

УДК 692.478

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.158.2015.62397>

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ
АППАРАТУРИ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ ПРИ ЗМІНІ ОПОРУ БАЛАСТУ**

Канд. техн. наук В.Ш. Хісматулін, магістрант В.В. Тихонюк

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
АППАРАТУРЫ ТОНАЛЬНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ
СОПРОТИВЛЕНИЯ БАЛЛАСТА**

Канд. техн. наук В.Ш. Хисматулин, магистрант В.В. Тихонюк

**STUDY OF METHODS OF IMPROVING THE RELIABILITY OF THE INSTRUMENT IS
FUNCTIONING TONAL TRACK CIRCUITS WHEN THE RESISTANCE OF THE BALLAST**

Cand. of techn. sciences V. Khismatulin, master student V. Tikhonyuk

На підставі загальних принципів побудови систем автоматичного керування розглянуто можливі варіанти структури апаратури тональних рейкових кіл з автоматичною корекцією вихідної напруги колійного генератора залежно від величини опору баласту. Для подальшого розроблення запропоновано систему автоматичного регулювання вихідної напруги генератора зі стабілізацією її приписаного значення. Приписане значення встановлюється відповідно до результатів виміру опору ізоляції (баласту).

Ключові слова: генератор, вихідна напруга, опір ізоляції, баласт, тональні рейкові кола, автоматична стабілізація, автоматичне регулювання.

На основе общих принципов построения систем автоматического управления рассмотрены возможные варианты структуры аппаратуры тональных рельсовых цепей с автоматической коррекцией выходного напряжения путевого генератора в зависимости от величины сопротивления

балласта. Для дальнейшей разработки предложена система автоматического регулирования выходного напряжения генератора со стабилизацией его предписанного значения. Предписанное значение устанавливается в соответствии с результатами измерения сопротивления изоляции (балласта).

Ключевые слова: генератор, выходное напряжение, сопротивление изоляции, балласт, тональные рельсовые цепи, автоматическая стабилизация, автоматическое регулирование.

Based on the general principles of automatic control systems are considered options for the structure of tonal track circuit equipment with automatic correction tracking generator output voltage depending on the ballast resistance. For further development, a system of automatic control of the output voltage of the generator with the stabilization of its prescribed value. The prescribed value is set in accordance with the results of measurements of the insulation resistance (ballast).

Keywords: generator, the output voltage, insulation resistance, ballast, tonal track circuits, automatic stabilization, automatic regulation.

Вступ. У наш час найбільші експлуатаційні, технічні та економічні переваги мають рейкові кола тональної частоти (ТРК), які знаходять усе ширше застосування на вітчизняних і закордонних залізницях, лініях метрополітену і швидкісного трамвая. Найбільш суттєвим зовнішнім фактором, що впливає на роботу ТРК, опір ізоляції, величина якого змінюється в широких межах залежно від кліматичних факторів, а також від конструкції та міри забрудненості баласту і шпал. При сухому або промерзлому баласті опір ізоляції складає більше 20 Ом·км, при мокрому баласті може опускатися до 0,5 – 1,0 Ом·км, а на особливо несприятливих ділянках – менше 0,1 Ом·км. Значення опору ізоляції суттєво впливає на довжину зони додаткового шунтування та режими роботи ТРК [1, 2, 3].

Постановка проблеми, аналіз досліджень і публікацій. Зараз у складі апаратури тональних рейкових кіл регулювання вихідної напруги генератора проводиться лише при налаштуванні обладнання. У подальшому здійснюється лише контроль значень, що занесені до регулювальних таблиць [1-3].

У той же час відзначається, що зміна напруги на вході колійного приймача внаслідок зміни опору баласту може порушити нормальну роботу апаратури. Єдиним шляхом у цьому випадку є зменшення довжини проблемних блок-ділянок [1-3].

Визначення мети та задачі дослідження. Модернізація апаратури ТРК для роботи при змінному опорі баласту може проводитися за такими варіантами:

– автоматична стабілізація вихідної напруги (АСВН) генератора при зміні навантаження;

– автоматичне регулювання вихідної напруги (АРВН) генератора за принципом компенсації заважаючої дії.

Розглянемо та порівняємо вказані методи.

Весь тракт передачі струму від генератора до колійного приймача можна розглядати як еквівалентний опір навантаження генератора R_n (на рис. 1 E_0 – електрорушійна сила (е.р.с.), R_2 – внутрішній опір генератора).

