

УДК 624.155.152

ІННОВАЦІЙНИЙ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ УСТРОЮ ПОГЛИБЛЕНЬ НУЛЬОВОГО ЦИКЛУ БЕЗ ВИЙМКИ ГРУНТУ

ХМАРА Л.А.¹, *д.т.н, проф.*,
 ПАНТЕЛЕЄНКО В.І.², *к.т.н, доц.*,
 ХВОСТЕНКО Ю.В.³, *інженер*

¹ Кафедра будівельних і дорожніх машин (БДМ), Державного вищого навчального закладу (ДВНЗ) «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (ПДАБА), вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 585-26-59, e-mail: leonidkhmara@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302.

² Кафедра будівельних і дорожніх машин (БДМ), Державного вищого навчального закладу (ДВНЗ) «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (ПДАБА), вул. Чернишевського, 24-а, 49005, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (097) 366-37-86, e-mail: vladmaestro2017@gmail.com.

³ Кафедра будівельних і дорожніх машин (БДМ), Державного вищого навчального закладу (ДВНЗ) «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (ПДАБА), вул. Чернишевського, 24-а, 49005, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (068) 788-53-14, e-mail: khvostenko.yurii@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-7620-8770

Анотація. У практиці будівництва для влаштування фундаментів без виїмки ґрунту широко застосовуються методи витрамбування і виштампування. В роботі представлені результати вивчення процесу витрамбування заглиблень робочими органами. Встановлено параметри найбільшого зниження енергоємності процесу. Визначено оптимальну енергію ударів молота при зануренні елементів в суглинки. Найбільше зниження енергоємності досягається при максимальній швидкості зіткнення 5 м/с і мінімальному статичному тиску 0,03 МПа. Залежність енергоємності $N_{уд}$ питомого статичного тиску q показує, що вибором оптимальних значень q і v можна знизити енергоємність на 11-12%. Визначено, що оптимальна енергія ударів молота при зануренні елементів в суглинки становить 19 ... 25 кДж.

Ключові слова: робочий процес, методика розрахунку, швидкість зіткнення, теорія планування, енергоємність, рівняння регресії.

ИННОВАЦИОННЫЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ УСТРОЙСТВА УГЛУБЛЕНИЙ НУЛЕВОГО ЦИКЛА БЕЗ ВЫЕМКИ ГРУНТА

ХМАРА Л.А.¹, *д.т.н, проф.*,
 ПАНТЕЛЕЄНКО В.І.², *к.т.н, доц.*,
 ХВОСТЕНКО Ю.В.³, *інженер*

¹ Кафедра строительных и дорожных машин (СДМ), Государственного высшего учебного заведения (ГВУЗ) «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» (ПГАСА), ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (067) 585-26-59, e-mail: leonidkhmara@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302.

² Кафедра строительных и дорожных машин (СДМ), Государственного высшего учебного заведения (ГВУЗ) «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» (ПГАСА), ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (097) 366-37-86, e-mail: vladmaestro2017@gmail.com.

³ Кафедра строительных и дорожных машин (СДМ), Государственного высшего учебного заведения (ГВУЗ) «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» (ПГАСА), ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (068) 788-53-14, e-mail: khvostenko.yurii@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-7620-8770

Аннотация. В практике строительства для устройства фундаментов без выемки грунта широко используются способы, называемые вытрамбовыванием и выштамповыванием. В работе представлены результаты изучения процесса вытрамбовывания углублений рабочими органами. Установлены параметры наибольшего снижения энергоёмкости процесса. Определена оптимальная энергия ударов молота при погружении элементов в суглинки. Наибольшее снижение энергоёмкости достигается (для различных углов конуса α) при максимальной скорости соударения 5 м/с и минимальном статическом давлении 0,03 МПа. Зависимость энергоёмкости $N_{уд}$ от удельного статического давления q показывает, что выбором оптимальных значений q и v можно снизить энергоёмкость на 11-12%. Определено, что оптимальная энергия ударов молота при погружении элементов в суглинки составляет 19 ... 25 кДж.

Ключевые слова: рабочий процесс, методика расчета, скорость соударения, теория планирования, энергоёмкость, уравнение регрессии.

INNOVATIVE ENERGY EFFICIENT WAY OF DEVICE FOR DEVELOPING A ZERO CYCLE WITHOUT GROUND EXTRACT

KHMARA L.A.¹, *Doctor of Technical Sciences, Professor,*
PANTELEENKO V. I.², *Ph. D., Associate Professor,*
KHOVOSTENKO Y.V.³, *engineer*

¹ Department of Building and Traveling of machines (BTM), State Higher Educational Establishment (SHEE) "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", st. Chernyshevsky, 24-A, 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (067) 585-26-59, e-mail: leonidkhmara@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302.

² Department of Building and Travelling of machines (BTM), State Higher Educational Establishment (SHEE) "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", st. Chernyshevsky, 24-A, 49600, Dnipropetrovsk, Ukraine, tel. +38 (097) 366-37-86, e-mail: vladmaestro2017@gmail.com.

³ Department of Building and Travelling of machines (BTM), State Higher Educational Establishment (SHEE) "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", st. Chernyshevsky, 24-A, 49600, Dnipropetrovsk, Ukraine, tel. +38 (068) 788-53-14, e-mail: khvostenko.yurii@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-7620-8770

Abstract. In the practice of construction for the construction of foundations without excavation of soil, methods called ripping and punching are widely used. The paper presents the results of studying the process of ramming the depressions by the working bodies. Parameters of the greatest decrease in the energy capacity of the process have been established. The optimal energy of hammer impacts is determined when the elements are immersed in loam. The greatest decrease in energy intensity is achieved (for various angles of the cone α) at a maximum collision velocity of 5 m/s and a minimum static pressure of 0.03 MPa. The dependence of energy intensity N on specific static pressure q shows that by choosing the optimal values of q and v , you can reduce energy intensity by 11-12%. It is determined that the optimal energy of hammer impacts when submerging elements in loam is 19 ... 25 kJ.

