

Таким образом, руководство системы обслуживания должно критично оценить, возможно ли выполнение конкретной услуги с надлежащим качеством с помощью существующей инфраструктуры сервиса.

Список использованной литературы

1. Ивашко В.С., Круглый П.Е., Кашко В.М. и др. Исследование и анализ потоков восстановления работоспособности технических систем. Изобретатель №8–9 (224–225), 2018. – С. 37–41.
2. Прикладная математика. Для инженеров и научных работников / А.И. Кобзарь. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.
3. Технический сервис транспортных машин и оборудования / С.Ф. Головин. – М.: Альфа-М: ИНФРА, 2014. – 228 с.

Summary. Some aspects of the interactive process of designing programs for technical service of agricultural machinery are presented. It is established that the main integral indicator characterizing the effectiveness of technical service is a functional that evaluates such properties as safety, reliability, readiness and efficiency of equipment operation.

УДК 629.113

Щурин К.В., доктор технических наук, профессор;
Карлюк А.П., ассистент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ И КОЛИЧЕСТВА РЕЗЕРВНЫХ ЧАСТЕЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Аннотация. При производстве, импорте и целевой эксплуатации транспортных и технологических мобильных машин возрастает значимость показателей их ремонтпригодности, с которой связаны другие показатели надежности, в первую очередь, безотказности и долговечности. Показатели ремонтной технологичности в большой степени зависят от назначенных в процессе проектирования номенклатуры и количества запасных частей, которые определяют параметры оптимизации основных технико-экономических показателей машины.

Abstract. In the production, import and use of transport and technological mobile machines, indicators of their maintainability, which are directly related to other reliability indicators, such as reliability and durability, are becoming increasingly important. Indicators of repair manufacturability largely depend on the choice and quantity of spare parts determined during the design process,

which in turn affect the optimization parameters of the main technical and economic indicators of the machine.

Ключевые слова. Потенциал работоспособности, показатели надежности, ремонтпригодность, экономическая эффективность.

Keywords. Performance potential, reliability indicators, maintainability, economic efficiency.

В современной международной политико-экономической среде "страны коллективного Запада" часто применяют неправомерные экономические санкции в отношении независимых стран, которые реализуют собственную политику. Эти санкции основным образом нацелены на разрушение установленных ранее внешнеэкономических связей этих стран, которые функционируют в рамках международной системы деления труда. В такой ситуации для обеспечения экономической безопасности стран, таких как Российская Федерация, Республика Беларусь и другие, необходимы изменения в государственной технической политике, основной целью которых является корректировка приоритетов в формировании показателей технического уровня машин при их производстве и импорте.

В сфере создания и технической эксплуатации транспортно-технологических мобильных машин (ММ) особую актуальность приобретает проблема повышения показателей их ремонтпригодности, решение которой позволит существенным образом улучшить или восстановить ключевые комплексные показатели надёжности – безотказность и долговечность [1, 2, 3, 4].

Методика исследования: Состояние машины в процессе эксплуатации, прежде всего, определяется ее работоспособностью. Для оценки возможной работоспособности машины в любой момент времени используется показатель, называемый потенциалом работоспособности (ПР). Этот показатель отражает состояние машины и говорит о ее способности работать в определенный момент времени, учитывая затраты на производство и последующие ремонты. Поддержание ПР на приемлемом уровне достигается применением целевых технологий эксплуатации и ремонта [5], включая замену деталей, узлов и агрегатов на исправные. Количество таких замен должно определяться по принципу "необходимо и достаточно".

Общий ПР машины можно представить в виде следующих трех составных частей: активной, резервной и пассивной [1, 2].

Активная часть потенциала P_a изменяется в процессе эксплуатации машины, поддерживается и восстанавливается в результате проведения технического обслуживания и текущего ремонта. Комплекс работ, который выполняется для поддержания машины в работоспособном состоянии, называют техническим обслуживанием (ТО). Текущий ремонт (ТР) осуществляется для восстановления гарантированной работоспособности

машины и состоит в том, что некоторые её элементы, узлы и агрегаты заменяются, восстанавливаются, а затем проводится их регулировка.

Резервная часть потенциала P_p необходима для предупреждения наступления предельного состояния машины при эксплуатации. Размер зоны P_p определяется величинами различных коэффициентов запаса (прочности, износостойкости и др.). Вход в зону P_p для ПР нежелателен.

Пассивная часть потенциала P_n представляет собой незаменимую часть машины в течение срока службы материализуется в виде конструкции, материала деталей и трудовых затрат на сборку, окраску и т.п. Пассивная часть ПР изменяется при замене базовых узлов и агрегатов.

С учетом изложенного, ПР изменяется в виде, приведенном на рисунке 1. Начальный потенциал работоспособности P машины определяется как P_{\max} .

