

## УТВОРЕННЯ ШТУЧНИХ ТЕРИТОРІЙ ЯК ОПТИМАЛЬНИЙ ШЛЯХ УТИЛІЗАЦІЇ ПРОДУКТІВ МОРСЬКОГО ДНОПОГЛИБЛЕННЯ

І. І. Мосічева

*Запропоновано метод штучного ущільнення навантажуючим насипом масиву наливних ґрунтів, видобутих при виконанні днопоглиблювальних робіт. Приведена методика визначення основних параметрів даного способу створення штучних територій на берегових гідровідвалах з мулистих ґрунтів. Приведені графічні залежності, які показують що при одному і тому ж заданому значенні необхідної несучої здатності, створюваної штучної території, організація робіт з технічної меліорації берегових гідровідвалів диктується величиною ущільнюючого навантаження і часом його дії.*

**Ключові слова:** гідровідвал, навантажуючий насип, час передбудівельного ущільнення, несуча здатність штучної основи.

## ОБРАЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАК ОПТИМАЛЬНЫЙ ПУТЬ УТИЛИЗАЦИИ ПРОДУКТОВ МОРСКОГО ДНОУГЛУБЛЕНИЯ

И. И. Мосичева

*Предложен метод искусственного уплотнения огружающей насыпью массива намытых ґрунтов, добытых при выполнении дноуглубительных работ. Приведена методика определения основных параметров данного способа создания искусственных территорий на береговых гидроотвалах из илистых ґрунтов. Приведены графические зависимости, показывающие что при одном и том же заданном значении необходимой несущей способности, создаваемой искусственной территории, организация работ по технической мелiorации берегових гидроотвалов диктуется величиной уплотняющей нагрузки и время её действия.*

**Ключевые слова:** гидроотвал, огружающая насыпь, время предпостроечного уплотнения, несущая способность искусственного основания.

## THE FORMATION OF ARTIFICIAL TERRITORIES AS THE OPTIMAL PATH OF UTILIZATION PRODUCTS OF MARINE DREDGING

I. Mosicheva

*The method of artificial compaction when loading bank array alluvial soils extracted in carrying out dredging. Present methods of determining the basic parameters of this method on artificial coastal areas with silty soils hidrodumps. Depending on the reduced image, showing that at the same given value of the required bearing capacity created by artificial territory, the organization works with technical reclamation of coastal hydro-heap size is dictated by the sealing load and sometimes his actions.*

**Keywords:** hidrodump, loading bank, the densification prior to construction, the bearing capacity of artificial foundation.

**Вступ.** Об'єм днопоглиблювальних робіт в Україні щорічно складає мільйони кубометрів видобутих ґрунтів, значна частина яких класифікується як негодящі (мулисті) ґрунти.

Вимоги екології і відомчих нормативних документів вимушують транспортувати продукти днопоглиблення на глибоководні звалища, розташовані, як правило, на значному віддаленні від об'єктів, що обумовлює істотне збільшення загальної вартості робіт. Виконання вказаних вимог не звільняє замовника від витрат по компенсаційному відшкодуванню збитку, що наноситься рибному господарству Чорноморсько-Азовського басейну.

Одним з оптимальних шляхів рішення цієї проблеми є застосування технології виробництва днопоглиблювальних робіт з укладанням ґрунтів, що розробляються, за схемою утворення берегових гідровідвалів способом їх пошарового наливання з піщаними дренажними прошарами. Разом з тим, такі гідровідвали вимагають проведення спеціальних заходів технічної

меліорації з метою освоєння і створення корисних штучних територій.

У даній статті пропонується методика штучного ущільнення масиву наливних ґрунтів навантажуючим насипом.

**Постановка задачі.** Особливістю наливних ґрунтів є відсутність початкових характеристик (на момент закінчення наливання), оскільки гідровідвал ще не створений. Тому на стадії розробки попереднього проекту освоєння штучної території виникає необхідність в прогнозі цих характеристик, оцінці зміни їх в часі в процесі ущільнення наливних ґрунтів під вагою навантажуючого насипу.

