УДК 621.332

ВОРОНОВ М. М., ЛЯШУК В. М. (ДНУЗТ)

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ, ЩО ПІДВИЩУЮТЬ НАДІЙНІСТЬ ТЯГОВИХ АГРЕГАТІВ

Представив д.т.н., професор Андрієнко П.Д.

Вступ

До схем і конструкцій тягових підстанцій пред'являють певні технічні вимоги. Так, силове обладнання повинно забезпечувати безперебійне живлення споживачів електроенергії на рівні надійності, що вимагається. Дуже важливо також, щоб якість електричної енергії відповідала встановленим нормам, для чого проводять випробування і діагностику тягового обладнання, куди входить як виявлення прямих дефектів, так і ретельна перевірка відповідності основних характеристик вимогам ГОСТ, технічним умовам і розрахунку, а також завчасне прогнозування виходу з ладу обладнання або окремих вузлів і деталей.

Підвищення надійності устаткування, продовження його технічного ресурсу є одним з важливих завдань в досягненні економічної ефективності будь-якої галузі. Економічні перетворення, що проводяться нині на залізницях України, вимагають постановки і рішення аналогічних завдань для устаткування, що забезпечує безперебійне і високоефективне функціонування залізничного транспорту. Враховуючи, що силові трансформатори тягових підстанцій відносяться до розряду дорогого устаткування, підвищення їх надійності і довговічності є однією з найважливіших науково-технічних проблем, рішення якої приведе до економії матеріальних ресурсів у сфері електропостачання залізниць і, отже, до підвищення економічної ефективності залізничного транспорту в цілому.

Заходи по підвищенню надійності силових трансформаторів можна розділити на декілька напрямів: організаційні, до яких відносяться заходи по вдосконаленню технічного обслуговування трансформаторів, обмеженню числа коротких замикань; технічні - по вдосконаленню конструкції трансформаторів; заходи по вдосконаленню методів технічного обслуговування і діагностики стану силових трансформаторів.

Також, надійність і економічність роботи тягових підстанцій багато в чому визначаються типом прийнятого випрямляча. Історично склалося так, що до останнього часу застосовувалися випрямлячі, включені за так званими 6-пульсним схемами. Такі схеми мають істотні недоліки: відносно низький коефіцієнт потужності, спотворену форму кривої споживаного струму і, як наслідок, низьку якість електричної енергії, значний вплив тягових струмів на повітряні лінії зв'язку. Техніко-економічну ефективність тягових підстанцій можна підвищити за допомогою 12-пульсних (трифазних двомостових) випрямлячів.

Тому при виборі випрямлячів приділяється велика увага поліпшенню якісних показників випрямленої напруги.

Відомо, що при переході до многопульсних схем випрямлення покращуються енергетичні показники випрямних агрегатів. Дванадцятипульсні випрямлячі дозволяють: підвищити коефіцієнт потужності тягової підстанції до 0,97-0,98; поліпшити форму кривої споживаного струму і тим самим підвищити якість електричної енергії; поліпшити форму кривої випрямленої напруги і понизити вплив тягової мережі на лінії зв'язку; понизити витрату електротехнічних матеріалів, що витрачаються на виготовлення випрямляча.

Основна частина

Одним з напрямків підвищення надійності тягових агрегатів є модернізація застарілого силового устаткування. При модернізації підвищується надійність роботи технічних засобів, знижуються експлуатаційні витрати на утримання і ремонт, а також технологічні втрати в системі електропостачання і підвищується ресурс основних елементів пристроїв електропостачання.

Пропонується модернізувати тягові агрегати, встановлені на тяговій підстанції ЕЧЕ-43. Ця підстанція була побудована в 1968 році. Устаткування підстанції давно перевищує гарантійний термін експлуатації і потребує модернізації. На сьогоднішній день існує безліч рішень поліпшення роботи тягових агрегатів і

підвищення надійності їх роботи. На даній підстанції встановлені тягові трансформатори УТМРУ 6300/35, вимикачі ВАБ-28, випрямні агрегати УВКЭ-1, схема з'єднання агрегатів: 6-пульсова.

