



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 96859

(13) C2

(51) МПК (2011.01)

G01L 7/00

E02D 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ НОРМАЛЬНОГО ТИСКУ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ НА КОНСТРУКЦІЇ ОГОРОЖ

1

(21) а201006097

(22) 20.05.2010

(24) 12.12.2011

(46) 12.12.2011, Бюл.№ 23, 2011 р.

(72) САМОРОДОВ ОЛЕКСАНДР ВІТАЛІЙОВИЧ,  
ЛУЧКОВСЬКИЙ ІЛЛЯ ЯКОВИЧ, УБИЙВОВК АР-  
ТЕМ ВОЛОДИМИРОВИЧ, ТАБАЧНИКОВ СЕРГІЙ  
ВОЛОДИМИРОВИЧ(73) ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

(56) UA 75204 C2, 15.03.2006

SU 1576661 A1, 07.07.1990

SU 1305248 A1, 23.04.1987

SU 606921 A1, 15.05.1978

SU 1744195 A1, 30.06.1992

SU 1451216 A1, 15.01.1989

SU 1086066 A1, 15.04.1984

JP 59098190 A, 06.06.1984

(57) Спосіб визначення нормального тиску сипучих матеріалів на конструкції огорож, що включає вимір дотичних напружень на контактні сипучого матеріалу з огорожею, в якому конструкцію огорожі по висоті розділяють на елементи товщиною  $\Delta h$ , який **відрізняється** тим, що конструкцію огорожі розділяють шарнірно і вимір дотичних напружень  $T_i$  виконують за допомогою навантаження обер-

2

таючим моментом  $M$  навколо осі  $z$  елемента  $\Delta h$  огорожі, а розподіл нормальних тисків  $\sigma_i$ , сипучого матеріалу по висоті конструкції огорожі визначають за формулою

$$\sigma_i = \frac{M_i - m}{\Delta h \cdot u \cdot D} \operatorname{ctg} \varphi_0,$$

де  $\sigma_i$  - нормальний тиск сипучого матеріалу на глибині  $z$  конструкції огорожі, кПа;

$M_i$  - моментне зусилля, що відповідає початку обертального руху елемента  $\Delta h$  навколо осі  $z$  конструкції огорожі, кН см;

$m$  - моментне зусилля сил тертя між елементами моделі огорожі, кН см;

$\Delta h$  - висота елементів, на які розділена конструкція огорожі, см;

$u$  - периметр внутрішньої або зовнішньої огорожі, см;

$D$  - внутрішній або зовнішній діаметр огорожі, см;

$i$  - порядковий номер шару;

$\varphi_0$  - кут тертя сипучого матеріалу по огорожі, град.

Запропонований винахід належить до будівництва і може бути використаний при зведенні вертикальних підземних стволів та місткісних споруд - силосів, бункерів, улаштуванні паль та ін.

Існують близькі методи зрізу ґрунту у свердловинах за допомогою спеціальних конструкцій крильчаток з передачею обертального моменту [1], але їх застосування направлено для визначення механічних показників ґрунту.

Відомі способи виміру нормального тиску ґрунту або іншого сипучого матеріалу, на конструкції огорож, за допомогою спеціальних датчиків, що влаштовуються в попередньо підготовлені гнізда на зовнішній або внутрішній поверхні огорожі, що контактує з ґрунтом чи іншим сипучим матеріалом [2]. Однак, розходження деформативних характеристик датчика та сипучого матеріалу істотно спо-

ворює картину розподілу нормального тиску ґрунту на конструкції огорож.

Найбільш близьким до запропонованого способу є спосіб визначення нормального тиску сипучих матеріалів на конструкції огорож [3]. Однак, даний спосіб не дає можливість визначити тиск сипучого матеріалу безпосередньо на даній глибині, що може призводити до деяких помилок.

Поставлено задачу - визначення нормального тиску сипучих матеріалів на моделях вертикальних конструкцій огорож наземних та підземних споруд.

Поставлена задача розв'язується за рахунок того, що конструкція огорожі по висоті шарнірно розділяється на елементи товщиною  $\Delta h$ . Потім, здійснюється засипання сипучого матеріалу на необхідну висоту  $h = n\Delta h$  і за допомогою спеціа-

(13) C2

(11) 96859

(19) UA

льної жорсткої конструкції виконується навантаження обертальним моментом  $M$  навколо осі  $z$  елемента  $\Delta h$  огорожі. Моментне навантаження  $\pm M$  (без урахування сил тертя між елементами моделі огорожі), що прикладається, яке відповідає початку обертання елемента  $\Delta h$  навколо осі  $z$  відносно моделі, приймається як сила тертя  $T_i$  сипучого матеріалу по огорожі на даній висоті  $z$ . Зробивши  $n$ - випробувань моделі та вимірювши  $n$ - значень сил тертя  $T_1, T_2 \dots T_i T_n$  по висоті моделі, визначається розподіл нормальних тисків  $\sigma_i$  сипучого матеріалу по висоті конструкції огорожі (рис. 1) за формулою

$$\sigma_i = \frac{T_i}{\Delta h \cdot u} \operatorname{ctg} \varphi_0, (1)$$

де  $\sigma_i$  - нормальний тиск сипучого матеріалу на глибині  $z$  конструкції огорожі, кПа;