**Результати дослідження.** Нижче приведена методика визначення основних параметрів (величини ущільнюючого навантаження  $p$  і часу  $t$  його дії) даного способу створення штучних територій на берегових гідровідвалах з мулистих ґрунтів морського днопоглиблення. Як опорне допущення покладена експериментальна залежність [1]:

$$\tau_t = \tau_n^{(1-\bar{Q}_t)} \cdot \tau_k^{\bar{Q}_t} \quad (1)$$

де  $\tau_t$  – опір зрушенню наливних ґрунтів на момент часу  $t$  ущільнення їх під заданим навантаженням  $p$ ;

$\tau_n$  і  $\tau_k$  – відповідно, початкове (на момент закінчення наливання) і кінцеве (на момент стабілізації процесу ущільнення під навантаженням  $p$ ) значення опору зрушенню;

$\bar{Q}_t$  – середній ступінь консолідації шару наливних ґрунтів потужністю  $H$  за час  $t$ , визначуваний відповідно до рішення одновимірної задачі теорії фільтраційної консолідації [2].

У першому наближенні значення  $\tau_n$  і  $\tau_k$  для оціночних розрахунків можна визначити по залежностям [3]:

$$\tau_n = 0,007(1,86 - w_L), \text{ МПа}; \quad (2)$$

$$\tau_k = 0,25 \ln(w_L / 0,13) p^m, \text{ МПа}; \quad (3)$$

$$m = 0,37 \ln(w_L / 0,093), \quad (4)$$

де  $w_L$  – вологість на межі текучості ґрунту, який розробляється.

Прийнявши у формулі (1) ліву частину як величину опору зрушенню  $\tau_u$ , відповідну необхідній несучій здатності створюваної штучної території  $F_u$  при  $\varphi = 0$  і  $c = \tau_u$ ,  $\tau_t = \tau_u = F_u / (2 + \pi)$  [4], з урахуванням (3) необхідна величина ущільнюючого навантаження  $p$  визначається з наступного виразу:

$$p = \sqrt[m]{\frac{4}{\ln(w_L / 0,13)} \left[ \frac{F_u / (2 + \pi)}{\tau_n^{(1-\bar{Q}_t)}} \right]^{(1-\bar{Q}_t)}} \quad (5)$$

На рис. 1, 2 приведені результати розрахунків, виконані з використанням виразів (2), (4) і (5) для гідровідвалів з потужностями наливання  $H = 2,0$  і  $4,0$  м, утворених з мула суглинного (рис. 1) та мула глинистого (рис. 2), при двох заданих значеннях необхідної несучої здатності штучної території  $F_u = 5,0$  і  $10,0$  тс/м<sup>2</sup> і наступних початкових даних наливних ґрунтів:

– мул суглинний  $w_L = 0,41$  і  $c_v = 0,22$  м<sup>2</sup>/мес.;

– мул глинистий  $w_L = 0,62$  і  $c_v = 0,06$  м<sup>2</sup>/мес.

Приведені графічні залежності показують, що при одному і тому ж заданому значенні необхідної несучої здатності  $F_u$  створюваної штучної території організація робіт по технічній меліорації берегових гідровідвалів диктується одним з двох чинників ( $p$  або  $t$ ), що є домінантою у

кожному конкретному випадку. При використанні берегових гідровідвалів як основи портових територій таким чинником, очевидно, буде час  $t$  ущільнення наливних ґрунтів, обумовлений планом будівництва берегових об'єктів порту. В цьому випадку час ущільнення  $t$  заданий, а шуканою залишається величина навантаження  $p = \rho_{нас} \cdot h_{нас}$  (де  $\rho_{нас}$  і  $h_{нас}$  – відповідно, щільність ґрунту і висота навантажуючого насипу).