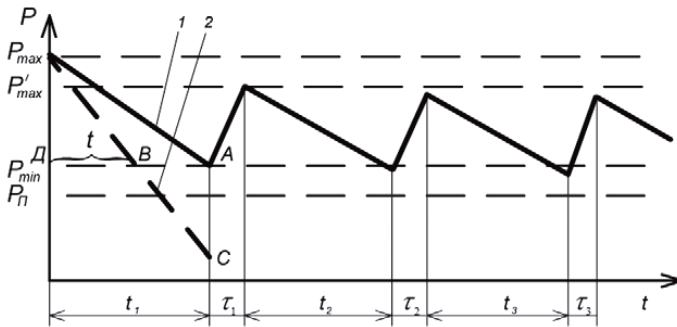


Рисунок 1 – Модель изменения и восстановления потенциала работоспособности мобильной машины: t_i – i -е периоды эксплуатации; τ_i – периоды времени, занятые i -м ремонтом; 1 – нормальная эксплуатация; 2 – эксплуатация в экстремальном режиме

В результате действия большого количества детерминированных и случайных факторов процесс изменения и восстановления ПР носит случайный характер. Поэтому для множества «одинаковых» машин этот процесс в общем виде можно рассматривать как случайный процесс с перемешиванием его реализаций, и на рисунке 1 представлен его частный случай.

Используя положения теории случайных процессов, можно рекомендовать выборочную функцию математического ожидания изменения работоспособности машин для текущего момента времени, представленную в формуле (1)

$$\tilde{m}_p(t) = P_{\max} \cdot e^{-\nu t}, \quad (1)$$

и функцию выборочной дисперсии, представленную в формуле (2):

$$\tilde{D}_p(t) = t(\alpha_1 + \alpha_2 \cdot t), \quad (2)$$

где ν, α_1, α_2 – показатель степени и коэффициенты, определяемые экспериментально.

Выбор номенклатуры и нормирование показателей надежности (ПН) и критериев отказов и предельных состояний (КОПС) осуществляется с учетом классификационных признаков, частично представленных в таблице 1. [3]

Таблица 1 – Классификация технических систем для нормирования ПН и КОПС

Признак классификации	Детализация признака классификации	Номенклатура и нормы ПН и КОПС
1	2	3
<i>1 Вид объекта</i>		
1.1 Деталь	Подсистема, изготовленная из однородного материала, без применения сборочных операций	ПН и КОПС могут устанавливаться в НТД (технических регламентах, стандартах, ТУ, КД и др.)
1.2 Сборочная единица	Подсистема, составные части которой подлежат соединению между собой	ПН и КОПС устанавливают в НТД
1.3 Комплекс	Система (подсистема), состоящая из двух и более специфицированных подсистем, не соединенных сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных функций	ПН устанавливают в НТД в соответствии с иерархической ступенью подсистемы
1.4 Комплект	Подсистема, состоящая из двух и более подсистем, не соединенных сборочными операциями и предназначенных для выполнения вспомогательных функций	ПН устанавливают на входящие подсистемы по необходимости
<i>2 Связь с ресурсом системы</i>		
2.1 Ресурсная	Подсистема, истощение ресурса которой приводит к истощению ресурса системы, составной частью которой она является	ПН должны соответствовать заданным требованиям на систему. КОПС являются критериями предельного состояния системы
2.2 Нересурсная	Подсистеме, ресурс которой истощается одновременно с истощением ресурса системы, составной частью которой она является	Долговечность и ремонтпригодность подсистемы должны обеспечивать долговечность подсистемы, соответствующую ресурсу системы

1	2	3
<i>3 Резервирование</i>		
3.1 Резервируемая подсистема	Подсистема, на случай отказа которой предусмотрен резерв	ПН устанавливают с учетом наличия резерва
3.2 Основная подсистема	Подсистема, выполняющая функции назначения при отсутствии в ней отказов	ПН устанавливают с учетом требований к ПН системы
3.3 Резервная подсистема	Подсистема, выполняющая функции назначения при отказе основной	То же
<i>4 Ремонтпригодность</i>		
4.1 Ремонтируемая подсистема	Подсистема, ремонт которой предусмотрен в НТД или КД	Показатели ремонтпригодности и комплексные ПН устанавливают по согласованию с заказчиком
4.2 Неремонтируемая подсистема	Подсистема, ремонт которой не предусмотрен в НТД или КД	Показатели ремонтпригодности не устанавливаются
4.3 Восстанавливаемая подсистема	Подсистема, восстановление которой предусмотрено в НТД и КД	Показатели ремонтпригодности и комплексные ПН устанавливают по согласованию с заказчиком
4.4 Невосстанавливаемая подсистема	Подсистема, восстановление которой не предусмотрено в НТД и КД	Показатели ремонтпригодности не устанавливаются
4.5 Обслуживаемая подсистема	Подсистема, обслуживание которой предусмотрено в НТД и КД	Показатели продолжительности (трудоемкости) ТО устанавливаются в НТД и КД по согласованию с заказчиком

Реализация мероприятий по повышению надёжности может и не требовать существенных затрат, а достигаться, например, методами оптимизации. В этом случае необходимо проводить сравнение различных вариантов достижения требуемого уровня ПН по условию получения наибольшего суммарного экономического эффекта с учетом затрат в сферах производства и эксплуатации объекта и того положительного экономического эффекта, который дает его использование по назначению. В общем случае изменение во времени суммарного экономического эффекта при эксплуатации объекта складывается под влиянием двух основных факторов, что иллюстрируется рисунком 2 [1, 4].

