

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

Шабров Іван Володимирович

УДК 624.15

**Будівництво підземного снігоплавильного комплексу з  
обґрунтуванням конструктивних рішень**

Спеціальність 184 Гірництво (Геоінженерія)

Автореферат  
магістерської дисертації (за професійним спрямуванням)

Київ 2020

Дисертація є рукопис.

Робота виконана на кафедрі геоінженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник

кандидат технічних наук

**Шайдецька Любов Валентинівна,**  
Національний технічний  
університет України «Київський  
політехнічний інститут імені Ігоря  
Сікорського», доцент кафедри  
геоінженерії

Захист відбудеться «  22  » грудня 2020 року о 14  
годині на засіданні ЕК кафедри геоінженерії у «КПІ ім Ігоря  
Сікорського» за адресою: 03056, м. Київ-56, вул Борщагівська,  
115.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Очищення міських територій від снігу є важливою соціальною та екологічною проблемою. Акумуляуючи забруднення з повітря, з проїзної частин та протижеледні реагенти, сніг стає джерелом негативного впливу на ґрунти і гідросферу.

Будівництво снігоплавильних камер сприяє вирішенню проблеми своєчасного видалення снігу з проїзних частин та тротуарів, і, як наслідок, зменшення вмісту забруднюючих речовин у снігових масах. Будівництво снігоплавильної камери дозволяє значно скоротити обсяг складування снігової маси на газонах та інших вільних неорганізованих територіях, що запобігає забрудненню ґрунту, ґрунтових і поверхневих вод забруднюючими речовинами талих вод.

Способи утилізації снігової маси. В даний час у світовій практиці застосовуються такі технології утилізації снігової маси з доріг:

- постійні місця складування.
- снігоплавильні камери на колекторах господарсько-побутової і зливової каналізації, скидних водах виробничих підприємств і руслах підземних річок,
- безпосереднє неорганізоване скидання снігу до колекторів та водойм.

Тому, будівництво підземного снігоплавильного комплексу для утилізації снігової маси із зменшенням негативного впливу на оточуюче середовище в умовах мегаполісів є актуальною практично-науковою задачею.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Магістерська дисертаційна робота виконана на кафедрі геоінженерії Інституту енергозбереження та енергоменеджменту КПІ ім. Ігоря Сікорського у рамках ініціативної наукової теми «Наукові основи ресурсозберігаючих технологій гірництва та геотехнічного будівництва» (державний реєстраційний номер № 0115U005398).

### **Мета та задачі дослідження.**

Метою магістерської дисертації є обґрунтування раціональних конструктивних рішень підземного снігоплавильного комплексу.

Для досягнення поставленої мети визначені і вирішені наступні завдання:

- проаналізувати існуючі аналоги конструкцій снігоплавильних комплексів у світовій практиці, визначити їх недоліки та переваги;
- ознайомися з інженерно-геологічними та містобудівними умови розташування будівельного майданчика;
- обґрунтувати конструктивні та об'ємно-планувальні рішення підземного снігоплавильного комплексу;
- визначити особливості технологічних рішень, обґрунтувати конкурентноспроможність споруди в Україні.

**Методи дослідження.** При вирішенні поставлених в роботі завдань використано наступні методи досліджень: метод аналізу та узагальнення відомих результатів практичного досвіду при проектуванні та розрахунках будівництва снігоплавильних комплексів, метод фізичного моделювання напружено-деформованого стану конструкції, техніко-економічного аналізу для пропозицій щодо впровадження.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в наступному:

- обґрунтовано будівництво підземного снігоплавильного комплексу.
- встановлено раціональні параметри конструктивних рішень та характеристик матеріалів фундаменту
- надано рекомендації до реалізації відповідно до техніко-економічного обґрунтування.

**Особистий внесок здобувача.** Основні результати та положення дисертаційної магістерської роботи, які виносяться на захист, отримані автором самостійно.

### **Структура і обсяг дисертації.**

Магістерська дисертація складається із вступу, шести розділів, висновків, списку використаних літературних джерел, який містить 38 найменувань. Основний текст викладено на 79 сторінках друкованого тексту, містить 22 рисунки, 25 таблиць.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет досліджень, наведено методи проведення досліджень, показано практичне значення отриманих в дисертації результатів, наведено дані про впровадження результатів роботи, їх апробацію.

