

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ  
СІКОРСЬКОГО»

**Кондратюк Владислав Володимирович**

**УДК 624.1**

**УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ  
АВТОМАТИЗОВАНИХ ПІДЗЕМНИХ АВТОСТОЯНОК**

184 – «Гірництво»

**Автореферат**  
дисертації на здобуття II освітньо-наукового ступеня  
магістр

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі геоінженерії в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

кандидат технічних наук, доцент  
**Ган Анатолій Леонідович**, Національний  
технічний університет України «Київський  
політехнічний інститут ім. І.Сікорського»,

Рецензент

Захист відбудеться «18» грудня 2019 р. о \_\_ годині на засіданні Державної екзаменаційної комісії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» за адресою: м. Київ, вул. Борщагівська, 115,

Науковий керівник

А.Л. Ган

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність роботи.** Проблема наявності вільного місця для будівництва в мегаполісах є суттєвою, оскільки щільність забудови на високому рівні, тому розвиток міст не обходиться без підземного будівництва. За досвідом розвинених країн для комфортного проживання у великому місті, підземні споруди повинні становити 20-25% від загальної кількості споруд. На жаль у Києві відсоток підземних споруд не перевищує 6%, тому для заощадження наземної площі та підвищення рівня сучасної урбанізації міста, будівництво підземних паркінгів з автоматизованою системою є актуальне, а удосконалення технології спорудження підземних споруд методом «Стіна в ґрунті» позитивно вплине на економічну складову будівництва в цілому.

**Мета та задачі дослідження.** Метою даної роботи є спорудження підземного автоматизованого паркінгу з удосконаленням несучої огорожувальної конструкції.

Вказана мета досягається вирішенням наступних задач:

- аналіз існуючих нормативних вимог при будівництві автоматизованих підземних паркінгів;
- аналіз відомих конструкцій автоматизованих паркінгів;
- задати геологічні та вихідні дані підземної споруди в програмне забезпечення «Лира сапр» для виконання комп'ютерно-математичного моделювання;
- удосконалити технологію спорудження підземних споруд «Стіна в ґрунті».

**Об'єктом дослідження** є технологія будівництва автоматизованої підземної автостоянки.

**Предметом дослідження** є удосконалення способу «Стіна в ґрунті» методом влаштування в опалубку дерев'яних брусків, для створення прямокутної виїмки в стіні під металеву полицю для автомобіля.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у наступному:

- розробка технологічної схеми кріплення полиць до створеної стіни в ґрунті при будівництві підземної автоматизованої автостоянки в умовах щільної міської забудови;
- обґрунтування основних технологічних параметрів і вибору способу будівництва підземної споруди;
- аналіз впливу лінійних переміщень вузлів на підземний автоматизований паркінг.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення та окремі результати роботи доповідався на II-й міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми геоінженерії та підземної урбаністики» Інститут енергозбереження та

енергоменеджменту НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» 2019 р.

**Структура і обсяг дисертації.** Робота складається із вступу, 4-х розділів, 76-ти друкованих аркушів, 24-х ілюстрацій, 4-х таблиць, 40 джерел за переліком посилань.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** показані основні проблеми містобудування в умовах щільної міської забудови, сформульовані методи вирішення цієї задачі, обґрунтована доцільність будівництва підземних автоматизованих автостоянок та їх переваги над іншими типами стоянок у великих містах.

У **першому розділі** виконується аналіз відомих конструкцій, нормативних даних та обґрунтування конструкції підземної автоматизованої автостоянки.

У цьому розділі були розглянуті технологічні схеми будівництва підземних споруд (відкритий спосіб, закритий методом опускного колодязя, закритий методом стіна в ґрунті). Для будівництва підземного автоматизованого паркінгу найдоцільніше буде застосувати спосіб «Стіна в ґрунті», тому що ця технологія будівництва дозволяє виконувати будівництво глибоких підземних споруд в умовах щільної забудови. Влаштування такої стіни відбувається за рахунок створення траншеї під захистом глиняного розчину, який запобігає обваленню стінок траншеї завдяки своїм тиксотропним властивостям та утворення плівки на стінках траншеї товщиною 2-4 мм, після розробки траншеї, в неї занурюється арматурна сітка, потім сітку заливають бетоном, в результаті стіна в ґрунті може сприймати на себе всі навантаження і виконувати огорожувальну або утримуючу функцію.

Переваги даного способу наступні:

- не потрібно перекидати великі маси ґрунтового масиву за рахунок поєднання процесів устрою підвалів і фундаментів;
- за рахунок відсутності котловану цей спосіб на багато спрощує роботи нульового циклу;
- спосіб використовується в багатьох геологічних умовах;
- в переважній кількості випадків забивання шпунтів не потрібне;
- спосіб дозволяє відмовитися від водопониження і заморожування;
- доцільність способу при глибокому заляганні підземних споруд (>7м.).

Технологічні рішення підземного паркінгу проектуються на підставі наступних нормативних документів:

- ДБН В.2.3.15:2007 «Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів»;
- ДБН 2.2-12 «Планування та забудова територій»;
- ДБН В.2.2.9-2009 «Громадські будинки та споруди»;
- ДБН В.1.2.12-2008 «Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки»

Аналіз підземної автоматизованої автостоянки на підставі ДБН:

Згідно з ДБН 2.2.12:2019 в автоматизованих підземних паркінгах максимальна кількість поверхів має становити 9, приймаємо 9 поверхів.

Згідно з ДБН В.2.3-15:2007 при будівництві підземної автоматизованої автостоянки мають дотримуватись наступні вимоги:

- огорожувальні конструкції підземного автоматизованого паркінгу з автоматизованим типом керування приймаємо з не горючих матеріалів;
- розмір і площу споруди приймаємо згідно технологічної характеристики автоматизованого механізму розміщення автомобілей - 6x10м. з площею 60 м<sup>2</sup>
- полиці для розміщення автомобілей проектуємо у вигляді піддонів, для того щоб рідина яка може витікати з автомобіля не розтікалась по паркінгу.

Проектом передбачається будівництво підземної автоматизованої автостоянки яка містить в собі 9 ярусів з двох сторін, що в сумі дає 18 парко-місць, площа поперечного перерізу автостоянки – 45 м<sup>2</sup>. Проектна глибина занурення підземної автостоянки складає 27,4 м.

Конструктивні рішення автостоянки:

- фундамент – монолітна з/б плита h =400 мм;
- стіни монолітні залізобетонні b=500мм;
- плити перекриття монолітні з/б b=170мм;
- металеві полиці b=200мм;
- тавр профілю 20а, h=200, b=110, l =250.

**У другому розділі** проводиться аналіз геологічної розвідки місцевості, на якій буде відбуватися будівництво підземної автоматизованої автостоянки, отримані наступні результати:

- відмітки поверхні коливаються в межах від 98,40 до 99,60 м;
- при бурінні розвідувальних свердловин виявлено, що в масиві знаходяться піски з прошарками супіску і суглинку з вмістом органічних речовин;

Інженерно-геологічний розріз для даної ділянки наступний:

Шар 1 – маловологий, намивний пісок середньої щільності, середньої крупності, жовто-сірий, дрібний, середня потужність шару – 4,3 м.

Шар 1- а: маловологий, намивний пісок ,середньої крупності, щільний, жовто-сірий, дрібний, середня потужність шару 3,2 м.

Шар 2 – маловологий пісок, дрібний, рихлий, темно-сірий, середня потужність шару 4,6 м.

Шар 3 – чорний супісок з вмістом органічних речовин, середня потужність шару 3,9 м.

Шар 3а - чорний суглинок з вмістом органічних речовин м'якопластичної консистенції, потужність шару 1.3 м.

Шар 4 – супісок сірий, записочений, текучої консистенції, середня потужність шару 1,4 м.

Шар 5 – пісок сірий, крупно-зернистий, щільний, середня потужність шару 18,75 м.

Безнапірний водоносний горизонт розташовується на глибині 15 м.

Таблиця 1

Нормативні та фізико-механічні властивості ґрунтів

№ шару	Назва ґрунту	Потужність шару, м	Питом вага часток $\gamma_s$ , кН/м <sup>3</sup>	Питом вага ґрунту $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	Природна вологість, W	Границя текучості, W <sub>l</sub>	Границя розкошування, W <sub>p</sub>	Коефіцієнт пористості, e	Ступінь вологості, S <sub>n</sub>	Число пластичності, I <sub>p</sub>	Показник текучості, I <sub>L</sub>	Питоме зчеплення C, МПа	Кут внутрішнього тертя $\phi$ , град	Модуль деформації, E МПа
1	Намивний пісок сер. щільності	4,3	26,5	17,2	0,04	-	-	0,606	0,22	-	-	0,003	34	32
1a	Намивний пісок сер. щільний	3,2	26,5	18,0	0,05	-	-	0,55	0,19	-	-	0,002	38	45
2	Пісок дрібний рихлий	4,6	26,5	15,6	0,05	-	-	0,784	0,169	-	-	0,002	32	41,1
3	Супісок з виключенням органічних речовин	3,9	26,7	18,7	0,20	0,27	0,22	0,711	0,75	0,05	1,00	0,0114	26	12
3а	Суглинок з виключенням органічних речовин	1,3	26,8	20,6	0,35	0,40	0,29	0,752	0,75	0,11	0,55	0,020	18	12
4	Супісок записочений	1,4	26,7	19,5	0,22	0,22	0,19	0,669	0,88	0,03	1,00	0,013	24	15
5	Пісок різнозернистий щільний	18,75	26,5	20,9	0,19	-	-	0,506	0,99	-	-	0,005	37	50

Опираючись на характеристику шарів масиву, можна зробити висновок, що шар на якому розміщується основа підземної споруди задовільняє норми підземного будівництва, так як це крупнозернистий щільний пісок, а піщаний ґрунт дуже добре підходить для влаштування на ньому фундаменту, особливо якщо ґрунт крупнозернистий. Такому виду ґрунту притаманна швидка усадка, з часом вона не змінюється, тому глибина посадки основи споруди паркінгу може бути не великою.

У третьому розділі виконуються розрахунки перекриття підземної автоматизованої автостоянки, також проводиться аналіз об'ємно – планувальних рішень.

Виконавши розрахунок плити перекриття підземної автоматизованої автостоянки, ми отримали наступні результати:

- повне розрахункове навантаження  $q_s=77.6$  кПа;
- повне навантаження другорядної балки  $q_{sb}=156.15$  кПа;
- повне розрахункове навантаження головної балки  $q_{sb} = 786,73$  кПа;

- розміри перекриття (рис 1);
- значення згинаючого моменту на крайній опорі  $M_{1кр} = 34,64$  кНм;
- значення згинаючого моменту у першому прольоті  $M_{1пр} = -29,67$  кНм;
- значення згинаючого моменту у середніх прольотах  $M_{1сер} = \pm 26,08$  кНм.

(рис.2)

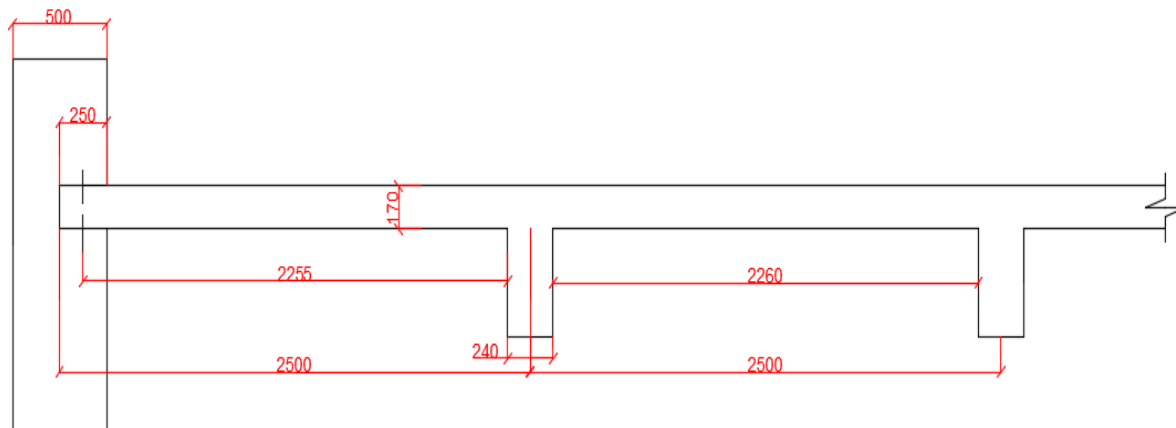


Рисунок 1. Розрахункові розміри плити перекриття

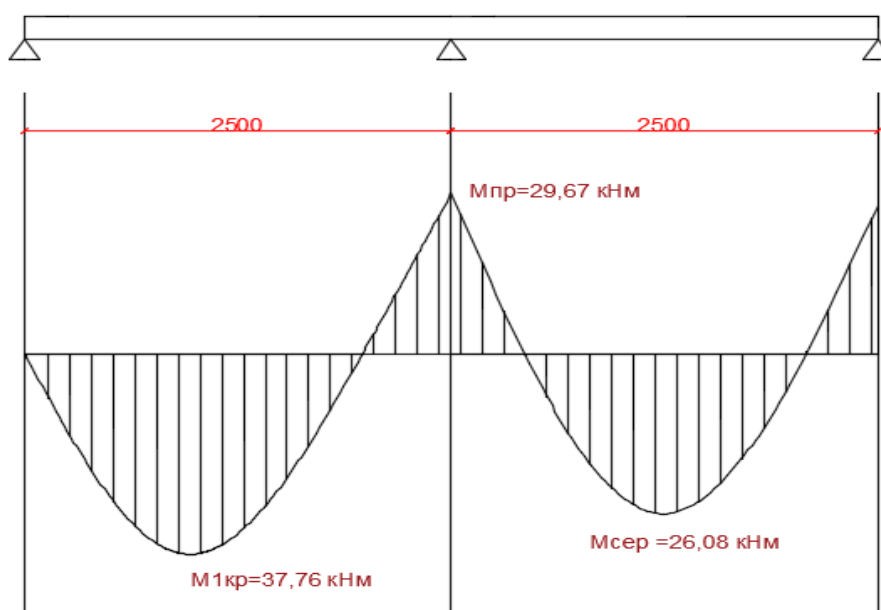


Рисунок 2. Епюри згинальних моментів

Забезпечення води, електроенергії, каналізації та комунікаційних мереж відбувається за рахунок міських мереж.

Порода яка накопичується після розробки траншеї складається у відвал який знаходиться на відстані до 1,6 км ( якщо ця порода придатна до рекультивації) не придатна до рекультивації порода відвозиться на міський відвал. Транспортування ґрунту відбувається за допомогою автосамоскиду КАМАЗ-65115, транспортування цементу відбувається за допомогою цементовозу Scania 124.

При створенні проекту будівництва підземної автоматизованої автостоянки були враховані наступні параметри:

- розмір одного машино місця 3х5м;
- ширина автоматизованої підйомної установки – 3 м;
- відстань від межі;
- відстань від зони зупинки міського транспорту – 30 м;
- відстань від перехресть вулиць – 35м.

**У четвертому розділі** проводиться обґрунтування послідовності технології будівництва підземного автоматизованого паркінгу.

Будівництво підземної автоматизованої автостоянки виконується у наступному порядку:

- 1) розробка траншеї буровими машинами на глибину 27,4 м;
- 2) подача глинястої суспензії в траншею для забезпечення стійкості стінок;
- 3) монтаж та встановлення дерев'яної опалубки ;
- 4) монтаж та встановлення металевого каркасу;
- 5) траншея з каркасом та опалубкою в середині заповнюється бетоном з одночасним викачуванням глинястої суспензії в певну ємність, або з перекачуванням в наступну заходку. Розробка траншеї зводяться через одну секційно, але так, як довжина секцій 3-6 метрів, а іноді і 8, а габарити нашої споруди 5,8х9,8, то дві бокові стіни будуть влаштовуватись суцільно без захваток, а дві поздовжні – трьома захватками ;
- 6) виконується виймання породи за допомогою роботи екскаватора зі зворотньою лопатою;
- 7) зняття дерев'яного каркасу;
- 8) встановлення двотаврів в пази, та наварювання металевих полиць під автомобілі (рис 3, 4) ;
- 9) встановлення автоматизованої системи керування ( рис.5)

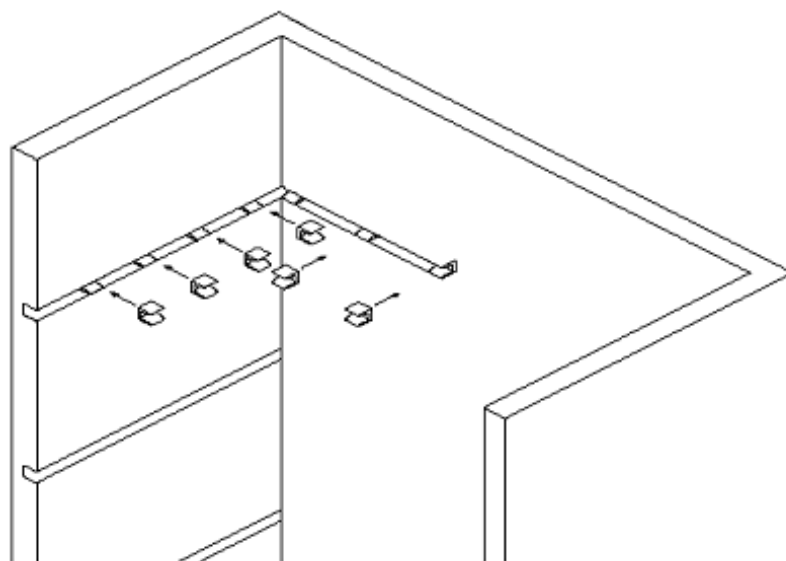




Рисунок 3. Схематичний вигляд влаштування двотаврів у виїмки в стіні. Підбираємо тавр профілю 20а,  $h=200$ ,  $b=110$ ,  $l=250$  та встановлюємо їх по 4 шт. в поперечну та по 3 шт. в поздовжні стіни.

