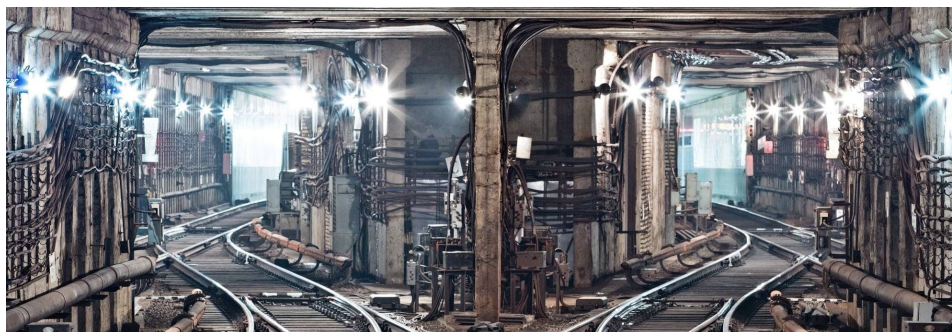


## Сталь під землею: найбільші метрополітени світу

Сталь - один із матеріалів, завдяки якому люди отримали можливість розвивати міські мережі метрополітенів.



У світі нараховують майже 200 діючих метро. Потяги найстарішого лондонського метрополітену почали перевезення пасажирів у 1863 році. Найновіше метро в світі - у китайському Лояні та у місті Тайчжун (Тайвань) - відчинили свої двері в цьому році. Найдовше метро в світі загальною довжиною 743 км з'єднує різні райони Шанхаю. А найкоротший метрополітен - у японському місті Йокогама, його довжина складає всього 4 км. У Йокогамському метро всього 6 станцій, стільки ж у метро індійського Ахмадабада та українського Дніпра. Ці лінії метрополітену з найменшою кількістю станцій у світі. А ось в Нью-Йоркському метрополітені їх нараховується найбільша кількість - 472. Такі різні, наземні, надземні і розташовані глибоко під землею, із розкішними фойє мегаполісів і скромними станціями метро невеликих міст. Але всіх їх об'єднує одне - сталь, яку використовують під час реалізації інженерних рішень і виробництві вагонів та рейок.

### Сталева "труба" під Лондоном

Перший у світі метрополітен, відома лондонська труба (The Tube), починався як неглибока підземна залізниця дорога. По ній "повз" паровоз, який тягнув дерев'яні вагони, які освітлювали газові пальники. Зараз це транспортна мережа із 11 гілок, які щоденно перевозять біля 5 млн. пасажирів. Сталь грає життєво важливу роль у реконструкції старих ділянок The Tube і будівництві нових.

У 1987 році під дерев'яним ескалатором станції «Кінгс-Крос Сент-Панкрас» почалася пожежа, яка швидко перекинулася на фойє і призвела до людських жертв. Після цієї події керівництво лондонського метрополітену прийняло рішення в подальшому віддавати перевагу матеріалам, які під час горіння не виділяють токсичних речовин і диму. Були й інші вимоги, пов'язані з тим, що частина "труби" залягає досить глибоко під землею на десятки метрів нижче рівня моря. У тунелі проникає вода зі значним вмістом хлору, в результаті чого інфраструктура метро піддається підвищеному ризику корозії.

Під час ремонту гілки Victoria для відводу води в дренажних каналах використовували листи нержавіючої сталі товщиною 1,2 мм сумарною вагою до 600 тонн. Сталь не лише захищає від вологи - в разі пожежі вона збереже свій функціонал довше, ніж інші матеріали, і не буде виділяти ні диму, ні токсичної пари.



Капітальний ремонт однієї з головних вузлових станцій метро Paddington складався з оздоблення з нержавіючої сталі із додатковою дробоструминною обробкою. З її допомогою автори проекту істотно підвищили міцність декору - навмисно пошкодити таку сталь вандалі вже не зможуть. Загалом використали 4 тисячі листів нержавіючої сталі різного розміру загальною площею півтори тисячі квадратних метрів. Їхня дробоструминна обробка тривала більше року. Очікується, що для нового дизайну знадобиться мінімальне обслуговування, і він не втратить своєї привабливості мінімум до кінця цього століття.

Мережа тунелів, що йдуть від станції Old Street, побудованої в 1900 році, переслідували проблеми іншого роду. Протягом 15-ти років з 1945 по 1960 роки вони піддавалися впливу сірчаної кислоти. Згодом вона пройшла чавунне футерування, і в ній з'явилися значні тріщини. Ситуація ускладнювалася тим, що ремонтні роботи потрібно було провести без порушення звичного для пасажирів графіку прибуття поїздів "труби". Численні дослідження і розрахунки тривали 4 роки. У результаті було прийнято рішення використовувати для облицювання дуплексну нержавіючу сталь. Передбачається, що заміна футеровки стане довгостроковим рішенням, і проблема сірчаної кислоти, що просочується, буде знівельована на довгі роки.

