

4. Наиболее информативной характеристикой изменения скорости ультразвука при колебании влажности является коэффициент ($a_{v_{\text{кр}}}$), который четко зависит от В/Ц и увеличивается в 1,54 – 1,88 раза от В/Ц=0,7 до В/Ц=0,4.

5. Влажность бетона следует учитывать при ультразвуковом контроле прочности.

1. Вайниток И.С. Изменение скорости распространения ультразвука в цементных, цементно-песчаных и бетонных образцах в зависимости от их влажности / И.А. Смирнова // Труды ВНИИ железобетона, Вып. 19. – М.: Строиздат, 1972. 2. Галан А. Определение упругих и пластических свойств бетона ультразвуковым импульсным методом / Применение неразрушающих методов испытаний бетонов в строительной практике // Труды международной научно-технической конференции в г. Лейпциге. – М.: Строиздат, 1968. – С. 85–69. 3. Гензель Я. Влияние степени армирования и влажности на скорость распространения ультразвуковых импульсов в бетоне / Применение неразрушающих методов испытаний бетонов в строительной практике // Труды международной научно-технической конференции в г. Лейпциге. – М.: Строиздат, 1968. – С. 94–101. 4. Комаровский А.А. Неразрушающий контроль прочности легких бетонов с учетом возраста и влажности / В.А. Лемешко // Строительные материалы и изделия. Реферативная информация. Сер. УП. – Вып. № 5. – М., 1977. – С. 7–9. 5. Коротков С.Н. Изучение свойств железобетона ультразвуковым методом / Е.С. Коскин // Бетон и железобетон. – № 10. – 1965. – С. 35–38. 6. Морщихин В.Н. Оценка качества бетона с учетом его влажности / Н.Л. Рынин // Бетон и железобетон. – № 12. – 1970. – С. 14–15.

УДК 624.072.31:075.23

Є.І. Галагура, А.О. Шевченко

Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН ПО-РІЗНОМУ НАВАНТАЖЕНИХ КОЛОН

© Галагура Є.І., Шевченко А.О., 2010

Наведено рішення, що описують у пружній стадії напружено-деформований стан таких розрахункових схем: колона, навантажена по торцях поздовжніми силами з рівними та в одну сторону спрямованими ексцентриситетами; колона, жорстко затиснена внизу, шарнірно закріплена вгорі, навантажена ексцентрично прикладеною поздовжньою силою на верхньому торці; колона, жорстко затиснена внизу, навантажена на вільному кінці ексцентрично прикладеною силою; колона, навантажена позацентрово прикладеною силою в прольоті.

Ключові слова: напружено-деформований стан, колона, ексцентриситет, поздовжня сила, позацентрова сила.

In article are brought decision, which describe in springy stage tense-deformed condition of the following accounting schemes: column, loaded on butt longitudinal power with equal and in one side directed eccentric; column, hard jamming adown, joint bolted at the top, loaded eccentric attached by longitudinal power on upper butt end; column, hard jamming adown, loaded on free end eccentric attached by power; column, loaded eccentric attached by power in stairwell.

Keywords: tense-deformed condition; column, eccentric, longitudinal power, eccentric power.

Вступ. Експериментальні і теоретичні дослідження напружено-деформованого стану центрально та позацентрово стиснутих колон та інших несучих конструкцій виконали в своїх роботах: Г.Л. Ватуля, Ю.В. Глазунов, І.А. Жакін, О.В. Опанасенко, Л.І. Стороженко, Е.Д. Чихладзе та інші вчені. Відзначені роботи сприяли вирішенню складної проблеми оцінки міцності та жорсткості колон. Однак не всі питання вирішені. Зокрема, недостатньо вивчена робота статично визначених і статично невизначених

колон, стиснутих ексцентрично на одному торці і таких, що зазнають осьового стискання – на іншому, а також колон з ексцентрично прикладеною подовжньою силою в межах їх довжини.

Оцінка напружено-деформованого стану по-різному навантажених колон. Аналіз дослідних даних для прямокутних тонкостінних стержнів дав змогу знайти таку залежність, що характеризує зміну їх жорсткості

$$D(x) = D_0 - r\left(\frac{l}{\rho}\right)^2, \quad (1)$$

де D_0 – початкова жорсткість, що відповідає пружній роботі стержня;

$$r = \frac{(D_0 - D_{np})}{M_{np}^2} \cdot D_{np}^2, \quad (2)$$

де D_{np} , M_{np} – жорсткість та згинальний момент у граничному стані стержня. Для оцінки граничних характеристик жорсткості та моменту використано метод розрахунку сталобетонних елементів прямокутного перерізу, розроблений проф. Е.Д. Чихладзе.