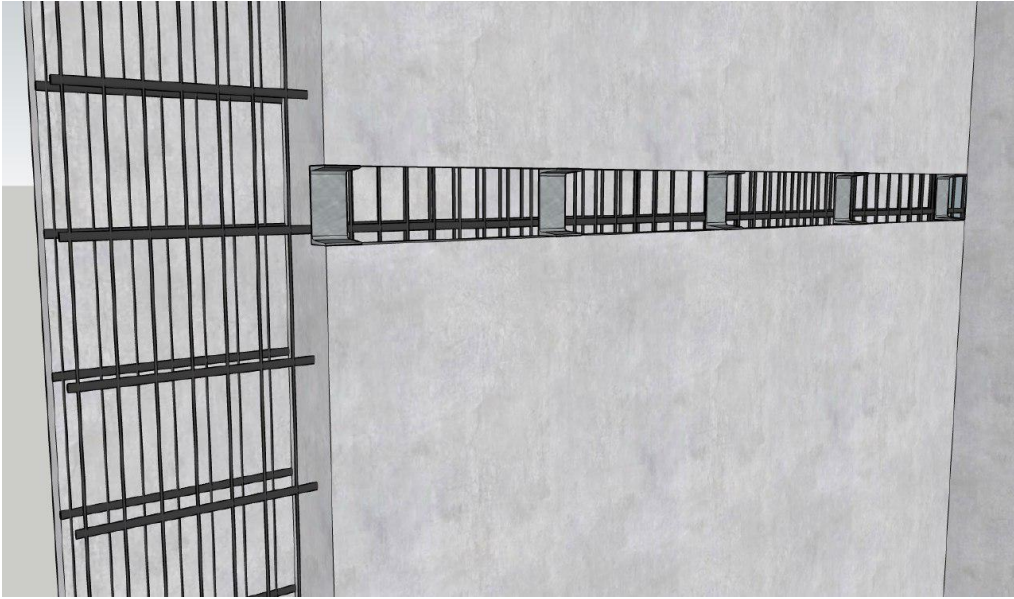


Рисунок 4. Візуальний вигляд влаштування двотаврів у виїмку в стіні

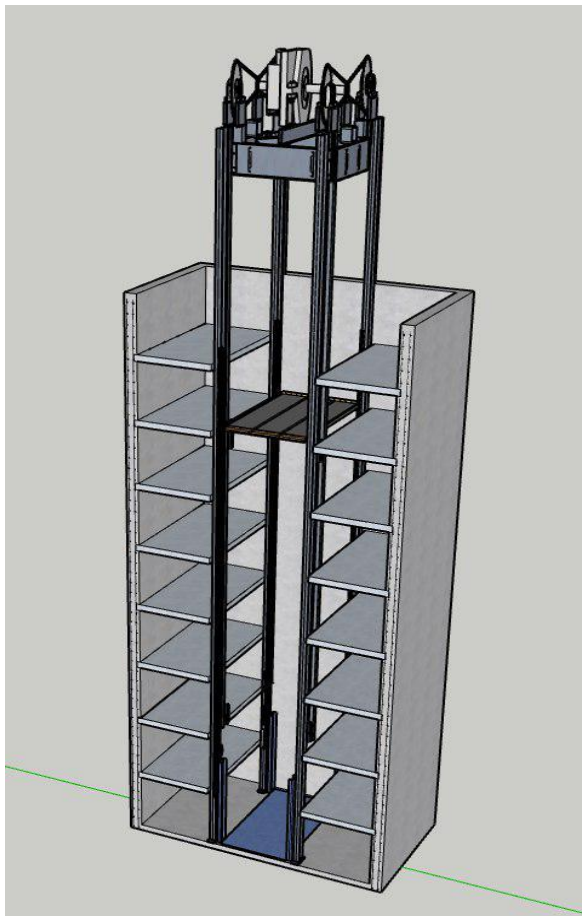


Рисунок 5. Влаштування автоматизованої системи керування

Графіком організації будівництва встановлено строки будівництва 1,5 роки. Прийнята робота у дві зміни з 5-ти дневним робочим днем.

Термін здійснення підготовчих робіт встановлений в межах 5-ти місяців ( з них 2-3 календарних тижні відведені на інженеро-геологічні вишукування).

**П'ятий розділ** це StartUpпроект. Будівництво підземних споруд обходиться не дешево, а економічна складова в сучасному будівництві відіграє важливу роль, удосконалення стіни в ґрунті методом створення в ній виїмок під полиці за допомогою дерев'яної опалубки дасть змогу значно зекономити на затратах на будівництво. Крім зведення самої споруди, необхідно влаштувати в неї ще автоматизовану систему, до складу якої входять спеціальні полиці для розміщення на них автомобілей та підйомна установка, вартість якої дуже висока. Тому якщо в якості полиць використати звичайні металеві листи, які защемленні з трьох сторін, так чином можна значно заощадити на затратах.

## **ВИСНОВКИ**

Дана магістерська дисертація являє собою науково-кваліфікаційну роботу, в якій на базі теоретичних даних та комп'ютерного моделювання розглянута дуже актуальна науково-технічна задача : удосконалення конструктивних рішень автоматизованих підземних автостоянок.

Варто відзначити, що сучасні програмні комплекси дозволяють оцінити розвиток деформацій і розподіл зусиль у внутрішніх елементах конструкції.

Дана дисертаційна робота містить в собі кінцеву модель влаштування модифікованої стіни в ґрунті для фінансової економії робіт.

## **АНОТАЦІЯ**

**Кондратюк В.В.** Удосконалення конструктивних рішень автоматизованих підземних автостоянок. – Рукопис.

Дисертація на здобуття II освітньо-наукового ступеня магістр за спеціальністю 184 – «Гірництво» – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ 2019.

Магістерська дисертація присвячена удосконаленню будівництва підземних споруд методом «Стіна в ґрунті». Обґрунтовано вибір схеми будівництва.

В роботі запропоновано удосконалити будівництво підземних споруд способом «Стіна в ґрунті» методом утворення виїмок в стіні за допомогою спеціально створеної для цього дерев'яної опалубки, це дає змогу не закупати автоматизовану систему управління в парі з парко - місцями, що дозволяє значно зекономити.

## ANNOTATION

Kondratiuk V.V. Improvement of design solutions for automated under ground parking lots. - Manuscript.

Dissertation for the second educational and scientific degree of master's degree in specialty 184 - "Mining" – National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kiev 2019.

The master's thesis devoted to the improvement of the construction of underground structures by the method of "Wall in soil". The choice of construction schemes is substantiated.

In the work it is proposed to improve the construction of underground structures by the method of "Wall in soil" by the method of recessed in the wall with the help of specially designed for this for wooden formwork. Such a automated control system does not need to be paired with parking spaces, which gives you considerable savings.