

В. Г. Кузнецов, Т. І. Кирилюк. Дослідження впливу величин напруг на шинах тягових підстанцій на корозійний стан опор контактної мережі. = Гірнича електромеханіка та автоматика. Наук.-техн. збірн. – 2010. – №84. – С.38-45.

УДК 621.331

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВЕЛИЧИН НАПРУГ НА ШИНАХ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ НА КОРОЗІЙНИЙ СТАН ОПОР КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ

**Кузнецов Валерій Геннадійович
Кирилюк Тетяна Ігорівна**

Кузнецов Валерій Геннадійович, Кирилюк Тетяна Ігорівна. Дослідження впливу величин напруг на шинах тягових підстанцій на корозійний стан опор контактної мережі. У статті приведені результати дослідження впливу величини напруги на шинах тягових підстанцій на корозійний стан залізобетонних опор контактної мережі постійного струму. Запропоновано підхід до визначення оптимальних рівнів напруг на шинах тягових підстанцій з урахуванням потенційного стану рейок та складової втрат електроенергії від зрівняльних струмів в контактній мережі.

Кузнецов Валерий Геннадьевич, Кирилюк Татьяна Игоревна. Исследование влияния величин напряжений на шинах тяговых подстанций на коррозионное состояние опор контактной сети. В статье приведены результаты исследования влияния величины напряжения на шинах тяговых подстанций на коррозионное состояние железобетонных опор контактной сети постоянного тока. Предложен подход к определению оптимальных уровней напряжений на шинах тяговых подстанций с учетом потенциального состояния рельс и составляющей потерь электроэнергии от уравнивающих токов в контактной сети.

Kuznetsov Valeriy Gennadievich, Kirilyuk Tatiana Igorevna. Investigation of the influence of stress on the tires values of traction substations on the corrosion state of the contact network of supports. The results of investigation of the effect of voltage on the tires traction substations on the corrosion condition of reinforced concrete catenary DC. An approach to determining optimum levels of stress on the tires traction substations in the light of potential state and the rail component of the energy losses from circulating currents in the contact network.

Ключові слова: корозія, залізобетонна опора, постійний струм, рівень напруги, зрівняльні струми.

Ключевые слова: коррозия, железобетонная опора, постоянный ток, уровень напряжения, уравнивающие токи.

Key words: corrosion, reinforced concrete, direct current, voltage level, equalization currents.

Вступ

Головним завданням залізничного транспорту являється забезпечення потреби народного господарства в перевезеннях, а також підвищення ефективності і якості роботи всієї транспортної системи. Вирішення цих завдань вимагає значного покращення техніко-економічних показників

роботи транспорту на основі введення новітніх досягнень науково-технічного прогресу. Для забезпечення надійної роботи існуючого обладнання необхідне розроблення методів і засобів регулювання якості електричної енергії. Найважливішим параметром якості електроенергії є рівень напруги. Відхилення напруги, особливо в бік її зменшення, спричиняють значні збитки в усіх галузях промисловості. В теперішній час в енергосистемах і на підприємствах різного роду застосовується велика кількість пристроїв, які забезпечують підтримання режиму напруги. Це в першу чергу трансформатори з регульованим під навантаженням коефіцієнтом трансформації, конденсаторні батареї, реактори, синхронні компенсатори, генератори на електростанціях тощо. Вказані пристрої оснащуються регуляторами, які забезпечують підтримання напруги на певному рівні. Зважаючи на характер тягового навантаження, забезпечити стабільний рівень напруги в тяговій мережі неможливо. Враховуючи вищезазначене, система регулювання напруги, у загальному випадку, в певній мірі повинна компенсувати зміну втрат напруги внаслідок зміни навантаження, відхилення напруги в системі, втрат напруги на самій підстанції і в тяговій мережі. Багато вчених займались питаннями регулювання напруги на шинах тягових підстанцій [1,2,3,4,5]. Але в вищеназваних публікаціях не відображені питання впливу регулювання напруги на шинах тягових підстанцій на потенціали рейок і відповідно на корозійний стан залізобетонних опор контактної мережі. Як відомо [6] для оцінки електрокорозійної загрози для залізобетонних опор за непрямими показниками потрібно в загальному випадку розрахувати дві величини - середній позитивний потенціал рейка-земля в точці встановлення опор і опір ланцюга заземлення. По цим двом величинам можна розрахувати струм витоку для кожної опори.