Keywords: working process, calculation technique, collision speed, planning theory, energy intensity, regression equation.

Актуальність проблеми. У практиці будівництва для влаштування фундаментів без виїмки ґрунту широко застосовуються методи витрамбування і виштампування. Під витрамбуванням мається на увазі утворення поглиблення шляхом спрямованого скидання з певної висоти трамбовки, що має форму майбутнього поглиблення, а під виштампуванням - утворення поглиблення шляхом забивання штамп-шаблону на необхідну глибину з наступним витяганням його з ґрунту.

Отримане поглиблення заповнюють бетоном або в нього встановлюють збірний елемент. Енергія і кількість ударів штампа визначаються необхідною глибиною поглиблення і типом ґрунту.

При виштампуванні або витрамбуванні під поглибленням і навколо нього утворюється ущільнена зона. В межах зони знижується просідання і підвищуються міцнісні характеристики ґрунту. Це забезпечує можливість передачі на ущільнений ґрунт значних вертикальних і горизонтальних навантажень. Для підвищення несучої здатності ґрунту в дно поглиблення втрамбовуються окремими порціями щєбін, піщано-гравійна суміш або крупний пісок і інші матеріали.

Використання зазначених методів дозволяє скоротити (в 3... 6 разів) об'єм земляних робіт в порівнянні з традиційними методами устроїв котлованів. Найявніше ущільненої зони в основі і навколо бокових стінок поглиблення дозволяє значно зменшити розміри фундаментів і знизити витрату бетону в 1,2... 2 рази, а арматури - в 1,4... 4 рази. [9,10].

Аналіз публікацій. В роботах [1, 2, 3, 4, 5] викладено прикладну теорію і розрахунки ударних систем, динамічний взаємозв'язок трубчастого дизеля і молота. Моделювання процесів взаємодії зі звичайними робочими органами дорожно-будівельних машин. В роботі [6] пропонується конструкції машин і механізмів для утворення поглиблень в ґрунті виштампуванням. Запропонована методика визначення їх основних параметрів. В роботах [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15] дослідження процесу занурення різноманітних будівельних елементів у ґрунтову основу і представлені конструкції механізмів, що застосовуються для здійснення процесу занурення. Дослідження робочих процесів занурення та виштампування в різноманітних ґрунтах [16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26].

Ціль роботи. Вивчення процесу витрамбування поглиблень робочими органами.

Виклад роботи. Витрамбування поглиблень здійснювалось робочими органами з постійним об'ємом занурюваної частини $V = 200 \text{ см}^3$, при такій глибині занурення робочих органів відношення глибини занурення до середнього діаметру було приблизно рівним $h/d_{cp} = 1,5$. Таке співвідношення відповідає фундаментам мілкового закладу. Робочі органи виконані з різними кутами конусності, відповідно кутам конусності які застосовуються в практиці будівництва трамбовок.

У експериментальних дослідженнях використовувався ґрунт з фізико-механічними властивостями, близькими до властивостей

просадочних ґрунтів, що займають близько 15% території України в різних регіонах. Фізико-механічні властивості використовуваного ґрунту: щільність в сухому стані $\rho_s = 1,5 \dots 1,6 \text{ г/см}^3$, пористість $n = 38 \dots 42\%$, вологість $W = 6 \dots 8\%$, ступінь вологості $S = 0,26 \dots 0,32$.

Параметри в лабораторних дослідженнях визначені з співвідношення v^2/gl . При $\rho_{en} = \rho_{em}$, $l_n / l_m = K_l$ маємо $v_n / v_m = K_l$. Тут g - прискорення вільного падіння, v - швидкість удару робочого органу, ρ_s - щільність ґрунта, l - лінійний розмір, K_l - масштабний коефіцієнт. Індекс «*n*» відповідає натурним умовам, індексам «*m*» - моделі.

Дослідження проводилося з використанням методів теорії планування експеримента [1,2,3]. В якості функцій відкликання розглядалась енергоємність витрамбування поглиблень, а в якості діючих факторів - висота падіння робочого органу H , кут конуса α , питомий статичний тиск робочого органу q .

Після математичної обробки експериментальних даних було отримано наступне рівняння регресії

$$N_{y0} = (71,33 - 0,52\alpha + 0,014\alpha^2 - 0,51H\alpha - 9,92H + 481,2 Hq - 312,8q) 10^4, \quad (1)$$

що визначає залежність енергоємності витрамбування заглиблень N_{y0} від розглянутих факторів H , α і q .

При динамічній взаємодії робочого органу з ґрунтом швидкість зіткнення точніше відображає фізичну сутність процесу, ніж висота падіння. Тому доцільніше в рівнянні (1) замінити фактор H фактором v - швидкістю зіткнення робочого органу з ґрунтом. З огляду на, що $v = f 2Hg$ і $H = v^2/2g$, отримаємо нове рівняння регресії (q в МПа, v в м/с, N_{y0} в Дж/м³)

$$N_{y0} = (71,33 - 0,52\alpha + 0,014\alpha^2 - 0,026v^2 \alpha - 9,51 v^2 + 24,5 v^2q - 312,8q) 10^4 \quad (2)$$

Графічна інтерпретація отриманого рівняння регресії наведена на рис. 1, 2. Аналіз отриманих залежностей наводиться нижче [4,5,6].

