

УДК:625.143.472

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ УЛАШТУВАННЯ, НОРМ ПРОЕКТУВАННЯ ТА УТРИМАННЯ КОЛІЙ УКРАЇНСЬКИХ МЕТРОПОЛІТЕНІВ

Аспір. А.С. Малішевська

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ УСТРОЙСТВА, НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ ПУТЕЙ УКРАИНСКИХ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

Аспир. А.С. Малишевская

ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF THE DEVICE, DESIGN STANDARDS AND MAINTENANCE OF PATHS UKRAINIAN UNDERGROUND

Postgraduate student A. S. Malishewska

Метрополітени являються одним з основних видів міського транспорту як у нашій країні, так і в країнах СНД і за кордоном. Метрополітени відрізняються масовістю і регулярністю перевезень. Незалежністю від погодних та кліматичних руслового. Одним з основних факторів, що впливають на безпеку і безперебійного роботи метрополітенів є конструкція шляху і його технічна складов. У статті наведені аналіз конструкцій, пристрої шляху метрополітенів України. Розглянуто їх особливості, структура та умови експлуатації.

Ключові слова: метрополітен, глибина закладення, тунель, путь, траса, крива, рейок, шпала, колісна пара, верхнє будова, протиугонні, бетонну основу.

Метрополитены являются одним из основных видов городского транспорта как в нашей стране, так и в странах СНГ и за рубежом. Метрополитены отличаются массовостью и регулярностью перевозок. Независимостью от погодных и климатических условий. Одним из основных факторов влияющих на безопасность и бесперебойность работы метрополитенов является конструкция пути и его техническая составляющая В статье приведены анализ

Будівельні матеріали, конструкції та споруди

конструкцій, устройства пути метрополитенов Украины. Рассмотрены их особенности, структура и условия эксплуатации

Ключевые слова: метрополитен, глубина заложения, тоннель, путь, расса, кривая, рельс, шпала, колесная пара, верхнее строение, противоугоны, бетонное основание.

Subwaysyavlyayutsyaone of the mainpublic transportin our countryandin the CIS countriesand abroad.Subwaysdiffermassive andregular transport. Regardless of theweather and climateof channel. Oneosnovnihfactorsaffecting the safetyandfault freeworksubwayconstructionisthe pathand itstechnical componentThe paper presents theanalysis of thestructures,the devicepathsubwaysUkraine.Examinedtheir characteristics, structure and operating conditions

NetworkUkrainianundergroundlinesdesignedandconstructedin accordance with thegeneral plansofcities, as well as features of theterrain,geologicalandhydrologicalconditions of soils.Thus, the history of eachbuildingUkrainianunderground (Kyiv, Kharkiv and Dnipropetrovsk) providesan experience thatis of particular interestin the worldunderground construction..

Keywords: underground, depth, tunnel, road, track, curve, rail, sleeper, a pair of wheels, the upper structure, protivougonnye, concrete base.

Вступ. Складні економічні умови, в яких в усі роки незалежності перебуває Україна, істотно стримують створення нових і розвиток вже існуючих метрополітенів. Тим не менш, розширення мережі та модернізація пристроїв метрополітенів триває. Враховуючи, що в даний час управління метрополітенами знаходиться у відомстві міських структур, значна частка фінансування здійснюється за рахунок міських бюджетів. Незважаючи на важке економічне становище, українські метрополітени цілком гідно виглядають на міжнародній арені.

Мережа ліній Українських метрополітенів проектувалася і будувалася відповідно до генеральних планів розвитку міст, а так само особливостями рельєфу, геологічного і гідрологічного стану ґрунтів. При цьому, історія будівництва кожного Українського метрополітену (Київського, Харківського та Дніпропетровського) містить досвід, який представляє особливий інтересу світовій практиці метробудування.

Так при будівництві Київського метрополітену через особливості рельєфу, геологічної і гідрологічної стану були використані технології, які на той момент не застосовувалися більше ніде в світі. При будівництві станції «Арсенальної», яка вважається найглибшою станцією в світі, був побудований спуск з двома ескалаторами і проміжним вестибюлем.