Далі наведено рішення для оцінки напружено-деформованого стану по-різному навантажених колон (рис. 1):

– колона, що навантажена по торцях поздовжніми силами з рівними і в один бік спрямованими ексцентриситетами (рис. 1).

Диференційне рівняння вигнутої осі матиме такий вигляд:

$$y'' + k^2 \cdot y = -k^2 e, \quad (3)$$

де $k^2 = \frac{F}{D(x)}$.

Розв'язок (3) при $D(x)=\text{const}$:

$$y_x = e\left(\cos kx + \frac{1 - \cos kl}{\sin kl} \sin kx - 1\right). \quad (4)$$

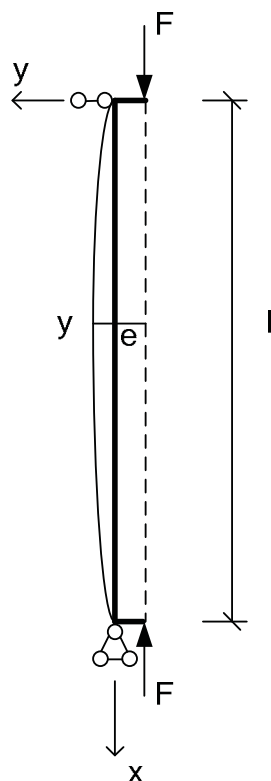


Рис. 1. Схема колони, навантаженої ексцентрично прикладеними силами

Переріз з максимальним прогином розміщений на відстані $x=l/2$ від початку координат. Максимальний прогин дорівнює:

$$y_{max} = e \left(\cos k \frac{l}{2} + \frac{1 - \cos kl}{\sin kl} \sin k \frac{l}{2} - 1 \right). \quad (5)$$

– колона, навантажена на одному торці ексцентрично прикладеною силою (рис. 2)

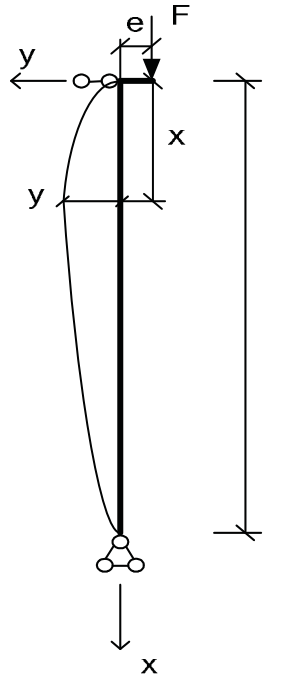


Рис. 2. Розрахункова схема колони на позакентровий тиск

Диференційне рівняння вигнутої осі:

$$y'' + k^2 \cdot y = \frac{k^2 \cdot e \cdot x}{l} - k^2 \cdot e. \quad (6)$$

Розв'язок диференційного рівняння (6):

$$y = e \cdot \left[\cos(k \cdot x) - \operatorname{ctg}(k \cdot l) \cdot \sin(k \cdot x) - 1 + \frac{x}{l} \right]. \quad (7)$$

Небезпечним буде той перетин, у якому буде максимальний прогин. Для визначення небезпечного перерізу необхідно знайти точки екстремуму функції (7), а це значить, що необхідно першу похідну прирівняти до нуля й знайти значення x , за якого $dy/dx=0$. Для розв'язання використовується підпрограма на ЕОМ, що входить у загальну програму розрахунку колон.

У результаті розрахунку переріз з максимальним прогином розміщений на відстані $x=l/2,43$ від початку координат. Максимальний прогин дорівнює:

$$y_{max} = e \left[\cos\left(\frac{k \cdot l}{2.43}\right) - \operatorname{ctg}\left(\frac{k \cdot l}{2.43}\right) \sin\left(\frac{k \cdot l}{2.43}\right) - 1 + \frac{1}{2.43} \right] \quad (8)$$

– колона, жорстко затиснена внизу, шарнірно закріплена вгорі та навантажена ексцентрично поздовжньою силою на верхньому торці (рис. 3)

Диференційне рівняння вигнутої осі:

$$y'' + k^2 \cdot y = \frac{k^2 \cdot e \cdot x}{2 \cdot l} - k^2 \cdot e. \quad (9)$$

Розв'язок рівняння (9):

$$y = e \cdot \left[\cos(k \cdot x) + \left(\frac{-\cos(k \cdot l) + 0,5}{\sin(k \cdot l)} \right) \cdot \sin(k \cdot x) - 1 + \frac{x}{2 \cdot l} \right]. \quad (10)$$