Метою даної статті є дослідження впливу величини напруги на шинах тягових підстанцій на корозійний стан залізобетонних опор контактної мережі постійного струму.

Основний зміст статті

Струм витоку із рейок у землю визначається значеннями потенціалу рейок та перехідного опору «рейка - земля». Виходячи з цього можуть бути встановлені міри для зменшення блукаючих струмів. Потенціал рейок залежить від падіння напруги в рейках, а падіння напруги в рейках дорівнює добутку струму на опір, відповідно, потенціал рейок може бути зменшений, якщо будуть зменшені значення струму та опору. Зменшити струм можна, підвищивши напругу в мережі. Збільшити напругу можна при її регулюванні.

З метою перевірки ефективності електродренажного захисту газопроводів на ділянці між тяговими підстанціями НД Вузол і Дніпропетровськ – Вантажний були проведені досліді співробітниками ДПТУ та ВАТ «Дніпрогаз». Результати вимірів представлені в табл.1.

Таблиця 1

Результати вимірів

Тягова підстанція	Н	Г	Д	С
Напруга «+» шини, кВ	3,43 3,46	3,25 3,425	3,35 3,36	3,27 3,35
Загальнопідстанційний струм, кА	1,84 1,35	1,1 1,8	0,456 0,317	0,341 0,197
Потенціал «рейка - земля», В	-4,96 -3,18	5,84 -9,0	-3,23 -1,88	7,66 7,95
Потенціал «газопровід - земля», В	-6,0 -4,6	-0,92 -5,3	-2,98 -2,56	-1,36 -1,65
Струм електричного дренажу, А	266 174	16 512	65,9 35,8	0 0

З даних, приведених в табл.1 можна зробити висновок, що при регулюванні напруги потрібно враховувати не тільки зрівняльні струми в контактній мережі, але і потенціали рейок в місці підключення електричного дренажу.

Аналітичної залежності яка б пов'язувала напругу на шинах ТП та потенціал рейок не існує. Виконаємо рішення графоаналітичним методом. При різних значеннях напруг суміжних підстанцій навантаження між ними перерозподіляються. Цей перерозподіл можна враховувати введенням в розрахункові схеми зрівняльного струму, що викликаний різницею напруг на шинах тягових підстанцій (рис 1)

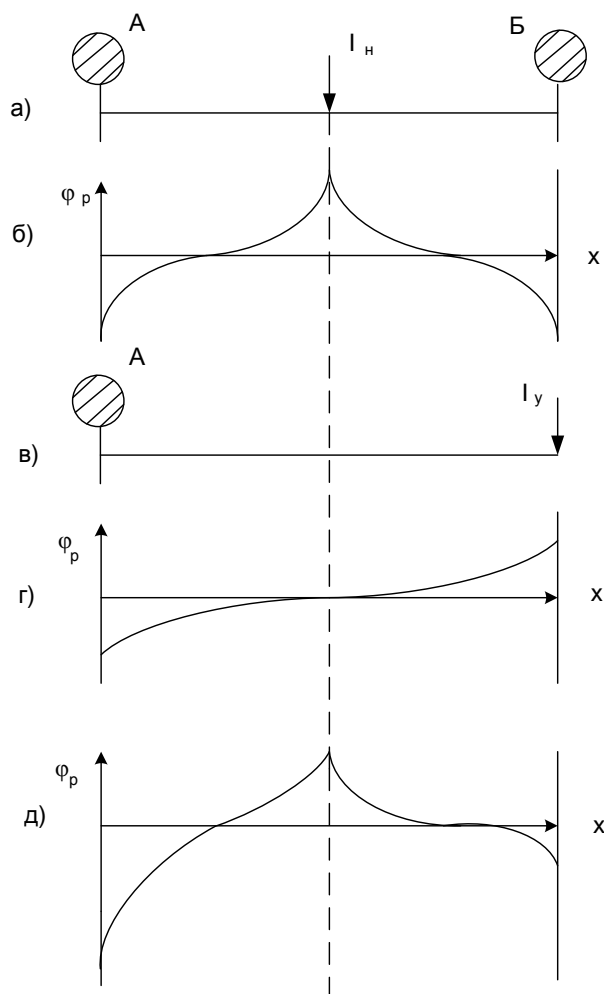


Рис. 1. Криві розподілу потенціалів в рейках при однорідному навантаженні між двома підстанціями А і Б з різними напругами $A > B$:

а) принципова схема; б) крива потенціалу, викликана навантаженням I_f ; в) схема протікання зрівняльного струму; г) крива потенціалу, викликана зрівняльним струмом I_ϕ ; д) крива сумарного потенціалу

По відношенню до потенціалів рейок схема зі зрівняльним струмом еквівалентна в розрахунковому відношенні такому випадку, коли міжпідстанційну зону живить одна підстанція (підстанція з більш високою напругою), а інша підстанція (підстанція з меншою напругою) виступає в ролі навантаження. При накладанні діаграми розподілу потенціалів від зрівняльного струму на діаграму розподілу потенціалів від усіх навантажень при рівних напругах підстанцій отримуємо результуючу діаграму розподілу потенціалів. При цьому значення від'ємного потенціалу на підстанції з більшою напругою збільшується, а на підстанції з меншою напругою – зменшується (рис 1), а в деяких випадках може навіть змінювати знак.

Авторами статті були отримані картини розподілу потенціалів у рейках при різних напругах на шинах тягових підстанцій Горяїново, Фабрична, Сухачівка та знайдені оптимальні рівні напруг. Характеристики дослідної ділянки (рис.2) приведені в табл.2. При існуючих рівнях напруг на шинах тягових підстанцій (табл.1) на тяговій підстанції Горяїново не працював електричний дренаж.

Таблиця 2

Характеристики дослідної електрифікованої ділянки

Дільниця міжпідстанційної зони у відповідності до схеми живлення дільниці	відстані між підстанціями, (км)	тип контактної підвіски	середні струми фідерів, (кА)	напруга на шинах підстанцій, (кВ)
Від тягової підстанції Горяїново до тягової підстанції Сухачівка	12,3	2 МФ-100 М120	2 2,2	3,25 3,27
Від тягової підстанції Фабрична до тягової підстанції Сухачівка	14,3	МФ-100 М120	1,7 2,2	3,35 3,27

Розрахунок потенціалів проведено в наступних випадках:

1. При однакових напругах на шинах підстанцій.
2. Від зрівняльних струмів.
3. Після регулювання.

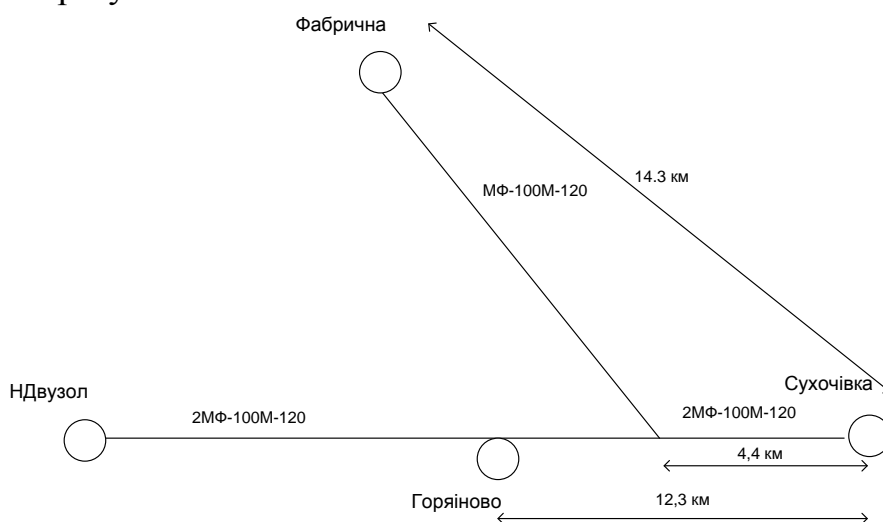


Рис. 2 . Загальна схема дослідної ділянки

Розрахунки були проведені при наступних припущеннях:

1. Проведено вентильне секціонування бокових колій станції.
2. Потяги та зрівняльні струми в розрахунковій схемі (рис.3) представлені у вигляді рівномірно розподіленого навантаження.