Будівництво Харківського метрополітену на ділянці перегону між станціями «Архітектора Бекетова» і «Площа Повстання» здійснювалося в складних гідрогеологічних умовах в потужній товщі осадових відкладень з алювіальними і лессовідними породами, які перетиналися річками і різними підводними течіями. У цих умовах тунелі споруджувалися на незначній глибині під річкою Харків, а на ділянці протяжністю 150 погонних метрів використовувалися спеціальні роботи з заморожування ґрунтів та відсіпання греблі.

Крім цього Харківський метрополітен одним з перших в Європі ввів систему безпеки руху поїздів на основі засобів автоматичного регулювання швидкості з автоматичною локомотивною сигналізацією (АЛС-АРС).

Головна особливість Дніпропетровського метрополітену - глибоке закладення. П'ять із шести станцій першої пускової дільниці - глибокі (глибиною до 70 метрів).

Основні характеристики метрополітенів України представлені в таблиці 1.

Аналіз досліджень і публікацій. Найбільш новий аналіз норм улаштування рейкової колії метрополітенів був зроблений ще у 1994 році Н.Д. Кравченко в його монографії [1], крім того слід зазначити роботу [2] в якій С.І. Клінов запропонував особливі конструкції закріплення дерев'яних шпал в колійному бетоні. В роботі [3] автори для умов початку 60-

Будівельні матеріали, конструкції та споруди

х років 20-го сторіччя надали особливості колійного господарства московського метрополітену. Аналізу конструкції норм утримання та улаштування колій вітчизняних метрополітенів до цього часу зроблено не було.

Метою статті є аналіз технічних особливостей колій метрополітенів для покращення їхніх характеристик.

Таблиця 1

Характеристики	Метрополітенів		
	Київський	Харківський	Дніпропетровський
Дата відкриття лінії	6 листопада 1960	23 серпня 1975	29 грудня 1995
Кількість ліній	3	3	1
Кількість станцій	50	29	6
Загальна протяжність	64,97 км	39,3 км	7,1 км
Вагонів у складі	5	5	3
Пасажиरोоборот	1700 тис.На добу	633,2 тис.На добу	22 тис.На добу
Час роботи	6:00-24:00	5:30-24.00	5:30-23.00

Основна частина. Головні колії метрополітенів в основному прокладені в тунелях, тому їх особливості роботи багато в чому схожі на колії в залізничних тунелях наземного магістрального транспорту. Станції розташовані якомога ближче до поверхні. Довжини між станційних перегонів становлять від 0,5 до 2,0 км. Це зумовлює режим водіння поїздів і наявність великої кількості гальмівних ділянок.

Перегінні ділянки розташовані в найбільш надійних нашаруваннях. Поздовжній профіль колії має яскраво виражений «пилкоподібний» характер, що дозволяє економити енергоресурси при розгоні і зменшує амортизацію рухомого складу при гальмуванні.

При цьому виникає необхідність обходити різні перешкоди (водотоки в трубах, глибокі фундаменти іт. П.). З цих причин, а також через необхідність з'єднання один з одним різних ліній метрополітену колію трасують з великими ухілами в поздовжньому профілі: перед станціями-підйомидо 30-40%, а після станцій- такі ж спуски. Колія у плані має

велику кількість кривих малих радіусів, що пов'язано з впливом на трасу міської забудови.

Рівень навантажень колісної пари на рейки значно нижче, ніж на звичайних залізницях, і становить від 120 до 180 кН. Середня грузонапруженість перевищує середнесетеву на магістральних дорогах і наближається до 50 млн. Т-км брутто / км на рік. Зате інтенсивність руху в декілька разів перевищує звичайні залізні дороги. На київському та харківському метрополітенах інтенсивність руху поїздів на лінії становить близько 350 пар поїздів на добу.