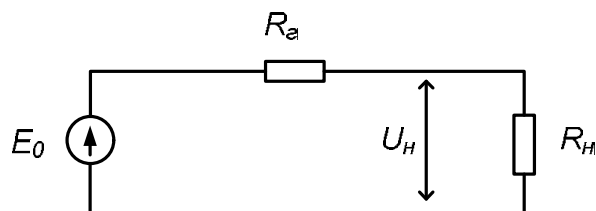


Рис. 1. Еквівалентна схема вихідного кола генератора

Внаслідок того, що опір навантаження R_n залежить від величини опору ізоляції R_i , його вихідна напруга U_n також буде змінюватись при зміні опору ізоляції. Залежність нормованої вихідної напруги генератора від величини опору ізоляції R_i , розрахована за допомогою моделювання ТРК у пакеті MATLAB [4,8], наведено на рис. 2.

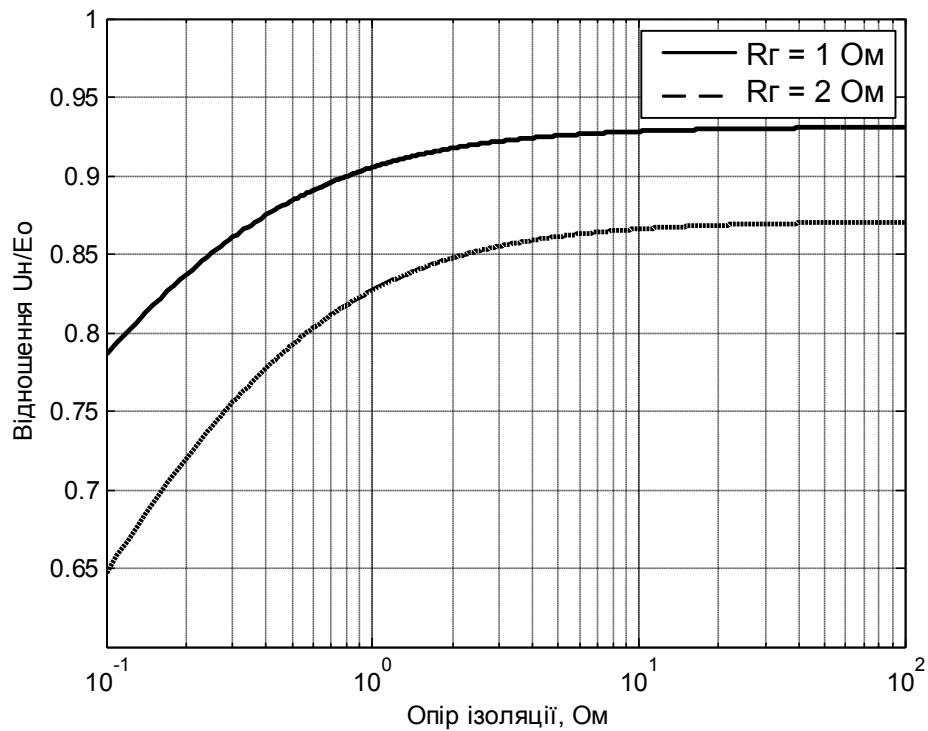


Рис. 2

Отже, при малих значеннях опору ізоляції вихідна напруга генератора зменшується на 20-30 %, що негативно впливає на величину напруги на вході колійного приймача [1].

Стабілізацію величини вихідної напруги генератора U_n при зміні навантаження може бути здійснено за допомогою системи

автоматичної стабілізації вихідної напруги (АСВН).

Структуру колійного генератора з системою АСВН наведено на рис. 3 [6, 7]. Він складається з блока порівняння БП, підсилювально-перетворювального блока ППБ, виконавчого блока ВБ, блока зі змінним коефіцієнтом підсилення БЗКП, підсилювача потужності ПП.

