

О МОДЕЛИРОВАНИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Бондарчук О.В., канд. техн. наук,

Селюк Ю.Н.,

Дубкова А.В.

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Беларусь*

Аннотация. В статье представлены модели процессов износа элементов электрооборудования с учетом влияния эксплуатационных воздействий, обеспечивающих частичное восстановление параметра состояния до значений, близких к начальному. На основании представленных зависимостей возможно более точное прогнозирование ресурса оборудования.

Ключевые слова: электрооборудование, техническое обслуживание, наработка на отказ, прогнозирование, ресурс элементов оборудования.

Постановка проблемы. Рациональное планирование этапов и мероприятий цикла использования оборудования способствует снижению эксплуатационных затрат, обеспечивает полноту контроля и качественное прогнозирование технического состояния электротехнических устройств. Однако нормативное обеспечение организационных процессов в настоящее время является недостаточным. Вопросы организационного характера при эксплуатации сельскохозяйственного электрооборудования ранее

регулировались системой ППРЭсх, основанной на профилактических (регламентных) работах, проводимых независимо от фактического состояния оборудования. Это приводило к избыточным затратам на эксплуатацию электротехнических установок и обусловило необходимость совершенствования указанной системы. В результате были внесены дополнения по диагностированию электрооборудования (система ППРЭсхД), но в силу незавершённости и отсутствия необходимых ресурсов модернизированная система не получила широкого распространения. В дальнейшем была разработана действующая в настоящее время система организации использования электрооборудования машин и технологических комплексов в сельскохозяйственном производстве РБ [1].

Анализ имеющейся нормативной документации свидетельствует о значительном несоответствии её требований современным видам электрооборудования в АПК и подходам к организации его эксплуатации. В связи с этим возникает необходимость совершенствования нормативной базы и приведения её в соответствие с современными требованиями. Одним из направлений является моделирование основных эксплуатационных воздействий на электрооборудование (ТО, текущий и капитальный ремонты). Данные вопросы в настоящее время разрабатываются главным образом для электрооборудования, применяемого в промышленности и на транспорте. Поэтому моделирование указанных воздействий для сельскохозяйственного электрооборудования является актуальным.

Основные материалы исследования. С точки зрения организации и выполнения различных воздействий в процессе эксплуатации электрооборудование предприятий АПК может быть условно разделено на группы: необслуживаемое неремонтируемое, обслуживаемое неремонтируемое, обслуживаемое ремонтируемое. Основанием для разделения в основном являются рекомендации

изготовителей оборудования, а также нормативная документация, в частности [1]. Электрооборудование первой группы не подвергается эксплуатационным воздействиям до отказа, после чего утилизируется и заменяется новым. Следовательно, в данном случае моделирование эксплуатационных воздействий не требуется. Для второй группы предусмотрено периодическое выполнение работ по обслуживанию электрооборудования с установленной периодичностью, однако ремонты не производятся, при потере работоспособности выполняется замена с последующей утилизацией отказавшего оборудования. Электрическое оборудование третьей группы обеспечивается комплексом воздействий, включающим ТО, диагностирование, ремонты. Замена оборудования выполняется по окончании его срока службы либо после достижения им предельного состояния.

Электрооборудование, относящееся к рассмотренным группам, характеризуется комплексом параметров, которые образуют матрицу технического состояния, изменяющуюся в течение всего срока службы электрооборудования. При составлении матрицы следует учитывать существенное влияние комплекса различных факторов на техническое состояние процессов износа элементов электрооборудования, описываемых аналитическими зависимостями [2,3]. Однако в предлагаемых математических моделях процессов старения практически не рассматриваются эксплуатационные воздействия на элементы электрооборудования, которые могут оказывать значительное влияние на результаты моделирования.

Рассмотрим для примера параметр технического состояния электрооборудования, изменяющийся во времени по экспоненциальной зависимости, которая имеет вид:

$$\Pi_t = \Pi_0 \cdot e^{-\alpha t}, \quad (1)$$

где Π_t , Π_0 – значения параметра в момент времени t и в начальный момент времени ($t=0$); α – коэффициент износа.

Очевидно, что на основании представленной зависимости возможно прогнозирование ресурса оборудования t_{p1} , т. е. времени до наступления предельного состояния ($\Pi_t = \Pi_{\text{пр}}$) – рис. 1.

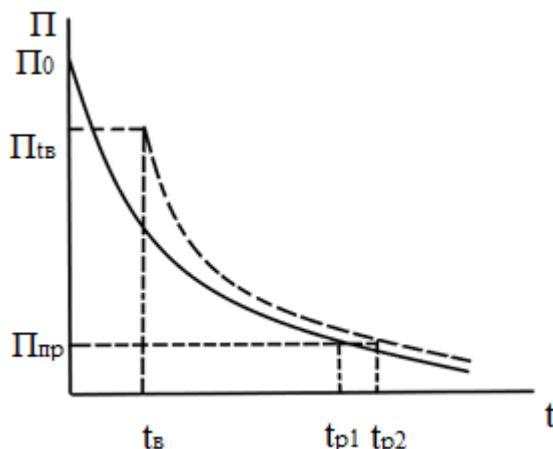


Рис. 1. – Ресурс элемента электрооборудования при восстановлении параметра

При выполнении, в частности, ТО в момент времени $t_{\text{в}}$ некоторые работы обеспечивают частичное восстановление параметра до значений, близких к начальному:

$$\Pi_{t\text{в}} = \Pi_0 \cdot K_{\text{в}}, \quad (2)$$

где $K_{\text{в}}$ – коэффициент восстановления, зависящий от элемента электрооборудования, вида работ и других факторов.

Вследствие этого изменяется характер зависимости $\Pi(t)$, а также величина ресурса элемента оборудования по данному параметру t_{p2} – рис. 1. Для работ по ТО, не предусматривающих замену элементов электрооборудования, величина $K_{\text{в}} < 1$. Кроме того, в данном случае.

Поскольку износ элемента ограничивает возможность восстановления его характеристик, целесообразно использовать формулу:

$$\Pi_{t_B} = \Pi_0 \cdot K_B \cdot N_{TO}, \quad (3)$$

где N_{TO} – порядковый номер ТО с начала эксплуатации (либо момента замены) элемента электрооборудования.

В случае выполнения ремонтных работ, предусматривающих замену элемента электрического оборудования (ТР, КР), величина $K_B \geq 1$ (в зависимости от состояния устанавливаемого элемента); количество предыдущих замен при этом не учитывается.

Выше был рассмотрен случай непосредственного влияния эксплуатационных воздействий на величину параметра технического состояния. Зачастую в силу конструктивных особенностей восстановление параметров состояния невозможно без замены элементов электрооборудования. При этом выполнение некоторых работ по обслуживанию (очистка, регулировка) может изменить условия и режим работы оборудования, вследствие чего скорость изменения параметра также изменяется (рис. 2).

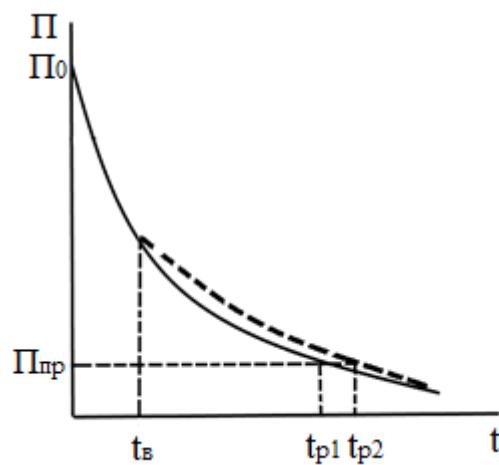


Рис. 2 – Ресурс элемента электрооборудования при изменении режима работы

В данном случае также имеет место изменение ресурса элемента электрооборудования t_{p2} , величина изменения при этом меньше, чем в случае восстановления параметра.

Выводы. Работы по техническому обслуживанию, выполняемые в рамках указанных эксплуатационных воздействий, оказывают влияние на параметры технического состояния электрооборудования и скорость их изменения. Учёт указанного влияния при моделировании процессов износа элементов электрооборудования способствует повышению точности прогнозирования их ресурса и оптимизации затрат на эксплуатацию.

Список использованных источников

1. Система организации технического обслуживания машин и технологических комплексов в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь : пособие/ под ред. В. Г. Самосюка. – Минск : ИПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2012. – 685 с.
2. Минакова Т.Е. Обобщенная модель износа электродвигателей / Т.Е. Минакова, В.Ф. Минаков // Международный научно-исследовательский журнал, 2013. – № 12 (19). – С. 108-110.
3. Белкин А.П. Моделирование вибросостояния и прогнозирование остаточного ресурса электродвигателей магистральных насосных агрегатов. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2010. – 26 с.