При дослідженні залежності енергоємності витрамбування поглиблень від кута конуса робочих органів (див. рис. 1) встановлено, що будь-якій швидкості удару v (в розглянутих межах) відповідає оптимальний кут конуса α , при якому енергоємність утворення поглиблення N_{y0} мінімальна. При цьому значення оптимального кута не залежить від питомого статичного тиску робочого органу. Використання робочого органу з оптимальним кутом конуса α_{opt} знижує енергоємність витрамбування поглиблень в порівнянні з максимальною енергоємністю при інших значеннях кута конуса на 6...7% при швидкості удару

$v = 2$ м/с; на 8...9% — при $v = 3$ м/с; на 14—15% — при $v = 4$ м/с; на 23—27% — при $v = 5$ м/с. Чим більше швидкість удару робочих органів по ґрунту, тим більш ефективний робочий орган з оптимальним кутом конуса.

Слід зазначити, що при швидкостях зіткнення $v=2...3$ м/с мінімальна енергоємність витрамбування поглиблень N_{y0} досягається при максимальних значеннях питомого статичного тиску $q = 0,06$ МПа, а при швидкостях зіткнення $v = 4...5$ м/с - при мінімальному питомому статичному тиску $q = 0,03$ МПа.

Це говорить про те, що в діапазоні швидкостей зіткнення робочих органів з ґрунтом 3...4 м/с є таке значення швидкості зіткнення, при якому енергоємність процесу витрамбування не буде залежати від питомого статичного тиску q , а тільки від кута конуса α . Розглядаючи рівняння (2), можна побачити, що енергоємність не залежить від питомого статичного тиску, якщо сума всіх членів рівняння, що містять q , дорівнює нулю, а саме:

$$24,5v^2q - 312,8q = 0, \text{ або } q(24,5v^2 - 312,8) = 0.$$

З огляду на те, що $q \neq 0$, отримаємо

$$24,5v^2 - 312,8 = 0, \text{ звідки } v = 3,57 \text{ м/с.}$$

Залежність енергоємності N_{y0} від питомого статичного тиску q показує, що вибором оптимальних значень q і v можна знизити енергоємність на 11-17%, менше значення відповідає мінімальній швидкості 2 м/с, більше – максимальній швидкості 5 м/с. При збільшенні кута конуса і швидкості зіткнення значення мінімальної енергоємності знижується на 10% від 48 до 104 Дж/м³ при $\alpha = 23^\circ$, до 43,3...104 Дж/м³ при $\alpha = 38^\circ$ [7,8].

Аналіз залежностей зміни енергоємності витрамбування поглиблень N_{y0} від швидкості зіткнення робочого органу з ґрунтом (рис. 2) показує, що при $\alpha = 23^\circ$ можна знизити енергоємність N_{y0} на 13...14% (в порівнянні з максимальними значеннями N_{y0} при різних значеннях v і q , при $\alpha = 28^\circ$ - на 9...18%, при $\alpha = 33^\circ$ - на 4...23%, при $\alpha = 38^\circ$ - на 1...27%. Причому найбільше зниження енергоємності досягається (для різних кутів конуса α) при максимальній швидкості зіткнення 5 м/с і мінімальному статичному тиску 0,03 МПа. Відзначаючи, що криві 3 і 4, відповідні

питомому статичному тиску 0,03 і 0,06 МПа, зі зростанням значень переходять з висхідних (див. рис. 2, а) в спадні (див. рис. 2, г), можна сказати, що існує таке співвідношення значень α і q , при якому енергоємність не залежить від швидкості зіткнення робочого органу з ґрунтом v . Це співвідношення можна визначити, якщо в рівнянні регресії (2) суму всіх членів, що включають фактор швидкості зіткнення v , прирівняти нулю, а саме

$$0,026 v^2 - 0,51 v^2 + 24,5 v^2 q = 0, \quad \text{або}$$

$$v^2 (24,5q - 0,026q - 0,51) = 0.$$

З огляду на, що $v = 0$, отримаємо $24,5q - 0,026q - 0,51 = 0$, звідки отримуємо залежність кута конуса α від питомого статичного тиску q , при якому енергоємність $N_{y\delta}$ не залежить від швидкості зіткнення робочого органу з ґрунтом:

$$\alpha = 942,31q - 19,62. \quad (3)$$

У відповідності з виразом (3) одержуємо залежність

$$N_{y\delta} = (124,6q - 13,22q + 0,87) 10^6 \quad (4)$$

що зв'язує енергоємність витрамбування поглиблень $N_{y\delta}$ тільки з фактором q . Користуючись залежностями (3) і (4), можна знайти такі пари значень q і α (в розглянутих межах), при яких відповідні їм значення енергоємності $N_{y\delta}$ не залежить від швидкості зіткнення робочого органу з ґрунтом v . Наприклад, робочий орган з питомим статичним тиском $0,034 \text{ МПа}$ повинен мати кут конуса $12,2^\circ$, при цих значеннях q і α енергоємність буде дорівнювати $56,6 10^4 \text{ Дж/м}^3$ незалежно від швидкості удару робочого органу при взаємодії з ґрунтом.

