

таны рекомендации по устранению возможных негативных процессов при выполнении технологических операций в экстремальных условиях. Полученные результаты поточного ремонта с осуществлением научно-технического сопровождения продлили срок службы моста.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лучко Й.Й. Мости: конструкції та надійність/ Й.Й. Лучко, П.М. Коваль, М.М. Корнієв, А.І. Лантух-Лященко, М.Р. Хархаліс; за ред. В.В. Панасюка і Й.Й. Лучка. - Львів: Каменяр, 2005. - 989с.
2. Повышение долговечности автодорожных мостов: Монография / В.П.Кожушко, А.В.Бильченко, А.Г.Кислов и др.; под ред. В.П.Кожушко. - Харьков: ХНАДУ, 2016. - 236с.
3. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. ДБН В.1.2-5-2007 (Чинні від 2008-01-01). - К.: Мінрегіонбуд України, 2007. - 15с. - (Державні будівельні норми України).
4. Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробування ДБН В.2.3-6:2009. (Чинні від 2010-03-01). - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. - 43с. - (Державні будівельні норми України).
5. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд, будівельних конструкцій та основ: ДБН В.1.2-14-2009. - (Чинні з 2009-12-01). - К.: 2009. - 47с. - (Державні будівельні норми України).
6. Концепция сохранения и развития мостовых сооружений г. Харькова до 2012г. с прогнозом до 2014 года/А.В.Бильченко, О.И.Безбабичева, А.Г.Кислов, О.А. Бадаева. - Харьков: ХНАДУ, 2009. - 39с.
7. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів: ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012. (Чинні від 2013-12-01). - К.: Мінрегіонбуд України, 2013. - 45с. (Національний стандарт України).
8. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування: ДБН В.2.3-14:2006. (Чинні від 2007-02-01). - К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства, 2006. - 359с. - (Державні будівельні норми України).
9. Cuelho Eli, Evaluating Concrete Bridge / Eli Cuelho, Jerry Stephens, Peter Smolenski, Jeff Johnson // Montana Department of Transportation: Final Report FN WA / MT-06-000/8156-002, June. - 2006. - P.302.
10. Prakash Rao D.S. Temperature Distribution and Stresses in Concrete Bridge / D.S. Rao Prakash// American Concrete Institute. ACI Journal, USA, 1986. - V. 83, №4. - P.588-596.
11. Shiu K. Ham. Seasonal and Diurnal Behavior of Concrete Box Girder Bridges/ K. Ham Shiu// Transportation Research Record, 1984. - №982. - P. 50-56.

Рецензент: д-р техн. наук В.П. Кожушко

УДК 625.7

Бойко Т.К.

Харківський національний університет будівництва і архітектури

ПРО ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ ТИСКУ ҐРУНТУ НА СТІНКИ ШЛЮЗУ

Дослідження з метою вивчення реальних тисків, які надає засипка на підтримуючу її підпірну стінку, показали, що в процесі формування тиску ґрунту бере участь багато взаємодіючих один з одним факторів.

До факторів, що визначають тиск ґрунту на стінку, можуть бути віднесені: фізичні показники ґрунту засипки - об'ємна

вага, кут внутрішнього тертя, зчеплення, компресійні властивості та інші, а також коефіцієнт тертя ґрунту об стінку; рівні ґрунтових вод і їх зміни; розподіл по висоті стінки щільності ґрунту по шарах його послідовної відсипання; наявність тимчасового навантаження на засипці стінок; закладення укосів котловану, обрис

задньої грані стінки, жорсткість стінки; температурні деформації ґрунту та інші фактори. Важливим фактором у процесі виникнення тиску, як показали дослідження, виявилось переміщення стінки щодо засипки, в результаті чого можуть різко змінюватися обрис епюр тиску і його величина. Численні випадки, коли замість класичної трикутної епюри Кулона доводиться мати справу з дуже опуклими епюрами, з високим становищем їх центру тяжкості і з великими абсолютними значеннями тиску.