**У першому розділі** проаналізовано зарубіжний досвід у сфері застосування снігоплавильних комплексів та установок. Також представлені їх основні характеристики, сферу засосування та конструктивні відмінності таких снігоплавильних комплексів як: TRECAN, Snow Dragon, TOTEM, Металіст ОСА, Горинич, ВУЛКАН.

Представлено аналіз джерел, що висвітлюють практику застосування даних методів та норм будівництва в Україні. Будівництво підземного снігоплавильного комплексу та його загальна характеристика - це актуальна задача всіх учасників сучасного будівельного комплексу. Одним з пріоритетних напрямків розвитку комунального господарства є поліпшення якості надання комунальних послуг населенню, зокрема підвищення надійності та покращення загального стану системи каналізації м. Києва. До початку будівництва було проведено перевірку існуючої каналізаційної мережа. В результаті виконаних робіт проведено обстеження конструкцій камер з напірними трубопроводами та ділянки Правобережного каналізаційного колектору у м. Києві. Дане обстеження проводили з метою встановлення дійсного технічного стану конструкцій споруд камер та ділянки каналізаційного колектору на сучасному етапі їх існування шляхом виконання комплексної оцінки за результатами візуально інструментального обстеження.

На основі проведеного аналізу розглянутих аспектів практичного завдання сформульовано вищевказані мета і задачі роботи.

**У другому розділі** проводиться аналіз інженерно-геологічних умов будівництва. У геоморфологічному

відношенні ділянка вишукувань розташована у межах правобережної частини заплави р. Либідь за 500 – 700 м від гирла.

Сучасний рельєф ділянки вишукувань сформований шляхом підсипки ґрунту. Абсолютні відмітки поверхні землі в місцях буріння свердловин.

В геологічній будові ділянки робіт беруть участь четвертинні та палеогенові відклади.

Геологічний розріз ділянки складають голоценові алювіальні відклади, що перекриті шаром техногенних утворень. Товща алювіальних відкладів складена пісками різного гранулометричного складу з малопотужними прошарками супісків та лінзами суглинків. Підстиляються голоценові алювіальні відклади супісками буцацької серії середнього еоцену.

Форму залягання та товщину відкладів показано на 3-ох інженерно-геологічних розрізах.

Гідрогеологічні умови. Під час виконання інженерно-геологічних вишукувань у червні 2020 року перший від поверхні водоносний комплекс зустрінутий в голоценових алювіальних відкладах. Глибина залягання рівня ґрунтових вод становить 4.0 – 5.7 м від поверхні землі, що відповідає абсолютним відміткам. Ґрунтові води напору не мають.

Зважаючи на інженерно-геологічні умови ділянки вишукувань, конструктивні особливості, тип та глибину закладання фундаменту снігоплавильної камери, в якості несучих ґрунтів рекомендується використати пісок дрібний, щільний, пісок середньої крупності, щільний.

В якості нормативного прогнозу можливий висновок, що в розглянутих інженерно-геологічних умовах ретельне ведення робіт з реконструкції каналізаційних мереж з влаштуванням снігоплавильної камери в м. Києві у Голосіївському районі м. Києва з дотриманням усіх правил їх виробництва забезпечить стабільність інженерно-геологічної ситуації в майбутньому і виключить розвиток негативних інженерно-геологічних

процесів на період будівництва та подальшої експлуатації будівель.

В якості пошукового прогнозу можливий висновок, що у випадку сезонних коливань рівня ґрунтових вод відбудеться замочування ґрунтів зони аерації, що може викликати погіршення несучої здатності ґрунтів і для таких обставин фізико-механічні характеристики виділених інженерно-геологічних елементів приводяться для водонасиченого стану ґрунтів. Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів – 1.1 м.

Під час виконання інженерно-геологічних вишукувань проявів несприятливих фізико-геологічних процесів на майданчику не спостерігалось.

**У третьому розділі** описують об'ємно-планувальні, архітектурні та конструктивні рішення

Снігоплавильна камера представляє собою споруду розміром 34,7 x 15,6 м, заглиблену від рівня поверхні землі на 6,7 м.

За відносну відмітку 0,000 м прийнято рівень планування, який відповідає абсолютній відмітці в Балтійській системі висот.

Конструкція снігоплавильної камери складається з несучих зовнішніх стін, несучих внутрішніх стін і колон, розпірних балок, фундаменту у вигляді плити, яка виконує роль днища резервуару та металевого настила.

