

УДК 624.154.536

**ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
ВЛАШТУВАННЯ БУРОНАБИВНИХ ПАЛЬ З ГІДРОФОБІЗОВАНИМ
ПРОШАРКОМ В ПРОСАДОЧНИХ ҐРУНТАХ II ТИПУ**

**ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
УСТРОЙСТВА БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ С
ГИДРОФОБИЗИРОВАННОЙ ПРОСЛОЙКОЙ В ПРОСАДОЧНЫХ
ГРУНТАХ II ТИПА**

**RATIONALE THE MAIN TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE
DEVICE BORED PILES WITH WATER-REPELLENT LAYER IN THE
SOIL SUBSIDENCE TYPE II**

Грецький Д.В., к.т.н., (Черкаський державний технологічний університет,
м. Черкаси)

Грецкий Д.В., к.т.н., (Черкаський державний технологічний університет,
м. Черкаси)

Gretskiy D.V., candidate of technical sciences (CherkasyState Technological
University)

У статті виконано дослідження технологічних параметрів при влаштуванні буронабивних палей в просадочних ґрунтах II типу з прошарком із гідрофобізованого ґрунту, що були основою для розробки раціональних технологічних схем і підбору спеціалізованого устаткування та пристосувань для виробництва робіт.

В статье выполнено исследование технологических параметров при устройстве буронабивных свай в просадочных грунтах II типа с прослойкой из гидрофобизированного грунта, которые были основой для разработки рациональных технологических схем и подбора специализированного оборудования и приспособлений для производства работ.

The article explores the technological parameters in the arrangement of bored piles in type II collapsible soils with a layer of hydrophobized soil that were the basis for the development of the efficient operation schedules and for the selection of specialized equipment and devices necessary for works.

Ключові слова:

Бурунабивні палі, обсадні труби, бетонування.

Бурунабивные сваи, обсадные трубы, бетонирование.

Bored piles, casings, concrete casting.

Вступ. Результати комплексних досліджень та дослідно-виробничих перевірок, [1, 2, 3] дозволили розробити технології влаштування бурунабивних палей в просадочних ґрунтах II типу з гідрофобізованим прошарком, [4].

Одним із головних завдань при розробці нової технології стало обґрунтування технологічних параметрів виробництва робіт на основних етапах виготовлення бурунабивних палей. Проведені дослідження та аналіз параметрів у виробничих умовах дозволили сформулювати та обґрунтувати основні технологічні вимоги виконання робіт.

Занурення та вилучення обсадних інвентарних труб при влаштуванні бурунабивних палей може здійснюватись різними відомими способами, наприклад, за допомогою віброзанурювача, навісних вібраторів. Причому є необхідність в обґрунтуванні робочого зусилля вібратору задля непорушності конструкцій палей, що влаштовані.

Не менш важливим параметром влаштування бурунабивних палей є інтенсивність бетонування, [5]. Існує необхідність у визначенні межі інтенсивності бетонування бурунабивних палей при збереженні неперервності процесу бетонування та безперешкодного вилучення обсадних труб.

Аналіз останніх досліджень. Вирішенню питань по вдосконаленню технології бетонування та дослідженню параметрів робіт при влаштуванні бурунабивних палей присвячений ряд робіт радянських і закордонних вчених І.Н. Ахвердов, В.І. Дмитрієвський, Г.А. Захарченко, С.Н. Курочкін, П.В. Проценко Д.А. Романов та інші.

Постановка мети та завдань досліджень. 1. Виконати аналіз порівняння зменшення зусилля при вилученні звичайних та інвентарних обсадних труб при влаштуванні бурунабивних палей. 2. Визначити межі інтенсивності

бетонування буронабивних паль при збереженні неперервності процесу бетонування та безперешкодного вилучення обсадних труб.

Методика досліджень. Застосування обсадних труб повністю виключає можливість впливу зовнішнього середовища на процес формування бетонного стовбура та гідрофобізованого прошарку буронабивної палі, забезпечує непорушність стінок свердловини в процесі буріння, вертикальність гідрофобізованого прошарку та тіла буронабивної палі при влаштуванні свердловин в нестійких просадочних ґрунтах. Зусилля $N_{вилуч}$, що необхідне для вилучення обсадної труби із свердловини, повинне бути:

$$N_{вилуч} \geq N_{опор}, \quad (1)$$

де $N_{опор}$ – зусилля опору вилученню;

$N_{вилуч}$ – зусилля вилучення.

$$N_{опор} = N_{тр}, \quad (2)$$

$N_{тр}$ – зусилля опору обсадної труби по поверхні ґрунту;

$$N_{тр} = S_{нов} \cdot k_{зр} \cdot m, \quad (3)$$

$S_{нов}$ – площа поверхні обсадної труби;

m – маса обсадної труби;

$k_{зр}$ – коефіцієнт тертя сталі по ґрунту, $k_{зр} = 0,6 - 1,0$, [5].

