

СУЧАСНІ СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ВЛАШТУВАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВНУТРІШНЬОКВАРТАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано аналіз сучасних світових тенденцій у використанні та влаштуванні підземних внутрішньоквартальних трансформаторних підстанцій. Дослідження зосереджене на інноваційних технологіях, енергоефективності та екологічній безпеці. Представлено методологію оцінки впливу таких підстанцій на міське середовище.

Ключові слова: трансформаторні підстанції, підземна інфраструктура, енергоефективність, екологічна безпека, міське середовище.

Abstract

The study analyzes current global trends in the design and installation of underground intra-block transformer substations. The research focuses on innovative technologies, energy efficiency, and environmental safety. A methodology for assessing the impact of such substations on urban environments is presented.

Keywords: transformer substations, underground infrastructure, energy efficiency, environmental safety, urban environment.

Вступ

Розвиненні країни світу стикаються з необхідністю оптимізації використання земельних ресурсів та підвищення енергоефективності. Одним із рішень є розміщення трансформаторних підстанцій під землею. Підземні внутрішньоквартальні підстанції дозволяють мінімізувати вплив на міський ландшафт, зменшити рівень шуму та підвищити безпеку. У світовій практиці вони активно впроваджуються завдяки використанню новітніх технологій та матеріалів.

Метою роботи є аналіз сучасних тенденцій використання підземних трансформаторних підстанцій, визначення їх переваг і недоліків, а також оцінка їх впливу на міське середовище.

Результати дослідження

Припинення енергозабезпечення сучасних міст навіть на незначний проміжок часу призводить до значних економічних втрат підприємств та інших проблем. Трансформаторна підстанція як електроустановка, призначена для прийому, перетворення (підвищення або зниження) напруги в мережі та розподілення електроенергії у системах електропостачання споживачів. За її допомогою забезпечується безперебійне подання електроенергії на об'єкти різного призначення — населені пункти, будівельні майданчики, промислові підприємства, торгові центри, шахти, дачні селища, залізничні станції, ферми та інше [1].

Введення в експлуатацію першої підземної трансформаторної станції відбулося в Канаді ще у 1984 році. Вона розташована в парку Соборної площі у центрі Ванкувера, прямо під фонтаном і пішохідними доріжками. Її розташування дозволило зберегти цінний міський простір, не порушуючи естетичного вигляду парку.

У центрі Торонто розташована станція Copeland, побудована під існуючим механічним цехом. Вона є прикладом інтеграції сучасних підземних інженерних рішень у межах щільної міської забудови [2-4].

У США перша підземна електрична підстанція була побудована в 2011 році в Анахаймі, штат Каліфорнія. Її розташовано під парком площею два акри (близько 0,81 гектара), що носить ім'я Теодора Рузвельта. Це рішення дозволило забезпечити високий рівень енергоефективності, зберігши зелений простір для жителів міста [5-7].



Рис. 1. Фрагмент монтажу підземної трансформаторної підстанції [6].

Підстанція такого типу (рис. 1) містить необхідне обладнання, таке як: 1 – трансформатори; 2 – високовольтні розподільні пристрої з елегазовою ізоляцією (ГРПП); 3 – розподільні пристрої середньої напруги; 4 – автомати; 5 – системи захисту та контролю; 6 – допоміжне обладнання станційних служб; 7 – розподільні щити змінного і постійного струму; 8 – акумулятори; 9 – системи вентиляції та кондиціонування; 10 – системи протипожежного захисту.

Основні переваги трансформаторних підстанцій

По-перше, вони привабливі візуально, оскільки приховані від очей і не захаарашують ландшафт. Це робить їх особливо актуальними в міських районах і житлових кварталах, де естетика є проблемою.

По-друге, підземні підстанції більш безпечні. Вони менш сприйнятливі до пошкоджень від екстремальних погодних явищ, вандалізму та випадкового контакту. Це означає підвищену надійність, оскільки підземні установки мають меншу ймовірність відключень через зовнішні фактори[8-11]. Крім того, вони економлять місце. Усуваючи потребу в підвісних стовпах і лініях, вони звільняють цінний простір, особливо в густонаселених районах.

Естетичність і міське планування: вони приховані від очей, що робить їх ідеальними для міських і приміських районів, де візуальні перешкоди від повітряних ліній небажані. Це покращує загальну естетичність території та дозволяє краще планувати місто.

Безпека: завдяки встановленню під землею ці пристрої зменшують ризик аварій, пов'язаних з лініями електромереж, наприклад зіткнень транспортних засобів або погодних інцидентів, як-от падіння дерев. Це підвищує громадську безпеку та зменшує випадки відключень електроенергії.

