

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ВИБУХОВОГО ОБВАЛЕННЯ ҐРУНТУ ПРИ СТВОРЕННІ ВИБУХОМ СПОРУД ТИПУ “СТІНА В ҐРУНТІ”

В. Г. Кравець, докт. техн. наук, В. В. Ваннічна, асп. (НТУУ “КПІ”)

Рассмотрены и подобраны оптимальные параметры технологии сооружения гидрозащитного экрана в различных грунтовых условиях с использованием эффекта частичного обрушения грунта взрывной полости в глинофосфорсодержащую суспензию.

При створенні споруд типу “стіна в ґрунті” шляхом вибухового обвалення з перемішуванням глинофосфатної суспензії та ґрунту із зони обвалення головним є правильний розрахунок кількості глинистого розчину з домішками у вибуховій порожнині на момент вибуху. Ця кількість повинна відповідати об’ємові ґрунту, який обвалюється в газову порожнину під час вибуху, з деякою поправкою на надлишкове обвалення. На практиці допускається, що після вибухового обвалення устьова частина утвореної при цьому порожнини на $0,15H$ не буде заповнена суспензією. Враховуючи це, можна визначити діаметр концентричної області навколо свердловини, в межах якої об’єм ґрунту відповідатиме об’ємові залитої в свердловину глинофосфатної суспензії.

Слід враховувати, що свердловина повинна заповнюватися не більше, ніж на $0,95$ глибини H з тим, щоб устьова незаповнена її частина сірилася коливальним рухам суспензії під час вибуху заряду:

$$V_c = 0,95\pi r_c^2 H,$$

де V_c – об’єм свердловини, r_c – радіус свердловини.

Об’єм мінеральної фази ґрунту, який обвалюється вибухом у вибухову порожнину, із врахуванням умови, що його колонка складе $0,85H$, дорівнює

$$V_{гр} = \pi(R_{гр}^2 - r_c^2)(1 - n)0,85H,$$

де $R_{гр}$ – радіус обваленої зони ґрунту; n – пористість ґрунту, яку слід враховувати при розрахунку об’єму, оскільки в змішуванні з суспензією приймає участь лише мінеральна фаза.

Для отримання суміші суспензії з ґрунтом із стійкими протифільтраційними характеристиками об’єми суспензії і мінеральної фази ґрунту беруться в пропорції

$$V_{гр} = V_c \text{ або}$$

$$\pi(R_{\text{гп}}^2 - r_c^2)(1 - n)0,85H = 0,95\pi r_c^2 H.$$

Після перетворень отримаємо

$$R_{\text{гп}} = r_c \sqrt{\frac{1,12}{1 - n} + 1}. \quad (1)$$

При $n = 0,45$, що характерно для лесових ґрунтів у природному стані,

$$R_{\text{гп}} = 1,75 r_c, \quad (2)$$

тобто радіус порожнини, отриманої внаслідок обвалення вибухом, становитиме 1,75 радіуса свердловини, заповненої глинофосфатною суспензією.

Об'єм, обмежений радіусом $R_{\text{гп}}$, не є об'ємом вибухової порожнини. Під вибуховою порожниною розуміють об'єм, утворений розширенням вибухових газів. В нашому випадку об'єм порожнини – це об'єм газової порожнини плюс об'єм мінеральної фази обваленого ґрунту. Є відомі в літературі дані [1] про наявність зони максимального ущільнення на контакт з газовою порожниною, де пористість ґрунту практично ліквідується. Тому для визначення об'єму газової порожнини необхідно від об'єму порожнини радіусом $R_{\text{гп}}$ відняти об'єм мінеральної фази, обваленої в порожнину. Зробимо ці підрахунки для заряду довжиною 1 м:

$$(\pi R_{\text{гп}}^2 - \pi r_n^2)(1 - n) = \pi r_c^2,$$

де r_n – радіус газової порожнини.

З урахуванням $R_{\text{гп}} = 1,75 r_c$ і $n = 0,45$

$$r_n = 1,24 r_c. \quad (3)$$

Радіус газової порожнини пов'язаний із лінійною масою заряду C_n співвідношенням

$$r_n = K_{\text{гп}} \sqrt{C_n}, \quad (4)$$

звідки

$$C_n = \left(\frac{r_n}{K_{\text{гп}}} \right)^2 = 1,54 \left(\frac{r_c}{K_{\text{гп}}} \right)^2, \quad (5)$$

де $K_{\text{гп}}$ – коефіцієнт, який характеризує прострілюваність конкретного ґрунту. Для обводнених лесових ґрунтів $K_{\text{гп}}$ приймають рівним 0,25, тоді $C_n \cong 25 r_c^2$.

Технологія вибухового обвалення ґрунту передбачає розосередження заряду по глибині свердловини у вигляді гірлянди зосереджених зарядів. Практика показує, що гірлянда зосереджених зарядів повинна бути еквівалентною по масі розрахунковому лінійному зарядові. Лінійний заряд розосереджується таким чином, щоб відстань між зосередженими зарядами

дорівнювала 1 м. Маса зосередженого заряду дорівнює масі 1 м лінійного заряду:

$$Q_s = C_n.$$

При такому способі конструювання мережі зарядів досягається помітний ефект обвалення і змішування пульпи.

