

# Исследования целесообразности использования устаревшей электроавтоматики, а также других блоков при модернизации станков

## Иванищев А. А.

Иванищев Андрей Александрович / Ivanishchev Andrej Aleksandrovich – магистрант,  
специальность радиотехника, электроника и телекоммуникации,  
Северо-Казахстанского государственного университета им. М. Козыбаева, г. Петропавловск

**Аннотация:** в статье рассматривается модернизация устаревших станков, отличия в надёжности и быстродействии электроавтоматики различных производителей.

**Ключевые слова:** модернизация оборудования, электроавтоматика, надёжность оборудования.

Приступая к модернизации оборудования, всегда встаёт вопрос о выборе тех частей станка, которые будут заменены, и тех, которые останутся. Нужно ли заменять всю электронику, электропроводку и т.д.? Как долго смогут прослужить те или иные механические детали? Естественно все решения придётся принимать, только после осмотра и проверки на работоспособность. Но в этой статье мы попытаемся выяснить вероятность проведения модернизации станка с минимальными затратами, то есть с частичным использованием уже имеющихся в станке элементов.

Износ и старение электронных элементов приводит к медленному случайному изменению параметров системы. Вследствие этого изменяются характеристики точности системы (изменяется вероятность надёжной работы  $G(T_0, t)$ ). Медленный характер изменения параметров даёт возможность считать, что их вероятностные характеристики зависят от возраста системы, измеряемого только до момента включения аппаратуры  $T_0$ . Это означает, что за время одного цикла работы вероятностные характеристики параметров считаются такими же, какими они были в момент включения. Такое допущение приемлемо, так как время одного цикла работы может измеряться сутками и за это время заметного изменения значений параметров не происходит. Основное изменение значений параметров имеет место при хранении и простоях, измеряемых месяцами или годами [1, с. 226]. В нашем случае это время может достигать и десятков лет.

Система электроавтоматики содержит  $N$  электронных звеньев с суммарной интенсивностью внезапных отказов.

$$\Lambda = \sum_{i=1}^N \lambda_i = 2 \cdot 10^{-4} \text{1/час.}$$

При неслучайном полезном сигнале ошибка системы  $\varepsilon(t)$  определяется помехой на входе  $p(t)$  и при фиксированных параметрах описывается дифференциальным уравнением:

$$x_2 \ddot{\varepsilon}(t) + x_1 \dot{\varepsilon}(t) + \varepsilon(t) = n(t) \quad (1)$$

Где  $n(t)$  – стационарный нормальный процесс с корреляционной функцией:

$$K_n(\tau) = \sigma_n^2 e^{-\alpha|\tau|} \left( S_n(\omega) = \frac{\sigma_n^2}{\pi} \frac{\alpha}{\alpha^2 + \omega^2}, \alpha = 4,51/\text{сек} \right) \quad (2)$$

Математическое ожидание ошибки на выходе системы принимаем равным нулю. Информация об износе и старении элементов задана законом изменений математических ожиданий параметров элементов в функции возраста элементов системы. При  $T_0 = 1$  год  $\bar{x}_1(1) = 2,5$  сек.,  $\bar{x}_2(1) = 1$  сек.<sup>2</sup>; при  $T_0 = 30$  лет  $\bar{x}_1(30) = 2,3$  сек.,  $\bar{x}_2(30) = 0,4$  сек.<sup>2</sup>.

Границы допустимых значений ошибок системы равны:

$$A = |B| = \sigma_n \sqrt{2} \quad (3)$$

Требуется вычислить показатель надёжности системы при  $T_0 = 1$  год,  $T_0 = 30$  лет. Вычисляем условный показатель надёжности:

$$P(x_1, x_2, t) = \exp\{-t[\Lambda + \chi(x_1, x_2)]\}. \quad (4)$$

Для принятых границ интенсивность отказов по точности равна [см. формулу (20)]

$$\chi(x_1, x_2) = \frac{1}{\pi} \frac{\sigma_\varepsilon(x_1, x_2)}{\sigma_\varepsilon(x_1, x_2)} \exp\left[-\frac{\sigma_n^2}{\sigma_\varepsilon^2(x_1, x_2)}\right]. \quad (5)$$

Учитывая (1), (2) и используя таблицы интегралов для вычисления дисперсий стационарных процессов [6], имеем:

$$\sigma_{\varepsilon}^2(x_1, x_2) = \frac{\sigma_n^2 \alpha}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d\omega}{(\alpha^2 + \omega^2) | -x_2 \omega^2 + x_1 i \omega + 1 |^2} = \sigma_n^2 \frac{x_1 + \alpha x_2}{x_1 (1 + \alpha x_1 + \alpha x_2)}, \quad (6)$$

$$\sigma_{\varepsilon}^2(x_1, x_2) = \frac{\sigma_n^2 \alpha}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\omega^2}{(\alpha^2 + \omega^2) | -x_2 \omega^2 + x_1 i \omega + 1 |^2} d\omega = \sigma_n^2 \frac{\alpha}{x_1 (1 + \alpha x_1 + \alpha x_2)}, \quad (7)$$