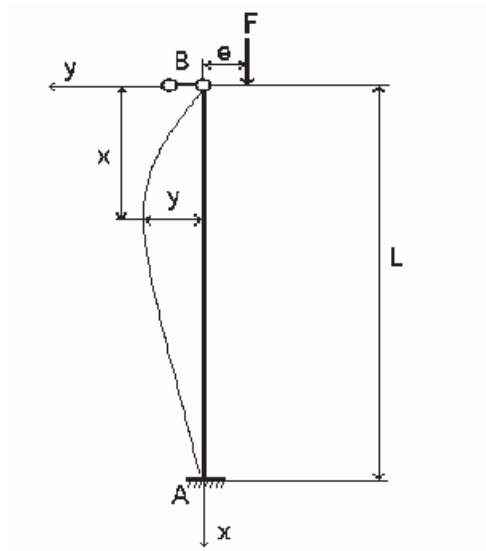


Рис. 3. Розрахункова схема колони на позакентровий стиск

Небезпечним буде той перетин, у якому буде максимальний прогин. Для визначення небезпечного перерізу необхідно знайти точки екстремуму функції (10), а це значить, що необхідно першу похідну прирівняти до нуля й знайти значення x , за якого $dy/dx=0$. Для розв'язання використовується підпрограма на ЕОМ, що входить у загальну програму розрахунку колон.

У результаті розрахунку переріз з максимальним прогином міститься на відстані $x=l/2,11$ від початку координат. Максимальний прогин дорівнює:

$$y_{\max} = e \left[\cos\left(\frac{k \cdot l}{2.11}\right) + \left(\frac{-\cos(k \cdot l) + 0.5}{\sin(k \cdot l)} \right) \cdot \sin\left(\frac{k \cdot l}{2.11}\right) - 1 + \frac{1}{4.22} \right] \quad (11)$$

– колона, жорстко затиснена внизу, навантажена на вільному кінці ексцентрично прикладеною силою (рис. 4).

Диференціальне рівняння вигнутої осі:

$$y'' + k^2 \cdot y = -k^2 \cdot e. \quad (12)$$

Розв'язок рівняння (12):

$$y = e \cdot \cos(k \cdot l) \cos(k \cdot x) + e \cdot \sin(k \cdot l) \sin(k \cdot x) - e. \quad (13)$$

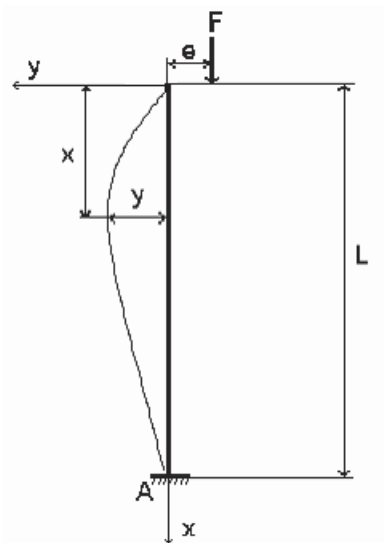


Рис. 4. Розрахункова схема колони на позакентровий стиск

Переріз з максимальним прогином розташований на відстані $x=0$ від початку координат. Максимальний прогин дорівнює:

$$y_{\max} = e \cdot \cos(k \cdot l) + e \quad (14)$$

– колона, навантажена позакентрово прикладеною силою в прольоті (рис. 5). Диференційні рівняння:

$$y_1'' = \frac{k^2 \cdot e \cdot x}{l}, \quad 0 \leq x \leq a, \quad (15)$$

$$y_2'' + k^2 \cdot y = \frac{k^2 \cdot e \cdot x}{l} - k^2 \cdot e, \quad a \leq x \leq l. \quad (16)$$

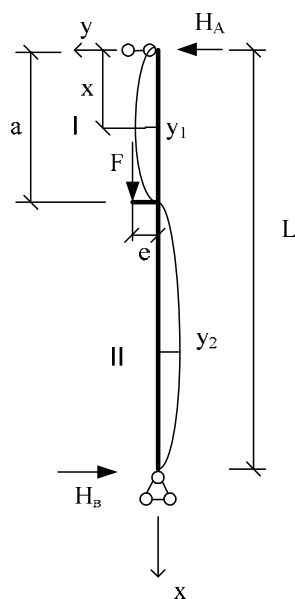


Рис. 5. Розрахункова схема колони на позакентровий тиск

Розв'язки рівнянь (15, 16):

$$y_1 = \frac{k^2 \cdot e \cdot x^3}{6l} + \left(\frac{\frac{k^2 e a^3}{3l} - e}{\frac{ka \sin kl \sin ka}{\cos kl} + \frac{\sin kl \cos ka}{\cos kl} + ka \cos ka - \sin ka} \right) \times \left(\frac{k \sin kl \sin ka}{\cos kl} + k \cos ka \right) + \frac{e}{l} - \frac{k^2 e a^2}{3l} x, \quad 0 \leq x \leq a \quad (17)$$

