

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗОК ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА И ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА

Очевиден постепенный переход существующих релейных систем управления железнодорожными станциями на микропроцессорную базу. В ее основе лежит программируемый логический контроллер (ПЛК) и эксплуатация промышленной сетевой связи протоколов PROFIBUS, MODBUS и т.п. для управления периферийными устройствами и сбора диагностической информации. В этой ситуации проблемой является недостаточная возможность существующих исполнительных механизмов железнодорожной автоматики, таких, как стрелочный перевод, для передачи возросшего потока информации по управлению и диагностике. Также, следует сказать, что функциональные возможности эксплуатируемых стрелочных переводов недостаточны для обеспечения растущей скорости перевозок на железных дорогах.

В ранее опубликованных работах авторов [3,4] освещены этапы возможного решения проблемы автоматизации процесса перевозок – применении частотно-регулируемого асинхронного привода стрелочного перевода с ПЛК. Несомненным достоинством здесь является наличие преобразователя частоты, широкие коммуникационные возможности которого являются одним из ключевых моментов в данном вопросе.

Для оптимизации работы стрелочного перевода используются математические зависимости и передаточные функции, полученные в результате проведенных ранее исследований [1,2]. По оптимальному управлению:

$$Cr = \sum_{j=1}^n b_j \psi_j(B_1, B_2, B_3), \quad 1 \leq n \leq 7, \quad (1)$$

где Cr - задаваемый оператором критерий оптимизации; $b_j \psi_j(B_1, B_2, B_3)$ - базисные функции параметров тахограммы работы механизма, B_1, B_2, B_3 - параметры тахограммы;

$$Cr(B_1, B_2, B_3) = (\max(Cr(B_1, B_2, B_3)) - \min(Cr(B_1, B_2, B_3))) \cdot \frac{\xi}{100\%} + \min(Cr(B_1, B_2, B_3)),$$

где ξ - строгость поддержания заданного критерия при оптимизации по нескольким критериям.

По улучшению динамики при представлении передаточной функции объекта управления в виде

$$W_{об}(p) = \frac{P(p)}{Q(p)} = \frac{K_0 P_{\kappa+}(p) P_{n+}(p) P_{-}(p)}{Q_{\kappa+}(p) Q_{n+}(p) Q_{-}(p) p^s},$$

где $P_{\kappa+}(p), Q_{\kappa+}(p)$ – полиномы, имеющие в качестве своих нулей только левые нули и полюсы объекта, компенсируемые при помощи регулятора; $P_{n+}(p), Q_{n+}(p)$ – полиномы, содержащие только левые нули и полюсы объекта, в компенсации которых нет необходимости; $P_{-}(p), Q_{-}(p)$ – полиномы, содержащие правые и нейтральные нули и полюсы, за исключением расположенных в точке $p=0$, компенсация которых неприемлема из-за нарушения условия грубости; s – количество полюсов объекта в точке $p=0$; передаточная функция регулятора скорости (РС) синтезирована в виде

$$W_{pc}(p) = \frac{Q_{\kappa+}(p) M(p)}{K_0 P_{\kappa+}(p) N(p) p^{v-s}}, \quad (2)$$

где $v=2$ принятый порядок астатизма замкнутой системы регулирования скорости; $M(p), N(p)$ - неизвестные полиномы

$$\begin{aligned} M(p) &= m_i p^i + m_{i-1} p^{i-1} + \dots + m_0; \\ N(p) &= n_j p^j + n_{j-1} p^{j-1} + \dots + n_0, \end{aligned} \quad (3)$$

в которых i и j - полные степени.

Неизвестные полиномы регулятора скорости $M(p)$ и $N(p)$ находятся в результате решения полиномиального уравнения синтеза [3]:

$$M(p) P_{-}(p) P_{n+}(p) + N(p) Q_{-}(p) Q_{n+}(p) p^v = G(p), \quad (4)$$

где $G(p)$ – характеристический полином замкнутой системы, задаваемый исходя из условия обеспечения желаемого характера переходных процессов.

В качестве некоторого пояснения к приведенным формулам следует сказать, что критерии оптимизации работы электропривода стрелочного перевода задаются оператором (диспетчером), исходя из наблюдения за характером его работы по приборам и визуально. Базисные функции задаются наладчиком и определяются с помощью математической модели. Характеристический полином и астатизм системы также задаются наладчиком.

