

УДК 624.191

Тютюкін О. Л., к.т.н., доц., Павленко Т. А., студ. гр.141, ДНУЗТ, м. Дніпропетровськ, Україна

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПЛОСКОЇ ТА ПРОСТОРОВОЇ СХЕМИ ПІЛОННОЇ СТАНЦІЇ У МОДИФІКОВАНОМУ МЕТОДІ МЕТРОДНІПРОТРАНСУ

Розрахунок трисклепінчастих станцій метрополітену глибокого закладення являє собою процес, який включає аналіз циліндричних оболонки, що послаблені отворами, та системи перемичок і пілонів за умови взаємодії конструкції з оточуючим масивом. Існуючі методи досліджень та розрахунку на міцність конструкції трисклепінчастих станцій передбачають розділення суцільної конструкції на ряд елементів, які розраховуються за допомогою аналітичних методів будівельної механіки [1, 2].

Такий підхід призводить до неврахування найважливішого фактора, від якого залежить напружено-деформований стан конструкції, – просторовості її роботи. Неврахування просторового фактора та уведення припущень про використання плоских розрахункових схем є головними причинами отримання невірних уявлень про роботу споруди, наслідками якого є або створення невиправданих запасів міцності, або існування недопустимих силових факторів [3].

Метою роботи є врахування просторового фактору в моделях трьохсклепінчастих станцій модифікованого методу Метродіпротрансу та порівняння їх із плоскою схемою, що є актуальною задачею. Об'єктом дослідження є трьохсклепінчасті пілонні станції метрополітену. Предметом дослідження є дослідження впливу просторового фактору на силові фактори в конструкції.

У якості методу дослідження було обрано метод скінченних елементів (МСЕ). Його числова реалізація проводилася на основі професійного розрахункового комплексу Structure CAD for Windows, version 11.5 (SCAD) [4].

З розвитком чисельних методів, особливо МСЕ, ситуація у сфері розрахунків станції метрополітенів дещо покращилася. Метод МСЕ став методом, що найчастіше використовується, так як він відрізняється високою алгоритмічністю, універсальністю та наочністю.

Загальним методологічним принципом розрахунку трьохсклепінчастих станцій за допомогою плоских розрахункових схем було розділення суцільної конструкції станції на ряд характерних частин: проїмної, пілонної частини та перемички. В такій методології не враховується важливий фактор статичної роботи конструкції, а саме її просторовість.

Вирішення цієї задачі можливе із застосуванням модифікованого методу Метродіпротрансу. На даному етапі можливо розробити не тільки плоскі (рис. 1, а), а й просторові (рис. 1, б) схеми трьохсклепінчастих станцій метрополітену

на основі стержневих скінченних елементів [5], які будуть відповідати просторовій статичній роботі трьохсклепінчастих станцій метрополітену. Їм надаються геометричні розміри та деформаційні характеристики, а також завантаження гірським тиском, після чого просторова схема модифікованого методу Метродіпротрансу повністю готова до числового аналізу.