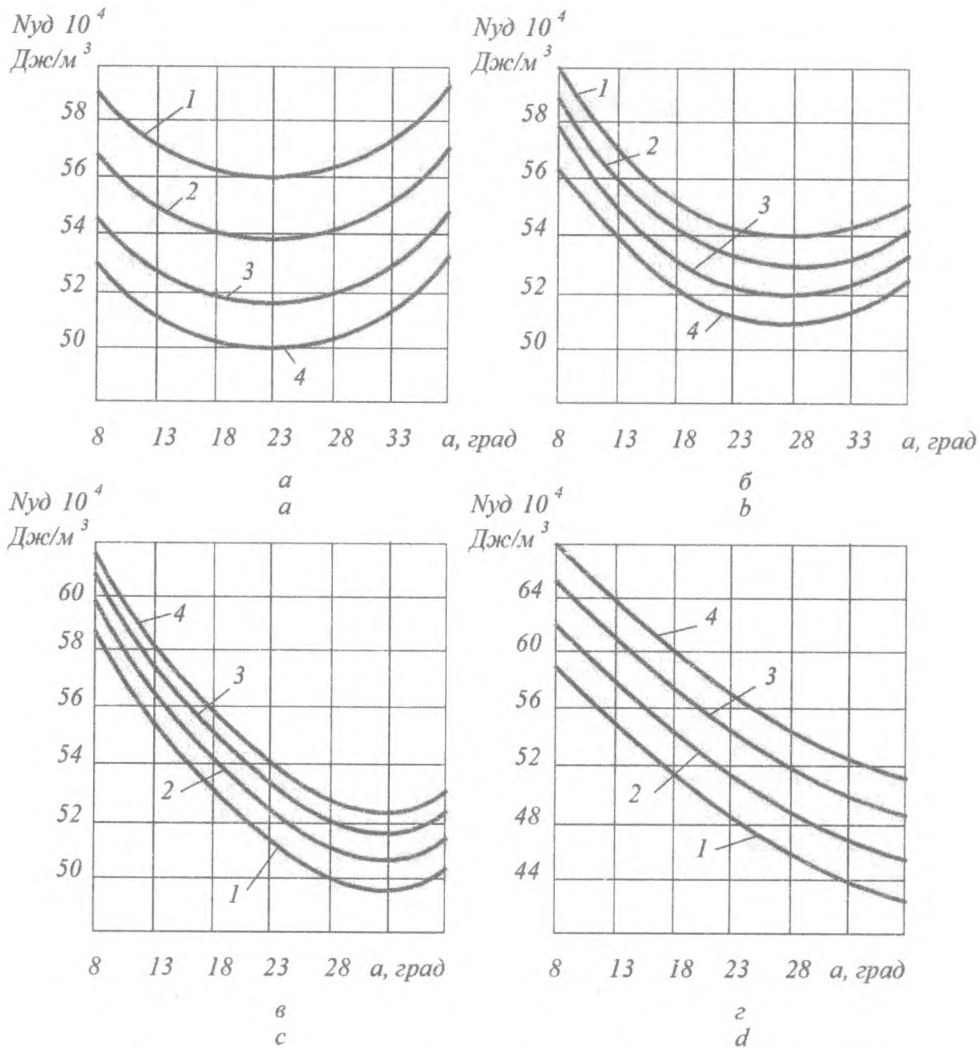


Рис. 1. Графічні залежності енергоємності $N_{y\delta}$ від кута конуса α :
 а — $v = 2 \text{ м/с}$; б — $v = 3 \text{ м/с}$; в — $v = 4 \text{ м/с}$; г — $v = 5 \text{ м/с}$; 1 — $q = 0,03 \text{ МПа}$;
 2 — $q = 0,04 \text{ МПа}$; 3 — $q = 0,05 \text{ МПа}$; 4 — $q = 0,06 \text{ МПа}$

Fig. 1. Graphic dependences of the energy intensity $N_{y\delta}$ on the angle of the cone α :
 а — $v = 2 \text{ м/с}$; б — $v = 3 \text{ м/с}$; в — $v = 4 \text{ м/с}$; д — $v = 5 \text{ м/с}$; 1 — $q = 0,03 \text{ МПа}$;
 2 — $q = 0,04 \text{ МПа}$; 3 — $q = 0,05 \text{ МПа}$; 4 — $q = 0,06 \text{ МПа}$

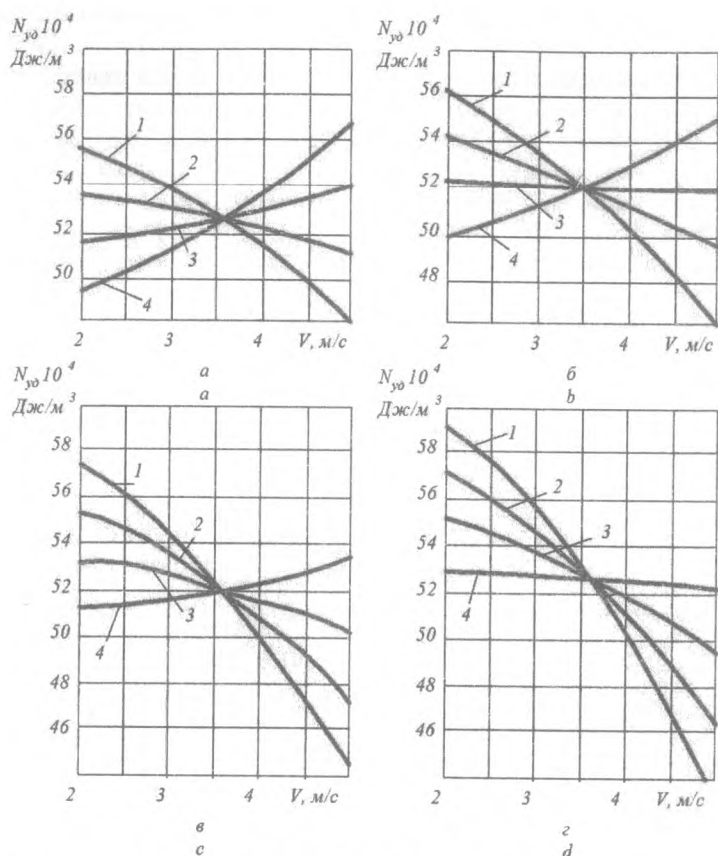


Рис. 2. Графічні залежності енергоємності N_{yo} від швидкості удару v :

а — $\alpha=23^\circ$; б — $\alpha = 28^\circ$; в — $\alpha = 33^\circ$; г — $\alpha=38^\circ$, 1 — $q = 0,03$ МПа; 2 — $q = 0,04$ МПа; 3 — $q = 0,05$ МПа; 4 — $q = 0,06$ МПа