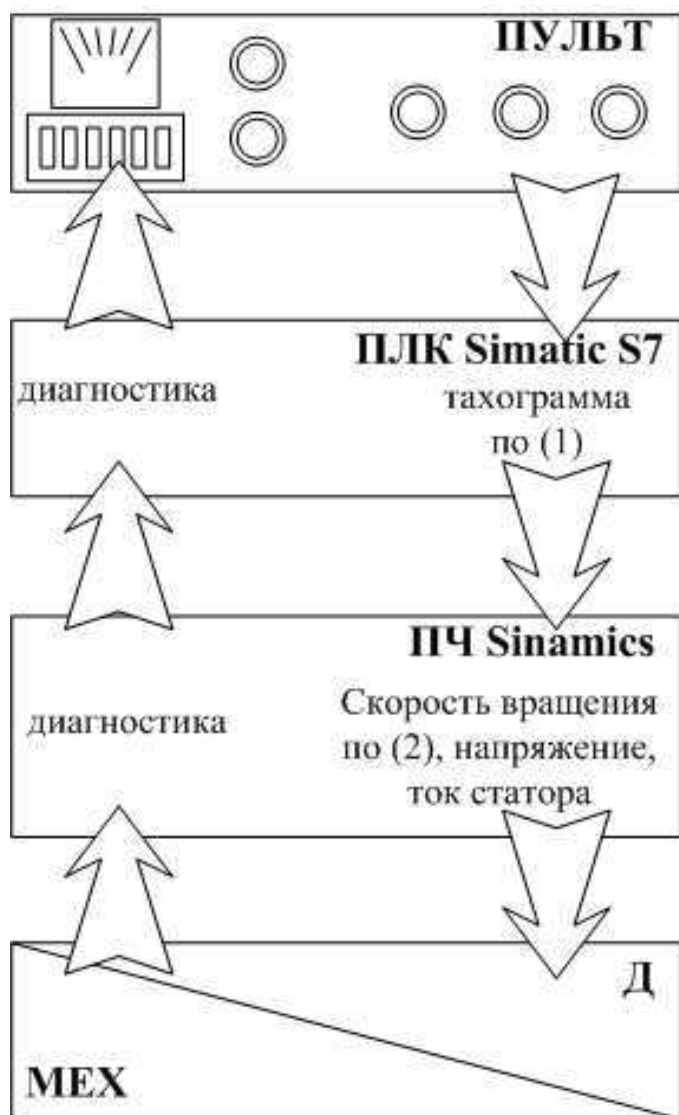


Рис.1 Структурная схема автоматизации

Процесс движения стрелочных переводов контролируем, с различной глубиной диагностики для разных типов стрелочных переводов. Защита двигателя от перегрузки электронная, реализована в преобразователе. Несомненным плюсом является то, что диагностические сигналы из каждого блока поступают непосредственно на пульт оператора (или на сервер), где могут храниться в виде графиков, таблиц и т.п. Глубина диагностики, количество и тип диагностических параметров, способ и место их хранения устанавливаются при наладке и зависят от конкретного типа стрелки.

Таким образом, при минимальном участии оператора обеспечивается автоматизированная и оптимизированная работа стрелочного перевода. Следует сказать, что эффективность системы возрастает с количеством стрелочных переводов в программе ПЛК.

Список использованной литературы

1. Акимов Л.В. Динамика двухмассовых систем с нетрадиционными регуляторами скорости и наблюдателями состояния / Акимов Л.В., Колотило В.И., Марков В.С. - Харьков: ХГПУ, 2000. - 93 с.
2. Иглин С.П. Теория вероятности и математическая статистика на базе MATLAB/С.П. Иглин-Х.:НТУ «ХПИ», 2006. - 612с.
3. Буряковский С.Г. Применение метода наименьших квадратов в исследованиях по оптимизации процесса работы стрелочного перевода / С.Г. Буряковский, В.В. Смирнов // Електротехнічні та комп'ютерні системи. - Київ: Техніка. -2011. - № 03 (79). - С.159-160
4. Буряковский С.Г. Улучшение динамики железнодорожного стрелочного перевода с частотно-регулируемым электроприводом при нестационарных режимах работы / Л.В. Акимов, С.Г. Буряковский, А.С. Маслий, В.В. Смирнов // Електротехнічні та комп'ютерні системи. - Київ: Техніка. - 2012. - № 05(81). - С.22-30

На рис.1 показана схема управляющих и диагностических потоков информации. При этом на верхнем уровне автоматизации находится оператор (диспетчер), который подает управляющий импульс для перевода стрелки, либо с помощью человеко-машинного интерфейса (HMI), либо с помощью обычных переключателей. Как было указано выше, им также определяется, на что оптимизирована стрелка (например, максимальное быстродействие).

Полученные данные обрабатываются в программируемом логическом контроллере (ПЛК), в котором есть информационная база, накопленная на математической модели данного типа перевода по оптимальному управлению. Таким образом, в ПЛК согласно (1) формируется тахограмма работы привода и виде сигнала задания (или значений соответствующих параметров) по цифровой сети передается в электропривод. Следует сказать, что ПЛК кроме сигналов задания формирует также и сигналы управления преобразователем. Это должно быть выполнено таким образом, чтобы обеспечить наиболее быструю обработку задания. Как правило, преобразователь получает по сети биты включения, разблокировки задатчика интенсивности, регуляторов постоянно, и ожидает лишь бит разрешения на включение импульсов управления силовыми ключами.

В виду особых условий работы, система управления преобразователем, как правило это - СПР, вместо обычного регулятора скорости содержит специальный (синтезированный по (2)), компенсирующий негативное влияние погодных или эксплуатационных факторов, оказывающих влияние на рабочий орган.