Надійність: вони менш чутливі до погодних умов, таких як вітер, ожеледиця та блискавка, які часто можуть пошкодити повітряні лінії. Це забезпечує більш надійне джерело живлення [6].

Незважаючи на свої переваги, вони викликають певні труднощі.

Початкова вартість монтажу зазвичай вища, ніж підвісних трансформаторів, оскільки передбачає земляні роботи, спеціальне обладнання та додаткові заходи безпеки.

Технічне обслуговування також може бути більш складним і дорогим. Доступ до них вимагає розкопок, що може бути руйнівним і трудомістким. Крім того, вирішення таких проблем, як перегрів і проникнення вологи, потребує спеціальних умов і обладнання.

Витрати на встановлення: початкове встановлення є дорожчим порівняно з підвісними системами через необхідність земляних робіт, спеціального обладнання та додаткової робочої сили.

Доступ для технічного обслуговування або ремонту може бути складним і трудомістким. Це часто вимагає розкопок і обережного поводження, щоб уникнути пошкодження інших підземних комунікацій.

Екологічні міркування: їх встановлення може вплинути на навколишнє середовище, включаючи ґрунт і ґрунтові води. Для пом'якшення цих впливів необхідні належне планування та екологічна оцінка [6].

Висновки

Таким чином, підземні трансформаторні підстанції відіграють важливу роль у сучасних системах розподілу електроенергії, забезпечуючи надійне, естетичне та екологічно безпечне електропостачання, особливо в умовах зростання та розвитку міських районів. Інноваційні підходи до

їх проектування дозволяють досягти високої енергоефективності, екологічної безпеки та гармонійної інтеграції з міським середовищем. Водночас ці технології створюють унікальні виклики, пов'язані з установкою та обслуговуванням, які потребують комплексного підходу до безпеки та розуміння конструктивних особливостей. З огляду на це, підземні трансформатори є перспективним рішенням для сучасної міської інфраструктури, чия значущість лише зростатиме в майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В. Р. Сердюк О. В. Косаківський Забудова підземного простору сучасних міст для поліпшення стану довкілля, *Вісник ВПІ*, вип. 2, с. 14–24, Квіт. 2024.
2. Toronto Hydro, 2017..[Electronic resource]. Available: <http://www.torontohydro.com/sites/> . Accessed: 14 Feb. 2017]
3. Ященко М. І., Любарський В. С., Ковальський В. П. Конструктивні рішення приміщень, призначених для укриттів. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 16 травня 2024 р. Черкаси : ЧПБ, 2024. С. 121-123.
4. Василич А. В. Сховище для цивільного захисту населення / А. В. Василич, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 12 травня 2023 р. – Черкаси : ЧПБ, 2023. – С. 10-12.
5. Park Substation, Park Above Underground Electric Substation is the First in the United States, city of Anaheim, California. [Electronic resource]. Available: <http://www.anaheim.net/977/Park-Substation> .
6. Underground substations - Out of sight, out of mind. [Electronic resource]. Available: <https://electrical-engineering-portal.com/underground-substations-out-of-sight-out-of-mind>
7. Гавронська І. С., Ковальський В. П., Очеретний В. П. Захисні споруди цивільного значення в навчальних закладах. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 16 травня 2024 р. Черкаси : ЧПБ, 2024. С. 20-22.
8. Oleniuk A. P. Restrictions on the spread of fire in houses / A. P. Oleniuk, V. P. Kovalskiy // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 26 травня 2022 р. – Черкаси : ЧПБ, 2022. – С. 81- 82.
9. Боднар П. С., Горковлюк І. І., Ковальський В. П. Радіаційно-захисні бетони для будівництва протирадіаційних сховищ. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)», Вінниця, 11-20 травня 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/view/21736>.
10. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. Boston : Primedia eLaunch, 616 . (2021).
11. Underground Transformer. [Electronic resource]. Available: <https://electricityforum.com/td/utility-transformers/underground-transformer>

Оленюк Анастасія Павлівна — студентка групи БМ-24м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: olenuknasta@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця e-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com ORCID 0000-0002-3103-6319.

Oleniuk Anastasia P., student of BM-24m group, Faculty of Heat and Power Engineering and Gas Supply Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olenuknasta@gmail.com

Kovalskiy Viktor P. — Dr. Sc. (Eng.), Associate Professor of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia e-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com ORCID 0000-0002-3103-6319.