Верхня будова колії метрополітену має ряд особливостей. Перевага надається рейкових плітей для забезпечення більш високої плавності ходу, зниження розлади колії і рівня шуму. Довжина плітей метрополітену 200-300м, це значно коротший, ніж на магістральних залізницях. Такі відмінності мають місце з наступних причин: довжина блок-ділянок, що обмежуються ізолюючими стиками, невелика і не перевищує 300м. Крім того при транспортуванні рейкових плітей довжиною більше 150-200 м до місць укладання в тунелях

Будівельні матеріали, конструкції та споруди

виникали труднощі через відсутність тупиків великої довжини.

З метою запобігання угону рейок в метрополітені широко застосовуються клинові протиугони двох систем: Шестопалова і Істоміна. На коліях метрополітену спостерігається тільки поздовжній угон рейок. В українських метрополітенах в основному застосовується колія на монолітному бетонному підставі з дерев'яними шпалами.

Габаритні обмеження в експлуатованих тунелях метрополітенів настільки жорсткі по висоті, що вони не дозволяють у багатьох випадках застосувати важкі рейки Р65, Р75. На головних коліях укладаються рейки типу Р50, на лініях де відсутні габаритні обмеження по висоті, - типу Р65, якщо цього вимагають розрахункові обсяги перевезень. Спеціально для метро був так само розроблений тип рейок Р56М, який при висоті і ширині, як і у Р50, мав велику масу, а, отже, і міцність. Однак, оскільки кількісна потреба цього типу рейок не велика виробництво їх нині економічно недоцільно

Шпали в метрополітенах України, як правило, дерев'яні омонолічені в бетон, за винятком деяких експериментальних ділянок. Подібні ділянки були укладені на деяких лініях Харківського і Київського метрополітенів.

У тунелях харківського метрополітену в 1983 році була укладена вдосконалена конструкція підрейкової підстави. В якій замість омоноліченої конструкції шпали вклеювалися в бетонну основу спеціально розробленою для цього полімербітумною мастикою "БІТЕП". Подібна технологія повинна була значно спростити процедуру по зміні і підбиття шпал. В умовах Київського метро проводилися експлуатаційні випробування віброзахисної колії з лежневим залізобетонним підрейкових підставою. Передумовою для подібних експериментів стало те що вібрації елементів колії, в першу чергу на лініях мілкового закладення, збудованих відкритим способом, передаються сусіднім жилим та виробничим приміщень. Це і висунуло завдання створення нових віброзахисних конструкцій колії для таких ліній.

Для полегшення утримання колії на станціях укладають дерев'яні шпали коротуни. Додатковою вимогою до шпал метрополітенів є необхідність простого і надійного кріплення третього рейки, а так само високий електричний опір. Стикові скріплення не відрізняються від звичайних, що застосовуються на магістральних залізницях. В основному використовуються скріплення типу КБ, проте існує спеціальне скріплення типу Метро, в якому знайшов відображення принцип «вільнолежачі» рейки, не закріпленої від вертикальних переміщень.

Впливи на колію в метрополітенах більш однорідні, ніж на магістральних залізницях. Через будь який перетин колії поїзди проходять з однаковими швидкостями і навантаженнями від колісних пар на рейки. Тому в кривих ділянках колії підвищення зовнішньої рейки встановлюють по розрахунковій швидкості, а не за середньозваженою, як на залізницях, де воно завжди недостатньо для пасажирських поїздів і надлишково для вантажних. Довжина жорсткої бази двовісних візків вагонів в метрополітенах вдвічі менше, ніж у тривісних візків магістральних електровозів і тепловозів. Це дозволяє не влаштовувати уширення рейкової колії в кривих радіусом більше 200 м.

Водовідвідні пристрої на наземних ділянках метрополітенів так само не мають якоїсь особливої специфіки в порівнянні з магістральними. У тунелях метро завжди позитивна температура і небезпеки замерзання води немає, тому водовідвідні лотки влаштовуються у міжрейковій зоні відкритими.

Безстикова колія метрополітену не піддається зовнішнім погодних і температурних впливів і знаходиться в набагато більш сприятливих умовах, ніж на наземних лініях. Спеціальним санітарно-технічним пристроям в метрополітенах забезпечуються сприятливі температурно-вологісні умови, порівняно із залізничними тунелями, зокрема температура повітря в тунелях і на станціях метрополітенів влітку не повинна перевищувати $+ 30^{\circ} \text{C}$, а взимку-не нижче $+ 5^{\circ} \text{C}$; відносна вологість повітря на станціях і в тунелях не повинна перевищувати 75%, а запиленість-1,5 мг на 1 м^3 повітря.