Следовательно:

$$\chi(x_1, x_2) = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{\alpha}{x_1 + \alpha x_2}} \exp \left[ -\frac{x_1 (1 + \alpha x_1 + \alpha^2 x_2)}{x_1 + \alpha x_2} \right] \quad (8)$$

Показатель надежности системы равен:

$$P(T_0, t) = \exp \{ -t [\Lambda + \chi(\bar{x}_1(T_0), \bar{x}_2(T_0))] \}. \quad (9)$$

При этом условии для  $T_0 = 1$  год имеем:

$$\chi[\bar{x}_1(1), \bar{x}_2(1)] = 0,37 \cdot 10^{-5} / \text{сек} = 1,33 \cdot 10^{-2} / \text{час}$$

и для  $T_0 = 30$  лет

$$\chi[\bar{x}_1(30), \bar{x}_2(30)] = 0,59 \cdot 10^{-5} / \text{сек} = 2,12 \cdot 10^{-2} / \text{час}$$

Окончательно:

$$P(T_0 = 1, t) = \exp [ -t (2 \cdot 10^{-4} + 1,33 \cdot 10^{-2}) ],$$

$$P(T_0 = 30, t) = \exp [ -t (2 \cdot 10^{-4} + 2,12 \cdot 10^{-2}) ],$$

Из этого можно сделать вывод, что электроавтоматика, достаточно долго простоявшая в станке, даже без постоянного использования очень сильно теряет в надёжности. Если ее оставить в том виде, в котором она была, то это будет приводить к частым сбоям в работе оборудования. А это очень невыгодно для производства.

Тем не менее, если провести тщательный осмотр каждого элемента электроавтоматики и осуществить полное восстановление, то это достаточно сильно увеличит надёжность системы. Необходимо будет проверить механические свойства реле и исправность магнитных катушек, осмотреть состояния контактных групп и обработать их для снятия оксидной плёнки. После проведённых работ эти элементы можно будет устанавливать на станок. Такая электроавтоматика вполне возможно прослужит достаточно долго без поломок.

Устройство реле достаточно просто. Его основой является катушка, состоящая из большого количества витков изолированного провода. Внутри катушки устанавливается стержень из мягкого железа. В результате получается электромагнит. Также в конструкции реле присутствует якорь. Он закреплён на пружинящем контакте. Сам же пружинящий контакт закреплён на ярме. Вместе со стержнем и якорем ярмо образует магнитопровод [3, с. 1].