Структурна схема підстанції постійного струму ЕЧЕ-43 представлена на рис. 1.

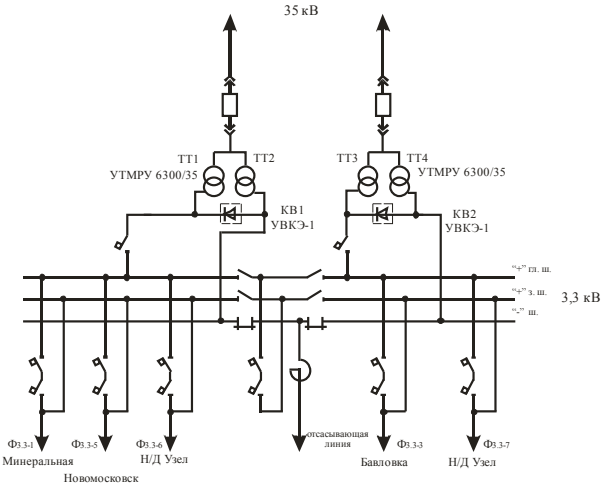

Рис. 1. Структурна схема тягової підстанції постійного струму ЕЧЕ-43

Для збільшення надійності тягових агрегатів необхідно демонтувати існуючі тягові трансформатори УТМРУ 6300/35. На їх місце встановити новий тяговий трансформатор ТРДП-12500/10 ЖУ1, вентильні обмотки якого служать для живлення випрямляча по 12-и пульсовій схемі випрямлення. Це дозволить отримати менші пульсації випрямленої напруги, понизити вищі гармонійні складові в кривій мережевого струму, підвищити якість випрямленої напруги.

Замість встановлених КВ1 і КВ2 необхідно встановити В-ТПКД-3,15к-3, Зк-М-12П-У2, НПО ТОВ «Перетворювач» м. Запоріжжя.

Заміна старих випрямних агрегатів на нові, наприклад В-ТПКД-3,15к-3,Зк-М-12П-У2 вітчизняного виробництва, суттєво підвищить надійність тягової підстанції. В даних випрямлячах використовуються діоди високого класу, що дозволяє зменшити їх кількість до 24, коли в старих випрямлячах їх кількість досягала 720.

Для обгрунтування логічності заміни старого устаткування розрахуємо показники надійності тягових агрегатів до і після модернізації. Для цього необхідно підстанцію представити у вигляді структурно-логічної схеми, яка складається з m послідовно включених блоків, кожен з яких може містити *k* паралельниц ланцюгів. А ланцюг, в свою чергу, складається з n послідовно з'єднаних пристроїв.

Кінцевою метою розрахунку надійності технічних пристроїв є оптимізація конструктивних рішень і параметрів, режимів експлуатації, організація технічного обслуговування і ремонтів.

Розрахунок показників надійності

1. Параметр потока відмови і наробітка на відмову визначається за формулами:

$$\omega_{\text{ц}} = \sum_{i=1}^{n} \omega_i ,$$

$$T_{\text{оц}} = \frac{1}{\omega_{\text{ц}}},$$

де параметр потоку відмов представляє собою щільність вірогідності виникнення відмови відновлюваного об'єкту.

Наробітком на відмову називається математичне очікування напрацювання об'єкту до першої відмови.

2. Сумарний час відновлення за рік:

$$\tau_{\text{вц}} = \sum_{i=1}^{n} \omega_i \cdot t_{\text{в}i}$$

3. Середній час на відновлення:

$$T_{\text{вц}} = \frac{\tau_{\text{вц}}}{\omega_{\text{ц}}} = \tau_{\text{вц}} \cdot T_{\text{оц}},$$

Де: Середній час відновлення - це математичне очікування часу відновлення працездатного стану об'єкту після відмови.

4. Сумарний час на ТО і Р за рік:

$$\tau_{\text{обц}} = \sum_{i=1}^{n} a_{\text{об}i} \cdot t_{\text{об}i}$$

5. Коефіцієнт готовності

$$\kappa_{\text{гц}} = \frac{1}{1+\rho_{\text{ц}}},$$

де $\rho_{\text{ц}} = \dfrac{T_{\text{вц}}}{8760 \cdot T_{\text{оц}}}$.