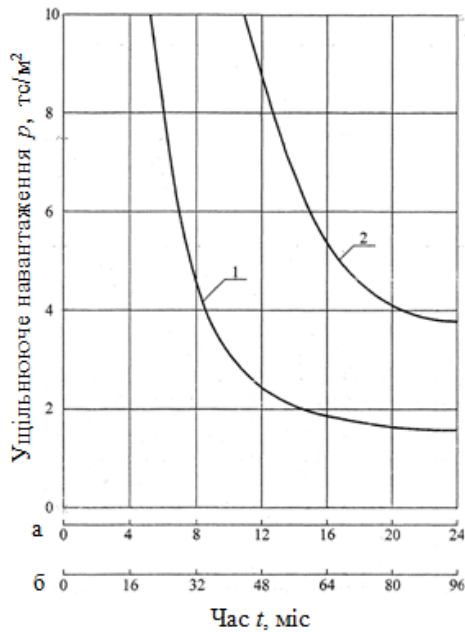


Рисунок 1 – залежність  $p - t$  для мулу суглинного: а – потужність шару ґрунту, що ущільнюється  $H = 2,0$  м; б – потужність шару ґрунту, що ущільнюється  $H = 4,0$  м; 1 –  $F_u = 5,0$  тс/м<sup>2</sup>; 2 –  $F_u = 10,0$  тс/м<sup>2</sup>

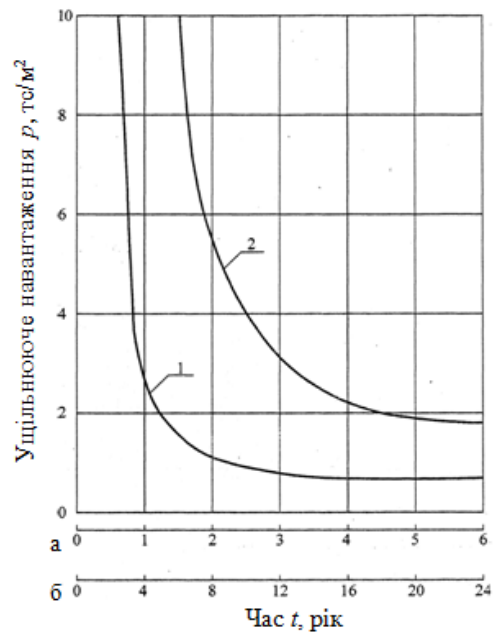


Рисунок 2 – залежність  $p - t$  для мулу глинистого: а – потужність шару ґрунту, що ущільнюється  $H = 2,0$  м; б – потужність шару ґрунту, що ущільнюється  $H = 4,0$  м; 1 –  $F_u = 5,0$  тс/м<sup>2</sup>; 2 –  $F_u = 10,0$  тс/м<sup>2</sup>

Час нарощування ущільнюючого навантаження  $t_{нав}$  ступенями заданої інтенсивності  $\Delta p_i$  можна визначити за умови неприпустимості випору слабкого глинистого ґрунту з-під створюваного на його поверхні навантажуючого насипу з урахуванням залежності (1).

У даному випадку вказана умова приймає наступний вигляд:

$$\Delta p_{i+1} \leq F_{u_{\Delta t_i}} \quad (6)$$

де  $F_{u_{\Delta t_i}}$  – несуча здатність штучної основи після ущільнення її під навантаженням  $\Delta p_i$  протягом часу  $\Delta t_i$ .

Іншими словами, для виконання умови (6) необхідно, щоб кожен подальший ступінь навантаження від ваги навантажуючого насипу не перевищував несучу здатність штучної основи з наливних глинистих ґрунтів після їх ущільнення під дією попереднього ступеня навантаження протягом певного часу.

Таким чином, час  $t_{нав}$  для створення навантажуючого насипу визначається як сума часу  $\Delta t_i$  дії всіх заданих ступенів  $\Delta p_i$  ущільнюючого навантаження, що задовольняють умові (6), і визначається за алгоритмом:

а) визначення часу  $\Delta t_1$  дії першого ступеня ущільнюючого навантаження  $\Delta p_1 = F_{u_1} = (2 + \pi) \tau_n$ , протягом якого несуча здатність штучної основи досягне необхідної величини, з виразу:

$$\Delta t_1 = H^2 \cdot T_{\Delta t_1} / C_v \quad (7)$$

де  $T_{\Delta t_1}$  – чинник часу, визначуваний по відповідних [2] графіках або таблицях залежно від

величини середнього ступеня  $\bar{Q}_{\Delta t_1}$  консолідації товщі  $H$  намівних ґрунтів за час  $\Delta t_1$ , обчисленої за формулою [1]:

$$\bar{Q}_{\Delta t_1} = \frac{\ln(\tau_{\Delta t_1} / \tau_{n_1})}{\ln(\tau_{\kappa_1} / \tau_{n_1})} \quad (8)$$

де  $\tau_{\Delta t_1} = F_{u_{\Delta t_1}} / (2 + \pi)$ ,  $\tau_{n_1}$  і  $\tau_{\kappa_1}$  – відповідно, початкова і кінцева міцність на момент часу  $\Delta t_1$ , визначувані по формулах (2) – (4) при  $\Delta p_1$ .