### **Метрополітен Нью-Йорку**

Сьогодні метро Нью-Йорка щодня перевозить близько 5,6 млн. пасажирів і 1,7 млрд. протягом року. Воно відкрито в 1904 році, на сорок з гаком років пізніше лондонській «труби». Майже півстоліття промислового розвитку забезпечили будівельникам нью-йоркського метрополітену можливість широкого використання сталевих елементів. У хід пішли сталеві колони, каркаси, настили, різні наземні конструкції.

Деякі ділянки були вкрай важкими для проходки. Мова про густонаселені райони міста, земля під якими "обплутана" інфраструктурними мережами - газ, електрика, каналізація, водопровід ... Ускладнювали завдання не тільки різні труби, але і фундаменти будівель. Наприклад, ділянку метрополітену, який проходить прямо під Park Avenue і готелем Belmont. Щоб не зруйнувати наземні споруди, метробудівельникам довелося застосовувати надважкі сталеві балки.



Але ж є ще будівлі з підземними поверхами! Саме в такій будівлі розташувалася редакція New York Times. У результаті колони будівлі NYT вимушено стали одним із елементів станції метро. Для укріплення цієї конструкції та захисту будівлі від можливого руйнування також використовували сталеві елементи.

### Прорив метробуду в КНР

Ще на початку 90-х років у КНР метро працювало тільки в 3 містах. Сьогодні таких міст вже 40, причому системи 5 із них є найбільшими в світі. Так, метро Шанхаю, Пекіна, Гуанчжоу, Ченду і Шеньчженя сумарно перевозять понад 10 млрд пасажирів. Це приблизно на 3 млрд більше населення Землі.

Вибуховий розвиток китайського метрополітену розпочався у 2000-них. З 2009 по 2015 р. було прокладено понад 3 тис. км шляхів. Інвестиції в розвиток мережі метро в КНР за цей період склали близько 150 млрд. доларів. Крім того, п'ять років тому влада змінила критерії планування "підземок": раніше вважалося, що метро потрібно місту з населенням від 3 млн. людей, тепер цей показник знижений до 1,5 млн. Сьогодні такі міста також почнуть розвивати мережі метро, крім того, буде побудована інфраструктура, що з'єднає подібні міські агломерації.

Ці стратегічні ініціативи в агентстві Reuters назвали святом китайських сталеливарних підприємств, які до кінця 2010-х зігнулися зі стагнацією будівельного сектора і зниженням продажів автомобілів. Журналісти підраховали, що тільки для розширення метро міст Цзянсу, Чанчунь і Шеньчжень потрібно близько 80 млн тонн сталі.

Згідно з науковими дослідженнями, під час будівництва тунелів метро сталь використовують із розрахунку 1,14 тис. тонн на кожний кілометр. Кожна станція "забирає" понад 9 тис. тонн, входи та виходи із неї - ще приблизно 600 тонн. Під час прокладення вентиляційних систем витрати сталі складають понад 1 тис. тонн на кожен систему, і це лише частина загальної потреби у сталевих складових.



## Сталеві шляхи та колеса

Рейки - це та частина інфраструктури метрополітену, яка складається з сталі на всі 100%. За даними Всесвітньої організації сталі (The World Steel Association), звичайний термін служби сталевих рейок становить близько трьох з половиною десятиріч. Щоправда, там, де коля робить круті повороти, а рейки відчувають високі навантаження, їхній термін служби значно менше і становить 12 років. Водночас, на низькошвидкісних ділянках рейки можуть прослужити і до 40 років без особливих проблем.

Значний знос сталевих коліс поїздів метро викликають практично ті ж самі причини. Це і різкі численні зупинки, і круті віражі, і багатокілометровий "пробіг". За інформацією експертів метро Лос-Анджелесу, для забезпечення безпечної їзди відповідні служби змінюють вагони приблизно кожні 1,13 мільйони кілометрів. У той же час, заміна коліс в одному вагоні займає від одного дня до тижня, залежно від особливостей конструкції. Цікаво, що отвір у колесі вагонів лос-анджелеського метро менше діаметру з осі. Тому колесо не кріпиться гайками або болтами, а насаджується на вісь за допомогою великого пресу (так звана пресова посадка).

Земляні роботи, прокладка шляхів, виробництво вагонів і рейок, будівництво тунелів і станцій, дизайн приміщень і зведення мостів і переходів... Саме сталь відіграє головну роль у розвитку мереж метро, що забезпечують містян недорогим, швидким і надійним способом пересування.

<https://metinvestholding.com/ua/media/news/stal-j-pod-zemlej-krupnejshe-metropoliteni-mira>