

УДК 621.331 : 658.382.3

Г.О. ТЕЛЕШЕНКО

*Харківська національна академія міського господарства*

## **ПІДЗЕМНІ ТЯГОВІ ПІДСТАНЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ЯК НАПРЯМ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ І ЕКОЛОГІЇ**

Наведено результати проведеного аналізу існуючих типів тягових підстанцій. Отримані дані дадуть можливість сформулювати перспективний розвиток використання підстанцій підземного типу.

Приведены результаты проведенного анализа существующих типов тяговых подстанций в приложении к городской среде. Полученные данные дадут возможность сформулировать перспективное развитие использования тяговых подстанций подземного типа.

Results of the lead analysis of existing types of traction substations in the appendix to the city environment are stated. Obtained data will enable to formulate perspective development of use of traction substations of underground type.

*Ключові слова:* підземна тягова підстанція, центральна підземна підстанція, розподільний пункт.

Аналіз існуючих тягових підстанцій міського електричного транспорту, які використовуються в містах як в Україні, так і за кордоном показує наступне. Нині будівництво найбільш поширених тягових підстанцій (на поверхні ґрунту) викликає ряд екологічних проблем, негативний вплив на жителів селітебної зони (вплив на навколишнє природне середовище за рахунок вібрації і шуму від роботи трансформаторів; вплив погодних умов на обладнання підстанцій). На додаток до цього суттєвим є завдання виділення ділянки землі в забудові міста. Вирішення цих проблем та завдань є актуальним на даний час [1-3].

Зростання міст включає розвиток транспортної інфраструктури, найбільш оптимальною з якої є електротранспорт: трамваї, тролейбуси, метро, монорельс. Відкриття нових ліній або підвищення інтенсивності експлуатації вже наявних, збільшує потужності навантаження на тягові підстанції електротранспорту. Зростає загальний дефіцит потужностей міста, електротранспорт працює неритмічно через неможливість одночасного пуску і розгону кількох трамваїв в одному місці, збільшується рівень електричних перешкод і періодичних стрибків напруги в мережі. Це призводить до підвищення ризику зростання соціальних і психологічних проблем як персоналу, який задіяний в системі електропостачання транспорту, так і пасажирів.

Зниження пікових навантажень в мережах – надзвичайно актуальне завдання в останні роки. Проблеми, пов'язані з цим завданням,

будуть постійно зростати з розвитком міста.

Традиційний спосіб вирішення цієї проблеми – збільшення кількості тягових підстанцій на лініях електротранспорту з урахуванням вимог екології та надійності.

Для правильної постановки та вирішення завдання, в розглядуваному випадку приведемо класифікацію тягових підстанцій за такими ознаками [2, 3].

За призначенням підстанції бувають трамвайні, тролейбусні, трамвайно-тролейбусні і метрополітена.

За способом керування – підстанції ручного керування, де автоматизований в основному лише захист устаткування від порушення нормального режиму роботи; підстанції напівавтоматичні, на яких додатково автоматизовані деякі відповідальні і трудомісткі процеси керування та контролю основних технологічних операцій; підстанції автоматичні, що працюють без персоналу («на замку»); автотелекеровані підстанції, які додатково керуються і контролюються з диспетчерського пункту.

За конструктивним виконанням підстанції діляться на стаціонарні й пересувні.

Стаціонарні підстанції у свою чергу поділяються на закриті та напіввідкриті (частина устаткування – трансформатори – встановлюється поза будівлею), одноповерхові і багатопверхові, наземні та підземні (малогабаритні, що можуть встановлюватись в історичних районах міста), окремо розташовані або вбудовані в будинки іншого призначення.

Найбільшого поширення в проектній та будівельній практиці отримали наземні підстанції. Для централізованого електропостачання трамвая і тролейбуса їх будують трьохагрегатними.

Для децентралізованого електропостачання будують одно- і двоагрегатні наземні підстанції.

До традиційних проблем мегаполісів – зношеності обладнання та браком фахівців з обслуговування мереж – додається дефіцит потужностей, і відсутність ділянок для будівництва підстанцій у центральній частині міст. Ці проблеми можна вирішити шляхом будівництва підземних і компактних вбудованих підстанцій, які не займають багато місця і не порушують вигляд міста, його екологічний стан. Питання – знищувати лісопосадку чи зберегти? Займати площу в місті або вмонтувати підстанцію в будівлю, заглибивши підстанцію і задекорувати її під автопарковку або дитячий майданчик?

Досвід будівництва заглиблених та підземних тягових підстанцій із зарубіжної практики показує, що заглиблені і підземні тягові підста-

нції – реальність для нашої енергетики. Обслуговування сучасної підземної підстанції йде абсолютно в автоматичному, комп'ютерному режимі. На даний час стають звичними потужні підстанції, заховані під землю чи нерухомість, навіть історичної споруди. Подібні об'єкти вже давно будують в інших країнах світу – Швейцарії, Німеччині, Японії, Франції. Підземна підстанція працює під Кельнським собором і під однією зі шкіл Цюріха. В центрі Парижа підстанції вбудовують в історичні будівлі.