Будівельні матеріали, конструкції та споруди

Для конкретних ділянок колії в тунелях метрополітенів річна амплітуда температури рейок, як правило, не перевищує 40 ° С, що в 2-3 рази менше, ніж на відкритих ділянках. При практично постійних температурах поздовжні температурні сили відносно невеликі. Поздовжні переміщення кінців рейкових плітей компенсуються конструктивним зазором рейкового стику, що дозволяє стикувати батоги без зрівняльних прольотів. Однак підвищена вологість у тунелях сприяє посиленій корозії металевих частин безстикової колії. У той же час до всіх елементів колії пред'являються вимоги максимального терміну служби, так як ремонт колій і заміна його елементів обходиться в 10-15 разів дорожче такої ж операції на наземних дорогах. Тим самим забезпечуються найбільш сприятливі умови для застосування безстикової колії, а; також для зменшення величини стикових зазорів.

Для раціональної організації будівництва та експлуатації метрополітенів існують відповідні норми. Так проектування

метрополітену зазвичай ведеться у дві стадії - спочатку розробляється і затверджується проект лінії, а потім на основі затвердженого проекту розробляється робоча документація. У проекті лінії метрополітену даються рішення всіх основних питань, що стосуються її будівництва і експлуатації. Техніко-економічна доцільність і необхідність будівництва, траса лінії, її план і профіль, габарити тунелів; інженерно-геологічні умови будівництва; місця розташування станцій і пересадочних вузлів; конструкції тунельних споруд; конструкція колії і контактної рейки; застосовувані пристрої електропостачання, зв'язку, автоматики і телемеханіки, вентиляція і сантехніка; організація будівництва; графіки виконання робіт; кошторисна вартість та техніко-економічні показники споруди.

Висновки. Проведений аналіз дозволяє систематизувати характеристики колій метрополітенів і виділити їх конструктивні особливості для подальшого їх покращення слідством чого має бути підвищення ресурсу експлуатації.

Список використаних джерел

- 1.Кравченко, Н.Д. Новые конструкции железнодорожного пути для метрополитенов[Текст] : учеб. пособие для техн. спец. вузов / Н.Д. Кравченко– М. : Транспорт, 1994. – 143 с.
2. Клинов, С. И. Железнодорожный путь на искусственных сооружениях [Текст] : учеб. пособие для техн. спец. вузов / С. И. Клинов. – М. : Транспорт, 1990. – 144 с.
3. Жильцов, В.Н., Мосин, Е.Т. Устройство и содержание пути московского метрополитена [Текст] : В.Н Жильцов., Е.Т. Мосин. – М.: МПС, 1960. - 299с.
- 4.Бесстыковой путь на мостах, в тоннелях и метрополитенах, на станциях[Электронный ресурс] / Режим доступа <http://rail.uzdk.ru/kak-ustroen-i-rabotaet-besstykovoj-put/besstykovoj-put-na-mostah-v-tonnelyah-i-metropolitenah-na-stanciyah>
5. В Киеве растет интенсивность движения метрополитена [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://www.bagnet.org/news/ukraine/32575>
- 6.Киев: История строительства метрополитена [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://saroavto2.hiblogger.net/1384154.html>
- 7.Строительство Харьковского метрополитена [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://xcc.kharkov.ua/metrostroj/metro.html>
- 8.История Днепропетровского метрополитена [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://metro.dp.ua/history.html>

Рецензент д-р техн. наук, профессор Даренський О.М.

Малішевська Аліна Сергіївна, аспірант кафедри колії та колійного господарства Української державної академії залізничного транспорту. Тел.: (093)020-18-43.

MalishevskayaAlinaS., postgraduate studenttrack andrailroad facilitiesUkrainianState Academy of RailwayTransport.Tel .:(093) 020-18-43.