

**ВПЛИВ ПЕРЕМІЩЕНЬ АНКЕРНОЇ ОПОРИ НА
РОЗПОДІЛ ІНТЕНСИВНОСТІ ТИСКУ ҐРУНТУ ПО ВИСОТІ ГНУЧКОЇ СТІНКИ**

Наведені результати експериментальних досліджень тиску ґрунту на гнучку стінку при зміщенні анкерної опори, які можуть бути використані для аналізу взаємодії гнучкої підпорної стінки з ґрунтом.

Відомо, що розпирні причальні і інші підпирні споруди під дією експлуатаційного навантаження підлягають деформації, що впливають на величину і характер розподілу інтенсивності тиску ґрунту. Особливо істотний вплив на напружено-деформований стан тонкостінних причальних споруд надають зміщення анкерних опор.

З метою вивчення впливу переміщень анкерної опори на величину і розподіл тиску ґрунту по висоті гнучкої стінки, а також на прогини стінки і зміну зусилля в анкері були проведені експериментальні дослідження в лабораторії портових гідротехнічних споруд кафедри «Морські і річкові порти, водні шляхи і їх технічна експлуатація» ОДМУ в ґрунтовому лотку розміром 165×100×109 см. Модель гнучкої стінки була виготовлена з листа оргскла товщиною 10 мм, з розмірами 106×99 см. Для забезпечення необхідної жорсткості в горизонтальній площині зверху модель спиралася на ребро металевого кутка 50×50, який закріплювався до моделі за допомогою двох анкерних болтів. Таке закріплення моделі дозволяє забезпечувати «крапкове» (в розрізі) її обпирання на опору. Анкерні болти іншими кінцями сполучалися шарнірно з опорними кронштейнами з круглої сталі (20 мм, вільні кінці яких виконані у вигляді болта з гайкою для закріплення до опорної балки з швелера №18. Опорна балка по кінцях кріпилася до механізму переміщень, який в свою чергу закріплювався до каркаса лотка за допомогою болтів. Посередині довжини кронштейнів передбачені з двох сторін плоскі проточки довжиною 40 мм, на відшліфовану поверхню яких наклеювалися тензорезистори з опором 200 Ом для вимірювання анкерного зусилля. Товщина тіла кронштейна в проточках визначалася розрахунком з умов забезпечення необхідної пружної податливості (чутливість датчика) і достатньої міцності.

Для вимірювання тиску ґрунту на модель гнучкої стінки на основі датчика Яковлєва П.И. і Давидова Н.В. були сконструйовані і перевірені контактні датчики. Датчики встановлювалися по вертикальній осі моделі гнучкої стінки на відстані 10 см один від одного. Верхній і нижній датчики розташовувалися на відстані 5 см від верхнього і нижнього ребра моделі.

У місцях установки датчиків в стінці моделі вирізалися отвори прямокутного перетину шириною 11 мм і довжиною 100 мм. Для вимірювання активного тиску ґрунту в незаглибленій частині стінки контактні датчики встановлювалися з одного боку гнучкої стінки (з боку засипки), а в заглибленій з двох сторін для вимірювання активного і пасивного тиску ґрунту.

Для вимірювання деформацій моделі на вертикальній лінії, розташованій на відстані 10 мм від осі стінки на одному рівні з контактними датчиками, наклеювалися тензорезистори опором 200 Ом.

Електрична тензометрична схема включалася до півмосту з автоматичною компенсацією температурних деформацій.

Свідчення датчиків тиску, анкерного зусилля і деформацій моделі фіксувалися за допомогою вимірювальної системи СІТ – 3. Запис інформації виводився друкарським пристроєм на паперовій стрічці.

Тарировка датчиків для вимірювання тиску, анкерного зусилля і деформації стінки проводилася перед початком дослідів і для контролю після їх завершення.

У експериментах як ґрунтова засипка застосовувався дрібнозернистий кварцовий пісок з наступними характеристиками: кут внутрішнього тертя 33°, щільність піску 2,65 кН/м³, в рихлому стані 1,45 кН/м³, в ущільненому 1,55 кН/м³.