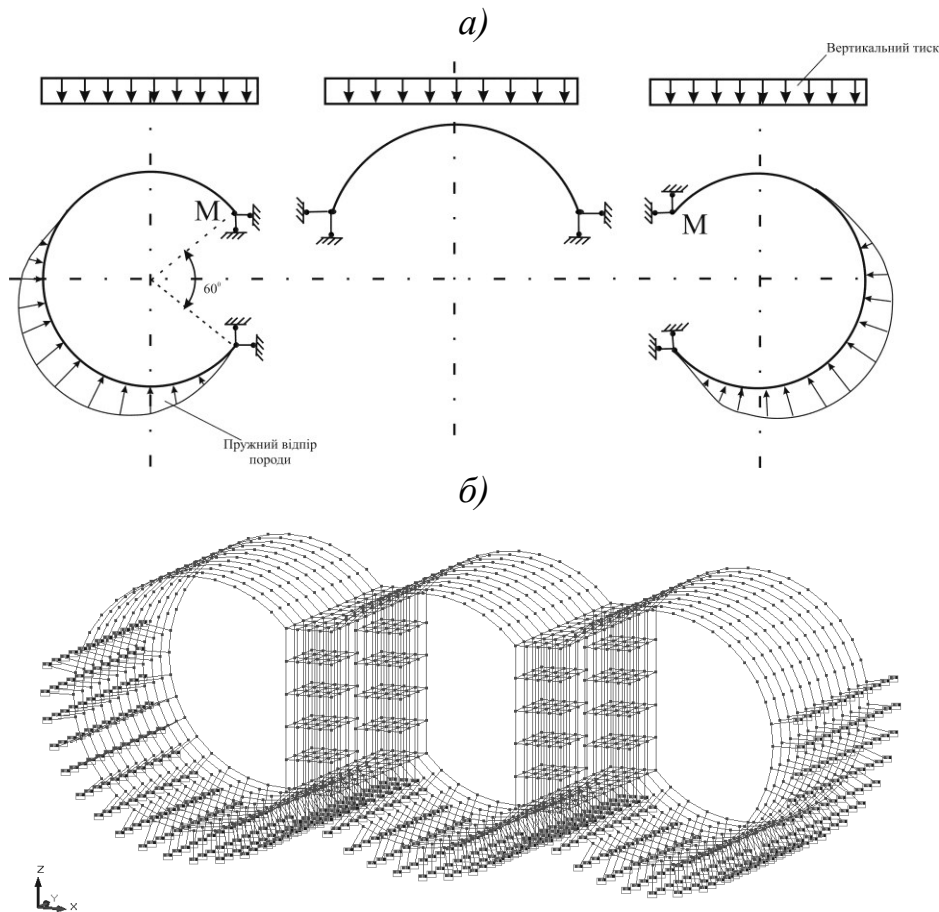


Рис. 1. Плоска (а) та просторова (б) розрахункові схеми пілонної станції

Для того, щоб можна було порівнювати силові фактори в оправі, тобто моменти і нормальні сили, в плоскій і просторовій моделі, із останньої за допомогою процесу фрагментації схеми у комплексі SCAD був вирізаний фрагмент на ділянці пройому, який відповідає плоскій схемі (рис. 2).

Нижче наведені силові фактори у пройомній частині станції (рис. 3 і 4). Після виконання вирізу в пройомній частині, можна аналізувати згинальні моменти та поздовжні сили в плоскій та просторовій моделях станційної конструкції.

На рисунках видно, що в верхніх точках, де були введені шарнірно нерухомі опори у відповідності до схеми (рис. 1, а), відмічається відповідність силових факторів у цих точках уведеним до них закріпленням, що значно вплинуло на розподіл як згинальних моментів (рис. 3), так і нормальних сил (рис. 4). Аналізуючи епюри можна відмітити, що в середньому залі станції у замку епюра збільшилася в 3,5 рази та змінила якісний характер, оскільки в

плоскій схемі мала лише додатні значення, а в просторовій – додатні та від’ємні. В бокових тунелях відбувається зміщення максимуму епюри в бік замка на кут $15..20^\circ$ та зменшення числових значень в 2,5 рази.

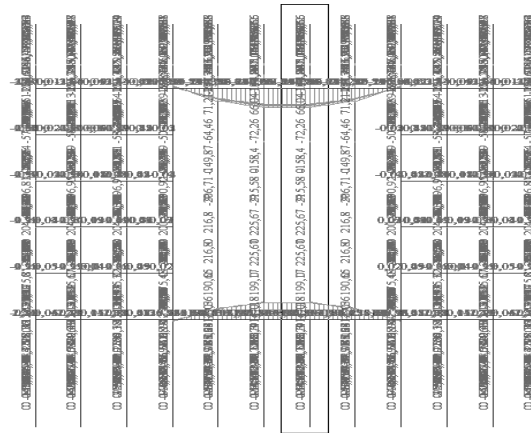
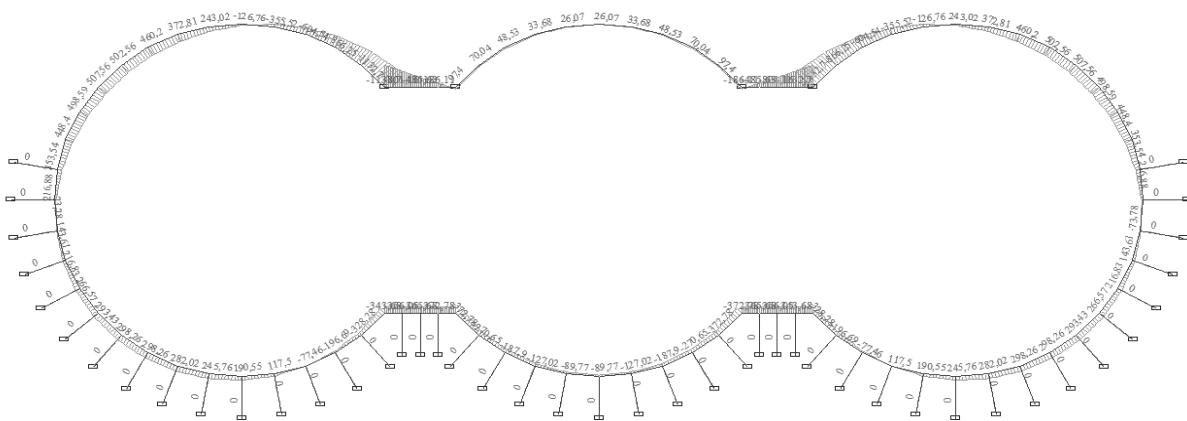