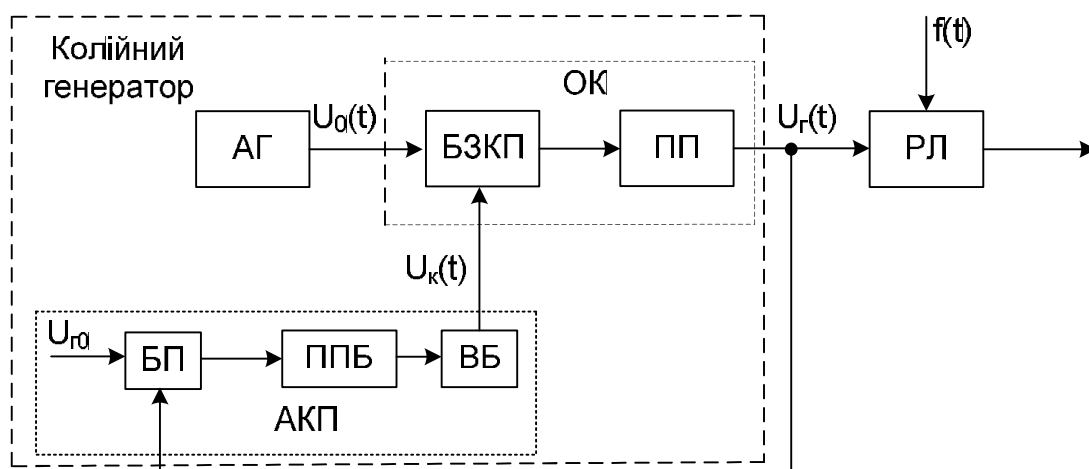


Рис. 3

Принцип дії системи АСВН полягає в тому, що напруга $U_z(t)$ з виходу генератора надходить на БП, де відбувається її порівняння з величиною опорної напруги U_{z0} . Результатом порівняння є величина похибки, що після підсилення надходить до ВБ. Після цього здійснюється управління роботою БЗКП, тобто зміна його коефіцієнта підсилення з метою усунення похибки. Таким чином сигнал, що подається в рейкову лінію РЛ, завжди має постійну амплітуду, що визначається заданим опорним значенням U_{z0} .

За допомогою системи АСВН підтримується постійне значення вихідної напруги генератора не тільки при зміні навантаження, а й при дії будь-яких дестабілізуючих факторів: зміна напруги живлення, температури та ін.

Більш складною є система автоматичного регулювання вихідної напруги (АРВН) генератора за принципом компенсації

заважаючої дії, у якості якої є зміна опору баласту R_i (рис. 4) [6, 7].

У системі АРВН величина вихідної напруги змінюється так, щоб компенсувати зміну напруги на вході КП, обумовлену зміною опору баласту. Для цього в рейкову лінію встановлюються датчики опору баласту. Інформація з виходів датчиків перетворюється в автоматичному керуючому пристрої (АКП) на керуючу напругу, яка відповідним чином змінює напругу на виході генератора. Рівень приписаного значення керованої величини (вихідна напруга генератора) змінюється в деякій пропорції, відповідній зміні величини сигналу з датчика. Цим досягається компенсація впливу коливання опору ізоляції при зміні погодних умов і підтриманні необхідного рівня напруги на вході коїльного приймача за рахунок зміни вихідної напруги генератора.

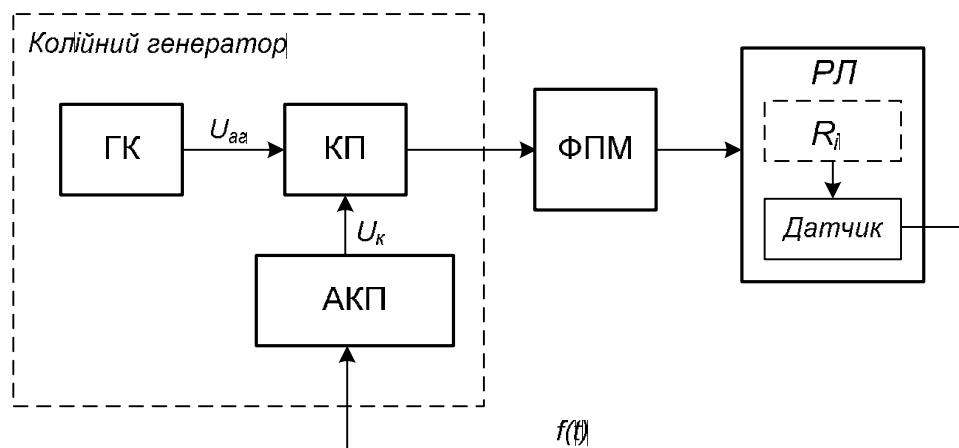


Рис. 4. Структура генератора з системою АРВН на основі принципу керування за заважаючою дією

Основним недоліком розглянутої схеми є те, що для реалізації компенсації змін опору ізоляції необхідно ввести велику кількість датчиків впродовж рейкової колії та кабельних ліній, що суттєво ускладнює апаратуру.