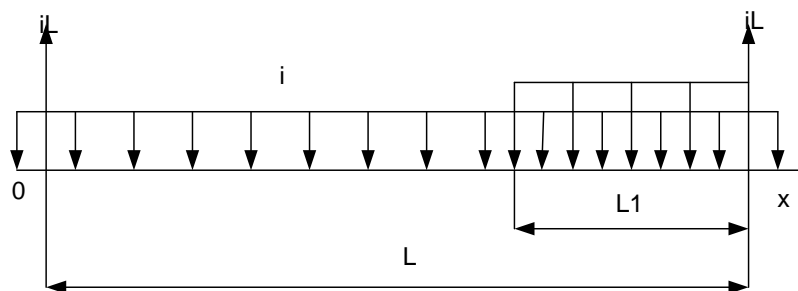


Рис. 3 . Розрахункова схема ділянки однорідної рейкової мережі Горяїново – Сухачівка

Потенціал однорідної рейкової мережі визначали за наступною формулою [7]:

$$U_{PX}^* = i \left[r_n - R_{PB} \frac{L}{2} \cdot \frac{chk\left(\frac{L}{2} - x\right)}{shk\frac{L}{2}} \right], \quad (1)$$

де k – коефіцієнт розподілу однорідної рейкової мережі, 1/км;

R_{PB} - хвильовий опір однорідної рейкової мережі

$$k = \sqrt{\frac{r_\delta}{r_i}}, \quad (2)$$

де r_δ - питомий повздовжній опір однорідної рейкової мережі;

r_i - питомий перехідний опір від рейок до землі.

$$R_{PB} = \sqrt{r_\delta \cdot r_i}, \quad (3)$$

Була проведена ціла низка розрахунків і побудовані розподіли потенціалів при однакових напругах на шинах підстанцій та при наявності зрівняльних струмів.

При однакових напругах на шинах підстанції розподіл потенціалів приведено на рис. 4.

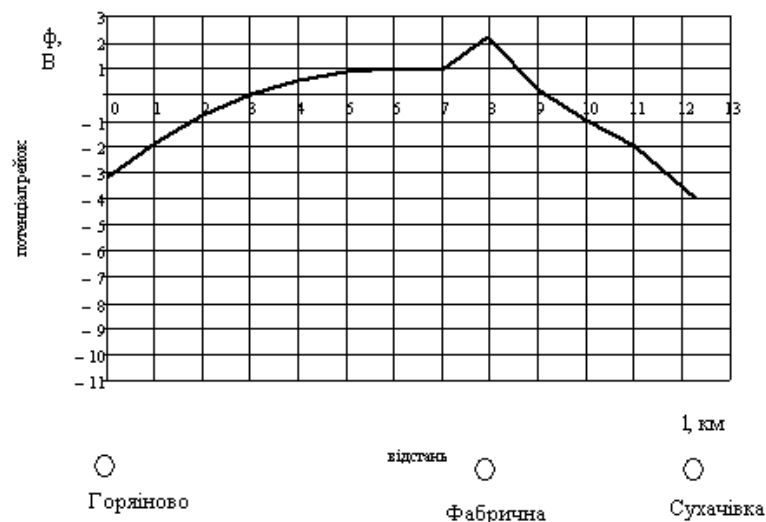


Рис. 4. Розподіл потенціалів у рейковій мережі при однакових напругах на шинах підстанцій

При різних значеннях напруг суміжних підстанцій навантаження між ними перерозподіляються (рис.5). Цей перерозподіл можна розглядати як накладання зрівняльного струму, викликаного різницею напруг, на струми в мережі при рівних напругах