Fig. 2. Graphic dependencies of energy intensity N_{yo} from the impact velocity v :

а — $\alpha=23^\circ$; б — $\alpha = 28^\circ$; в — $\alpha = 33^\circ$; д — $\alpha=38^\circ$, 1 — $q = 0,03$ МПа; 2 — $q = 0,04$ МПа; 3 — $q = 0,05$ МПа; 4 — $q = 0,06$ МПа

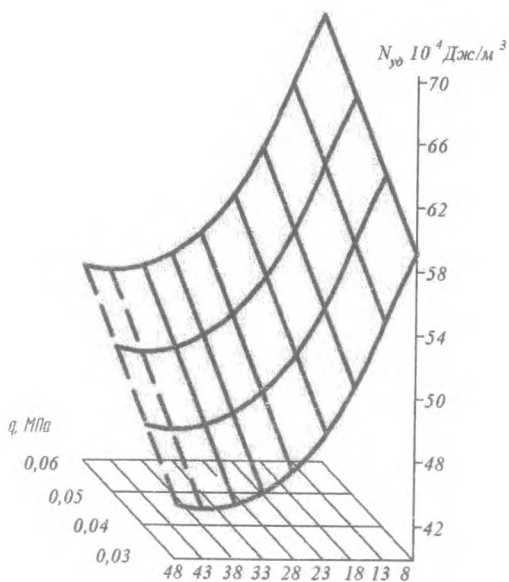


Рис. 3. Графічна залежність N_{yo} від кута конуса α , питомого статичного тиску q при швидкості удару $v = 5$ м / с

Fig. 3. Graphic Dependence N_{yo} from the angle of the cone α , the specific static pressure q at the impact velocity $v = 5$ м / с

Графічна інтерпретація залежності N_{yo} від кута конуса і питомого статичного тиску q при швидкості зіткнення 5 м / с, при якій досягається мінімальне значення енергоємності $43,15 \dots 104$ Дж/м³ (при $\alpha =$

38° і $q = 0,03$ МПа), показана на рис. 3. Пунктиром позначена поверхня, яка виходить за межі факторного простору.

Дослідження фізичної сутності і якісних закономірностей процесу виштампування поглиблень нульового циклу, проводилися в безпосередній близькості від зведених будинків і споруд на будівельних майданчиках міст Дніпра і Вільногірська в місцях характерних з точки зору геологічної будови і основних характеристик ґрунту, що знаходяться в межах будівельного майданчика.

Стенд для досліджень (рис. 4 і 5) складається з: анкерних паль 1, залізобетонних блоків 2, поперечних балок 3, арматури 4 і хомутів 7, що зв'язують анкерні палі з поперечними балками. Хомутів 5, що утримують поперечну балку 8 з монтажними кронштейнами 6 у фіксованому положенні, досліджуваного штампу 9 з сердечником 10, опорної плити 11, гідродомкрата 12 вантажопідйомністю до 500 т з штоком 13, бетонних плит 14 для передачі навантаження на поперечну упорну балку 8, насосної установки 15, амортизатора 16 і свердловин 17, що дають можливість замочування ґрунту на глибину до 5 м. При виштампуванні поглиблень в ґрунтах II типу проводилося замочування ґрунту. Для цього навколо штампа в радіусі 2 м було пробурено свердловини діаметром 200 мм і глибиною, яка в 2 рази перевищує висоту штампа з кроком 2 м. Послідовність досліду включає наступне:

1. Визначаються основні фізико-механічні властивості ґрунту за допомогою польової лабораторії Литвинова (ПЛЛ-9) згідно з ГОСТ 5180 75 і ГОСТ 5182-78.

2. Проводять замочування ґрунту за допомогою заздалегідь пробурених свердловин на глибину, що в 2 рази перевищує висоту штампа.

3. На проектну відмітку встановлюється занурюваний штамп на верхньому зрізі якого монтується передаюча плита з гідродомкратом.

4. Вмикається домкрат зусилля якого через шток і опорну балку передається на верхній зріз штампа і через опорну плиту в результаті штамп занурюється в ґрунт на величину ходу штока, що дорівнює 200 мм.

5. Шток гідродомкрата повертається у вихідне положення. Під опорну плиту підкладається бетонна плита товщиною рівною робочому ходу штока гідродомкрата 200 мм, потім робоча рідина подається в поршневу порожнину і відбувається наступний етап занурення.

6. Занурення проводиться на глибину при якій деформація ґрунту стабілізується в поздовжньому і вертикальному напрямках при цьому утворюється ущільнена зона з областями, що мають різноманітну щільність і форму.

7. Після занурення до проектної позначки за допомогою крана штамп витягується з ґрунту і в котловані проводиться визначення розмірів і фізико-механічних властивостей ущільненої зони.

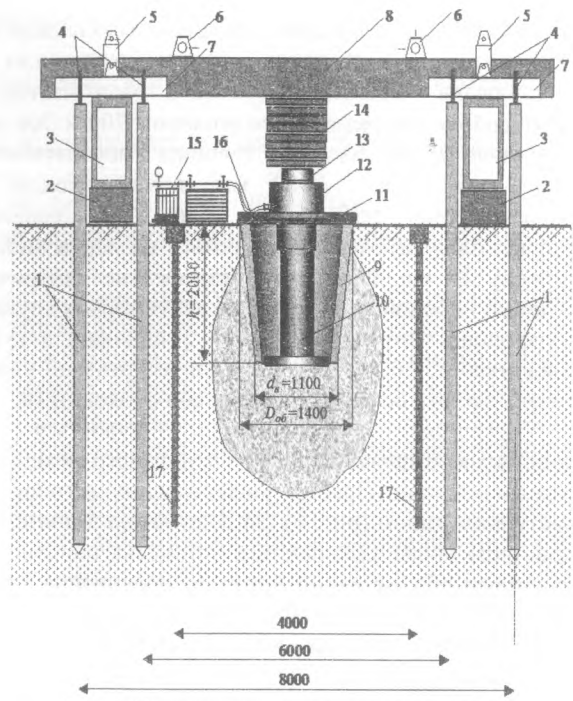


Рис. 4. Конструктивна схема стенда для дослідження процесу виштампування поглиблень нульового циклу

Fig. 4. Constructive scheme of the stand to study the process of expanding the depths of the zero cycle

Конструкція і основні параметри обладнання для занурення штампів і оболонок представлені на рис. 6. Вона включає молот 1 амортизаційну коробку 2, опорну плиту 4, сердечник 6, амортизатори 5 і 3.