При менших відстанях між зарядами і меншій їх масі (тобто при більшому ступені розосередження) ефект обвалення погіршується, при збільшенні відстані і маси окремих зарядів суттєво збільшуються неоднорідності в перерізі порожнини.

Відстань між свердловинами повинна вибиратися такою, щоб порожнина протифільтраційного екрана була суцільною, тобто окремі порожнини обвалення повинні накладатися або пересікатися. Для отримання відносно рівномірного по перерізу екрана відстань a між осями зарядних порожнин повинна дорівнювати [1]

$$a = 2r_n \left(2^{\frac{2}{\mu+1}-1} \right)^{1/2},$$

де μ – коефіцієнт, який характеризує ступінь затухання напружень з відстанню і залежить від симетрії заряду і властивостей ґрунту. Для систем зосереджених зарядів, що імітують подовжений заряд, у водонасиченому ґрунті

$$a \cong 2r_n.$$

Гірлянда зосереджених зарядів у свердловині з'єднується детонувальним шнуром, який забезпечує безпечне з'єднання і одночасне підривання гірлянди.

В таблиці подані основні параметри технології, розраховані за наведеними формулами.

Параметри технології вибухового обвалення

Діаметр свердловин d_c , м	Ширина екрана, м	Лінійна маса заряду C_n , кг/м	Відстань між зарядами a , м	Витрата ВР на свердловину, кг, при H , м			Витрата суспензії на свердловину, кг, при H , м		
				10	15	20	10	15	20
0,20	0,35	0,25	0,4	2,5	3,7	5,0	100	160	200
0,25	0,44	0,40	0,5	4,0	6,0	8,0	160	250	350
0,30	0,53	0,56	0,6	5,6	8,4	11,2	200	300	450
0,35	0,61	0,77	0,7	7,7	11,5	15,4	300	480	650
0,40	0,70	1,0	0,8	10,0	15,0	20,0	400	660	880

Витрата глинофосфатної суміші для приготування суспензії залежить від параметрів екрана і густини суспензії. Проникність і водовіддача розчину зростатимуть зі зменшенням його густини, тому приймаємо густину суспензії $\rho_c = 1,2 \text{ т/м}^3$. У механічних технологіях створення протифільтраційного екрана водовіддача обмежена значенням не більше $5,0 \text{ л/м}^2\text{-год}$ по площі стінки щільни для умов проходження в піщаних і супіщаних ґрунтах і $10,0 \text{ л/м}^2\text{-год}$ в пілуватих ґрунтах, до яких належать лесові суглинки [2–4].

При застосуванні технології з вибуховим обваленням водовіддача може бути великою. Це не впливає на результат і навіть підвищує ефективність методу за рахунок меншої витрати глини і більшої витрати води.

Слід враховувати, що при вибуху в ґрунт проникає не вода, а розчин фосфоровмісних речовин, який має високу активність. Після вибуху зарядів відбувається перемішування глинистого розчину і змоченого водним розчином ґрунту в межах зони обвалення.

Кількість глини на 1 м^3 глинистої суспензії заданої густини визначається за формулою

$$C_s = \frac{\rho_r(\rho_c - \rho_b)}{\rho_c - \rho_b},$$

де ρ_r – щільність глини, т/м^3 ; ρ_c – густина суспензії, т/м^3 ; ρ_b – густина води, т/м^3 .

При щільності глини $\rho_r = 2,0 \text{ т/м}^3$, $\rho_c = 1,2 \text{ т/м}^3$, $C_s = 0,40 \text{ т/м}^3$.

Використовуючи ці дані, можна оцінити економічну доцільність використання методу вибухового обвалення ґрунту при спорудженні протифільтраційних екранів.

Додавання в суспензію гідрофобних матеріалів покращує фізико-механічні властивості гідрозахисного екрана. Гідрофобізовані домішки, розчинені в бензолі бітумів III–V марок і додані в суспензію, дозволяють досягати водопоглинання $0,5 \dots 1 \%$ при 15 циклах заморожування–відтавання, що достатньо для створення довговічного гідрозахисного екрану.

1. *Кравець В. Г., Михалюк А. В., Лучко И. А.* Использование энергии взрыва в мелиоративном строительстве. – М.: Недра, 1987. – 208 с.

2. *Аверьянов С. Ф.* О водопроницаемости почвогрунтов при неполном их насыщении // Инж. сб. – 1953. – Т. 7. – С. 52–63.

3. *Бондаренко Н. Ф.* Физика движения подземных вод. – Л.: Гидрометеоздат, 1973. – 285 с.

4. *Бэр Я., Заславский Д., Ирмей С.* Физико-математические основы фильтрации воды. – М.: Мир, 1971. – 452 с.