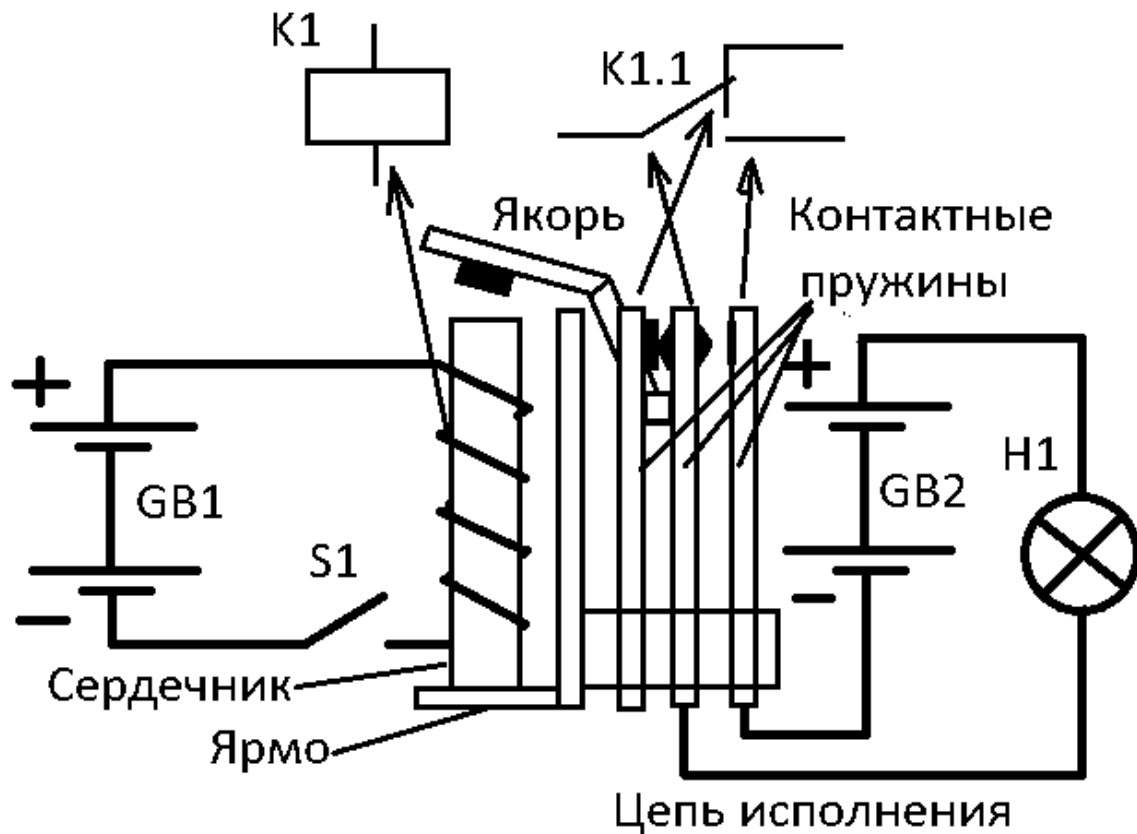


Рис. 1. Схематическое устройство, включения и обозначения электромагнитного реле и его контактов

Если катушку подключить к источнику тока, то образовавшееся магнитное поле намагничивает сердечник. Он в свою очередь притягивает якорь. Пока ток через обмотку реле не идет, якорь под действием контактных пружин находится на некотором расстоянии от сердечника. Как только в обмотке появляется ток, его магнитное поле намагничивает сердечник и он притягивает якорь. В этот момент другой конец якоря надавливает на контактные пружины и замыкает исполнительную цепь. Прекращается ток в обмотке - исчезает магнитное поле, размагничивается сердечник, и контактные пружины, выпрямляясь и разрывая цепь исполнения, возвращают якорь реле в исходное положение [4, с. 1].

Якорь укреплен на пружинящем контакте. Далее пружинящий контакт замыкается с другим неподвижным контактом. В зависимости от конструкции реле, якорь может по-разному механически управлять контактами.

Главный недостаток заключается в контактной системе. Абсолютно чистая контактная группа может быть только в вакуумной среде, при непосредственном взаимодействии с воздухом, они покрываются оксидной пленкой. Пробивное напряжение ее превышает 220В, переходное сопротивление выше 1 кОм. Со временем, например, через полгода, воздействие воздуха повышает сопротивление почти в 100 раз. Повысить устойчивость контактов может чистое золото или сплав золота и никеля [3, с. 1].

Платиновые контакты устойчивы при вредном воздействии в атмосфере сернистых газов, но отличаются неустойчивостью в парах органических веществ. Серебро неустойчиво при воздействии сернистых газов. Избежать отказов возможно при меньшем значении коммутирующего тока.

Повышается надежность контактов при помощи регулярного обслуживания реле, протиранием контактов, также надежность увеличивается при сильном нажатии на контактную группу.

Если обратиться к технической документации, по современным системам ЧПУ, то можно выяснить, что они позволяют программировать функции электроавтоматики для конкретного станка, то есть, в некоторых случаях нет необходимости в использовании электроавтоматики вообще. Также современная электронная база позволяет выполнить электроавтоматику без реле, а это существенно повышает надежность системы. Но даже если без реле не обойтись, то современные реле имеют очень высокие эксплуатационные характеристики. Также можно добавить, что стоимость модернизации

электроавтоматики обычно составляет всего несколько процентов от стоимости всей модернизации станка [2, с. 1].

В заключении можно сказать, что любое оборудование может работать без серьёзных поломок долгое время, если регулярно проводится техническое обслуживание. Так что, в каком бы хорошем состоянии не была электроавтоматика до запуска, всё равно она легко может выйти из строя без должного контроля. Что касается нашего вопроса, то можно однозначно сказать, что необходимо не только заменить устаревшую электроавтоматику на новую, но и по возможности сократить количество таких элементов, заменяя их логикой станка или другими более надёжными элементами.

### *Литература*

1. *Рессин А. И.* Оценка надёжности систем электроавтоматики, Автоматика и телемеханика, 1963, том 24, выпуск 2, 223–232.
2. Сайт Промстанкосервис Санкт-Петербург: URL: [<http://promfix.spb.ru/servise.htm>] (дата обращения: 28.03.16).
3. Сайт GoRadio: URL: [<http://go-radio.ru/electromagnitnoe-rele.html>] (дата обращения 28.03.2016).
4. Сайт Научная библиотека: URL: [[http://alnam.ru/book\\_jut.php?id=104](http://alnam.ru/book_jut.php?id=104)] (дата обращения: 29.03.2016).