б) з виразів (7) і (8) визначається час  $\Delta t_2$  дії другого заданого ступеня  $\Delta p_2$  навантаження від ваги навантажуючого насипу, протягом якого несуча здатність штучної основи досягне необхідної величини  $F_{u_{\Delta t_2}} = \Delta p_3$ . При цьому величини початкової  $\tau_{n_2}$ , кінцевої  $\tau_{\kappa_2}$  і міцності ущільнюваних ґрунтів  $\tau_{\Delta t_2}$ , відповідної часу  $\Delta t_2$ , приймаються рівними:

$$\tau_{n_2} = \tau_{\Delta t_1}; \quad \tau_{\kappa_2} = 0,25 \ln(w_L / 0,13) \Delta p_2^m; \quad \tau_{\Delta t_2} = F_{u_{\Delta t_2}} / (2 + \pi) = \Delta p_3 / (2 + \pi).$$

Час дії всіх подальших ступенів ущільнюючого навантаження знаходиться в аналогічному порядку при відповідних значеннях  $\tau_{n_i}$ ,  $\tau_{\kappa_i}$  і  $\tau_{\Delta t_i}$ . Сумарний час створення навантажуючого насипу рівний  $t_{нав} = \sum_{i=1}^n \Delta t_i$ , де  $n$  – кількість ступенів ущільнюючого навантаження  $\Delta p_i$ .

### Висновки

- Одержана розрахункова залежність (5) і методика визначення основних параметрів передбудівельного ущільнення ( $p$  і  $t$ ) дозволяють обґрунтовано проектувати штучні території необхідної несучої здатності ( $F_u$ ) на берегових гідровідвалах з ґрунтів днопоглиблення.
- Одним з важливих питань проектування штучних територій на намівних глинистих ґрунтах є визначення часу проведення заходів щодо їх інженерної підготовки, яке в загальному випадку, окрім часу  $t_{ущ}$  власне ущільнення під постійним розрахунковим навантаженням  $p_0$ , включає і час  $t_{нав}$  створення навантажуючого насипу.
- Слід зазначити, що враховуючи реальні значення початкової міцності ( $\tau_n \leq 0,005$  МПа) намівних мулистих ґрунтів, їх ущільнення доцільно проводити в поєднанні з природною сушкою в теплу пору року. При цьому утворюється верхній зневоднений шар ґрунту потужністю 0,2-0,3 м, міцність якого забезпечує безпечно пересування людей і техніку на гусеничному ході.

### Використана література

1. Развитие теории уплотнения береговых гидроотвалов из бросовых грунтов дноуглубления с целью их утилизации в искусственные территории / Отчёт НИР (промежуточный) // Одесская государственная академия строительства и архитектуры. №44. – Одесса, 1995. – 33 с.
2. Цытович Н. А. Прогноз скорости осадок оснований сооружений / Н. А. Цытович, Ю. К. Зарецкий, М. В. Малышев, М. Ю. Абелев, З. Г. Тер-Мартirosян – М.: Стройиздат, 1967. – 238 с.
3. Шпиков А. Б. К вопросу рационального использования грунтов дноуглубления / А. Б. Шпиков, А. А. Свертилов // Сб. науч. трудов – Новочеркасск, 1985. – С. 139-144.
4. Цытович Н. А. Механика грунтов (краткий курс): учебник для строит. вузов / Н. А. Цытович – Изд. 4-е, переработ. и дополн. – М.: Высш. шк., 1983. – 288 с.

**Мосичева Ірина Іванівна** – старший викладач кафедри основ і фундаментів Одеської державної академії будівництва та архітектури.

**Мосичева Ірина Іванівна** – старший преподаватель кафедры оснований и фундаментов Одесской государственной академии строительства и архитектуры.

**Mosicheva Irina Ivanovna** – Senior Lecturer of the Dept. of Bases and Foundations Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture.