

# Повітряні лінії електропередач

Усі ви, мабуть, не раз помічали такий елемент індустріального пейзажу як високовольтні лінії електропередач. Погодьтеся, що ці об'єкти містять у собі щось незвичне, вражають своєю міццю і красою геометричних переплетінь.



ІГОР КОРЧ

## ТРОХИ ІСТОРІЇ

Швидкість електричного струму майже дорівнює швидкості світла. У 1746 році, коли про це ще не знали, французький священик і фізик **Жан-Антуан Нолле** спробував виміряти швидкість струму експериментально. Він з'єднав у коло залізними провідниками 200 ченців, а потім розрядив на цей ланцюг батарею з лейденських банок (конденсаторів), винайдених роком раніше. Всі ченці зреагували на струм миттєво, що переконало Нолле у дуже великому значенні швидкості поширення електричного струму. Можна сказати, що піддослідні створили першу у світі лінію електропередач.

Перша повітряна лінія електропередач, споруджена у 1882 р. французьким вченим **Марселем Депре**, простяглася від міста Місбах до баварського Мюнхена на 57 км, а постійна напруга в лінії становила 2 кВ. Першу електропередачу трифазного змінного струму здійснили через 9 років теж у Німеччині, причому енергію передавали на відстань 170 км, а напруга у лінії була 15 кВ.

## СТАНДАРТИ НАПРУГИ ЛЕП

В Україні для передачі та розподілу електричної енергії використовують такі класи змінної напруги:

- Низька напруга – 220 В, 0,4 кВ;
- Середня напруга – 6 кВ, 10 кВ, 35 кВ;
- Висока напруга – 110 кВ, 150 кВ, 220 кВ, 330 кВ;
- Надвисока напруга – 400 кВ, 500 кВ, 750 кВ.

У розподільчих мережах міст в основному використовують напруги 0,4; 6; 10; 110 кВ і трансформацію 110/6 (10) кВ, а потім 6 (10)/0,4 кВ. У сільській місцевості переважає трансформація 35/6 (10) кВ.







Мал. 1



Мал. 2



Мал. 3



Мал. 4



Мал. 5



Мал. 6

## ЯК ВИЗНАЧИТИ НАПРУГУ ЗА КІЛЬКІСТЮ ІЗОЛЯТОРІВ?

Мережі різних напруг можна розрізнити за зовнішнім виглядом. Система електропостачання трифазна, тому один ланцюг містить 3 проводи (3 фази). У мережах 0,4 кВ є 4 проводи (3 фази і нуль) (мал. 1).

У повітряних лініях 6 (10) кВ є один – два ізолятори (мал. 2).

У повітряних лініях 35 кВ є 3–5 ізоляторів у гірлянді (мал. 3).

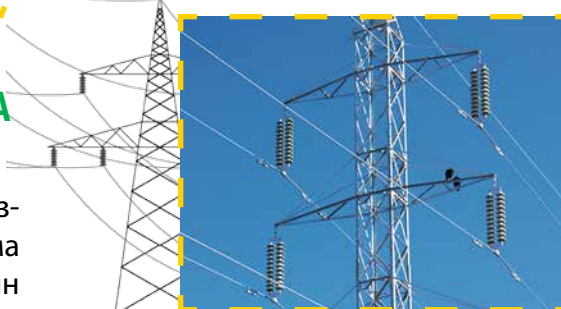
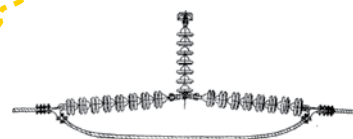
У повітряних лініях 110 кВ є 8–10 ізоляторів у гірлянді (мал. 4).

У повітряних лініях 220 кВ є 12–15 ізоляторів у гірлянді (мал. 5). Повітряні лінії можна розрізнити за додатковими ознаками.

**Повітряні лінії 330 кВ.** Розщеплення фази на два провідники, (розщеплення фази – один з методів боротьби з коронним розрядом), 15–20 ізоляторів у гірлянді (мал. 6).

**Повітряні лінії 500 кВ.** Розщеплення фази на 3 провідники, розташовані трикутником, понад 20 ізоляторів у гірлянді (мал. 7).

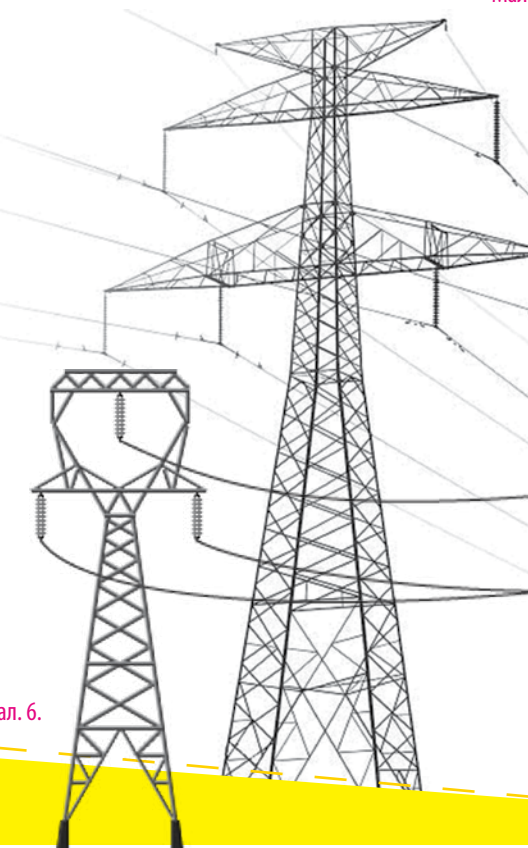
**Повітряні лінії 750 кВ.** Розщеплення фази на 4–5 провідників, розташованих квадратом або кільцем, понад 20 ізоляторів у гірлянді (мал. 8).