Рис. 2. Місце вирізу частини просторової схеми в пройомній частині (показано прямокутником)

а)



б)

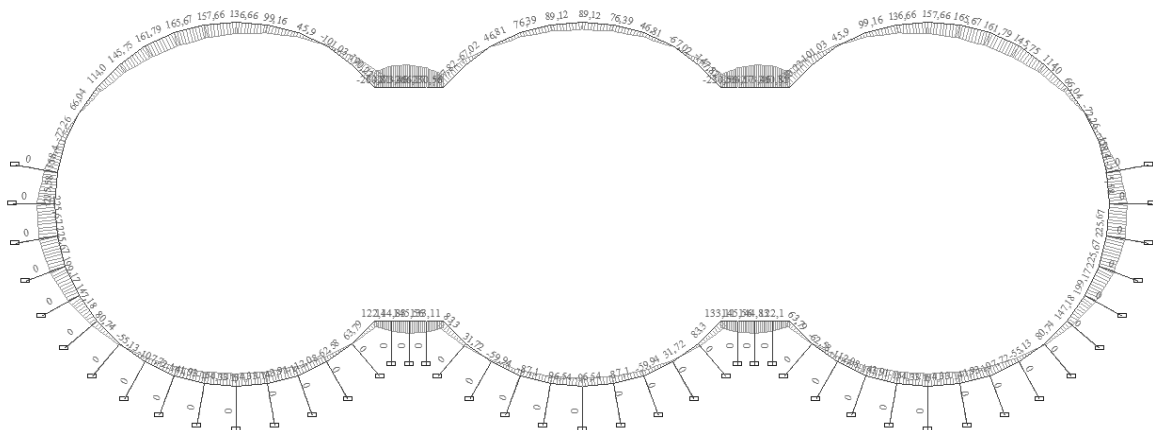


Рис. 3. Епюра згинальних моментів в плоскій (а) та просторовій (б) схемах

Моменти в місці перемички взагалі змінюють свою форму з трикутної на форму дуги, і якщо в плоскій схемі максимальний момент знаходився в крайній точці біля бокового тунелю, то в просторовій він зміщується в середину. Зона нижнього пройому змінює значення в 2,5 рази, причому змінюється і знак на протилежний.