Крім того, у САР, що реалізують принцип компенсації заважаючої дії, також не використовується інформація про фактичне значення напруги на вході коїльного приймача. Тому таке керування може виявитися неефективним у випадку наявності інших

заважаючих дій, що не враховані (зміна напруги живлення, температури та ін.). Тому найбільш доцільно сумісне використання систем АСВН і АРВН, що дозволяє підтримувати стабільний рівень вихідного сигналу генератора та автоматично регулювати роботу ТРК для забезпечення необхідного рівня сигналу на вході коїльного приймача. У сумісній системі регулювання необхідного рівня вихідної напруги може проводитись шляхом зміни величини опорної напруги за

допомогою системи АРВН, а підтримання заданого рівня – за допомогою системи АСВН.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Розроблено варіанти структури модернізованої апаратури ТРК та визначено параметри, за якими буде здійснюватись процес автоматичного налаштування при зміні опору баласту. Для подальшого розроблення

запропоновано систему сумісної автоматичної стабілізації та автоматичного регулювання вихідної напруги генератора апаратури ТРК, яка дозволяє підтримувати стабільний рівень вихідного сигналу генератора та автоматично регулювати роботу ТРК для забезпечення необхідного рівня сигналу на вході колійного приймача.

Список використаних джерел

1. Аркатов, В.С. Рельсовые цепи. Анализ работы и техническое обслуживание [Текст] / В.С. Аркатов, Ю.А. Кравцов, Б.М. Степенский. – М.: Транспорт, 1990. – 295 с.
2. Федоров, Н.Е. Современные системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов / Н.Е. Федоров. – Самара: СамГАПС, 2004. – 132 с.
3. Практичний посібник з технічного утримання апаратури тональних рейкових кіл [Текст] / П.Д. Кулик, О.О. Удовіков, В.І. Басов [та ін.] // ЦШ-0041. – К.: Укрзалізниця, 2006. – 288 с.
4. Новгородцев, А.Б. Расчет электрических цепей в MATLAB [Текст]: учеб. курс / А.Б. Новгородцев. – СПб.: Питер, 2004. – 250 с.
5. Кулик, П.Д. Тональные рельсовые цепи в системах ЖАТ: построение, регулировка, обслуживание, поиск и устранение неисправностей [Текст] / П.Д. Кулик, Н.С. Ивакин, А.А. Удовиков. – К.: Изд. дом «Мануфактура», 2003. – 216 с.
6. Лукас, В.А. Теория автоматического управления [Текст] / В.А. Лукас. – М.: Наука, 1990. – 360 с.
7. Хісматулін, В.Ш. Теорія автоматичного керування. Ч. І. Теорія лінійних неперервних систем автоматичного керування [Текст]: підруч. для вузів / В.Ш. Хісматулін, С.В. Панченко. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 239 с.
8. Математическое моделирование и расчет систем управления техническими объектами [Текст]: учеб. пособие / Б.М. Борисов, В.И. Маларёв, Р.М. Проскуряков. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный горный институт, 2002. – 63 с.
9. Щербаков, В.И. Электронные схемы на операционных усилителях [Текст]: справочник / В.И. Щербаков, Г.И. Грездов. – К.: Техніка, 1983. – 213 с.
10. Сороко, В.И. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики [Текст]: справочник в 2-х т. / В.И. Сороко, В.А. Милуков; под ред. В.И. Сороко. – М.: НПФ Планета, 2000. Т. 1 – 2.

Рецензент д-р техн. наук, професор А.Б. Бойнік

Хісматулін Володимир Шайдулович, канд. техн. наук, професор, кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: 730-10-32.
Тихонюк Володимир В'ячеславович, магістрант, кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: vladimir409@yandex.ru.

Khismatulin Volodymyr Sh., cand. of techn. sciences, professor of department Computer automation and telecontrol train traffic Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: 730-10-32.
Tikhonyuk Volodymyr, master student of department Computer automation and telecontrol train traffic Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: vladimir409@yandex.ru.

Наукова праця здана до друку 22.09.2015 р.