Рис. 5. Загальний вигляд стенда для дослідження процесу виштампування заглиблень

Fig. 5. General view of the stand to study the process of squeezing the grooves

Амортизаційна коробка 2 виконана у вигляді зварної коробчастої конструкції. Внаслідок сприйняття цим елементом ударної вібрації від дизель-молота, амортизаційна коробка 2 посилена ребрами 13. Опорна плита 4 зварна забезпечена радіальними упорами 11 і кріпиться до амортизаційної коробки 2 за допомогою болтів. Сердечник 6 також являє собою зварну конструкцію, в його верхній частині є отвір для з'єднання з

амортизаційною коробкою 2 за допомогою пальця 7 і фіксує трубу 15. У нижній частині сердечника 6 розташована ущільнююча плита 8. Амортизатор 3 являє собою квадратні листи розміром 700×700 мм товщиною 25 мм, загальна товщина амортизуючого шару гуми 100 ... 150 мм, вони виконані з транспортерної стрічки, що має міцну кордову основу. Амортизатори поміщаються в амортизаційну коробку 2, що забезпечує бездефектне занурення штампів і оболонок, а також збільшує термін служби обладнання. Пружні прокладки 5 виконані з гуми товщиною 15-20 мм і служать для амортизації удару дизель-молота по торцю штампа або оболонки 10.

Управління обладнанням здійснюється за допомогою копрової щогли 9 і підйомного механізму базової машини. Працює універсальний наголовник наступним чином (рис. 6). За допомогою підйомного пристрою крана здійснюється установка обладнання на штамп або забивний блок 10, обладнання через пружні прокладки 5 спирається на торцеву частину занурюваного штампа або блоку 10, а також ущільнюючу плиту 8 на поверхню ґрунту. Потім включається в роботу дизель-молот, ударне навантаження через амортизатор 3, опорну плиту 4 і амортизатор 5 передається на торцеву поверхню штампа або блоку 10.

У разі відходу занурюваного елемента від вертикального напрямку в момент занурення, використовуючи радіальні упори, а також гідропривід базової машини можна усунути перекіс і занурити елемент до проектної позначки без вилучення його на поверхню ґрунту. У разі занурення оболонки для запобігання потрапляння ґрунту всередину оболонки 10, а також формування ущільненої зони безпосередньо під підосною оболонки і навколо неї застосовується сердечник 6, крім того сердечник сприймає більшу частину ударного навантаження дизель-молота, оберігаючи оболонку від руйнування.

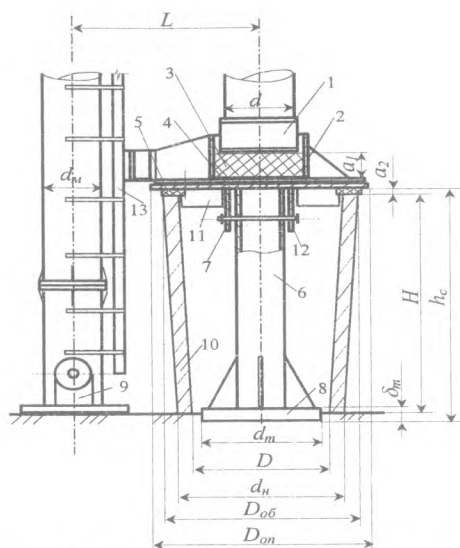


Рис.6. Конструкція і основні параметри обладнання для занурення штампів і оболонок при зведенні нульового циклу будівель і споруд різного призначення

Fig. 6 The design and basic parameters of equipment for dipping dies and shells during the construction of the zero cycle of buildings and structures of different purposes

Висновки. 1. Найбільше зниження енергоємності досягається (для різних кутів конуса α) при максимальній швидкості зіткнення 5 м/с і мінімальному статичному тиску 0,03 МПа.

2. Залежність енергоємності $N_{\text{ю}}$ від питомого статичного тиску q показує, що вибором оптимальних значень q і v можна знизити енергоємність на 11...12%.

3. Визначено, що оптимальна енергія ударів молота при зануренні елементів в суглинки становить 19...25 кДж.

4. Запропоновано конструкцію і основні параметри обладнання для занурення штампів і оболонок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамов Динамика взаимодействия трубчатого дизель-молота с погружаемой свайей. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Владивосток, 1983. - 201с.
2. Александров Е.В., Соколинский Б.В. Прикладная теория и расчеты ударных систем. - М.: Наука, 1979. - 204 с.
3. Баловнев В.И., Завадский Ю.В., Мануйлов В.Ю. Применение математической теории планирования эксперимента при исследовании дорожных машин. МАДИ - М., 1985. - 104с.
4. Баловнев В.И., Хмара Л.А. Интенсификация земляных работ в дорожном строительстве. - М.: Транспорт, 1983, - 183 с.
5. Баловнев В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин. М., Высшая школа, 1981. - 351с.
6. Баловнев В.И., Хмара Л.А., Осипчук В.И., Гришин В.А. Машины для образования выемок в грунте выштамповыванием. Ж. "Строительные и дорожные машины", №12, 1985. - с.7-9.
7. Рафальзук В.Д. Устройство фундаментов в вытрамбованных котлованах с уширенным основанием. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М., 1981. - 185 с.