Підземні тягові підстанції розподіляються на [4]:

- центральні підземні підстанції, що служать для прийому електроенергії з поверхні і розподілу її між підземними підстанціями, розподільними пунктами і електроприймачами. В центральній підземній підстанції здійснюється також перетворення електроенергії для живлення електроприймачів приствольного двору;
- дільничні стаціонарні підстанції, що служать для зниження напруги 6 (10) кВ до 380,660 або 1140 В з подальшим розподілом електроенергії до низьковольтних розподільних пунктів;
- перетворювальні підстанції, що знижує напругу і перетворюють змінний струм в постійний струм для живлення тягової мережі.

Центральна підземна підстанція являє собою камеру з вогнестійким кріпленням, в якій розташовано розподільні пристрої високої напруги, розподільні пункти напругою 6 (10) кВ, знижувальні трансформатори і розподільний пункт нижчої напруги [5]. Існують типові проекти центральної підземної підстанції, виконані: з двома вводами і розподільними пунктами напругою 6 (10) кВ на 20 одиниць комплектно розподільних пунктів і максимальне навантаження 400 А; з чотирма вводами і розподільними пунктами напругою 6 (10) кВ на 30 одиниць комплектно розподільних пунктів та максимальне навантаження 800 А. Кожне введення може складатися з одного або двох ввідних кабелів. Розміри камери визначаються габаритами встановлюваного електроустаткування і розмірами монтажних проходів згідно з галузевими правилами безпеки (рис.1). Камери довжиною понад 10 м мають два виходи, розташованих у найбільш віддалених одна від одної частинах камери. При установці в підстанції або в підземному розподільному пункті напругою на 6 (10) кВ апаратури, заповненої маслом, біля входу до камери споруджується пологий вал висотою 100 мм над рівнем підлоги в камеру. Всі виходи в камери, вентиляційні збірки, а також прилеглі до них штреки (вироблення) на відстані не менше 5 м в обидві сторони від камери (від протипожежних дверей) і проти самої камери кріпляться конструкцією з негорючого матеріалу.

Входи в камеру мають вентиляційні двері у вигляді металевих

грат (нормально закритих) і металеві протипожежні (суцільні) двері, що відкриваються назовні і не перешкоджають у відкритому положенні руху з штреку. Протипожежні двері закриваються автоматично або вручну у випадку пожежі в камері.

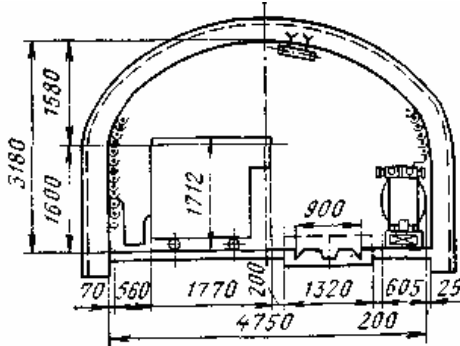


Рис.1 – Розріз центральної підземної підстанції

Електрообладнання в камерах центральної підземній підстанції встановлюється так, щоб місця, доступні для проникнення води до струмоведучих частин в електрообладнанні, були на висоті не менше 1 м від головки рейок приствольного двору.

Камери центральної підземної підстанції безпосередньо примикають до камер головного водовідливу. Схеми живлення центральної підземної підстанції показано на рис.2. При значному підземному навантаженні, коли неможливо забезпечити живлення центральної підземної підстанції, розташованої на одному горизонті, за двома кабелями (рис.2, а), використовується секціонування і пристрій чотирьох видів (рис.2, б).

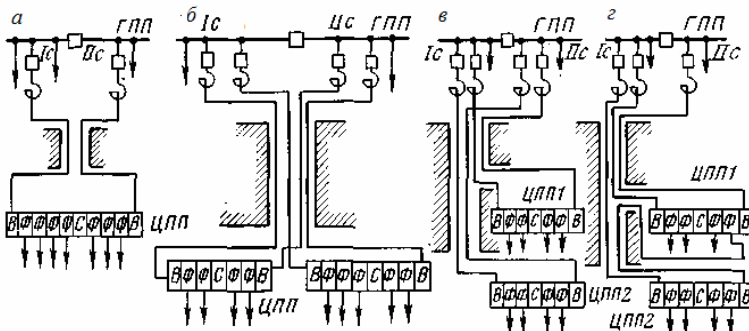


Рис.2 – Схеми живлення центральної підземної підстанції

В останній схемі передбачаються два самостійних розподільних пристрої, не пов'язаних один з одним,

При розробці двох робочих горизонтів і більше застосовують схеми, наведені на рис.2, в,г, що передбачають спорудження центральної підземної підстанції на кожному горизонті. В схемі (рис.2, г) в якості однієї з живильних ліній використовується перемичка між двома центральними підземними підстанціями. Перемичка приєднується до секції центральної підземної підстанції, що не має основної лінії живлення безпосередньо від головної понижуючої підстанції, і розраховується на 100%-не навантаження тієї центральної підземної підстанції, яка отримує електроенергію по одній лінії. Лінія, що живить центральну підземну підстанцію-2, на яку резервне живлення подано перемичкою, і лінія, що живить секцію центральної підземної підстанції-1 з перемичкою, приєднуються до різних секціях збірних шин головної понижуючої підстанції.