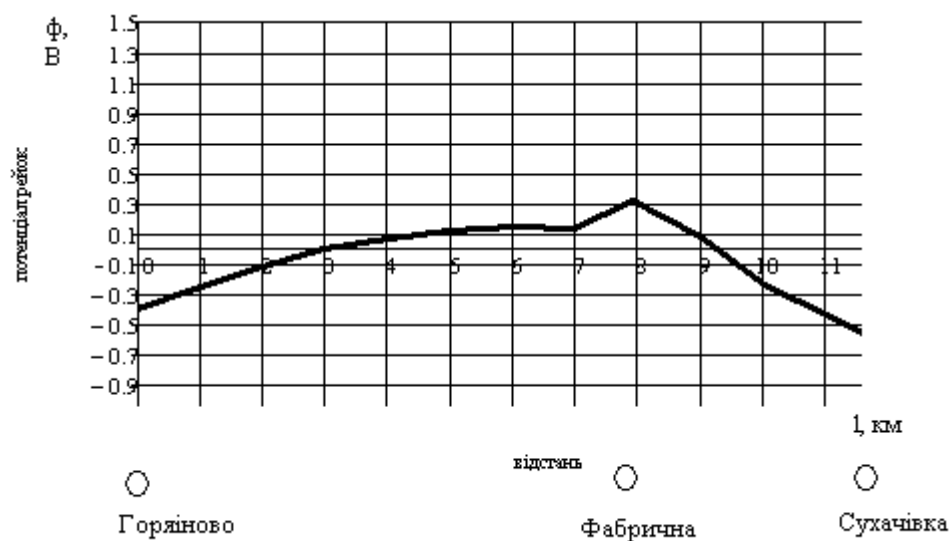


Рис. 5. Розподіл потенціалів у рейковій мережі від дії зрівняльних струмів

При накладанні діаграми розподілу потенціалів від зрівняльного струму на діаграму розподілу потенціалів від усіх навантажень при рівних напругах підстанцій отримуємо результуючу діаграму розподілу потенціалів. При цьому значення від'ємного потенціалу на підстанції з більшою напругою збільшується, а на підстанції з меншою напругою – зменшується (рис. 6), а в деяких випадках може навіть змінювати знак.

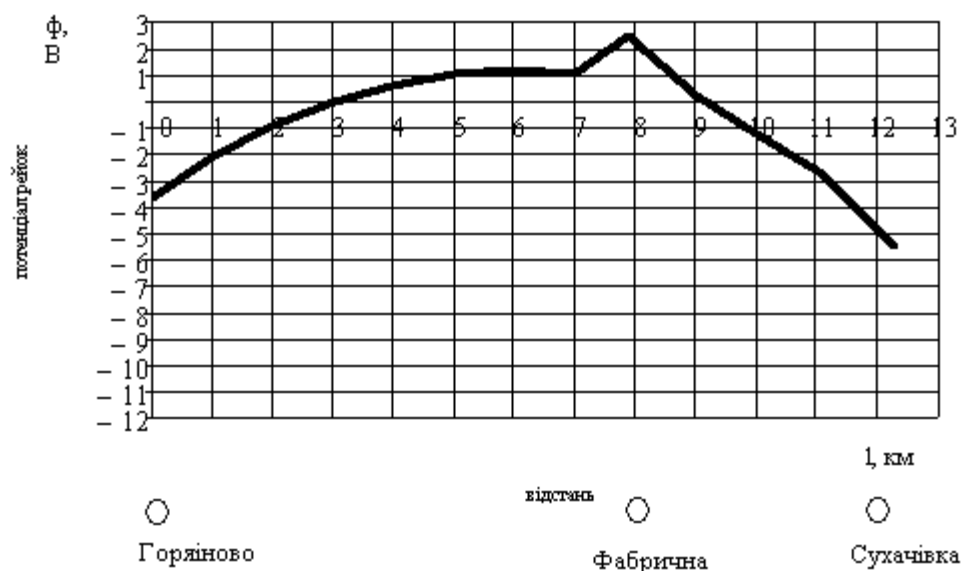


Рис. 6. Розподіл потенціалів у рейковій мережі при різних напругах на шинах підстанцій

Також були визначені оптимальні рівні напруг на шинах підстанцій. Розподіли потенціалів були побудовані аналогічно(рис.7). Приведемо лише результуючий розподіл.