8. Руководство по проектированию и устройству фундаментов в вытрамбованных котлованах. М.: Стройиздат, 1981. - 56с.
9. Савинов О.А., Лускин А.Я. Вибрационный метод погружения свай и его применение в строительстве. Госстройиздат, Л. -М., 1960. -251с.
10. СНиП 3.02.01.87. Земляные сооружения, основания и фундаменты / Госстрой СССР - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. - 128 с.
11. Сергеев В.П. Строительные машины и оборудование. М.. Высшая школа, 1987. - 376с.
12. Ставинцер Р.Л. Деформация оснований и сооружений от ударных нагрузок. М.: Стройиздат, 1962. - 126с.
13. Сердюк И.В. Исследование процессов, происходящих в глинистых грунтах при погружении свай. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Л., 1977 . -23с.
14. Стародворский В.В. Разработка методов устройства и расчета фундаментов в вытрамбованных котлованах при сейсмических нагрузках. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М., 1984.- 250с.
15. Суриков В.В., Васильев Б.А., Гантман и др. Строительные машины для гидромелиоративных работ. Агропромиздат, 1985. - 351 с.
16. Тетигов А.Н., Литвиненко А.Г. Фундаменты-оболочки. М., Стройиздат. 1975. - 134с.
17. Тикунов П.Р. Определение сопротивления свай по данным забивки с учетом перемещений грунта и свай. "Искусственные основания сооружений", сб. №36. М., Госстройиздат, 1959.
18. Ткачев А.А. Исследование и применение набивных свай в выштампованном ложе. В кн.: Вопросы проектирования и устройства фундаментов из набивных свай. Саратов, 1973. - с.87-93.
19. Ткачев А.А. Разрыхление грунта устройства лож под набивные сваи и способы его уменьшения. В кн.: Основания и фундаменты: Мин ВУЗ. сб.научн. тр. Пермского университета. Пермь, 1987. - С.46-61.
20. Тропп В.Б., Дидковский Е.О. Оборудование и оснастка для устройства фундаментов из забивных пустотелых блоков. Промышленное строительство и инженерные сооружения, 1984, №1.- С.18-19.
21. Тропп В.Б. Фундаменты из забивных пустотелых блоков. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Киев, 1984. - 173с.
22. Тугаенко Ю.Ф., Ли Н., Волканов К. Эффективные забивные фундаменты. Ж. "Сельское строительство", 1980, №3.- 17с.
23. Тугаенко Ю.Ф., Ткалич А.П., Результаты исследований деформаций в основании забивных пустотелых блочных фундаментов. В кн.: Проектирование и строительство зданий и сооружений на лессовидных просадочных грунтах. Том 2. Тезисы докладов к республиканской научно-практической конференции. Барнаул, 1980. - С.177-182.
24. Феклин В.И. Продавливание скважин под набивные сваи спиралевидными снарядами: Основания, фундаменты и механика грунтов, 1985, №5.- С.16-19.
25. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Формирование математических моделей и исследование процесса погружения фундаментов-оболочек в грунт. Сб. науч. тр. ПГАСиА "Интенсификация рабочих процессов строительных машин". Выпуск 4. 1998.- с.98-106.
26. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Погружение тонкостенных фундаментов-оболочек в грунтовое основание.// Всеукраїнський міжвідомчий збірник наукових праць Гірничі, Будівельні, Дорожні та Меліоративні машини. Випуск №58, Київ - 2002.-С.44-50.
27. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Исследование взаимодействия системы "молот-наголовник-оболочка-грунт" с грунтовым основанием.// Сб. науч. тр. Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Выпуск 15. Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. 2002.- С.161-170.
28. Хмара Л.А. Пантелеенко В.І. Дослідження та розробка копрового обладнання для занурення тонкостінних фундаментів-оболонок при спорудженні нульового циклу будівель різного призначення // Вісник Українського Державного Університету Водного Господарства та Природокористування. Частина 6 Машинознавство, математичне моделювання. Збірник наукових праць. Випуск 5(18)0 Рівне – 2002 С. 94-102.
29. Школьников И.Е. Динамический расчет свай на ЭВМ. Применение математических методов и ЭВМ в исследованиях транспортных гидротехнических сооружений. - М.: ЦНИИС, 1985. - С.21-25.

REFERENCES

1. Abramov Dinamika vzaimodeystviya trubchatogo dizel-molota s pogruzhaemoy svaey. Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata tehnikeskikh nauk. Vladivostok, 1983. - 201s.
2. Aleksandrov E.V., Sokolinskiy B.V. Prikladnaya teoriya i raschety udarnyih sistem. - М.: Nauka, 1979. - 204 s.
3. Balovnev V.I., Zavadskiy Yu.V., Manuylov V.Yu. Primenenie matematicheskoy teorii planirovaniya eksperimenta pri issledovanii dorozhnyih mashin. MADI - М.,1985. - 104s.

