

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

Кривобок Олександр Васильович

УДК 624.137.5

**ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО
ПІДПІРНОЇ СТІНКИ НА ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНІЙ ДІЛЯНЦІ**

Спеціальність 184 Гірництво
Освітня програма «Геоінженерія»

Автореферат
магістерської дисертації професійного спрямування
на здобуття наукового ступеня магістра

Київ 2020

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України на кафедрі геоінженерії

Науковий керівник:

кандидат технічних наук, доцент
Вапнічна Вікторія Вікторівна
Національний технічний
університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського», доцент кафедри
«Геоінженерії»

Захист відбудеться «26» грудня 2020 року на засіданні ДЕК кафедри геоінженерії в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, Україна, м Київ, вул. Борщагівська, 115, ауд. 511.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. За останнє десятиріччя зафіксовано зростання забудов. Сьогодні йде мова про дефіцит територій для забудов та інфраструктури для забезпечення всіх забаганок забудовників та споживачів. Тому все частіше трапляються завоювання підземного простору на підземні паркінги, торгові центри, розважальні комплекси та інші потреби. Але чим глибше ми занурюємось, тим більше ми зустрічаємось із ґрунтами, які також постраждали за останні роки розширення будівництва. Також використовують ділянки із складним рельєфом, де для будівництва спочатку передбачаються інженерні заходи, щодо геодезичних робіт та споруд, які можуть запобігти зсувонебезпечним процесам.

При проектуванні в складних умовах геології та геодезії гостро постає питання комплексного рішення, яке дасть безперечну надійність експлуатації будівель.

Огороджуючі споруди та підпірні конструкції мають широкий спектр застосування, це і промислове, транспортне, цивільне будівництво. При проектуванні таких споруд найбільше приділяють увагу проектуванню, адже потрібно поєднати особливості геологічного простору, особливості конструкції, які бажають бачити забудовники, надійність.

Сучасні методики, та програми моделювання та розрахунків дають можливість спрогнозувати навантаження яке буде діяти на конструкцію, рух ґрунту після зведення конструкції та зусилля, які будуть виникати в самій стінні, що дає можливість вірно розрахувати матеріали для виготовлення підпірних споруд.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі геоінженерії ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського відповідно до «Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року» (Закон України від 21 квітня 2011 року N 3268-VI), а також плану наукових досліджень

кафедри і є складовою частиною НІР «Наукові основи ресурсозберігаючих технологій гірництва та геотехнічного будівництва» (№ ДР 0115U005398) в якій автор брав участь.

Метою роботи є дослідження напружено-деформованого стану захисної споруди проти зсуву із врахуванням реконструкції підпірної стіни та інженерно-геологічних умов території.

Для досягнення даної мети були поставлені наступні **задачі**:

- виконати огляд літературно-наукових джерел, описати існуючі конструктивні типи підпірних споруд для закріплення схилових ділянок;
- розглянути історичні особливості формування зсувонебезпечних ділянок ландшафту на території об'єкта;
- проаналізувати інженерно-геологічні умови території та ґрунтові умови району;
- розглянути запропоновані варіанти покращення споруди з урахуванням історичної цінності конструкції;
- виконати моделювання напружено-деформованого стану підпірної стінки з різними видами конструкції;
- запропонувати оптимальне конструктивне рішення підпірної конструкції.

Об'єктом дослідження – геологічна система «породний масив – «стіна в ґрунті» з обґрунтуванням вибору типу кріплення.

Предметом дослідження–встановлення технічних параметрів конструкції при розгляді різних варіантів підпірних стінок в даних геологічних умовах.

Методом досліджень є методика розрахунку на основі використання програми «Plaxis» для чисельного моделювання напружено-деформованого стану підпірної стінки та розрахункова програма SCAD для підбору матеріалу для конструювання.

Наукова цінність одержаних результатів.

- методами чисельного аналізу (метод кінцевих елементів) в розрахунковій програмі «Plaxis» встановлено залежність переміщення підпірної стінки від основних характеристик ґрунту;

- запропоновано оптимізацію конструкції підпірної стінки.

Практичне значення одержаних результатів Створені математичні моделі в повному обсязі співпадають з загальноприйнятими, внаслідок чого отримані результати можна визнати дійсними та належними для проведення аналізу.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та окремі результати досліджувались на третій науково-технічній конференції магістрів ІЕЕ, 26-27 листопада 2020 р. в онлайн режимі. Кривобок О.В. Особливості конструктивних заходів щодо влаштування підпірної стінки на зсувонебезпечній території // О.В. Кривобок, В.В. Вапнічна /.

