

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ПРИНЦИПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

*Мартынов М.М., Ляпин В.Г., РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Аннотация:* Материал посвящён описанию этапов и принципов проектирования электропреобразователей электротехнологических машин.

*Ключевые слова:* нагрузка, источник электропитания, электропреобразователь, электротехнологическая машина, электрод, растительность.

Проблемы энергосбережения в большинстве случаев выходят на первый план во всех отраслях, включая перспективную технику и технологии [1], и в нашем случае [2] мобильные электротехнологические машины (МЭТМ) и электротехнологии (ЭТ). Одним из путей повышения КПД  $\eta$  компонентов и устройств МЭТМ, т.е. снижения потерь является увеличение эффективности источников электропитания, электропреобразователей (ЭП) и электродных систем (ЭС). Уменьшение потерь повысит энергетическую эффективность ЭГ1 и ЭС, упростит их конструкции, уменьшив нагрев элементов, систем и МЭТМ в целом. Под проектированием понимается процесс обоснования системнотехнических решений по построению (совершенствованию) ЭТ и МЭТМ с оформлением соответствующей (проектной) документации. Основная цель проектирования - максимизация экономического или другого эффекта от построения ЭТ и МЭТМ, а процесс проектирования осуществляется в несколько этапов:

- 1) постановка задачи (выбор критериев планирования ЭТ, МЭТМ в целом и её систем в частности, анализ и систематизация исходных данных);
- 2) прогнозирование необходимых для процесса проектирования величин (видов и объемов ЭТ, номенклатуры оборудования МЭТМ и типоминалов);
- 3) декомпозиция общей задачи проектирования ЭТ и МЭТМ на частные (например, по системам и электрическим цепям);
- 4) разработка возможных сценариев построения ЭТ и МЭТМ;
- 5) анализ разработанных сценариев с учетом экономических, технических и иных ограничений; выбор сценариев, которые могут быть реализованы;
- 6) решение задач оптимизации существенных параметров ЭТ и МЭТМ путем использования соответствующих математических методов;
- 7) интерпретация результатов решения с учетом различных ограничений и составление необходимой проектной документации.

Общие потери энергии  $P_{\Pi}$  в ЭП и ЭС разделяют на коммутационные (динамические)  $P_{\text{кд}}$ , возникающие при коммутации силовых ключей,

электродов (токоподводов) с растительными объектами (РО) и потери  $n^*$  проводниковых материалах (омические)  $P_{\text{пм}}$  [3].  $P_{\text{вд}}$  вызваны инерционностью силовых ключей, электродов и РО, индуктивностью рассеяем электромагнитных компонентов (трансформаторов и дросселей) и паразитной индуктивностью проводников. Эти потери можно минимизировать с помощью схемотехнических и программных средств. Уменьшение  $P_{\text{п}}$ , возможно за счёт снижения амплитуды пульсаций тока и правильного выбора компонентов ЭП и ЭС. В импульсных ЭП потери  $P_{\text{пм}}$ , если не учитывать пульсацию токов, определяются суммарными активными сопротивлениями элементов ЭП (проводников, обмоток, каналов транзисторов)  $R_{\text{пм}}$  [3]. Общие потери при токе нагрузки  $I_3$  и частоте  $f_T$  технологического напряжения  $U_T$  МЭТМ с учетом коэффициентов  $kv1$  и  $kv2$ , зависящих от используемого силового ключа, составляют:

$$P_{\text{п}} = P_{\text{пм}} + P_{\text{кд}} = I_3^2 R_{\text{пм}} + kv1 I_3 f_T + kv2 f_T \quad 0)$$

Эффективность ЭП определяется соотношением  $\eta = U_1 / (U_1 + P_{\text{пм}} + P_{\text{кд}}) U_1 / I_3$ . С увеличением размеров и максимально допустимых параметров транзисторов ЭП  $kv1$  и  $kv2$  также возрастают. При параллельной работе ключей в чередующемся режиме увеличивается эффективность ЭП при большой нагрузке, т.к. уменьшается величина  $R_{\text{пм}}$ , а при малой нагрузке преобладают потери  $P_{\text{кд}}$ . Коэффициенты  $kv1$  и  $kv2$  возрастают с увеличением числа фаз, поэтому при работе в режиме чередования уменьшается эффективность ЭП при малых нагрузках. На каждом этапе проектирования характер решаемых задач определяется исходными данными и результатами решения задач предшествующего этапа. Так, по итогам этапа 2 или 3 может стать, что динамика роста электротехнологического критерия  $k_{\text{э}}$ , при обработке РО и почвенных сред МЭТМ или падения рассчитываемого показателя, например,  $P_{\text{кд}}$  и  $P_{\text{пм}}$  такая, что исходные данные или критерии нуждаются в пересмотре. В каждом конкретном случае процесс проектирования должен рассматриваться подробнее с учетом особенностей ЭТ и МЭТМ, приведенных в [2, 3]. Следование приведенным принципам проектирования способствует обеспечению оптимальности построения систем и схем МЭТМ в конкретных условиях ЭТ и реализуемости разрабатываемых проектов. Данный подход позволяет использовать возможности, предоставляемые информационными технологиями, на основе сложившейся структуры МЭТМ. Изложенные выше принципы могут стать основой для составления алгоритмов и разработки соответствующего программного обеспечения, автоматизирующего процесс проектирования ЭТ и МЭТМ.

### Библиографический список

1. Федоренко, В.Ф. Интеллектуальные системы в сельском хозяйстве: науч. аналит. обзор/В.Ф. Федоренко, В.Я. Гольяпин, Л.М. Колчина. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. - 156 с.

2. Ляпин, В.Г. Оборудование и энергосберегающая электротехнология борьбы с нежелательной растительностью/В.Г. Ляпин. Новосиб. гос. аграр. унт. - 2-е изд. перераб. и доп. - Новосибирск, 2012. — 366 с.

3. Ляпин, В.Г. Электропитание устройств и систем. Учебное пособие в трёх частях. Часть 1. Лекции по теории цепей и электронных преобразователей/В.Г. Ляпин, Г.С. Зиновьев, А.В. Соболев. - Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. 2016. - 220 с.