

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ СМЕЖНЫХ И СОСЕДНИХ РЕЛЬСОВЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАСЧЕТА БЕССТЫКОВЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

Д. Д. МЕДВЕДЕВ, С. И. ХОМЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Рельсовая цепь (РЦ) является основным путевым датчиком систем, с помощью которых регулируется движение на железнодорожных магистралях и обеспечивает при этом высокий уровень безопасности. Работа каждой рельсовой цепи характеризуется определенными строго заданными критериями, которые получают в результате электрического расчета каждого из режимов работы [1].

Бесстыковыми называют РЦ, между которыми нет изолирующих стыков, электрически отделяющих смежные цепи одну от другой. Отсутствие изолирующих стыков – наименее надежного элемента РЦ – является большим достоинством РЦ, что особенно важно для перегонов, где все шире применяются цельносварные плети большой длины, устройство на которых изолирующих стыков с технической и экономической точек зрения нерационально [2].

В настоящее время широкое распространение на сети железных дорог Республики Беларусь получили бесстыковые тональные рельсовые цепи (ТРЦ) третьего поколения, применяющиеся в автоблокировках с централизованным размещением аппаратуры типов АБТЦ-03 и АВЕ-1-ВС.

Расчет электрических параметров ТРЦ выполняется на основании формального описания в виде схем замещения аппаратуры рельсовых цепей и условий канализации сигнального тока в рельсовых цепях [3].

В бесстыковых ТРЦ необходимо при расчете учитывать утечку сигнальных токов (рисунок 1) как с питающего конца  $I_{упк}$ , так и с релейного  $I_{урк}$ . Величина тока утечки будет определяться входным сопротивлением  $Z_{вх.см}$  смежной и  $Z_{вх.с}$  соседних рельсовых линий, входными сопротивлениями  $Z_{вх}$  аппаратуры питающего  $Z_{вх.п}$  и релейного  $Z_{вх.р}$  концов смежной и соседних рельсовых цепей, а также волновым сопротивлением  $Z_{в}$  распространения сигнального тока в последующих рельсовых линиях [3].

При расчетах входных сопротивлений участков смежных и соседних РЦ достаточно сложно определить его значение. Теоретически необходимо учитывать все РЦ, находящиеся на перегоне. Кроме сопротивления РЛ необходимо учесть сопротивления аппаратуры релейных и питающих концов РЦ. Методы, предложенные в [2, 3], предполагают учёт только нескольких участков смежных и соседних РЦ. При увеличении количества таких участков снижается погрешность расчета [2], но при этом он значительно усложняется. Усложнение расчета также связано с тем, что его необходимо производить для частоты, на которую аппаратура не настроена. При этом в ряде случаев значение сопротивления аппаратуры, используемое в расчетах, не регламентируется.

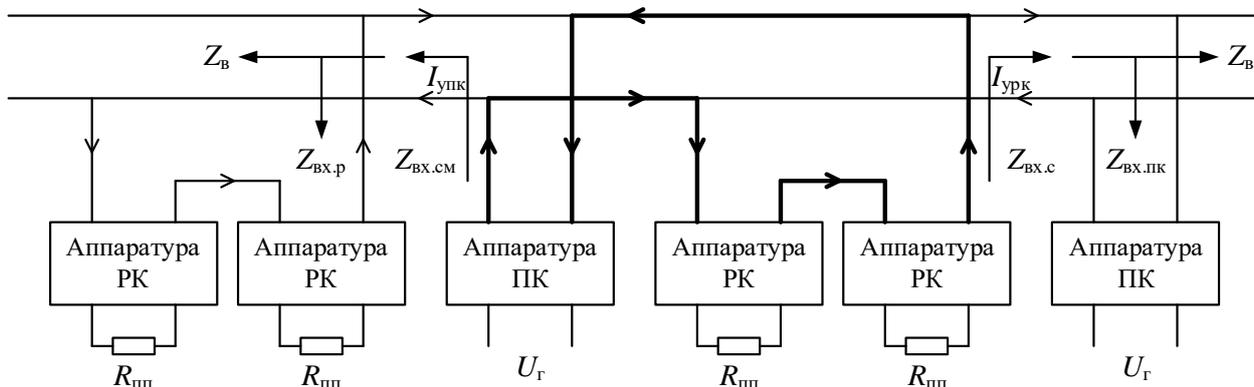


Рисунок 1 – Схема распространения сигнального тока в тональной рельсовой цепи

Для упрощения расчета с сохранением допустимой погрешности необходимо ограничить количество участков смежных и соседних РЦ. Для этого проанализируем изменение входного сопротивления участка РЦ при изменении его длины. Будем рассматривать сопротивление рельсовой линии,

нагруженное на рассчитанное сопротивление релейного конца ( $Z_k \neq \infty$ ), а также сопротивление не нагруженного участка рельсовой линии ( $Z_k = \infty$ ).