Досліди проводилися в такій послідовності. Модель гнучкої стінки встановлювалася у вертикальне положення, знімалися нульові відліки по всіх датчиках. Потім відсиплявся з двох сторін моделі шар піску на величину заглиблення 25 см в першій серії, на 40 см і 60 см у другій і третій серіях. Знімалося свідчення датчиків. Потім відсиплявся перший шар засипки товщиною 15 – 16 см. Після рівняння поверхні відсипаного шару піску знімалося свідчення датчиків. У тій же послідовності відсиплялися інші шари піску. Після засипки піску на повну висоту і зняття свідчення датчиків на поверхню засипки паралельно моделі стінки укладалися дерев'яні бруски перетином 10×5 см і довжиною 98 см, зверху яких укладалася перший рівень навантаження у вигляді чавунного відливання, що відтворює зусилля, інтенсивністю 3 кН/м. Після зняття свідчення датчиків укладався другий рівень навантаження інтенсивністю 6 кН/м, а потім третя – 9 кН/м.

Досліди по вивченню впливу податливості анкерної опори на величину і характер розподілу тиску ґрунту по висоті стінки, а також зміну анкерного зусилля проводилися при повній засипці піску і заглибленні стінки на 1/4 висоти стінки, при відсутності навантаження на поверхні засипки і при навантаженні $q = 3 \text{ кН/м}^2$, $q = 6 \text{ кН/м}^2$ і $q = 9 \text{ кН/м}^2$.

Свідчення приладів знімалося і після випорожнення лотка. Досліди повторювалися не менш чотирьох разів.

Результати вимірювань оброблялися методами математичної статистики.

Вплив переміщень анкерної опори на прогини стінки при її заглибленні на 0,25 Н (Н – висота стінки), відсутності рівномірно розподіленого навантаження на поверхні засипки і при $q_1 = 3 \text{ кН/м}^2$, $q_2 = 6 \text{ кН/м}^2$ і $q_3 = 9 \text{ кН/м}^2$ характеризується даними, наведеними в таб. 1.

Величина прогинів у всіх дослідах вимірювалася відносно осі стінки.

Для зручності аналізу отриманих результатів дослідів за даними цієї таблиці на рис. 1 побудовані графіки залежності максимального прогину стінки від відносної глибини її занурення (рис. 1, а) і від переміщення анкерної опори (рис. 1, б) при різному рівномірно розподіленому навантаженні на поверхні засипки.

Таблиця 1

Вплив переміщень анкерної опори на прогин стінки

Переміщення анкерної опори, мм	Навантажен-ня на поверхні засипки, кН/м^2	Прогин стінки в мм											Макс. прогин, мм
		По датчиках деформацій											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
$\Delta_0 = 0$	0	0,39	1,02	1,85	2,4	3,56	4,65	5,39	5,51	3,81	1,87	0,27	5,51
	$q_1 = 3 \text{ кН/м}^2$	0,42	1,57	2,9	3,51	4,76	6,53	6,73	6,98	5,46	2,93	0,51	6,98
	$q_2 = 6 \text{ кН/м}^2$	0,61	1,79	3,15	3,74	4,98	6,75	6,95	7,2	6,05	3,21	0,55	7,20
	$q_3 = 9 \text{ кН/м}^2$	0,82	1,91	3,40	3,98	5,21	7,37	7,48	7,55	6,21	3,42	0,71	7,55
$\Delta_1 = 5 \text{ мм}$	0	0,23	0,85	1,53	2,28	2,98	4,71	5,18	5,28	3,87	1,85	0,29	5,28
	$q_1 = 3 \text{ кН/м}^2$	0,27	1,29	2,65	3,37	4,61	5,13	5,52	5,75	5,30	2,89	0,41	5,75
	$q_2 = 6 \text{ кН/м}^2$	0,45	1,49	2,98	3,51	4,79	5,35	5,81	5,96	5,63	2,91	0,49	5,96
	$q_3 = 9 \text{ кН/м}^2$	0,65	1,69	3,17	3,81	4,99	5,58	5,90	6,09	5,77	3,36	0,68	6,09
$\Delta_2 = 10 \text{ мм}$	0	0,08	0,62	1,29	2,11	2,72	3,90	4,20	4,80	4,71	1,89	0,31	4,80
	$q_1 = 3 \text{ кН/м}^2$	0,12	1,06	2,31	3,19	4,38	4,67	4,80	5,05	4,75	2,80	0,37	5,05
	$q_2 = 6 \text{ кН/м}^2$	0,21	1,33	2,76	3,29	4,62	4,76	4,98	5,11	4,92	2,79	0,41	5,11
	$q_3 = 9 \text{ кН/м}^2$	0,43	1,52	2,99	3,68	4,92	5,05	5,12	5,25	5,03	3,31	0,62	5,25

