              | Затраты на приведение изделия в состояние готовности для применения по назначению и поддержание в этом состоянии от начала эксплуатации до ее прекращения, включающие в себя прямые затраты ТОиР | Часть затрат на ТО иР изделия, обусловленная оплатой труда персонала, занятого при выполнении ТО (ремонта)                                            |
|                     |                                                                                                                                                                                                  | Часть затрат на ТО изделия, обусловленная ремонтом восстанавливаемых составных частей                                                                 |
|                     |                                                                                                                                                                                                  | Затраты, связанные с транспортированием изделия при проведении работ по ТОиР изделия                                                                  |
|                     |                                                                                                                                                                                                  | Затраты, осуществляемые при кратковременном и длительном хранении изделия, в т. ч. затраты на ТОиР при хранении                                       |
| Косвенные           | Затраты, осуществляемые на стадии эксплуатации, затраты на управленческий персонал, приобретение и ремонт оборудования и инструмента, поверку средств измерения, поддержание инфраструктуры      | Затраты на постройку и закупку зданий и сооружений, стендов, необходимых для выполнения мероприятий ТЭ, осуществляемые до начала эксплуатации изделия |
|                     |                                                                                                                                                                                                  | Затраты на приобретение средств ТОиР, осуществляемые до начала эксплуатации изделия                                                                   |
|                     |                                                                                                                                                                                                  | Затраты на подготовку инженерно-технического персонала                                                                                                |
|                     |                                                                                                                                                                                                  | Часть косвенных затрат на ТЭ, связанная с поддержанием инфраструктуры, ремонтом оборудования и инструмента, поверкой средств измерения                |

Получение информации при диагностировании техники после ремонта или при проведении регламентного ТО, проводимого согласно ГОСТ 20793-2009 по наработке (или по потребленному топливу), дают представление владельцу о соответствии потребительских свойств отдельных систем и продукта в целом со значительной задержкой, характеризующейся временем диагностирования или обнаружения в процессе эксплуатации. Что, в свою очередь, приводит к увеличению динамики распространения последствий отказа, увеличивает его группу и повышает затраты на устранение в моменты интенсивной эксплуатации техники, что может привести к увеличению затрат за счет наценки на срочность в два и более раз.

Таким образом, по нашему мнению, при определении потребительских свойств техники необходимо оценивать:

- варианты решений приспособленности к диагностированию (ПД) (по ГОСТ 26656-85) [3];
- наличие типовых элементов контроля (ТЭК) [8].

Так, переход с вариантов решения ПД с 6 до 2...1 или с ТЭК 1 до ТЭК 6...11 позволит получения диагностической информации, но исключить время на подготовку к диагностированию за счет использования измерительной системы с программным обеспечением и вычислительными устройствами. Для этого необходимо внести незначительные изменения в конструкцию узлов и агрегатов уже на стадии проектирования или модернизации, что может несколько повысить стоимость продукции, однако в течении ЖЦ затраты на оценку технического состояния значительно снизятся за счет снижения трудоемкости диагностирования (в т.ч. ресурсного) и снижению затрат на устранения последствий отказов. А при установке встроенных средств диагностирования, позволяющих передавать данные технического состояния через телеметрический терминал, трудоемкость диагностирования становится минимальной [9; 10].

Например, в коробке перемены передач (КПП) трактора К-701 безразборно контролируется только два параметра: давление в механизме переключения передач (МПП) и загрязненность фильтра. С применением разработанных в ФГБНУ ФНАЦ ВИМ экспериментальных образцов счетчиков-индикаторов и установленных в КПП датчиков, возможно, дополнительно контролировать: количества включений передач, времени использования передач, время восстановления давления в МПП после переключения передачи, толщину пакета и буксование фрикционных дисков, состояния насоса и всасывающего фильтра, температурные режимы рабочей жидкости (РЖ) (рисунок 1).