Условия передачи сигналов через рельсовую линию характеризуются рабочими параметрами [1]:

– сопротивлением передачи четырехполосника

$$Z_{\text{ПЧ}} = AZ_{\text{H}} + B; \quad (1)$$

– прямым входным сопротивлением

$$Z_{\text{ВХ}} = \frac{AZ_{\text{K}} + B}{CZ_{\text{K}} + D}, \quad (2)$$

где А, В, С и D – коэффициенты рельсового четырехполосника:

$$\left. \begin{aligned} A &= ch\gamma l; & B &= Z_{\text{B}} sh\gamma l; \\ C &= \frac{sh\gamma l}{Z_{\text{B}}}; & D &= ch\gamma l; \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Если линия работает в режиме холостого хода ( $Z_k = \infty$ ), то

$$Z_{\text{ВХ.ХХ}} = Z_{\text{B}} cth\gamma l. \quad (4)$$

Используя формулы (2)–(4), построен график (рисунок 2) зависимости  $Z_{\text{ВХ}}$  и  $Z_{\text{ВХ.ХХ}}$  от длины рельсовой линии для двух крайних частот диапазона ТРЦ.

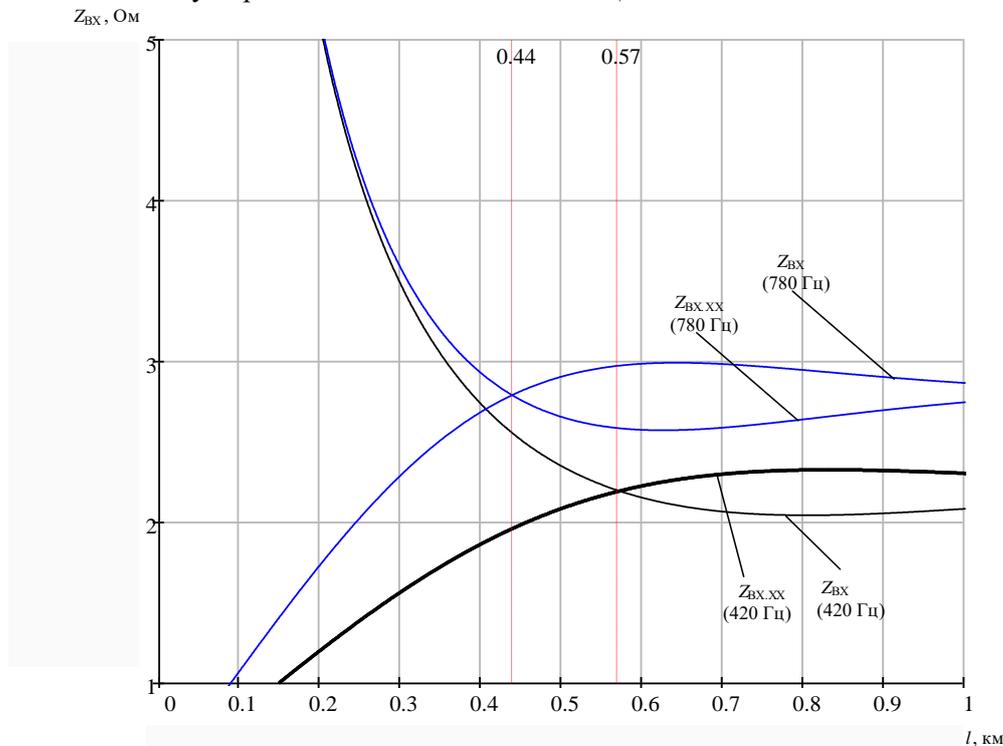


Рисунок 2 – График зависимости входного сопротивления рельсовой линии от длины при различных значениях частоты сигнала

Анализ полученной функциональной зависимости  $Z_{\text{ВХ}}$  – входного сопротивления РЛ с учетом сопротивления аппаратуры соответствующего конца РЦ, позволяет установить, что эквивалентное сопротивление участка РЦ более 400–600 м (440 м для частоты 780 Гц и 570 м для частоты 420 Гц) начинает изменяться незначительно. Следовательно, для большинства расчетов имеется возможность ограничить количество учитываемых РЦ одной смежной и соседней, если её длина превышает 500 м.

График  $Z_{\text{ВХ.ХХ}}$  – входного сопротивления РЛ в режиме холостого хода, показывает, что с увеличением длины  $Z_{\text{ВХ.ХХ}}$  стремится к аналогичному значению, что и  $Z_{\text{ВХ}}$ . Следовательно, с увеличением длины РЛ её параметры оказывают большее влияние на эквивалентное входное сопротивление рассматриваемого участка. Поэтому при упрощённом расчете и длине РЛ более 500 м достаточно использовать значение  $Z_{\text{ВХ.ХХ}}$ .