Мал. 7



Мал. 8



Найвище на будь-якій опорі закріплений блискавковідвід – тонкий провід, прикріплений до сталевого прута, що йде по металевій опорі в землю.

## ЩО ОЗНАЧАЮТЬ НАДПИСИ ТА ОПОРАХ?

Мабуть, кожен з вас бачив надписи на опорах ЛЕП у вигляді букв і цифр, але не всі знають, що вони означають. Найчастіше їх можна розшифрувати так: велика буква означає клас напруги, наприклад Т-35 кВ, С-110 кВ, Д-220 кВ. Цифра після букви вказує номер лінії, друга цифра вказує порядковий номер опори. Наприклад, надпис на мал. 9 можна пояснити так:

- Т- напруга – 35 кВ.
- 45 – номер лінії.
- 105 – порядковий номер опори.

Спосіб визначення напруги за кількістю ізоляторів є приблизним. Проектувальники для різних умов експлуатації розраховують різну кількість ізоляторів і різні типи опор.



Мал. 9





Дизайнерські опори ЛЕП



Німеччина



Угорщина

## ЧОМУ ГУДУТЬ ПРОВОДИ?

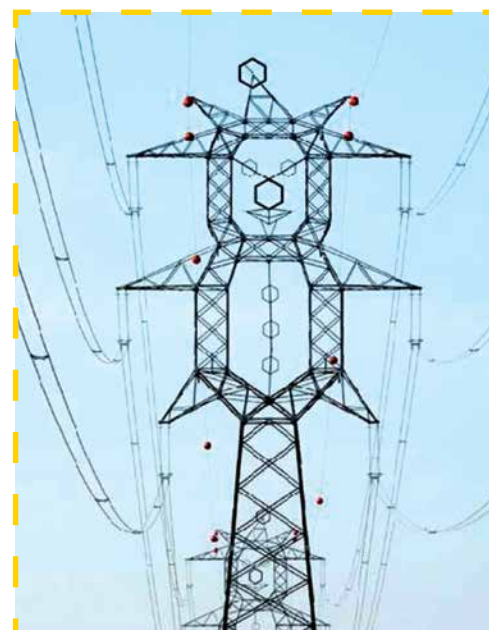
Гудуть не проводи, а повітря навколо них. Поблизу поверхні проводів ЛЕП створюється сильне електричне поле. Наявні в повітрі вільні електрони, прискорені у цьому полі, вибивають з навколишніх молекул нові електрони, а ті – наступні. Ця лавина електронів називається коронним розрядом. Він спалахує і гасне навколо проводу зі змінним струмом з частотою 100 Гц. При кожному такому розряді повітря нагрівається і розширюється. Періодичне розширення і стиснення повітря породжує гудіння. А ще будь-які проводи можуть просто гудіти під час вітру, але у цьому випадку висота звуку залежить від швидкості вітру і діаметру проводів.

## БУДОВА ПРОВОДІВ ЛЕП

Здалеку проводи схожі на товсті монолітні троси. Однак будова проводу дещо складніша. Найбільш поширений провід для ЛЕП має сталеве осердя, яке оточене кількома шарами алюмінієвих провідників, по яких і передається струм.

На фото видно різницю між традиційним високовольтним проводом і проводом нової конструкції. Замість провідників круглого перерізу використано попередньо деформований провід, а осердя виготовлене із композитних матеріалів.

США



## НАЙПОТУЖНІША ЛЕП І НАЙВИЩА ОПОРА

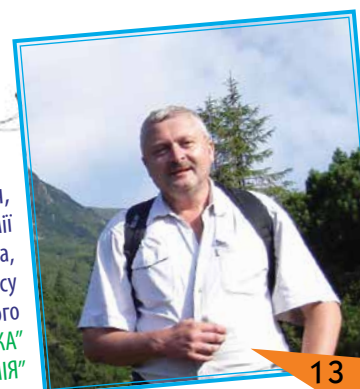
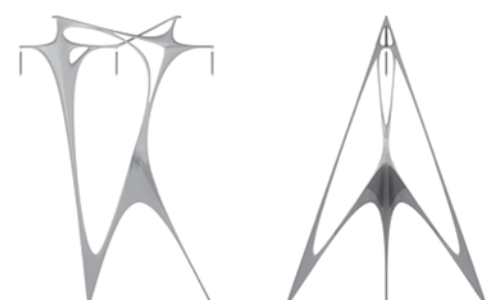
Найпотужніша ЛЕП, розрахована на напругу 800 кВ, знаходиться у Китаї. Її протяжність 2200 км. За рік передає 37 млрд. кВт-год. Вартість спорудження – 4 млрд. доларів.

Найвища опора ЛЕП заввишки 376 м знаходиться в Індонезії. Основа її завбільшки з футбольне поле, а ширина у найвищій точці – 70 м. За допомогою цієї споруди проводи пролягають над протокою, що розділяє острови Ява та Балі.



## ЦЕ ЦІКАВО

Німецький студент Деніс Зигель сконструював прилад для заряджання акумуляторів за допомогою електромагнітних полів, які нас оточують, зокрема, від ЛЕП. Світлодіод на приладі показує, коли енергії поля достатньо для заряджання акумулятора, а звичайний акумулятор АА можна зарядити за допомогою цього пристрою за добу.



Корч Ігор Миколайович, учитель фізики і астрономії Нагуєвицької СЗШ І–ІІІ ст. ім. Івана Франка, фіналіст II Всеукраїнського Інтернет конкурсу „УЧИТЕЛЬ РОКУ-2017” за версією науково-популярного природничого журналу „КОЛОСОК” у номінації „ФІЗИКА” та призер у номінації „АСТРОНОМІЯ”