

ке на поверхности проводника. Контрольные точки были выбраны так, чтобы они не совпадали с центрами эквивалентных электродов при любой густоте сетки электродов. Так исключался сбой программы при попытке деления на нуль.

Результаты тестовых расчетов.

Ленгмюровские колебания отсутствуют. С ростом густоты сетки рассчитанный потенциал в контрольных точках монотонно приближается к заданному. При 128 эквивалентных электродах потенциал в точке на заземленной внутренней оболочке составил 0,0041 В, а в контрольной точке на передающем проводнике – 0,718 В. Погрешность может быть сокращена при дальнейшем увеличении густоты сетки.

При этом размерность системы линейных алгебраических уравнений была достаточно малой, чтобы не происходило переполнения памяти компьютера или замедления расчета. Следовательно, размещение эквивалентных электродов на внутренней оболочке линии не вызывает затруднений при реализации метода.

Условие равенства нулю потенциала внешней оболочки обеспечивается при инверсии зарядов эквивалентных электродов в этой оболочке автоматически.

Таким образом, по докладу допустимо сделать вывод, что метод инверсии в круге позволяет получить потенциальные коэффициенты для эквивалентных электродов, находящихся внутри заземленной цилиндрической оболочки. Метод эквивалентных электродов позволяет вычислить дискретное распределение линейной плотности электрических зарядов по поверхности передающего проводника. Полученное решение удовлетворяет граничным условиям задачи. Знание линейной плотности заряда позволяет вычислить рабочую емкость передающего проводника по известным соотношениям. При этом метод обеспечивает приемлемую для практики погрешность расчета, не приводит к вычислительным трудностям, прост в реализации.

Поэтому предложенный метод эквивалентных электродов может использоваться для анализа работы и проектировании некоаксиальных линий СВЧ в инженерной практике. В частности, он может найти применение при проектировании СВЧ трактов приемопередатчиков радиооборудования современных систем интервального регулирования и оборудования горочной централизации.

Список литературы

- 1 Александров, Г. Н. Установки сверхвысокого напряжения и охрана окружающей среды / Г. Н. Александров. – Л. : Энергоатомиздат, 1989. – 360 с.
- 2 Шимони, К. Теоретическая электротехника / К. Шимони. – М. : Мир, 1964. – 713 с.

УДК 656.259.12

ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ШУНТОВОГО РЕЖИМА СТАНЦИОННЫХ ТОНАЛЬНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

Д. Д. МЕДВЕДЕВ, С. И. ХОМЕНКО, И. О. ЖИГАЛИН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Тональные рельсовые цепи (ТРЦ) в настоящее время являются самыми распространенными устройствами контроля рельсовой линии (КРЛ). Устройства КРЛ обеспечивают информацию о состоянии рельсовой линии в нескольких режимах – нормальном, шунтовом и контрольном.

Для шунтового режима неблагоприятны такие значения параметров рельсовой цепи, при которых остаточное напряжение на входе путевого приемника получается максимальным и шунтирующее воздействие колесных пар ослабевает: минимальное сопротивление рельсов, максимальное сопротивление изоляции и максимальное напряжение источника питания [1, 2].

Количественную оценку работы ТРЦ в шунтовом режиме осуществляют с помощью коэффициента чувствительности $K_{\text{шн}}$ к нормативному шунту $R_{\text{шн}}$. Надежность работы ТРЦ в шунтовом режиме характеризуется абсолютной шунтовой чувствительностью и коэффициентом чувствительности к нормативному поезвному шунту [2].

Рельсовые цепи должны иметь абсолютную шунтовую чувствительность не менее 0,06 Ом, называемую нормативной.

Абсолютная шунтовая чувствительность к $R_{ш}$ представляет собой сопротивление поездного шунта, при котором напряжение на входе путевого приемника уменьшается до напряжения надежного возврата при наихудших условиях шунтового режима. Чем выше абсолютная шунтовая чувствительность ТРЦ, тем лучше обеспечивается шунтовой режим.

Критерием шунтового режима является коэффициент шунтовой чувствительности [1, 2]

$$K_{ш} = \frac{U_{пп\ от}}{U_{пп\ шф}} \geq 1,$$

где $U_{пп\ от}$ – напряжение надежного отпускания путевого приемника; $U_{пп\ шф}$ – фактическое напряжение на входе путевого приемника при наложении на РЛ нормативного шунта и наилучших условиях для передачи сигнала.