### Список литературы

- 1 Путьевая блокировка и авторегулировка : учеб. для вузов / Н. Ф. Котляренко [и др.] ; под ред. Н. Ф. Котляренко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1983. – 408 с.
- 2 Романцев И. О. Анализ методов расчета тональной рельсовой цепи перегона / И. О. Романцев, В. И. Гаврилюк // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. т-ту ім. акад. В. Лазаряна. – 2010. – Вип. 35. – С. 187–192.
- 3 Расчет параметров и проверка работоспособности бесстыковых тональных рельсовых цепей / М. Н. Василенко [и др.] // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2006. – № 2. – С. 103–111.

УДК 621.313.333.2

## 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ АСИНХРОННЫХ МАШИН

*Д. В. МИРОШ, И. Е. МОНАРХОВИЧ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Электропривод с асинхронным двигателем (далее – АЭД) обладает простой конструкцией, высокой надежностью и сравнительно небольшой стоимостью. Низковольтные АЭД – наиболее распространенный и широко применяющийся тип электрических машин. В связи с этим вопрос о повышении качества и надежности этих устройств имеет на сегодняшний день важное значение.

Частыми причинами выхода из строя АЭД являются неудовлетворительное состояние изоляции и подшипниковых узлов, несовершенство и нарушение технологического процесса технического обслуживания и ремонта, а также несоответствие режимов эксплуатации, что способствует нарушению температурных режимов. Данная информация широко освещена в общедоступной литературе, однако в целях исследования необходимо руководствоваться еще и некоторыми статистическими данными предприятий. В нашем случае выбор пал на локомотивное депо.

Согласно полученной информации по отказам АЭД, установленных на подвижном составе для электровозов ВЛ80<sup>С</sup> и БКГ приписки локомотивного депо Барановичи в период с 2014 по 2022 год, причины и характер отказов можно выделить следующие: повышенная вибрация и шум подшипника; межвитковое замыкание обмотки статора; неисправности в клеммной коробке и другие. Распределение неисправностей в процентном соотношении изображено на рисунке 1.

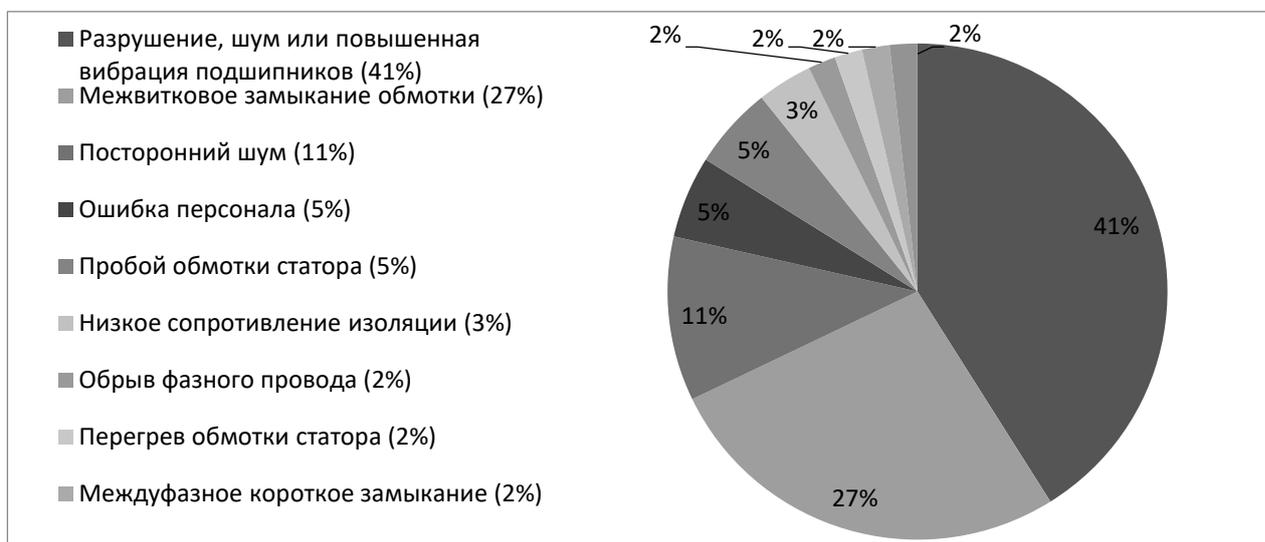


Рисунок 1 – Распределение неисправностей вспомогательных АЭД на грузовых электровозах

Основной задачей исследования является получение информации о текущем состоянии АЭД. В распоряжение локомотивных депо (особенно на крупные узлы и агрегаты) редко поступают запасные части в новом заводском исполнении. Параметры, полученные при диагностике АЭД, которые эксплуатируются на протяжении десятков лет, будут значительно отличаться от заводских значе-