По закінченні процесу влаштування буронабивної палі, інвентарні обсадні труби підлягають негайному вилученню, до початку тужавіння бетону. Вилучення відбувається за допомогою стрілових кранів, з застосуванням навісних вібраторів на поверхні труб. Дослідними перевірками встановлено, що зусилля на гаку крана при вилученні обсадної труби може бути виражено залежністю:

$$N_{вилуч} = \pi \cdot d_{тр} \cdot \rho_{ст} \cdot \sigma_{ст} \cdot l_{тр} \cdot k_{зр} \cdot k_{мат}, \quad (4)$$

де $d_{тр}$ – зовнішній діаметр обсадної труби, м;

$\rho_{ст}$ – густина сталі обсадної труби, кг/м³;

$\sigma_{ст}$ – товщина стінки обсадної труби, м;

$l_{тр}$ – довжина обсадної труби, м;

k_{mat} – коефіцієнт тертя внутрішньої поверхні труби по матеріалу заповнення, $k_{mat} = 0,25-0,45$, [5].

При аналізі інтенсивності бетонування в залежності від геометрії буронабивної палі, для подальшого визначення тривалості бетонування паль різних розмірів інтенсивність I доцільно виразити як відношення об'єму бетону Q (м³/год), що укладається, за одиницю часу до площі поперечного перерізу палі $S_{пали}$ (м²):

$$I = \frac{Q}{S_{пали}}, \quad (5)$$

Фізичний зміст такого виразу складається у визначенні швидкості заповнення свердловини бетонною сумішшю по висоті (у м/год).

Виходячи з умов неперервності процесу бетонування та безперешкодного вилучення обсадних труб, що може бути забезпечено в тому випадку, якщо процес бетонування палі завершується до початку тужавіння цементу $t_{год}$, оптимальна інтенсивність бетонування I_{opt} залежно від параметрів палі $S_{пали}$, а також з урахуванням часу з моменту тужавіння суміші до її укладання t_0 визначається з виразу:

$$I_{opt} \geq \frac{Q}{(t_{год} - t_0)S_{пали}}. \quad (6)$$

Залежність (6) встановлює нижню межу інтенсивності бетонування I , хв. Верхня межа визначається раціональними швидкостями подачі бетонної суміші бетононасосами по напірному бетонопроводу, при яких не відбувається зростання гідравлічних опорів, а отже і енергоємності нагнітання. Для сучасних автобетононасосів, діаметром 125 мм, оптимальна швидкість нагнітання знаходиться в діапазоні 0,4–1,25 м/с, що забезпечує подачу бетонної суміші з інтенсивністю 15–60 м³/м²·год.

Отже, верхня межа інтенсивності I_{max} може бути визначена з наступної залежності:

$$I_{max} = \frac{3600 \cdot \pi \cdot d_{mp}^2 \cdot U_{mp}}{4S_{пали}}, \quad (7)$$

де d_{mp} – діаметр бетонопроводу, м;

U_{mp} – швидкість транспортування по трубах бетонної суміші, м/с.

Результати досліджень. Як впливає з формули (4), на зусилля вилучення найбільш впливають коефіцієнти тертя сталі по матеріалу заповнення (бетон, гідрофобізована суміш). Тому зменшення впливу тертя на

процес вилучення виконуємо шляхом нанесення на поверхню сталевих обсадних труб розрідженого складу епоксидних смол, після тужавіння складу обсадну трубу використовують як інвентарну. Аналіз порівняння зменшення зусилля на крюку крану при вилученні звичайних та інвентарних обсадних труб (з епоксидним шаром, що попередньо нанесений) представлено на рисунку 1.

Умова безперервності нагнітання бетонної суміші в свердловину при виготовленні буронабивних паль за новою технологією [4] забезпечується за рахунок застосування напірного бетонопроводу, що у процесі бетонування палі не роз'єднується й не вилучається зі свердловини по мірі заповнення бетонною сумішшю, це дозволяє виключити перериви в процесі нагнітання.