$T_i$  - сила тертя сипучого матеріалу, кН, що дорівнює

$$T_i = (M_i - m) / D,$$

$M_i$  - моментне зусилля, що відповідає початку обертального руху елемента  $\Delta h$  навколо осі  $z$  конструкції огорожі, кН см;

$m$  - моментне зусилля сил тертя між елементами моделі огорожі, кН см;

$\Delta h$  - висота елементів, на які розділена конструкція огорожі, см;

$u$  - периметр внутрішньої або зовнішньої огорожі, см;

$D$  - внутрішній або зовнішній діаметр огорожі, см;

$i$  - порядковий номер шару;

$n$  - кількість умовних шарів сипучого матеріалу по висоті огорожі;

$\varphi_0$  - кут тертя сипучого матеріалу по огорожі, град.

Схема та позначення нормальних тисків по висоті конструкції огорожі представлена на рис. 1.

Для виміру дотичних напружень  $T_i$  сипучого матеріалу, що знаходиться усередині місткості, у ній знизу вільно встановлюється нерухомий поршень і виконується навантаження обертальним моментом  $M$  навколо осі  $z$  елемента  $\Delta h$  місткості, яка заповнена сипучим матеріалом.

На рис. 2 зображена конструкція моделі огорожі опускного колодязя. Огорожа колодязя 1 по висоті умовно розділяється на шари 2 товщиною  $\Delta h$ . Потім, у лоток 3 здійснюється засипання сипучого матеріалу 4, наприклад піску, зовні колодязя на висоту  $h$  і за допомогою спеціальної жорсткої конструкції 5 виконується навантаження обертальним моментом  $M$  навколо осі  $z$  елемента товщиною  $\Delta h$  конструкції огорожі. Моментне навантаження, що відповідає початку руху, фіксується індикаторами 6. Сила тертя  $T_i$  на глибині  $z$  конструкції огорожі приймається рівною

$$T_i = (M_i - m) / D,$$

де  $M_i$  - моментне зусилля, що відповідає початку обертального руху елемента  $\Delta h$  навколо осі  $z$  конструкції огорожі, кН см;

$m$  - моментне зусилля сил тертя між елементами моделі огорожі, кН см;

$D$  - зовнішній діаметр огорожі, см.

Зробивши  $n$ - випробувань моделі та вимірювши  $n$ - значень сил тертя  $T_1, T_2 \dots T_i T_n$ , визначаємо розподіл нормальних тисків  $\sigma_i$  сипучого матеріалу по висоті конструкції огорожі  $z$  за формулою (1).

Моментне навантаження може передаватися різними способами, у тому числі за допомогою динамометричних рукоятей [4], а початок обертального руху спеціальної жорсткої конструкції 5 фіксується індикаторами 6.

На рис. 3 зображена модель силосу. Усередину огорожі силосу 1 встановлюється нерухомий поршень 2 і огорожа по висоті умовно розділяється на шари 3 товщиною  $\Delta h$ . Потім, здійснюється засипання сипучого матеріалу 4, наприклад зерна, усередину силосу на висоту  $h$  та за допомогою спеціальної жорсткої конструкції 5 виконується навантаження обертальним моментом  $M$  навколо осі  $z$  елемента товщиною  $\Delta h$  конструкції огорожі. Моментне навантаження, що відповідає початку руху, фіксується індикаторами 6. Сила тертя  $T_i$  на глибині  $z$  конструкції огорожі приймається рівною

$$T_i = (M_i - m) / D,$$

де  $M_i$  - моментне зусилля, що відповідає початку обертального руху елемента  $\Delta h$  навколо осі  $z$  конструкції огорожі, кН см;

$m$  - моментне зусилля сил тертя між елементами моделі огорожі, кН см;

$D$  - зовнішній діаметр огорожі, см.

Зробивши  $n$ - випробувань моделі та вимірювши  $n$ - значень сил тертя  $T_1, T_2 \dots T_i T_n$ , визначаємо розподіл нормальних тисків  $\sigma_i$  сипучого матеріалу по висоті конструкції огорожі  $z$  за формулою (1).

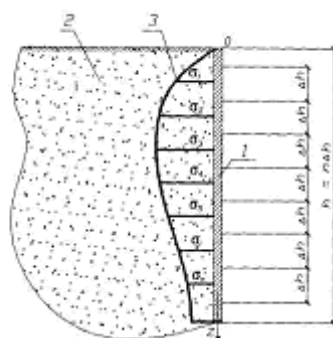
Джерела інформації

1. ГОСТ 21719-80. Грунты. Методы полевых испытаний на срез в скважинах и в массиве, 1981.