Структура та обсяг роботи: Магістерська робота складається зі вступу, 4 розділів, узагальнюючих висновків, списку використаних джерел з 130-ти найменувань, містить 50 рисунків і 17 таблиць, 4 графіка, 2 додатків. Загальний об'єм роботи складає 137 сторінок

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі описана проблематика, яка піднімається в даній дисертаційній роботі, сформульовано мету і задачі досліджень. Описано положення, які аналізуються в продовж всієї роботи для аналізу міцностних характеристик підпірної стінки на зсувонебезпечній ділянці та оптимізація конструкції, для покращення стійкості схилу та економічності.

В першому розділі виконано аналіз наукових робіт та публікацій щодо зсувних процесів, сучасні тутешні та заграничні методи захисту території від зсувонебезпечних процесів. Розглянуто класифікацію підпірних стінок та можливі розрахункові схеми.

Розглянуті зсувні явища представлені як геодинамічний процес між ґрунтами. Завдяки розгляду та аналізу номенклатури зсуву більш ретельно

звернули на проблематику певних умов, які сприяють активізації руху ґрунтових мас.

Пріоритетною задачею є не лише визначення умов виникнення, а й вивчення методів запобігання таким процесам. Такі вчені як Маслов М.М., Костомаров В.М., Тарцегі К., Ємальянов Є.П., Абрамов С.К. та інші в своїх роботах вивчали заходи, які допоможуть попередити зсувонебезпечні процеси або зменшити вплив навантажень на схили, та об'єднували ці заходи в різні класифікації.

Здебільшого ці заходи розподілялися на пасивні та активні. До пасивних відносять заходи, які спрямовані на попередження зсувів. А саме заборона вибухів, зменшення руху по схилам, обмежене динамічне втручання, охорона лісів на пагорбах. До активних можемо віднести заходи щодо зменшення сил, які можуть спричинити зсув та збільшення утримуючих сил. Для збільшення утримуючих сил застосовують здебільшого інженерні заходи щодо зміни міцностних характеристик ґрунтів, або використання інженерних споруд, які протидіють зсувним напругам.

Для укріплення схилів можна використовувати, як глобальні методи, так і попереджувальні. До попереджувальних відносять такі заходи як: укріплення схилів сталеву сіткою, пластикову сіткою, геотекстилем, геомати, георешітки. Більш масивними конструкторськими спорудами є підпірні стінки. Вони бувають різними, як за формами, так і за висотою, матеріалом виготовлення.

Найбільш вживані підпірні стінки це стінка виконана методом «стіна в ґрунті», шпунтова стінка, стінка із паль та габіон.

Залежно від умов експлуатації, ґрунтових умов, навантажень які діють на дану стіну, та геометричного вигляду бажаної стінки, дана конструкція може розрахуватися за різними математичними моделями.

Також були розглянуті інженерні методи, які сприяють зміні міцностних характеристик ґрунтів, які входять в тіло схилу. Це методи, такі як силікатизація, бетонізація, технологія РГТ.

У другому розділі описана історія формування ландшафту території «Києво-Печерської лаври». Національний Києво-Печерський історико-культурний заповідник» (далі — Заповідник), як історико-архітектурний ансамбль, об'єкт Всесвітньої культурної спадщини (№ 527 у списку ЮНЕСКО) формувався з X століття на крутих схилах долини Дніпра та прилеглих до неї ділянок лесового плато. Інженерно-геологічні умови території ускладнені розташуванням Заповідника між Спаським (Панкратіївським), Лаврським та Залаврським ярами, періодичною активізацією інженерно-геологічних процесів. Укріплення схилів для забезпечення стійкості та надійної експлуатації культових споруд в районі Лаври, як і правобережних схилів Києва в цілому, проводилося тривалий й (багатовіковий) періоду часу. Періодичні руйнування будівель та зрушення порід на схилах відновлювали у той чи інший спосіб без урахування причин утворення зсувів та інженерно-геологічних особливостей порід масиву із схилом.

Упродовж останніх століть укріплення дніпровських схилів виконується шляхом їх періодичного планування, озеленення, благоустрою, облаштування підпірних стін, зливовідводів та дренажі різних конструкцій. Проектуванням протизсувних робіт з інженерного захисту Лаври впродовж останніх десятиліть займаються АТ Київпроект, ІнжПроект, Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», наглядом та виконанням ремонтних робіт — Спеціалізоване управління протизсувних підземних робіт.

Також в даному розділі більш детально описані всі зсувозахистні споруди, які присутні на території заповідника. Детально описано про геологічну будову місцевості на якій знаходиться підпірна стінка, яка потребує реконструкції. Описані ґрунти, наведений геологічний розріз.

На геологічному розрізі можна замітити, що в структурі присутні здебільшого суглинки, супісок та прошарки піску.

Також описана кліматична ситуація даної території.

В третьому розділі описані загальні відомості про об'єкт. Описані інженерні конструкції, які використовувались для укріплення.

Підпірна стінка розташована вздовж інфекційної лікарні. Дана конструкція виконує функцію підпірної та огорожувальної конструкції. Довжина стіни становить 31,5 м висота від 1,1 м до 4,78 м. Товщина сягає 1,0-1,02 м. Абсолютні позначки дорожнього покриття становить 180,65-184,63 м.

Прийняті фундаменти стрічкові неглибокого закладання. Товщини фундаментів відповідають товщині цокольної частини підпірної стінки. Конструкція стіни підпірної стіни виконана з жовтої керамічної цегли на вапняно-піщаному розчині. Уступ цоколя до основного об'єму стіни, за рахунок похилого рельєфу, змінений і є продовженням конструкції фундаментів.

Загальнотехнічний стан підпірної стінки об'єкту визнаний аварійним, частково втраченим.

Основним та найбільш суттєвим фактором, що вплинув на аварійний стан конструкції підпірної стіни є надмірна зволоженість атмосферними опадами, вологість конструкції та значна руйнація цегляної кладки внаслідок вимивання та вивітрювання кладочного розчину, особливо цокольної та карнизної частини цегляної кладки. До зафіксованих значних дефектів цегляної кладки підпірної стінки слід віднести наявність тріщин, що носять деформаційний характер. Причинами виникнення даних тріщин може служити втрата цілісності кладки та можливе нерівномірне осідання основи фундаментів. Як висновок- підпірна стіна потребує виконання робіт по реконструкції.

Проектом передбачено влаштування підпірної стінки з буронабивних паль діаметром 600 мм з кроком 1000 м. Для забіркових паль виконуються

буронабивні палі діаметром 530 мм з тильної сторони стінки. Влаштування проектної стінки виконується з тильної сторони існуючої цегляної стінки до її демонтажу. По верху виконується монолітний обв'язувальний ростверк.

Демонтаж існуючої підпірної цегляної стінки виконується після набору 100 % міцності палями і монолітним стрічковим ростверком. Після демонтажу існуючої цегляної стіни виконується архітектурна обробка із керамічної цегли, пов'язана із бетонною конструкцією металевими анкерами. Архітектурна обробка підпірної стіни представлена пілястрами, карнизами і дзеркалами, виконаними з керамічної цегли та покриття стін міддю.

Влаштування буронабивних паль виконується навісним буровим устаткуванням НБО, встановленому на стрілі пневмоколісного крана КС-5363 в наступній послідовності:

- буриться свердловина методом роторного буріння, при цьому у міру розробки ґрунту в свердловину занурюються обсадна труба слідом за буром до досягнення проектної відмітки. Секції обсадної труби нарощуються по мірі занурення;
- після завершення буріння виконується зачистка забою і обстеження свердловини;
- в свердловину встановлюються арматурний каркас з фіксаторами положення в свердловині для виконання гарантованого захисного шару бетону по стовбуру свердловини;
- в свердловину опускається труба, по якій подається бетонна суміш;
- бетонування паль виконується методом вертикального переміщеної труби;
- ущільнення бетонної суміші виконується за допомогою вібраторів, закріплених на трубі;
- обсадна труба витягується у міру заповнення свердловини бетонною сумішшю.

Влаштування монолітного ростверку виконується захватами по 3-6 м в

дерев'яній щитовій опалубці. Бетонна суміш в конструкції подається пневмоколiсним краном баддью або бетононасосом.

Доставку бетонної суміші на буд майданчик виконується автомiксерами. Демонтаж iснуючої пiдпiрної стiнки виконується пiсля набору 100 % мiцностi полями i монолiтним стрiчковим ростверком. Пiсля демонтажу iснуючої пiдпiрної цегляної стiнки виконуються архiтектурна обробка.