Залізобетонні конструкції стін, перегородок, фундаменту, колон, розпірних балок виконані монолітними.

Геометрична незмінність споруди забезпечується сумісною роботою днища, стін, колон і балок. Вузли примикання розпірних балок до стін, а також вузли примикання ригелів до колон та колон до плити днища в рамних конструкціях виконані жорсткими.

Металевий настил у вигляді окремих з'ємних решіток вільно обпирається по коротким сторонам на зовнішні і внутрішні стіни та ригель повздовжньої рамної конструкції. Днище лежить на пружній основі і є основою для конструкцій стін та колон.

Снігоплавильна камера розрахована під тимчасове автомобільне навантаження, навантаження від стаціонарних

сепараторів-дробарок індивідуального виготовлення та навантаження від осаду розтопленого снігу.

Місцезнаходження та будівництво всіх допоміжних будівель які потрібні для будівництва та експлуатації підземного снігоплавильного комплексу.

Вибір конструктивних елементів та матеріалів які оптимально підходять для будівництва снігоплавильного комплексу.

**Четвертий розділ** присвячений технології та організації робіт під час спорудження підземного снігоплавильного комплексу. Наведені основні та допоміжні для підготовчого та основного періоду будівництва.

Роботи підготовчого періоду:

- огороження будмайданчиків;
- зрізання зелених насаджень;
- вивіз з території існуючого будівельного сміття;
- планування території бульдозером;
- встановленню тимчасових будівель та споруд;
- забезпечення будмайданчиків водою та електроенергією;
- заходи по організації відводу дощових вод з нагірних ділянок;
- заходи по організації безпеки руху транспорту на період будівництва;
- встановлення біотуалетів;

Роботи основного періоду:

- спорудження шурфа;
- спорудження стволу;
- спорудження траншеї;
- горизонтально спрямоване буріння;
- улаштування виробки.

**У п'ятому розділі** проведений розрхнок плити днища та вибір арматури.

Основним завданням є визначення розрахункових зусиль плитної конструкції днища снігоплавильного комплексу.



Навантаження і впливи на основи, які передаються фундаментами споруд (плити), визначаються розрахунком, як правило, з урахуванням спільної роботи споруди і основи.

Плита, на яку діє переважно рівномірно розподілене навантаження, може розглядатися як така, що працює за балковою схемою, якщо:

- вона має дві вільні (не обперті) та практично паралельні грані;

- вона є центральною частиною практично прямокутної плити, обпертої по чотирьох гранях при співвідношенні довшого прольоту до коротшого, більшого ніж удвічі.

При розрахунку плити днища було залучено програму Scad.

Також при розрахунку в програмі Scad в додатку Cross вплив на конструкцію здійснюється за допомогою кольорової гамми, колір змінюється в залежності від навантаження яке припадає на ту, чи іншу ділянку рисунок 1.

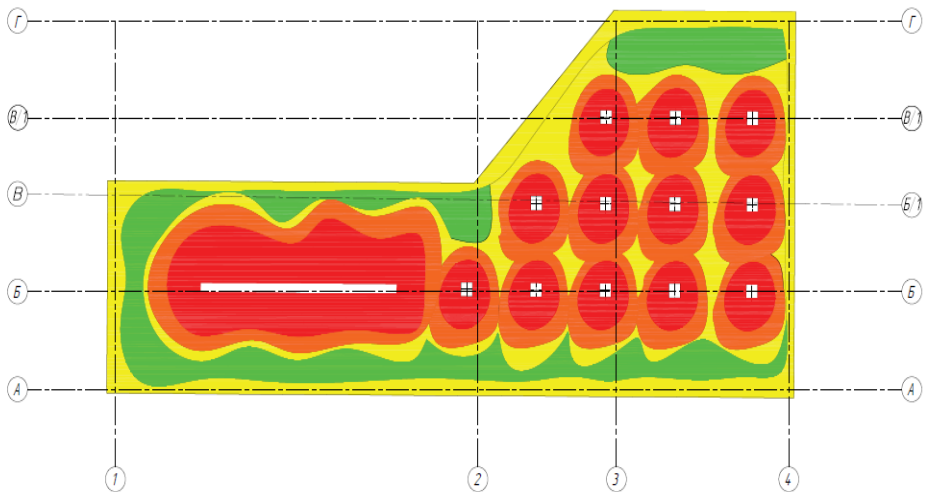


Рисунок 1 - Результат розрахунку з вказаним навантаженням та концентрацією напружень.