Коефіцієнт готовності - це вірогідність того, що об'єкт опиниться в працездатному стані в довільний момент часу, окрім планованих періодів, впродовж яких застосування об'єкту за призначенням не передбачається.

6. Коефіцієнт технічного використання

$$\kappa_{\text{тц}} = \frac{\kappa_{\text{гц}}}{1+\gamma_{\text{ц}}},$$

де $\gamma_{ц} = \frac{\tau_{общ} \cdot T_{оц}}{8760 \cdot T_{оц} + T_{вц}}$.

Коефіцієнт технічного використання характеризує долю часу знаходження об'єкту в працездатному стані відносно загальної тривалості експлуатації. Отже, $\kappa_{Т}$ відрізняється від $\kappa_{Г}$ тим, що при його визначенні враховується увесь час вимушених простоїв, тоді як при визначенні $\kappa_{Г}$ час простою, пов'язаний з проведенням профілактичних робіт, не враховується.

7. Вірогідність безвідмовної роботи на протязі року

$$P(t) = e^{-\omega_n},$$

В нашому випадку до модернізації:

$$P(t) = e^{-0.55} = 0.577$$

Вірогідність безвідмовної роботи - це вірогідність того, що в межах завдань напрацювання відмова об'єкту не виникає.

При розрахунках параметра безвідмовної роботи після модернізації ми отримали наступне значення:

$$P(t) = 0{,}829$$

Порівняння показників надійності графічно зображені на рис. 2

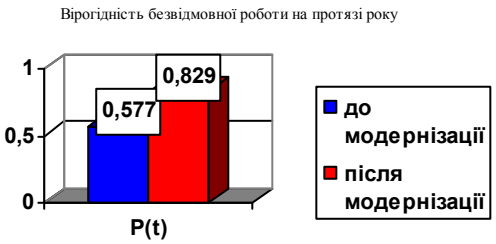

Рис. 2 Порівняння показників надійності

Аналізуючи отриманий результат бачимо, що при модернізації тягових агрегатів, надійність всієї підстанції зросла майже вдвічі. Отже, підвищуючи надійність тягових агрегатів, ми підвищуємо надійність електропостачання в цілому, а на сьогоднішній день це є дуже актуальним питанням.

Діагностування устаткування

Також до технічних заходів, що підвищують надійність тягових агрегатів можна віднести діагностику обладнання.

За допомогою діагностики визначається коли вийде з ладу те або інше обладнання і вжити заходи, перешкоджаючи розвитку дефекту і виходу з ладу устаткування. Маємо змогу завчасно прогнозувати і коректувати ремонтні роботи. Провівши діагностику, можна зробити висновки коли і який знадобиться ремонт даному устаткуванню, або він вже взагалі не знадобиться і найближчим часом краще замінити дане обладнання на нове.

Розглянемо деякі методики діагностування силового устаткування тягової підстанції.

Вихід з ладу і відмови статичних перетворювачів (СП) в умовах експлуатації впливають на надійність і режими роботи, як окремих пристроїв, так і залізничного транспорту в цілому. Проблему підвищення рівня безвідмовної роботи СП можна значною мірою розв'язати за допомогою технічної діагностики як функціональною так і тестовою.

При сучасному рівні розвитку вимірювальної і обчислювальної техніки тестова діагностика дозволяє виявляти не лише пошкоджені, але і потенційно-ненадійні СПП в перетворювачі. Отже, з'являється можливість прогнозувати подальший стан напівпровідникових приладів і перетворювачів в цілому.

На сьогоднішній день розроблено ряд пристроїв експрес-діагностики СП різного типу, вживаних як на рухомому складі, так і на тягових підстанціях залізниць, метрополітену. Розроблені пристрої дозволяють виявляти пошкоджені і потенційно-ненадійні СПП таблеточної і штирьової конструкції по зворотному струму і струму витоку приладів в закритому стані. Ці пристрої дозволяють запобігти можливим відмовам при подальшій експлуатації СП.