З рис. 1, а видно, що U_{max} із збільшенням глибини занурення стінки різко меншає її прогин по плавній кривій, яка може бути апроксимована прямою. Ця закономірність зберігається для всіх навантажень на поверхні засипки (всі криві практично паралельні).

Залежність U_{max} від переміщення анкерної опори Δ_a (рис. 1, б) носить характер, близький до лінійного. При збільшенні переміщень анкерної опори прогин стінки зменшується, рахунок прогину ведеться від осі стінки. З збільшенням навантаження на поверхні засипки U_{max} збільшується.

а)

б)

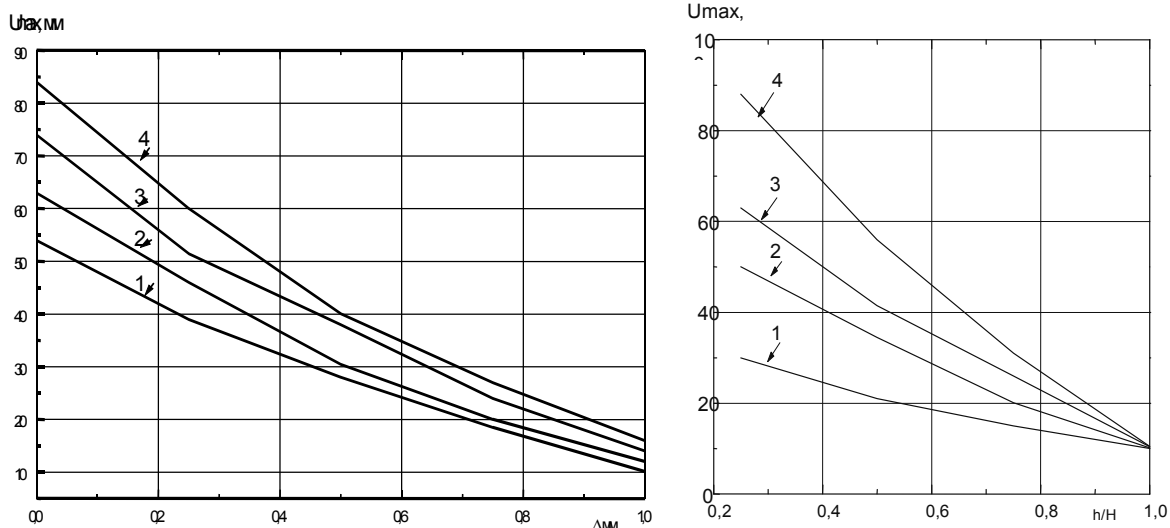


Рис. 1. Залежність величини прогину стінки від відносної глибини занурення стінки і податливості анкерної опори:

1 – при $q = 0$; 2 – при $q = 3 \text{ кН/м}^2$; 3 – при $q = 6 \text{ кН/м}^2$; 4 – при $q = 9 \text{ кН/м}^2$

На рис. 2 показані залежності активного і пасивного тиску ґрунту на гнучку стінку, її прогинів і анкерного зусилля від переміщення анкерної опори, побудованого для навантаження $q = 9 \text{ кН/м}$.

Як випливає з даних рис. 2, переміщення анкерної опори істотно впливає на величину анкерного зусилля, прогин стінки і бічний тиск засипки. При цьому із збільшенням переміщення анкерної опори значно зменшується анкерне зусилля. Так, при зміщенні анкерної опори на 2,5 мм R_a зменшилося в 1,5 рази, при $\Delta = 5 \text{ мм}$ R_a зменшилося в 2,3 рази, при $\Delta = 7,5 \text{ мм}$ R_a зменшилося в 3,2 рази.