Здесь $Q_{и}$ – затраты на изготовление нового объекта, включая его проектирование, изготовление, испытание, отладку, транспортировку к месту

работы и другие затраты; $Q_{\text{э}}$, – затраты на эксплуатацию, включая ТО, ремонт, профилактические мероприятия. Затраты $Q_{\text{и}} + Q_{\text{э}}$ являются отрицательными в балансе эффективности. С другой стороны, работа объекта дает *положительный экономический эффект* $Q_{\text{р}}$ (прибыль) в зависимости от его целевого назначения.[4]

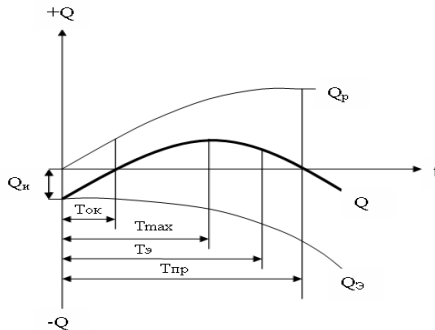


Рисунок 2 – Изменение экономической эффективности машины во времени

Заключение

Таким образом, метод управления надёжностью машин в эксплуатации сводится к определению нормы расхода ЗЧ (в стоимостном выражении) и соответствующего ей ресурса. При достижении некоторого максимального значения суммарного нормативного расхода машину направляю в капитальный ремонт или списывают.

Для обеспечения систематического контроля за техническим состоянием машины, использованием ее ресурса, выявления фактов неправильной эксплуатации и своевременного принятия соответствующих организационно-технических мер нормы расхода ЗЧ назначают интервально – по интервалам наработки.

Потребность в заменах агрегатов эксплуатационные предприятия систематически определяют на планируемый период (год, квартал), что необходимо для планирования по потребителям ремонтных заводов и других целей.

Список использованной литературы

- 1 Щурин, К.В. Надежность мобильных машин: учебник для вузов / К.В. Щурин, В.Е. Тарасенко. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 400 с.
- 2 Юдин, М.И. Технический сервис машин и основы проектирования предприятий: учеб. для вузов / М.И. Юдин [и др.]. – Краснодар: Совет. Кубань, 2007. – 968 с.
- 3 ГОСТ 27.003-83 Надежность в технике. Выбор и нормирование показателей надежности.
- 4 Зорин, В.А. Технология машиностроения, производство и ремонт подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин / Б.П. Долгополов, Г.Н. До-

ценко, В.А. Зорин и др.: Под ред. В.А. Зорина. М.: ИЦ «Академия», 2010. – 576 с.

5. Баженов, С.П. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов: Учебник для вузов / С.П. Баженов, Б.Н. Казьмин, С.В. Носов / Под ред. С.П. Баженова. 2-е изд., стер. – М.: ИЦ «Академия», 2007. – 336 с.

Summary. In the production, import and targeted operation of transport and technological mobile machines, the importance of indicators of their maintainability increases, with which other indicators of reliability are associated, primarily, reliability and durability.

УДК 621.431

Корнеева В.К., кандидат технических наук, доцент;
Капцевич В.М., доктор технических наук, профессор;
Закревский И.В., старший преподаватель;
Спиридович П.М., аспирант

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

АПРОБАЦИЯ МЕТОДОВ ЭКСПРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЯ МОТОРНОГО МАСЛА В МИНИ-ЛАБОРАТОРИИ БГАТУ

Аннотация. Приведены примеры апробации экспресс-тестирования моторного масла для определения показателей его качества (наличие топлива, воды, оценка моюще-диспергирующих свойств и присутствие механических примесей) с использованием разработанных оборудования и приспособлений.

Abstract. Examples are given of approbation of express testing of motor oil to determine its quality indicators (presence of fuel, water, assessment of detergent-dispersant properties and the presence of mechanical impurities) using developed equipment and devices.

Ключевые слова. Моторное масло, экспресс-тестирование, универсальный электротигель, мембранная фильтрации, топливо, вода, моюще-диспергирующие свойства, механические примеси.

Keywords. Motor oil, express testing, universal electric crucible, membrane filtration, fuel, water, detergent-dispersant properties, mechanical impurities.

Моторное масло, как конструкционный элемент ДВС, является источником информации, как о состоянии самого масла, так и о работоспособности двигателя. В процессе работы ДВС под воздействием высоких температур и давлений, при контактировании с металлическими поверхностями, водой, топливом и воздухом в моторном масле происходит про-