Разработан прототип модернизированного поддона КПП с наклонным дном (рисунок 2), который позволяет дополнительно устанавливать: подогреватель рабочей жидкости; датчик аварийного уровня РЖ; датчик разряжения во всасывающей магистрали насоса (в качестве сигнализатора густого, холодной РЖ, а также загрязнения всасывающей сетки фильтра масляного насоса); БРС для подключения заправочной и фильтровальной станции; теплоизолирующий кожух.

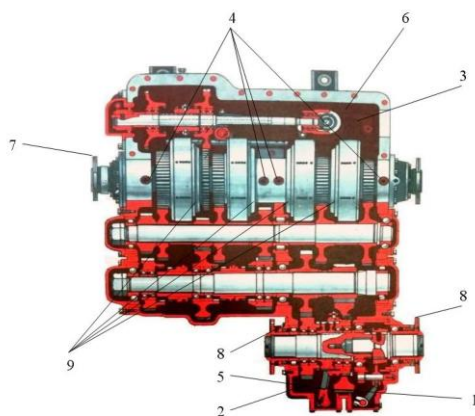


Рис. 1. Места установки датчиков счетчиков-индикаторов для оценки:

1 – уровня РЖ; 2, 3 – температуры РЖ; 4 – пульсации давления РЖ в насосе; 5 – загрязненности всасывающего фильтра; 6 – загрязненности сапуна; 7-8 – буксования фрикционных дисков; 8 – уровня буксования движителей; 9 – износа фрикционных дисков, герметичности МПП.

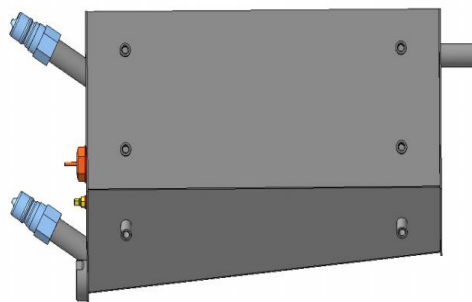


Рис. 2. Общий вид модернизированного поддона КПП трактора К-744.

По экспертным оценкам разрабатываемые предложения по повышению контролепригодности и приспособленности к диагностированию КПП позволят снизить прямые затраты на ТО и Р до 25-30%, косвенные затраты при до 30%. Таким образом, при оценке уровня потребительских свойств сельскохозяйственной техники необходимо, на наш взгляд, разработать комплекс технико-экономических и организационно-информационных мер для снижения затрат и издержек не только при производстве, но и при использовании техникой в течении ЖЦ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ №740 от 01.08.2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201608050025> (дата обращения: 10.01.2023).
2. ГОСТ Р 27.013-2019 Надежность в технике. Методы оценки показателей безотказности. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2019. – 42 с.
3. ГОСТ 26656-85 Техническая диагностика. Контролепригодность. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2009. – 9 с.
4. Сравнение экономики эксплуатации трактора «Кировец» с аналогом иностранного производства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kirovets-ptz.com/upload/company/Расчет%20окупаемости.pdf> (дата обращения: 10.01.2023).
5. Черноиванов В. И., Халфин М. А., Халфин С. М. и др. Ресурсосбережение при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники. – М.: ГОСНИТИ-ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – Ч.1, II. – 780 с.
6. Бушуев В. В. Совокупная стоимость владения – современный метод оценки экономической эффективности использования оборудования (на примере

- конвейерных лент) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19017408> (дата обращения: 10.01.2023).
7. ГОСТ Р 58302-2018 Управление стоимостью жизненного цикла. Номенклатура показателей для оценивания стоимости жизненного цикла изделия. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2019. – 8 с.
  8. Михлин В. М. Управление надежностью сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1984. – 335 с.
  9. Петрищев Н. А., Макаркин И. М., Саяпин А. С., Зуб Д. В., Свиридов А. С., Ивлева И. Б. Предложение по разработке проекта цифровой системы диагностирования КПП энергонасыщенных тракторов // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2019. – № 11. – С. 45–53.
  10. Катаев Ю. В., Костомахин М. Н., Петрищев Н. А., Саяпин А. С., Молибоженко К. К. Повышение уровня технического обслуживания энергонасыщенной техники // Техника и оборудование для села. – 2022. – № 4 (298). – С. 27–31.