В даній роботі розглядається окремий випадок, з яким доводиться стикатися на практиці в процесі експлуатації шлюзів, коли рух стінки шлюзу в бік засипання і назад носить періодичний характер з великим числом циклів і повторюваністю протягом ряду років. Зміни, що відбуваються в засипці і перерозподіл тисків залежать від температурних деформацій і змінного тиску води при наповненні та спорожненні камер.

Розглянемо, які деформації зазнає ґрунт при русі стінки в сторону засипки і назад. При переміщеннях стінки в засипці виникають значні області стиснення ґрунту. Якщо дійсну протяжність області стиснення умовно з метою спрощення розрахунку замінити зоною меншого протягу, але з рівномірним напруженням, зменшення коефіцієнта пористості дорівнюватиме

$$\Delta \varepsilon = \frac{\delta}{l} (l + \varepsilon),$$

де δ - переміщення стінки; l - довжина умовної зони стиснення.

В першу половину циклу відбувається ущільнення ґрунту і підвищення напружень тиску. При зворотньому русі відбувається швидке зменшення напружень до величини, що відповідає активному тиску засипки, і далі воно залишається постійним.

Якщо шлюзна стінка не тільки нахилється, але і переміщується в своїй нижній точці внаслідок температурного подовження днища, то зона стиснення ґрунту змінюється по горизонтальному і верти-

кальному напрямках, і визначається в кожному окремому випадку згідно тих. чи інших вихідних даних.

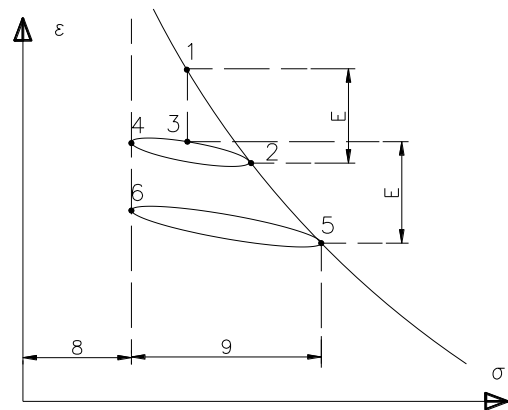


Рис. 1. Цикли руху стінки на ґрунт і обернено: 1-початковий стан засипки на компресійній кривій; 1-2-3-4-перший цикл руху стінки; 4-2-5-6- другий цикл руху стінки; 7-зменшення коефіцієнта пористості при русі стінки на ґрунт; 8-активний тиск; 9-збільшення тиску при русі стінки на ґрунт.

Представлені цикли руху стінки зображені на рис. 2.

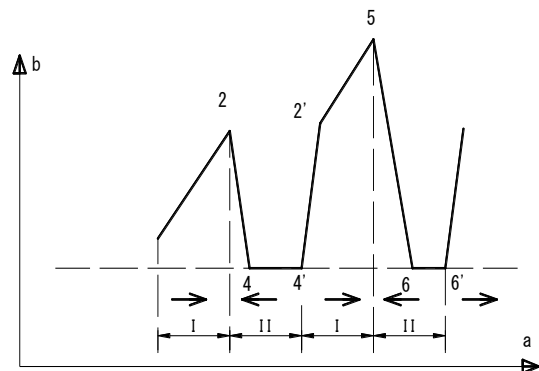


Рис. 2. Зміна тиску при перших циклах навантаження-розвантаження: I - рух в сторону ґрунту; II - рух в сторону від ґрунту.

Для визначення числа циклів коливань стінки, яке необхідно для переходу явища в пружну стадію, розглянемо кілька послідовних циклів ущільнення ґрунту і спробуємо знайти залежність, при якій спостерігається поступове збільшення пружної частини загальної деформації. З метою спрощення представимо фактичну криволінійну форму компресійної кривої в межах розглянутої ділянки деякою прямою (рис. 3).