Для забезпечення надійності в центральній тяговій підстанції передбачається роздільна робота вводів, секціонування системи шин розподільного пункту напругою 6 (10) кВ, а також роздільна робота трансформаторів. Електроустановки, що складаються з декількох робочих або резервних агрегатів (насоси головного водовідливу, трансформатори, встановлені в центральній підземній підстанції), приєднуються до різних секцій шин.

Сучасні центральні підземні підстанції обладнуються комплектно розподільними пунктами, що складаються з окремих осередків, а також комплектними трансформаторними підстанціями.

Підземні дільничні трансформаторні підстанції залежно від призначення і способу установки підрозділяються на стаціонарні – для живлення стаціонарних електроприймачів і пересувні – для живлення електроприймачів з пересувним характером роботи.

Підземні дільничні трансформаторні підстанції можуть комплектуватися: високовольними розподільними щитами з повітряною ізоляцією, трансформаторами до 1000 кВА, низьковольними розподільними щитами для високих номінальних струмів (до 1600 А), розподільними щитами компенсації та засобами вимірювання. Розрізи підземної дільничної трансформаторної підстанції показано на рис.3.

Таким чином, проблеми дефіциту потужностей і відсутності ділянок для будівництва тягових підстанцій у центральній частині міст можна вирішити за рахунок конструювання та встановлення підземних тягових підстанцій, які забезпечать екологічну безпеку, зменшать негативний вплив на навколишнє природне середовище, шум, вібрацію і вплив електромагнітного поля на людину. Цей напрям вирішення по-

ставленого завдання можна поширити також на систему електропостачання міст.

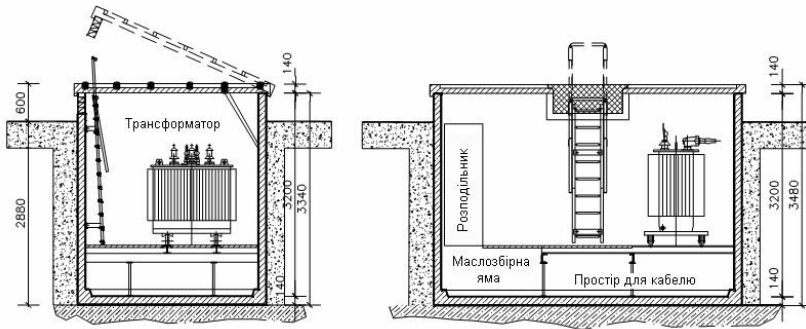


Рис.3 – Розрізи підземної трансформаторної підстанції

- 1.Серіков Я.О. Основи охорони праці. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 227 с.
- 2.Гринберг-Басин М.М. Тяговые подстанции. – М.: Транспорт, 1986. – 168 с.
- 3.Загайнов Н.А., Финкельштейн Б.С. Тяговые подстанции трамвая и троллейбуса. – М.: Транспорт, 1978. – 336 с.
- 4.Классификация подземных тяговых подстанций // Информационный портал <http://designinweb.ru>.
- 5.“Studfiles” Все для учебы (описание центральной подземной подстанции) // <http://www.studfiles.ru>.

Отримано 29.03.2011

УДК 629.12 : 534.1 : 539.3

В.Д.ГУБЕНКО, канд. техн. наук, Л.А.АРТЕМЬЕВА

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

Н.В.ДОЛГОПОЛОВА, В.А.ГОЛЕНДЕР, канд. техн. наук

*Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины, г.Харьков*

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛЫХ И СЛОИСТЫХ КОНСТРУКТИВОВ**

Рассматриваются вибродинамические системы, в которые входят в качестве главного виброшумоизлучающего элемента ходовая часть рельсового подвижного состава, в частности, подсистема «колесная пара – верхнее строение рельсового пути» с упруго-инерционными характеристиками. Исследуются факторы, влияющие на возникновение вибраций и шума при движении рельсовых экипажей.

Розглядаються вібродинамічні системи, в які входять в якості головного віброшумовипромінюючого елемента ходова частина рейкового рухомого складу, наприклад, підсистема «колісна пара – верхня будова рейкової колії» з пружньо-інерційними характеристиками. Досліджуються фактори, які впливають на виникнення вібрацій і шуму при русі рейкових екіпажів.