2. Обследование и испытание сооружений: Учеб. для вузов/О.В. Лужин, А.Б. Злочевский, И.А. Горбунов, В.А. Волохов; Под ред. О.В. Лужина. - М.: Стройиздат, 1987. - 263 с: ил.

3. Патент №20040402759 (75204), УКРАЇНА. МПК 7 G01L7/00. СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ НОРМАЛЬНОГО ТИСКУ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ НА КОНСТРУКЦІЇ ОГОРОЖ (Лучковский И.Я., Нікітенко В.Й., Самородов О.В.) Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури. - Заявл. 15.04.2004. Опубл. 15.03.2006. Бюл. №3. - 3 с

4. Испытания грунтов пенетрацией и комбинированным зондированием: Учеб. пособие / Ю.Т. Лупан, П.Л. Клемяционок. - К.: УМК ВО, 1988. - 180с.



Розподіл нормального силучого матуріалу по висоті конструкції огорожу  
де: 1 - огорожа; 2 - силучий матеріал; 3 - епюра нормального тиску.

Рис. 1

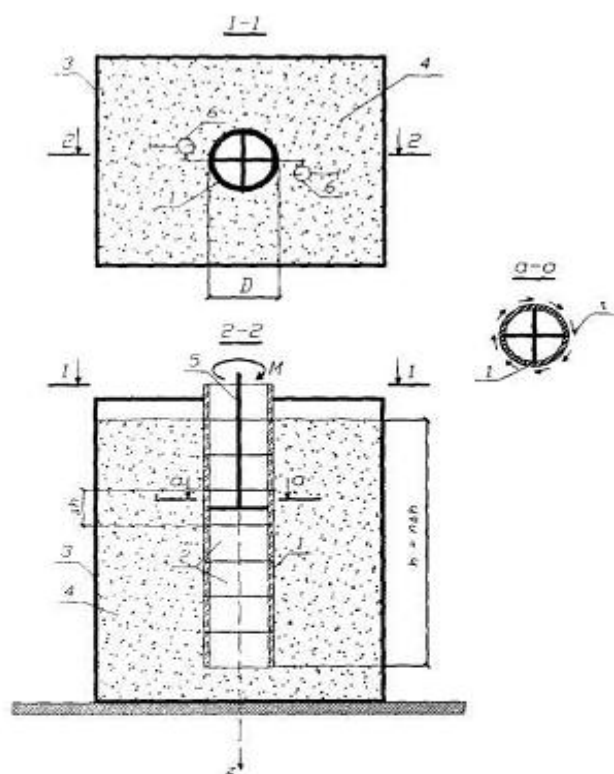


Схема випробування моделі опускного колодязя

де : 1 - огорожа колодязя;

2 - Умовні шари; 3 - лоток;

4 - силучий матуріал;

5- спецконструкція; 6 - індикатори.

Рис. 2

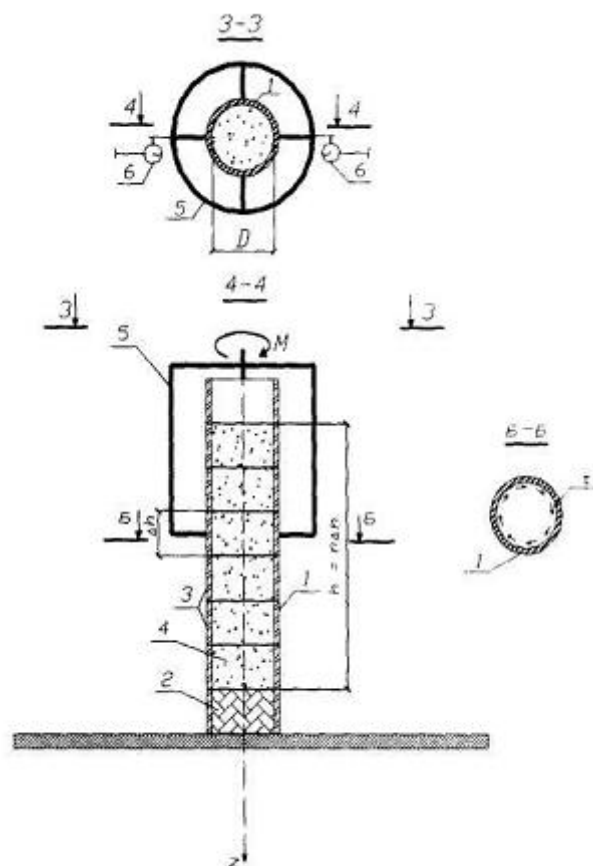


Схема випробування моделі силосу  
 де: 1 - огорожа силосу; 2 - поршень;  
 3 - умовні шари; 4 - сипучий матеріал;  
 5 - спецконструкція; 6 - індикатори.

**Рис. 3**