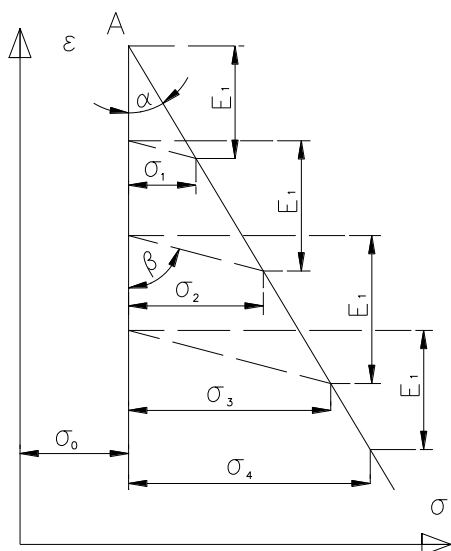


Рис. 3. Схема до визначення тиску з ростом числа циклів переміщення стінки

Ця пряма буде характеризуватися початковим значенням коефіцієнта пористості A , кутовим коефіцієнтом α і може бачь представлена у вигляді залежності

$$\varepsilon = A - \alpha \cdot \sigma.$$

Уявімо також, що і у пружній частини, в межах петлі гістерезису, прямі і зворотні деформації відбуваються за деякими прямими, які мають кутовий коефіцієнт β , а перший цикл починається зі стану активного тиску на стінку.

Послідовний ряд збільшень тиску понад початкового запишемо в наступному вигляді:

$$\sigma_1 = \varepsilon_1 \alpha;$$

$$\begin{aligned} \sigma_2 &= \sigma_1 + \left(\varepsilon_1 - \frac{\sigma_1}{\beta} \right) \alpha = \sigma_1 \left(1 - \frac{\alpha}{\beta} \right) + \\ &+ \varepsilon_1 \alpha = \varepsilon_1 \alpha \left[\left(1 - \frac{\alpha}{\beta} \right) + 1 \right]; \\ \sigma_3 &= \sigma_2 + \left(\varepsilon_1 - \frac{\sigma_2}{\beta} \right) \alpha = \sigma_2 \left(1 - \frac{\alpha}{\beta} \right) + \varepsilon_1 \alpha = \\ &= \varepsilon_1 \alpha \left[\left(1 - \frac{\alpha}{\beta} \right)^2 + \left(1 - \frac{\alpha}{\beta} \right) + 1 \right], \end{aligned}$$

де через ε і σ позначено повні значення, а через $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \sigma_1, \sigma_2$ і т. і. позначені їх збільшення. Збільшення напруження при n -му русі буде дорівнювати

$$\sigma_n = \varepsilon_1 \alpha \left[\left(1 - \frac{\alpha}{\beta} \right)^{n-1} + \left(1 - \frac{\alpha}{\beta} \right)^{n-2} + \left(1 - \frac{\alpha}{\beta} \right) + 1 \right]$$

Вираз у дужках являє обмежену геометричну прогресію з загальним числом членів n і знаменником $q = 1 - \frac{\alpha}{\beta}$. Тоді сума обмеженої геометричної прогресії дорівнює: $S_n = S_\infty (1 - q^n)$

При $q = 1 - \frac{\alpha}{\beta}$ в розглянутому випадку

$$S_\infty = \frac{1}{1 - q} = \frac{\alpha}{\beta}, \text{ отже } S_n = \frac{\beta}{\alpha} \left[1 - \left(1 - \frac{\alpha}{\beta} \right)^n \right],$$

$$\sigma_n = \varepsilon_1 \beta \left[1 - \left(1 - \frac{\alpha}{\beta} \right)^n \right].$$

Вираз у дужках представляє собою ту частку зростання напруги, яка має місце при n -му коливанні стінки по відношенню до граничного, що приймається за одиницю.

Представимо вираз $\left(1 - \frac{\alpha}{\beta} \right)^n$ через M ,

тоді $1 - \left(1 - \frac{\alpha}{\beta} \right)^n = 1 - M$. Логарифмуя, отри-

муємо $n \ln \left(1 - \frac{\alpha}{\beta} \right) = \ln M$. Так як $\frac{\alpha}{\beta} \leq 1$, то

можна вважати, що $\ln \left(1 - \frac{\alpha}{\beta} \right) = -\frac{\alpha}{\beta}$;

$n \frac{\alpha}{\beta} = -\ln M$; звідки $n = -\frac{\beta}{\alpha} \ln M$.

Задаючись рядом значень M отримаємо відповідні значення n . Отримана залежність, наведена на рис. 4, свідчить про те, що підвищення тиску до 95% від свого граничного значення може бути досягнуто при 60 коливаннях стінки; тиск, що відповідає 50% від граничного, досягається вже при 12 коливаннях.