Для расчета $U_{пп\ шф}$ необходимо воспользоваться схемой замещения РЦ, представленной на рисунке 1. Схема замещения представляет собой каскадное соединение матриц четырехполюсников питающего конца ($M_{пк}$), четырехполюсника рельсовой линии в шунтовом режиме ($M_{рлш}$) и четырехполюсника релейного конца ($M_{рк}$), нагруженного на сопротивление путевого приемника ($Z_{пп}$). Матрица коэффициентов общего четырехполюсника в шунтовом режиме вычисляется перемножением матриц четырехполюсников входящих в рельсовую цепь

$$M_{ош} = M_{пк} \cdot M_{рлш} \cdot M_{рк}.$$

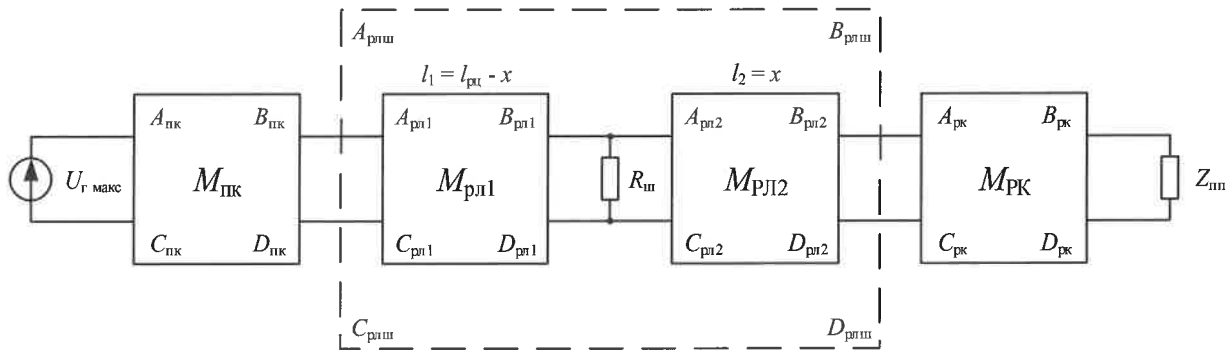


Рисунок 1 – Обобщенная схема замещения тональной рельсовой цепи в шунтовом режиме с точкой наложения шунта x

Фактическое напряжение на входе путевого приемника ТРЦ в шунтовом режиме вычислялось по формуле [2]

$$U_{пп\ шф} = \frac{U_{Г\ макс}}{M_{ош}(1,1) + M_{ош}(1,2) / Z_{пп}},$$

где $U_{Г\ макс}$ – максимально допустимое напряжение путевого генератора, рассчитанное для нормального режима.

В качестве объекта исследования представлена ТРЦ (рисунок 3.3 [3]) со следующими параметрами: длина $l_{рц}$ – 800 м; несущая частота сигнального тока – 780 Гц; модулирующая частота сигнального тока – 12 Гц; минимальное сопротивление балласта $r_{и\ мин}$ – 0,75 Ом · км, максимально допустимое напряжение путевого генератора $U_{Г\ макс}$ – 4,7 В. Проведена оценка влияния параметров ТРЦ на выполнение шунтового режима исследуемого объекта. На рисунке 2 представлена зависимость изменения $U_{пп\ шф}$ от сопротивления балласта $r_{и}$ и координаты наложения шунта x . На рисунке 3, а представлена зависимость изменения $U_{пп\ шф}$ от координаты наложения шунта x при фиксированном значении сопротивления балласта. На рисунке 3, б представлена зависимость изменения $U_{пп\ шф}$ от сопротивления балласта $r_{и}$ при фиксированном месте наложения шунта x .