Після проведеного розрахунку плити днища, можна сказати що основні зусилля будуть приходити там де знаходяться колони та стіни. Тому ці місця потрібно усилювати. Також було обрано оптимальну арматуру, яка зможе витримати навантаження. Верхня арматура була прийнята 16ØA400, а нижня 20ØA400.

### **Шостий розділ**

На початковому етапі стартап-проекту аналізується світовий досвід будівництва підземного снігоплавильного комплексу . Даний метод не є поширеним, проте вже застосовувався у будівництві підземних снігоплавильних комплексів.

При розгляді конструкції камери потрібно не лише оптимізувати конструктивні параметри, а й надати переваги даної конструкції для споживача, викласти нові проблеми, які необхідно вирішити при будівництві камери з використанням снігоплавильного комплексу. Головним завданням на цьому етапі є складання характеристики основних переваг конструкції підземного снігоплавильного комплексу при будівництві в умовах щільної міської забудови

Наступним кроком при розробці стартап-проекту є опис можливих конкуруючих конструкцій, за допомогою яких також можливе будівництво снігоплавильного комплексу. Для цього необхідно виконати наступні етапи:

— розглянути стаціонарну снігоплавильну та пересувну снігоплавильну машину, провести ретельний підбір техніко-економічних показників ;

— надати техніко-економічні показники запропонованої конструкції.

Під час розрахунку кошторисної вартості стартап-проекту були враховані такі фактори:

- витрати сировини та матеріалів;
- витрати палива та енергії;
- заробітна плата за ставками, премії, заохочення, відповідно до розрядку працівника;
- кошти на додаткові витрати;
- вартість експлуатації машин та механізмів;

- кошти на покриття адміністративних витрат;
- кошти на організацію робіт
- кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами;
- Податки, збори, обов'язкові платежі, встановлені чинним законодавством

Головним завданням при розробці стартап-проекту є проектування та створення бізнес-моделі і комерційної частини розробленої конструкції. При будівництві конкурентоспроможної бізнес-моделі головним плюсом є оптимізація конструктивних параметрів снігоплавильного комплексу, а саме зменшення вартості конструкції при спорудженні на 5-10 %, підвищення надійності, збільшення терміну експлуатації, зменшення витрат на експлуатацію та обслуговування. Ефективність вирішення поставлених задач під час спорудження снігоплавильного комплексу є технологічно доцільними та можуть прийматись до уваги під час будівництва. В таблиці наводяться підсумкові результати підготовки інноваційного стартап-проекту та проводиться узагальнений підсумок техніко-економічних показників за результату виготовлення кошторисної документації для розробленого снігоплавильного комплексу.

Таблиця 2 – Підсумковий результат стартап- проекту

Показники	Значення
Швидкість спорудження, м/міс.	3-4
Кошторисна вартість, тис. грн.	12711,169
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	3183,566

## ВИСНОВКИ

Магістерська дисертація є завершеною інженерно-дослідною роботою, в якій на основі вихідних даних про інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови, характеристику

умов будівництва та конструктивні рішення фундаментів вирішено прикладне завдання збільшення надійності підземних споруд через удосконалення конструкції фундаментів типу «опускний колодезь», що має важливе значення в умовах щільної міської забудови із збереженням залишків фундаментів кінця ХІХ ст., що належать до історичної спадщини.

Основні практичні результати роботи полягають у тому, що:

- при будівництві підземного снігоплавильного комплексу необхідно враховувати складне напружено-деформований стан ґрунтового масиву, яке виникає через взаємний вплив існуючих і знову зведених будинків;
- за результатами розрахунку конструкції за допомогою комплексу автоматизованих програм Scad отримані максимальні розрахункові зусилля у конструкції та визначені основні геометричні параметри, які забезпечують несучу здатність конструкції фундаменту;
- розрахунковий очікуваний економічний ефект від впровадження будівництва підземного снігоплавильного комплексу і методики з визначення необхідних параметрів конструкції та міцнісних характеристик матеріалів при будівництві снігоплавильного комплексу у порівнянні з традиційними в інженерно-геологічних умовах м. Київ.