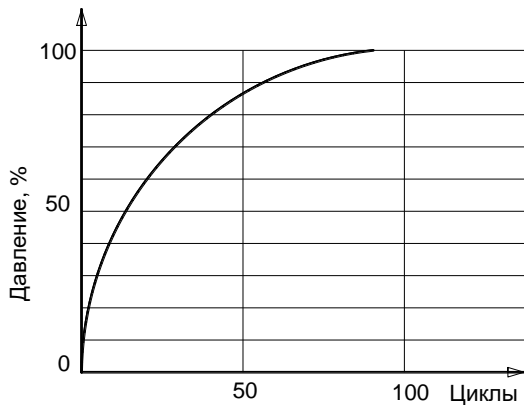


Рис. 4. Збільшення тиску з ростом числа циклів руху стінки

Загальний графік наростання тиску показаний на рис. 5 для випадку, коли наростання тиску завершується протягом десяти циклів. Слід мати на увазі, що з ростом опору ґрунту буде спостерігатися зменшення розмаху коливань стінки, у зв'язку з чим для розрахунків може бути взята середня величина коливань стінки на початку і в кінці аналізованого періоду часу.

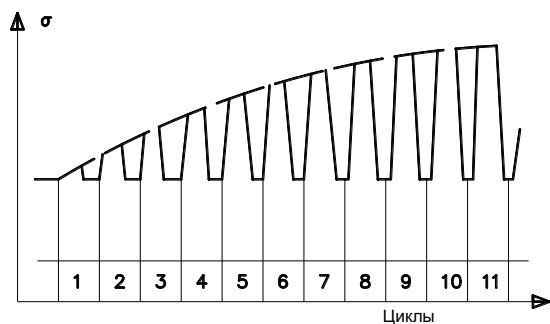


Рис. 5. Послідовна зміна тиску на стінку в міру збільшення числа циклів руху стінки

Деформаційно-силові процеси, що відбуваються в реальних спорудах, можуть бути значно складніше порівняно з наведеною схемою взаємодії засипки і шлюзової стінки. Наприклад, шлюзова стінка відчуває коливання, пов'язані з температурними деформаціями конструкцій протягом року, а також з т. зв. навігаційними коливаннями, пов'язаними з наповненням та спорожнюванням камери.

Для подальшого уточнення розрахунків тиску засипки на шлюзові стінки будуть потрібні додаткові відомості, в першу чергу:

- а) характеристики руху стінки в процесі будівництва та експлуатації споруди в багаторічному і сезонному розрізах виходячи зі статичних навантажень на стінку, змін температурного режиму тощо;
- б) компресійні властивості ґрунту засипки при багаторазових рухах стінки;
- в) ущільнення ґрунту при його первинному і повторному замочуваннях;
- г) початкове ущільнення ґрунту за стінкою і розподіл ґрунту з його щільності по висоті стінки;
- д) визначення областей стиснення і розтягнення в ґрунті засипки при переміщеннях і визначення відносних деформацій по всій досліджуваній області ґрунту за стінкою.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бугров А. К. О давлении несвязного ґрунта на жёсткую стенку с: учётом её перемещения. -Основания, фундаменты и механика ґрунтов, 1972, № 5. - С.5-8.
2. Бугаев В.Т. Исследование влияния перемещений стенки в процессе образования засыпки на боковое давление ґрунта. -В кн.: Научные труды ОИИМФ. Одесса, вып.7. 1975. - С.51-54.
3. Клейн С.К. Давление ґрунта на подпорную стенку в зависимости от её перемещений и жёсткости основания. -Основания, фундаменты и механика ґрунтов, 1963, С.1-4.
4. Сахновский А.М. Давление несвязного ґрунта на жёсткие несмещающиеся подпорные стенки при уплотнении обратной засыпки. -В кн.:Вопросы земляного полотна и геотехники на ж.д. транспорте. Днепрпетровск. ДИИТ. 1981. вып.219/30. - С.113-118.

Рецензент: д-р техн. наук В.В. Фурсов