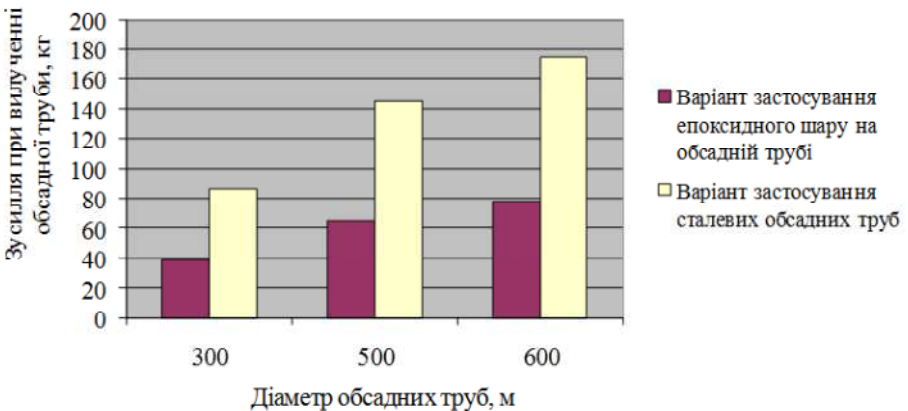


Рис. 1. Зменшення зусилля вилучення варіантів обсадних труб

Підставивши технологічні дані у дані формули (6-7), отримаємо такі інтенсивності бетонування $I = 3,5-57,3 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ год}$ (табл. 1).

Безперервність процесу бетонування буронабивних паль при бетонуванні забезпечується також за рахунок необхідної кількості транспортних засобів для безперебійної доставки бетонної суміші, що може бути визначене за відомою формулою, [5]:

$$N = \frac{T_1 + T_2}{T_3} + 1, \quad (8)$$

де T_1 – тривалість завантаження автобетонозмішувача, хв;

T_2 – час транспортування бетону транспортним засобом від заводу ЗБК до будівельного майданчика;

T_3 – інтервал доставки бетонної суміші до автобетононасосу;

V – об'єм ємності автобетонозмішувачу, м^3 ;

I – інтенсивність бетонування $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$.

Таблиця 1

Інтенсивність бетонування буронабивних паль за даною технологією

№ п/п	Геометричні параметри буронабивних паль				Мінімальні значення інтенсивності бетонування I , $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$, при значеннях $(t_{\text{год}} - t_0)$, год			Максимальні значення інтенсивності бетонування I , $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$
	Діаметр, мм	Площа поперечного перетину, м^2	Висота, м	Об'єм, м^3	1	1,5	2	
1	300	0,07	7	0,49	7	4,6	3,5	57,33
2	500	0,19	8	1,5	8	5,33	4	34,4
3	600	0,28	8	2,2	8	5,33	4	28,66

Висновки

Встановлені параметри виготовлення буронабивних паль були основою для розробки раціональних технологічних схем і підбору спеціалізованого устаткування та пристосувань для виробництва робіт, що визначають ефективність технології влаштування буронабивних паль у просадочних ґрунтах II типу.

1. Грецький Д.В. Дослідне визначення основних технологічних параметрів, що впливають на процес бетонування буронабивних паль // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2013. – Вип. 25. – С. 643 – 650. 2. Грецький Д.В. Аналітичне визначення зони ущільнення прошарку з гідрофобізованого ґрунту при бетонуванні буронабивної палі// Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2013. – Вип. 27. – С. 415 – 422. 3. Грецький Д.В. Моделювання процесів руйнування антифрикційних покриттів буронабивних паль у просадочних ґрунтах II типу// Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2014. – Вип. 28. – С. 429 – 435. 4. Пат. 25402 Україна, МПК (2006) E02D 27/12. Спосіб влаштування пальового фундаменту / Грецький Д.В., Коновал В.М.; заявник та патентовласник Д.В. Грецький. - № u200702928; заявл. 20.03.2007; опубл. 10.08.2007, Бюл. № 12. – 5 с. 5. Руководство по укладке бетонных смесей бетононасосными установками, ЦНИИОМТП Госстроя СССР, Народное предприятие строительного-монтажного комбинат "ОСТ". – М. : Стройиздат, 1978. – 145 с.