4. Balovnev V.I., Hmara L.A. Intensifikatsiya zemlyanykh rabot v dorozhnom stroitelstve. - M.: Transport, 1983, - 183 s.
5. Balovnev V.I. Modelirovaniye protsessov vzaimodeystviya so sredoy rabochnykh organov dorozhno-stroitelnykh mashin. M., Vysshaya shkola, 1981. - 351s.
6. Balovnev V.I., Hmara L.A., Osipchuk V.I., Grishin V.A. Mashiny dlya obrazovaniya vyemok v grunte vyishtampovyvaniem. Zh. "Stroitelnyye i dorozhnyye mashiny", #12, 1985. - s.7-9.
7. Rafalzuk V.D. Ustroystvo fundamentov v vyitrambovannykh kotlovanakh s ushirennym osnovaniem. Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. M., 1981. - 185 s.
8. Rukovodstvo po proektirovaniyu i ustroystvu fundamentov v vyitrambovannykh kotlovanakh. M.: Stroyizdat, 1981. - 56s.
9. Savinov O.A., Luskin A.Ya. Vibratsionnyy metod pogruzheniya svay i ego primeneniye v stroitelstve. Gosstroyizdat, L. -M., 1960. -251s.
10. SNiP 3.02.01.87. Zemlyanye sooruzheniya, osnovaniya i fundamenty / Gosstroy SSSR - M.: TsITP Gosstroya SSSR, 1988. - 128 s.
11. Sergeev V.P. Stroitelnyye mashiny i oborudovaniye. M., Vysshaya shkola, 1987. - 376s.
12. Stavintser R.L. Deformatsiya osnovaniy i sooruzheniy ot udarnykh nagruzok. M.: Stroyizdat, 1962. -126s.
13. Serdyuk I.V. Issledovaniye protsessov, proishodyaschikh v glinistykh gruntakh pri pogruzhenii svay. Avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. L., 1977. -23s.
14. Starodvorskiy V.V. Razrabotka metodov ustroystva i rascheta fundamentov v vyitrambovannykh kotlovanakh pri seysmicheskikh nagruzkakh. Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. M., 1984. - 250s.
15. Surikov V.V., Vasilev B.A., Gantman i dr. Stroitelnyye mashiny dlya gidromeliorativnykh rabot. Agropromizdat, 1985. - 351 s.
16. Tetior A.N., Litvinenko A.G. Fundamenty-obolochki. M., Stroyizdat. 1975. - 134s.
17. Tikunov P.R. Opredeleniye soprotivleniya svay po dannym zabivki s uchedom peremescheniy grunta i svai. "Iskusstvennyye osnovaniya sooruzheniy", sb. #36. M., Gosstroyizdat, 1959.
18. Tkachev A.A. Issledovaniye i primeneniye nabivnykh svay v vyishtampovannom lozhe. V kn.: Voprosy proektirovaniya i ustroystva fundamentov iz nabivnykh svay. Saratov, 1973. - s.87-93.
19. Tkachev A.A. Razryihleniye grunta ustroystva lozh pod nabivnyye svai i sposoby ego umensheniya. V kn.: Osnovaniya i fundamenty: Min VUZ. sb.nauchn. tr. Permskogo universiteta. Perm, 1987. - S.46-61.
20. Tropp V.B., Didkovskiy E.O. Oborudovaniye i osnastka dlya ustroystva fundamentov iz zabivnykh pustotelnykh blokov. Promyshlennoye stroitelstvo i inzhenernyye sooruzheniya, 1984, #1. - S.18-19.
21. Tropp V.B. Fundamenty iz zabivnykh pustotelnykh blokov. Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Kiev, 1984. - 173s.
22. Tugaenko Yu.F., Li N., Volkanov K. Effektivnyye zabivnyye fundamenty. Zh. "Selskoye stroitelstvo", 1980, #3. - 17s.
23. Tugaenko Yu.F., Tklich A.P., Rezultaty issledovaniy deformatsiy v osnovanii zabivnykh pustotelnykh blochnykh fundamentov. V kn.: Proektirovaniye i stroitelstvo zdaniy i sooruzheniy na lessovidnykh prosadochnykh gruntakh. Tom 2. Tezisy dokladov k respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. Barnaul, 1980. - S.177-182.
24. Feklin V.I. Prodavlivaniye skvazhin pod nabivnyye svai spiralevidnyimi snaryadami: Osnovaniya, fundamenty i mehanika gruntov, 1985, #5. - S.16-19.
25. Hmara L.A., Panteleenko V.I. Formirovaniye matematicheskikh modeley i issledovaniye protsessa pogruzheniya fundamentov-obolochek v grunt. Sb. nauch. tr. PGASiA "Intensifikatsiya rabochnykh protsessov stroitelnykh mashin". Vyipusk 4. 1998.- s.98-106.
26. Hmara L.A., Panteleenko V.I. Pogruzheniye tonkostennykh fundamentov-obolochek v gruntovoye osnovaniye. // VseukraYinskiy mIzhvIdomchiy zBIrnik nauchovykh prats GIrnicHI, BudIvelnI, Dorozhnl ta MellorativnI mashini. Vipusk #58, KiYiv - 2002.-S.44-50.
27. Hmara L.A., Panteleenko V.I. Issledovaniye vzaimodeystviya sistemy "molot-nagolovnik-obolochka-grunt" s gruntovym osnovaniem. // Sb. nauch. tr. Pridneprovskoy gosudarstvennoy akademii stroitelstva i arhitekturi. Vyipusk 15. Pod'emno-transportnyye, stroitelnyye i dorozhnyye mashiny i oborudovaniye. 2002.- S.161-170.
28. Hmara L.A. PanteleEnko V.I. DosIldzhennya ta rozrobka koprovogo obladdnannya dlya zanurennya tonkostInnih fundamentIv-obolonok pri sporudzhenI nulloвого tsiklu budIvel rIznogo priznachennya // VIsnik UkraYinskogo Derzhavnogo UnIversitetu Vodnogo Gospodarstva ta Prirodokoristuvannya. Chastina 6 Mashinoznavstvo, matematichne modelyuvannya. ZBIrnik nauchovykh prats. Vipusk 5(18)0 RiVne – 2002 S. 94-102.
29. Shkolnikov I.E. Dinamicheskyy raschet svay na EVM. Primeniye matematicheskikh metodov i EVM v issledovaniyakh transportnykh gidrotekhnicheskikh sooruzheniy. - M.: TsNIIS, 1985. - S.21-25.