$$y_2 = \left(-\frac{\sin kL}{\cos kL} \cdot \frac{\frac{k^2 e a^3}{3L} - e}{\frac{ka \sin kL \sin ka}{\cos kL} + \frac{\sin kL \cos ka}{\cos kL} + ka \cos ka - \sin ka} \right) \times \cos(k \cdot x) + \left(\frac{\frac{k^2 e a^3}{3L} - e}{\frac{ka \sin kL \sin ka}{\cos kL} + \frac{\sin kL \cos ka}{\cos kL} + ka \cos ka - \sin ka} \right) \times \sin(k \cdot x) + \frac{e \cdot x}{L} - e. \quad a \leq x \leq l \quad (18)$$

Висновки. Залежності (5), (7), (10), (13), (17), (18) з урахуванням (2) являють собою рівняння, які містять трансцендентні функції від невідомої сили F . Вони можуть бути розв'язані тільки числово. Для розв'язання рівнянь розроблено кроково-ітераційний метод. Жорсткості перерізів є функціями деформованого стану і для будь-якої стадії роботи колони можуть визначатись за залежністю (2). Процес послідовних наближень організовано у такий спосіб: задається змінний крок по навантаженню, у кожному наближенні обчислюється прогин, уточнюється жорсткість. Ітераційний процес триває до досягнення задовільної збіжності по прогинах. У результаті розрахунку визначається максимальне навантаження ($F_{кр}$), при якому починається інтенсивне зростання прогинів. Виконано числовий розрахунок сталеві колони завдовжки 1 м, з прямокутним перерізом розмірами 50x50x2 мм, для наведених вище схем навантаження отримані результати збігаються з експериментальними дослідженнями.

1. Глазунов Ю.В. Исследование экономической эффективности применения сталебетонных колонн прямоугольного сечения в строительстве // Межвузовский сб. науч. трудов. – 1996. – Вып. 27. – С. 142–145. 2. Тимошенко С.П. Устойчивость стержневой пластин и оболочек. – М., 1971. – 808 с. 3. Чихладзе Э.Д., Арсланханов А.Д. Расчёт сталебетонных элементов прямоугольного сечения на прочность при осевом сжатии // Бетон и железобетон. – 1993. – № 1. – С. 13–15. 4. Чихладзе Э.Д. Несущая способность сталебетонных конструкций в условиях статического и динамического нагружения: Дис. ... д-ра техн. наук. – Харьков, 1985. – 481 с. 5. Чихладзе Э.Д., Арсланханов А.Д. Расчёт сталебетонных элементов прямоугольного сечения на прочность при внецентренном сжатии и изгибе // Известия вузов. Строительство. – 1992. – № 1. – С. 6–10.

УДК 625.7/8

І.П. Гамеляк*, Г.В. Журба, Л.О. Карасьова*, Д.О. Куліков*

*Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра будівельних конструкцій та мостів,
Національний транспортний університет, м. Київ,
ТОВ “Свроізол geosynthetics”

РОЗРАХУНОК ПОСИЛЕННЯ СЛАБКОЇ ОСНОВИ ГЕОСИНТЕТИЧНИМИ МАТЕРІАЛАМИ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ АЕРОПОРТУ В м. ЛЬВОВІ

© Гамеляк І.П., Журба Г.В., Карасьова Л.О., Куліков Д.О., 2010

Наведено основні положення та приклад розрахунку посилення слабкої основи геосинтетичними матеріалами для реконструкції Львівського аеропорту у ході підготовки до Євро-2012. Встановлено вимоги до матеріалів для армування та наведено приклад конструктивних рішень для збільшення несучої здатності ґрунтової основи.

Ключові слова: геосинтетичні матеріали, стійкість основи, несуча здатність.

In the article basic positions and example of computation of strengthening of weak basis are resulted by geosynthetics materials for the reconstruction of Lvov aeroport within the framework of preparation to Euro-2012. The requirements are set to materials for the reinforcement and the example of structural decisions is resulted for the increase of bearing strength of the ground basis.

Keywords: geosynthetics materials, firmness of basis, bearing strength.

Вступ. Термінал аеропорту побудований в 1954 році. Штучне покриття аеропорту зводились упродовж тривалого часу, а в подальші роки відбувалося подовження смуги та її посилення. В 1973 році була подовжена смуга та оновлено покриття. В 1984 році було виконано посилення покриття асфальтобетоном. Неодноразово здійснювалось дослідження фактичного стану аеродрому і розробка пропозицій із доведення до відповідності чинним на той час нормативним документам. У ході підготовки до Євро-2012 проектом передбачена реконструкція аеродрому, що полягає у