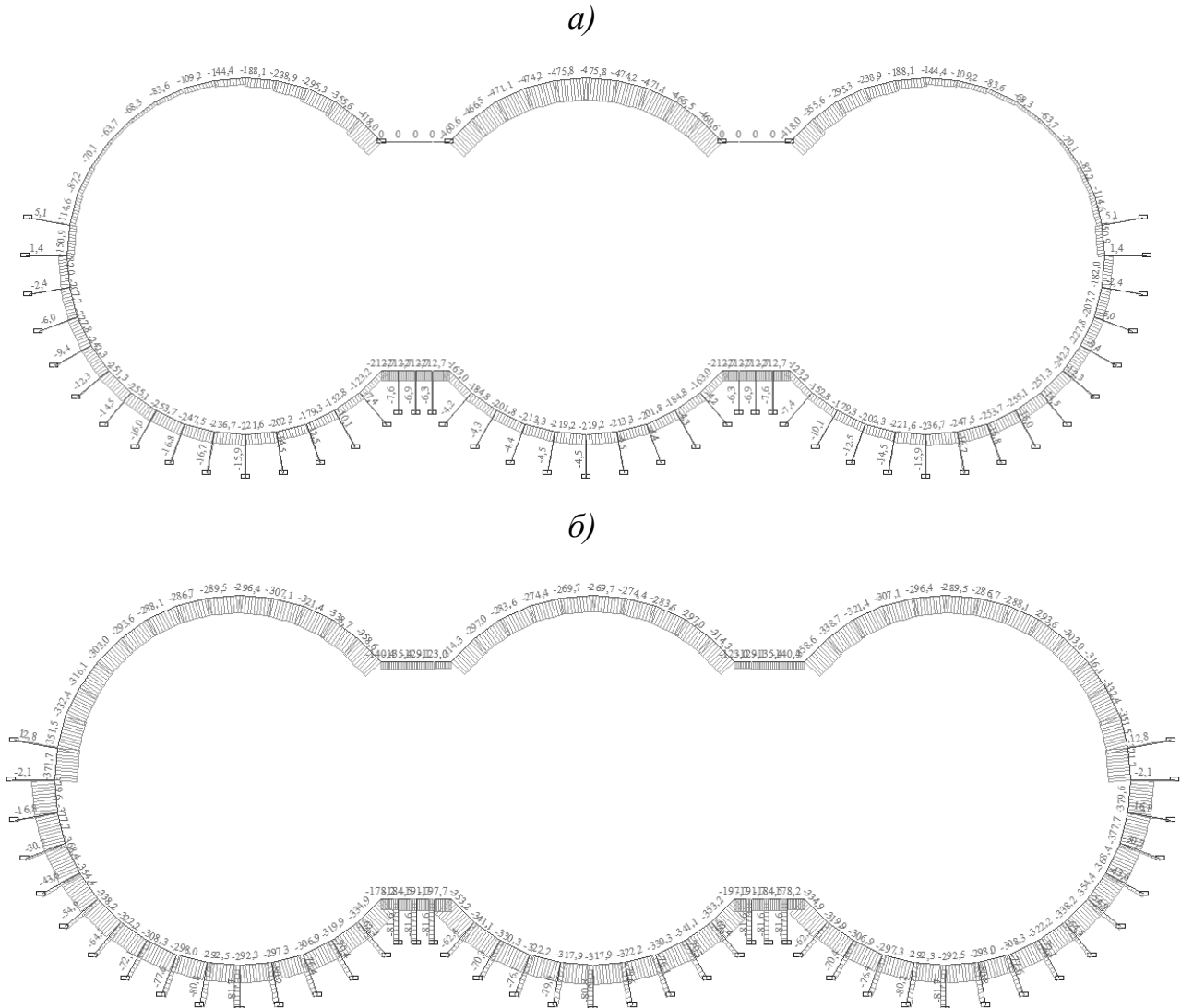


Рис. 4. Епюра нормальних сил в плоскій (а) та просторовій (б) схемах

З епюри нормальних сил можна зробити висновок, що з усієї станції залишається майже незмінною якісно і кількісно лише епюра нижнього пройому. Верхні епюри бокових тунелів в просторовій схемі набувають більшої однорідності, про що свідчать майже однакові значення. Перемичка в просторовій схемі починає активно працювати, її значення у порівнянні з плоскою різко змінюються від 0 до 140,4 кН.

Після проведеного аналізу силових факторів, можна зробити наступний висновок. Порівняння згинальних моментів та нормальних сил в просторовій та плоскій моделях довело недоречність застосування другої. Плоскі розрахункові системи трисклепінчастих станцій дають недостовірні результати уявлення про

статичну роботу станційної конструкції, доказом чого є те, що розділення суцільної конструкції на ряд плоских схем некоректне. Це доведено результатами якісного та кількісного аналізу силових факторів для плоскої та просторової схеми, наприклад, зміною якісного характеру моментів в середньому залі станції та збільшенням їх значень в 3,5 рази або різкою зміною нормальних сил в місці перемички в просторовій схемі, значення яких у порівнянні з плоскою змінюються від 0 до 140,4 кН.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Баклашов, И. В. Механика подземных сооружений и конструкции крепей [Текст] / И. В. Баклашов, Б. А. Картозия. – М.: Недра, 1984. – 415 с.
2. Демешко, Е. А. Современные методы прочностных расчетов в метро- и тоннелестроении [Текст] / Е. А. Демешко, С. Б. Косицын, В. К. Сергеев и др. // Сб. трудов науч.-техн. конф. «Подземное строительство России на рубеже XXI века», Москва, 15-16 марта 2000. – М.: ТАР, 2000. – С. 200-207.
3. Тютькин, А. Л. Анализ пространственной и плоских расчетных схем станции пилонного типа метрополитена глубокого заложения. Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету: Наукові праці КДПУ [Текст] / А. Л. Тютькин. – Кременчук: КДПУ, 2001. – Вип. 2/2001 (11). – С. 337-340.
4. Перельмутер, А. В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа [Текст] / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер. – К.: Сталь, 2002. – 600 с.
5. Петренко, В. Д. Розрахунок трисклепінчастих станцій метрополітену глибокого закладення [Текст] / В. І. Петренко, В. Д. Петренко, О. Л. Тютькін. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2004. – 176 с.