Структурна схема одного з таких пристроїв приведена на рис. 3.

Принцип роботи цього пристрою полягає в розрахунку по заданому алгоритму зворотних струмів і струмів витоку СПП по виміряних значеннях резисторів зв'язку і потенціалів в точках з'єднання цих резисторів з гілками силової схеми. Застосування мікропроцесорної техніки дозволяє обробити великий об'єм інформації і визначити потенційно-ненадійні СПП в плечі перетворювача, а також підвищити точність виміру за рахунок застосування метрологічних способів зменшення погрішності.

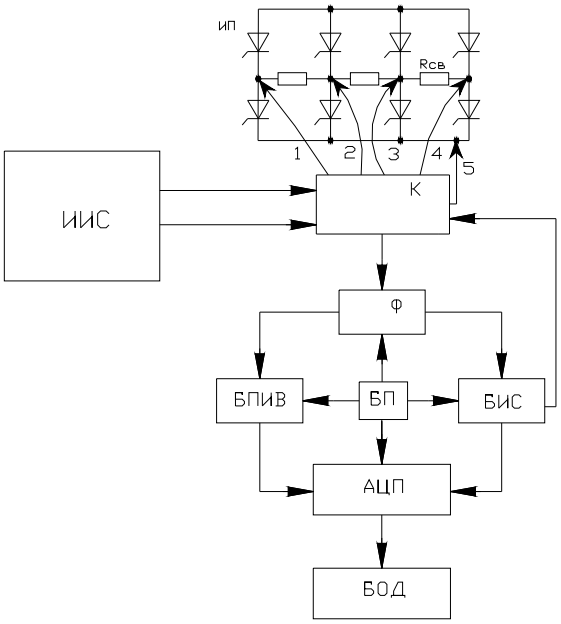

Рис. 3 Універсальний пристрій діагностики перетворювачів:
ИИС - джерело випробувальних сигналів; К - блок комутації; Ф - фільтр; БП - блок живлення; БПИВ - блок виміру напруги; ВИС - блок виміру опору; АЦП - аналого-цифровий перетворювач; БОД - блок обробки даних.; 1, 2, 3, 4, 5 - виводи пристрою; Rc - резистори зв'язку, ИП- випробувальний прилад.

Висновок

Провівши модернізацію тягових агрегатів, отримаємо ряд переваг: високий рівень безпеки експлуатації залізниць; оперативність управління і якісний контроль в роботі системи електропостачання; мінімізація втрат від вимушених простоїв, пов'язаних з перервами в електропостачанні; зниження експлуатаційних витрат; зменшення кількості помилкових спрацьовувань і аварійних режимів; зменшення рівня шуму; зниження витрат електроенергії, а також підвищення надійності.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Прохорский, А.А. Тяговые и трансформаторные подстанции [Текст] / А.А. Прохорский. – М.: Транспорт, 1983. – 496 с.

2. Давыдова, И.К. Справочник по эксплуатации тяговых подстанций и постов секционирования [Текст] / И.К. Давыдова, Е.И. Попов, В.М. Эрлих. – М.: Транспорт, 1978. – 416 с.

3. Фигурнов, Е.П. Релейная защита. Учебник для студентов электротехнических и электромеханических специальностей транспортных и других вузов [Текст] / Е.П. Фигурнов. – К.:Транспорт Украины, 2004.

4. Сердинов, С.М. Повышение надёжности устройств электроснабжения электрифицированных железных дорог [Текст] / С.М. Сердинов. – М.: Транспорт, 1985.

5. Шабалин, Н.Г. Новые возможности диагностики полупроводниковых преобразователей [Текст] / Н.Г. Шабалин, С.М. Курмашев, Е.Б. Зазыбина // Локомотив, 2002. – №7.

6. Проектирование электрической части станций и подстанций [Текст] / Ю.Б. Гук, В.В. Кантан, С.С. Петрова. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985.

Ключові слова: тягові агрегати, надійність, технічні заходи.

Ключевые слова: тяговые агрегаты, надежность, технические мероприятия.

Keywords: traction units, reliability, technical arrangements.