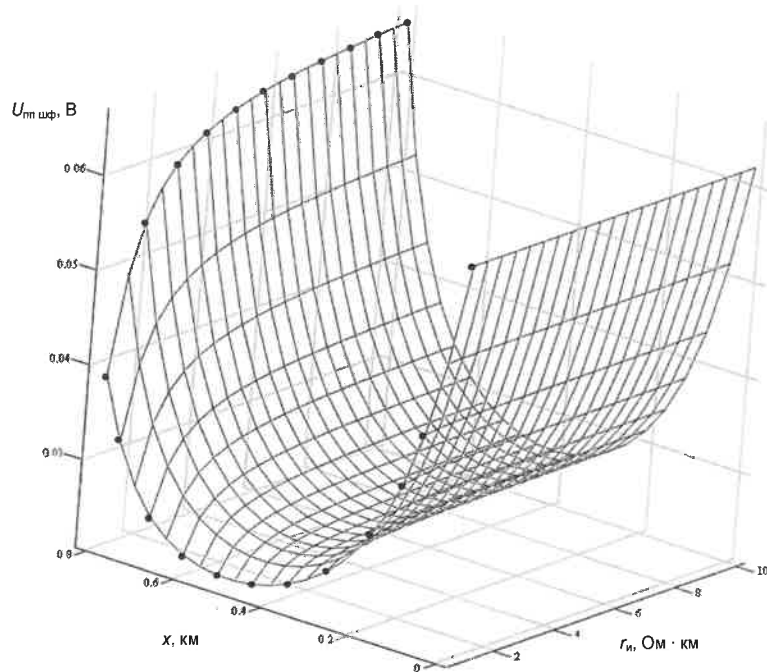


Рисунок 2 – График зависимости $U_{пшф}$ от $r_{и}$ и x

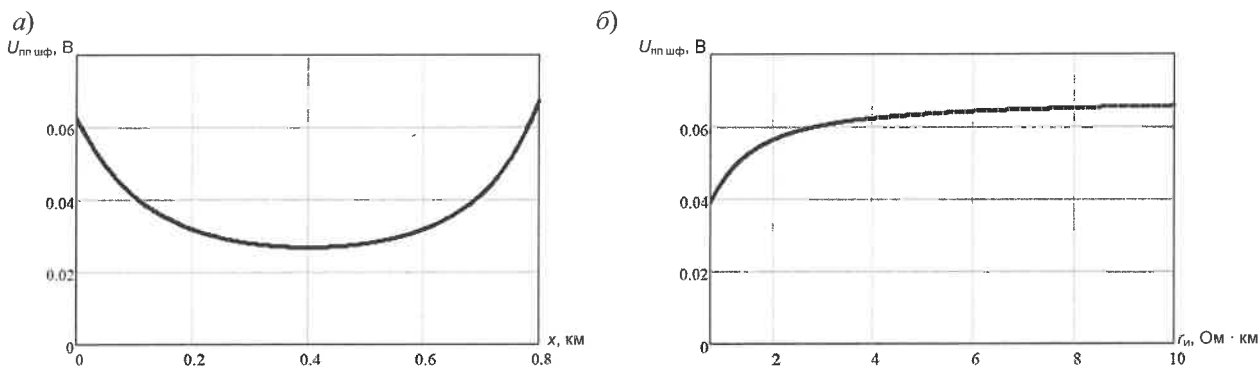


Рисунок 3 – График зависимости $U_{пшф}$:
 а – от места наложения шунта x при $r_{и} = 50 \text{ Ом} \cdot \text{км}$;
 б – от сопротивления балласта $r_{и}$ при наложении шунта на релейном конце

Проанализировав графики, можно сделать следующие выводы: при неправильной регулировке ТРЦ будут появляться локальные выбросы в зоне наложения нормативного шунта на питающем и релейном конце рельсовой цепи (рисунок 3); проверку выполнения шунтового режима при расчетах ТРЦ достаточно выполнять для точек наложения нормативного шунта на питающем и релейном концах рельсовой цепи, а также по произвольно выбранной средней координате x .

При выполнении сезонных работ по проверке шунтовой чувствительности ТРЦ особое внимание следует уделить наложению нормативного шунта на концах рельсовой цепи, так как условия выполнения шунтового режима в этом случае будут наихудшими (см. рисунок 2).

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 Кулик, П. Д. Тональные рельсовые цепи в системах ЖАТ: построение, регулировка, обслуживание, поиск и устранение неисправностей, повышение эксплуатационной надежности / П. Д. Кулик, Н. С. Ивакин, А. А. Удовиков. – К. : Изд. дом «Мануфактура», 2004. – 288 с.
- 3 ТРЦ-ЭТ50 (АЛС 25,75)-С-96. Станционные рельсовые цепи тональной частоты с наложением АЛС 25 (75) Гц при электротяге переменного тока – СПб. : ГТСС, 1996. – 57 с.