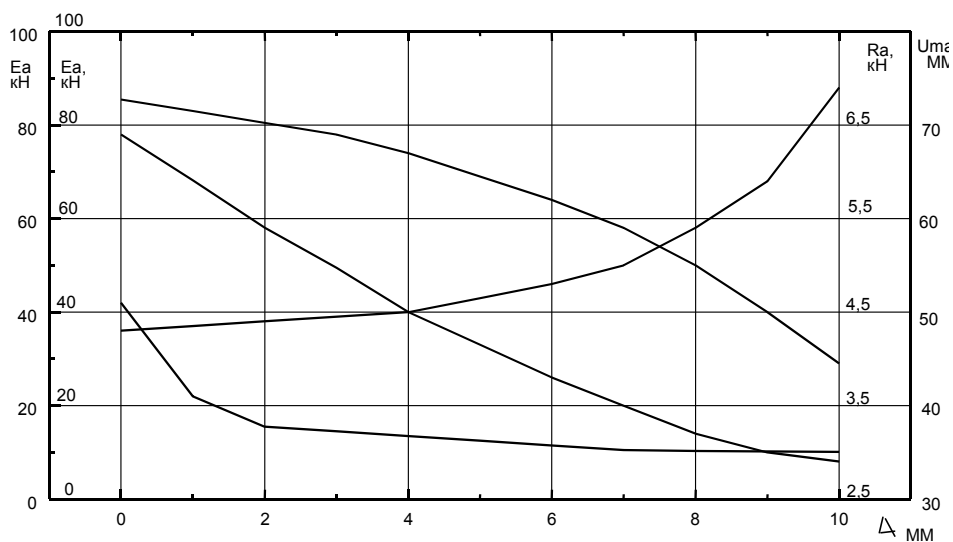


Рис. 2. Залежність: 1 – анкерного зусилля, 2 – максимального прогину стінки, 3 – рівнодіючої активного і 4 – рівнодіючої пасивного тиску засипки від податливості анкерної опори

Максимальний прогин меншає згідно з параболічному законом із збільшенням переміщення анкерної опори, величина прогину вимірювалася відносно осі стінки. Для тих же значень переміщень $\Delta = 2,5; 5$ і $7,5 \text{ мм}$, U_{max} поменшало, відповідно, в 1,1; 1,2 і 1,5 рази.

Рівнодіюча активного тиску піску різко меншає в початковий період переміщень анкерної опори на 1 – 2 мм, а при подальшому її переміщенні залишається постійної. Рівнодіюча пасивного тиску із збільшенням переміщень збільшується згідно з параболічному законом.

Проведені дослідження показали, що переміщення анкерних опор істотно впливають на напружено-деформований стан тонкостінні причальних і інших гнучких підпірних споруд, які необхідно враховувати при проектуванні і експлуатації подібних споруд.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Бугаєва С.В.* Экспериментальные исследования взаимодействия гибкой подпорной стенки с окружающим ее грунтом. Вісник Одеського державного морського університету. – Одеса, 1998, №1. – С. 18 – 21.

БУГАЄВА Світлана Вікторівна – кандидат технічних наук; доцент; Національний технічний університет України “КПІ”; тел. 2380164; E-mail: lana@zeos.net.

Наукові інтереси:

– гірничий тиск.

Подано 20.02.2002

Влияние перемещения анкерной опоры на распределение интенсивности давления почвы по высоте гибкой стенки /С.В Бугаева/

Приведены результаты экспериментальных исследований давления грунта на гибкую стенку при перемещении анкерной опоры, которые могут быть использованные для анализа взаимодействия гибкой подпорной стенки с грунтом.

Influence of moving of anker support on distribution of pressure intensity of ground on height of a flexible wall /S. V. Bugaeva/

Are Brought the results of experimental soil pressure researches on flexible wall attached to shift of anchor support, which can be made for analysis use of interactions of flexible berth wall with soil.