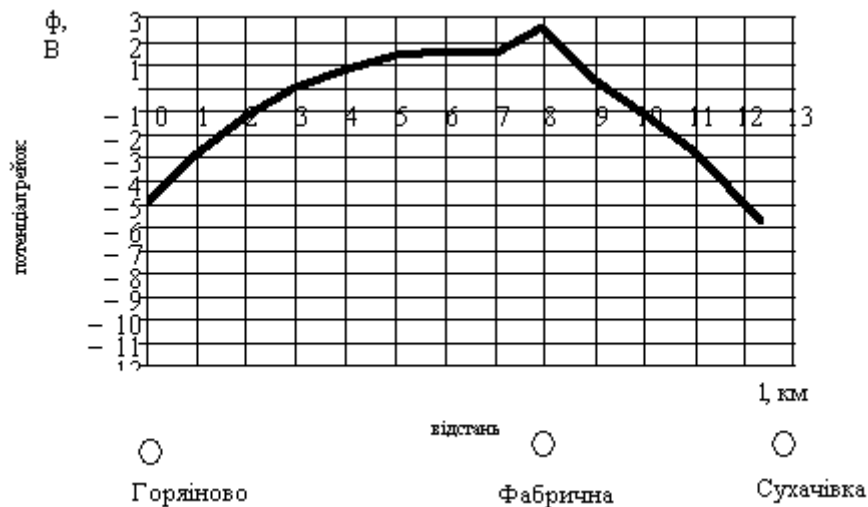


Рис. 7. Розподіл потенціалів у рейковій мережі після регулювання

Оптимізацію рівня напруг виконують як правило за критерієм мінімуму втрат електроенергії, або за приведеними витратами. Зменшення зрівняльного струму позитивно відображається на енергетичних показниках системи тягового електропостачання (зменшуються втрати електроенергії). Для нашого прикладу при оптимізації рівней напруг на дослідній дільниці за рахунок зменшення зрівняльних струмів вдалось скоротити складову втрат електроенергії від зрівняльних струмів в 64 рази.

Висновки:

1. При здійсненні регулювання напруги на шинах тягових підстанцій необхідно враховувати корозійний стан опор контактної мережі.
2. Розраховано величини раціональних значень напруг на шинах тягових підстанцій з урахуванням потенціалів рейок.
3. До регулювання напруги на шинах тягової підстанції Горяїново електричні полярізовані дренажи на тягових підстанціях Горяїново та Сухачівка практично не працювали, так як потенціал рейок в місці підключення дренажу перевищував потенціал газопроводу.
4. Після підвищення напруги на шинах тягової підстанції Горяїново відбувся перерозподіл навантажень на тягових підстанціях, розташованих у м. Дніпропетровськ. В результаті почав ефективно працювати електричний дренаж на тяговій підстанції Горяїново.

Список літератури

1. Моченов, И.Г. Эффективность регулирования напряжения на тяговых подстанциях [Текст] / И.Г. Моченов, Г.В. Дмитриевский, Л.С. Панфиль, В.Я. Пахомов, Н.Н. Волков // Железнодорожный транспорт.-1964.-№11.-С.72-75.

2. Клейнерман, М.И. Автоматическое регулирование напряжения в контактной сети [Текст] / М.И. Клейнерман // Труды УЭМИИТ.-1966.-С.3-15.
3. Лыкин, А.В. Режимы электроэнергетических систем. Вероятностные модели режимов электроэнергетических систем [Текст]: Конспект лекций / А.В. Лыкин.-Новосибирск:Изд. Новосиб. гос. техн. ун-та, 2000.-62с.
4. Аржанников, Б.А. Совершенствование системы электроснабжения постоянного тока на основе автоматического регулирования напряжения тяговых подстанций [Текст]: автореф. дис....докт. техн. наук : 05.22.09 / Аржанников Борис Алексеевич; [УрЭМИИТ].-М.:1991.-46 с.
5. Марикин, А.Н. Стабилизация напряжения на скоростных участках [Текст] / А.Н. Марикин // Мир транспорта.-2008.-№2.-С.50-55.
6. Подольский, В. И. Железобетонные опоры контактной сети. Конструкция, эксплуатация, диагностика [Текст] / В.И. Подольский.-М.:Интекст, 2007.-152с.
7. Дьяков В. А. Влияние электрических железных дорог на смежные устройства: задание на курсовой проект с методическими указаниями [Текст]/В. А. Дьяков - Днепропетровск: ДИИТ, 1981. - 28с.