

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Дорожньо-будівельний факультет

Кафедра мостів, конструкцій и будівельної механіки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістра

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
ГРУНТОЦЕМЕНТНОГО МАСИВУ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ПЕРЕМІЩЕННЯ
ОГОРОЖІ КОТЛОВАНУ**

Завідувач кафедри, д.т.н., професор

Нормоконтролер, к.т.н., доцент

Керівник, к.т.н., доцент

Студент ДМ-61-22

С.О. Бугаєвський

С.М. Краснов

О.В. Синьковська

М.Г. Кібукевич

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 79 сторінок, 47 рисунків, 7 таблиць, 21 інформаційне джерело.

Об'єкт дослідження – огорожі котлованів, виконані методом «стіна в ґрунті».

Мета роботи – визначення оптимальних геометричних параметрів ґрунтоцементного масиву для мінімізації горизонтального переміщення огорожі котловану.

Методи досліджень – аналіз літературних джерел за темою, теоретичних досліджень.

Дослідження із застосуванням методів теорії визначення обсягів ґрунтоцементу дозволять підвищити ефективність використання дорогої технології при розробці прогресивних технічних рішень освоєння підземного простору в міському середовищі.

ОГОРОЖА КОТЛОВАНУ, «СТІНА В ГРУНТІ», ГРУНТОЦЕМЕНТНИЙ МАСИВ, КОТЛОВАН, СТРУМИННА ЦЕМЕНТАЦІЯ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 Проектування огорож глибоких котлованів в умовах щільної міської забудови з використанням струминної геотехнології.....	8
1.1 Аналіз публікацій з проектування і влаштування огорож глибоких котлованів способом «стіна в ґрунті».....	8
1.2 Аналіз досвіду розрахунку гнучких огорожувальних конструкцій котлованів.....	14
1.3 Застосування чисельних методів для розрахунку стіни в ґрунті з прилеглим ґрунтоцементним масивом.....	15
1.4 Оптимізація проектування будівельних конструкцій, основ, фундаментів і підземних споруд.....	17
2 Постановка задачі визначення оптимальних розмірів ґрунтоцементного масиву поза контуром котловану, що примикає до «стіни в ґрунті».....	21
2.1 Формулювання умов задачі проектування ґрунтоцементного масиву...	21
2.1.1 Аналіз розрахункового досвіду зниження горизонтальних переміщень стіни в ґрунті при перетворенні деякої зони ґрунту в ґрунтоцемент.....	21
2.1.2 Умова задачі.....	24
2.2 Формалізація задачі оптимального проектування.....	27
2.2.1 Обґрунтування моделі балки на пружній основі для оптимального проектування системи «огорожа – ГЦМ – ґрунт».....	27
3 Рішення задачі визначення оптимальних розмірів ґрунтоцементного масиву, що примикає до «стіни в ґрунті», поза контуром котловану.....	40
3.1 Оптимальне проектування в просторі станів.....	40
3.2 Чисельні дослідження роботи ГЦМ в складі ґрунту при відкопуванні котловану.....	42
3.2.1 Визначення модуля деформації ґрунтоцементу.....	44
3.2.2 Ґрунтоцементний масив ззовні вище дна котловану.....	50
3.2.3 Ґрунтоцементний масив всередині нижче дна котловану.....	55
3.2.4 Висновки за результатами чисельних досліджень.....	61
4 Методика визначення розмірів ГЦМ по оптимальному розподілу коефіцієнта жорсткості основи.....	63
4.1 Ґрунтоцементний масив ззовні вище дна котловану.....	65
4.2 Ґрунтоцементний масив всередині нижче дна котловану.....	72
ВИСНОВКИ.....	76
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	77

ВСТУП

Актуальність проблеми.

Освоєння підземного простору одне з перспективних напрямків розвитку великих міст сьогодні. При проектуванні та будівництві котлованів глибиною більше 10м для об'єктів різного (промислового, цивільного або транспортного) призначення в обмежених міських умовах найбільш поширеним методом влаштування огорожень є технологія «стіна в ґрунті». Для забезпечення стійкості стінок котловану, всі існуючі методи кріплення огорожі передбачають поярусне відкопування ґрунту з встановленням розпірної системи на кожному ярусі. Це суттєво збільшує трудомісткість і терміни виконання робіт і, нажаль, не завжди може забезпечити дотримання нормативних вимог за деформаціями навколишніх будівель і споруд, що виникли внаслідок розробки котловану.

Для вирішення цих задач наразі стала застосовуватися струминна геотехнологія, що дозволяє створювати в ґрунті ґрунтоцементний масив (далі ГЦМ) практично будь-якої форми, фізико-механічні властивості якого можуть на кілька порядків перевищувати властивості ґрунту. Це підвищує ефективність застосування цієї технології в проектуванні і будівництві підземних споруд в порівнянні з іншими методами закріплення ґрунтів.

Дана робота присвячена дослідженню ефективних методів застосування ГЦМ в поєднанні з огорожами глибоких котлованів, виконуваними за технологією «стіна в ґрунті» в умовах щільної міської забудови, і розробці методів визначення геометричних параметрів ГЦМ в складі конструкцій огорожі котловану з використанням теорії оптимального проектування.

При цьому актуальними задачами є: забезпечення безпеки і збереження нормального режиму експлуатації існуючих будівель і споруд (в тому числі: дороги, мости, тунелі і комунікації) і мінімізація термінів будівельних робіт, що створюють незручності для руху транспорту і мешканцям міста. Актуальність теми досліджень, де ґрунтоцементний масив застосовується для скорочення термінів будівництва і, при цьому, забезпечує збереження нормального режиму експлуатації навколишніх об'єктів, обумовлена потребою міст в прискорених

темпах освоєння підземного простору і вимогами щодо економії природних ресурсів при розвитку підземної інфраструктури.

Ціль роботи – дослідження розрахункового методу визначення оптимальних геометричних параметрів ґрунтоцементного масиву, при яких максимальне горизонтальне переміщення огорожі не перевищить необхідних значень при відкопуванні котловану.

Задачі дослідження:

- аналіз досвіду застосування струминної геотехнології при розробці глибоких котлованів і подальше визначення зон розташування ГЦМ, розміри яких підлягають оптимізації;

- обґрунтування застосування розрахункової моделі балки на пружній основі для опису напружено-деформованого стану системи «огорожа – ГЦМ – ґрунт»;

- узагальнення методики визначення безпосередньо оптимальних розмірів ГЦМ, відповідних оптимальному коефіцієнту жорсткості основи, який забезпечує задані мінімальні переміщення огороження котловану.

Практичне значення роботи:

Економія природних ресурсів при проектуванні конструкцій з ґрунтоцементу в системі «огорожа – ГЦМ – ґрунт» можлива на основі оптимального проектування цих конструкцій, що є маловивченою областю як у вітчизняній, так і зарубіжній практиці. Тому дослідження із застосуванням методів теорії визначення обсягів ґрунтоцементу дозволять підвищити ефективність використання дорогої технології при розробці прогресивних технічних рішень освоєння підземного простору в міському середовищі.