В останні роки, поряд з традиційною сталевю арматурою, на будiвельному ринку все бiльшу увагу привертає композиційна арматура (ПКА), виготовлена з базальтових, скляних або вуглецевих волокон i полiмерних сполучних на основi епоксидних i (рiдше) вiнiл-ефiрних смол. Арматурні стрижні виробляються методом пултрузії – протяжкою ровiнгу, через фiльеру круглого перетину з одночасною обмоткою сформованого стержня по спiралi тонким джгутом або покриттям кварцовим пiском. Другий метод – бесфiльєрний, при якому формування круглого стержня з зiбраних в пучок просочених пасом ровiнгу здiйснюється гвинтовою обмоткою його двома такими ж пасмами при безперервнiй протяжцi стержня iз заданою швидкiстю. ПКА за структурою та властивостями вiдноситься до волокнистих високо орієнтованих полiмерних композиційних матерiалiв (ПКМ), висока мiцнiсть яких на розтягнення обумовлена мiцнiстю неорганiчних (силiкатних, вуглецевих) паралельно орієнтованих волокон, якi мiцно пов'язанi в монолiт полiмерною матрицею. Висока адгезiя i «пiддатливiсть» забезпечує їх спiльну роботу пiд навантаженням, сприймає зсувні напруги i при цьому надає полiмерам конструкцiйні недолiки: низький модуль пружностi, повзучiсть при навантаженнi (обумовлену вимушеними пластичними деформацiями сполучного матерiалу), низьку тривалу мiцнiсть, високу чутливiсть механiчних властивостей до температури i бiльш високий, нiж у бетону i сталi, коефiцiєнт температурного розширення (стиснення), низьку теплостiйкiсть.

В результатi аналізу робiт можна зробити наступнi висновки :

1. Зчеплення ПКА з бетоном забезпечується за рахунок адгезії

цементного каменю з епоксидним покриттям, а не механічним зчепленням витків в бетонній матриці, на відміну від профільованої металевої арматури.

2. При аналізі результатів випробувань встановлено, що більш доцільним є профілізація самого стрижня ПКА (аналогічно типу № 2) шляхом його «обтиску» тонким джгутом з кроком 1-2 діаметра стрижня. Це збільшує питому площу контакту з бетоном, покращує умови спільної роботи ПКА з бетоном під навантаженням, що дозволить повніше реалізувати властивості міцності ПКА при роботі в несучій конструкції.

3. Для повної реалізації міцностних властивостей ПКА доцільно її використовувати в високоміцних бетонах класу В 40 і вище. Оскільки характер руйнування бетону при ПКА аналогічний такому для сталевій арматури з періодичним профілем, то це дозволяє при розрахунку величин анкерування використовувати методики, які використовуються для розрахунку анкерування сталевій арматури періодичного профілю.

Тому за допомогою програми PLAXIS 2 проведений розрахунок та отримані результати дають можливість оцінити ефективні напруження в масиві, горизонтальні переміщення ґрунтів після закінчення спорудження нової підпірної стінки, а також визначити моменти в самій стінці.

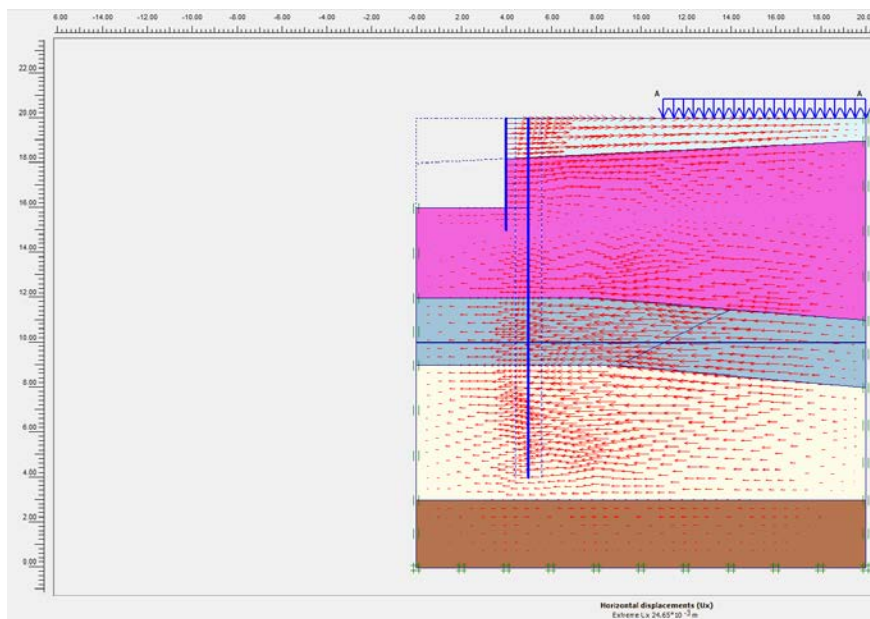


Рисунок 1 - Горизонтальні переміщення ґрунтів після будівництва підпірної стінки

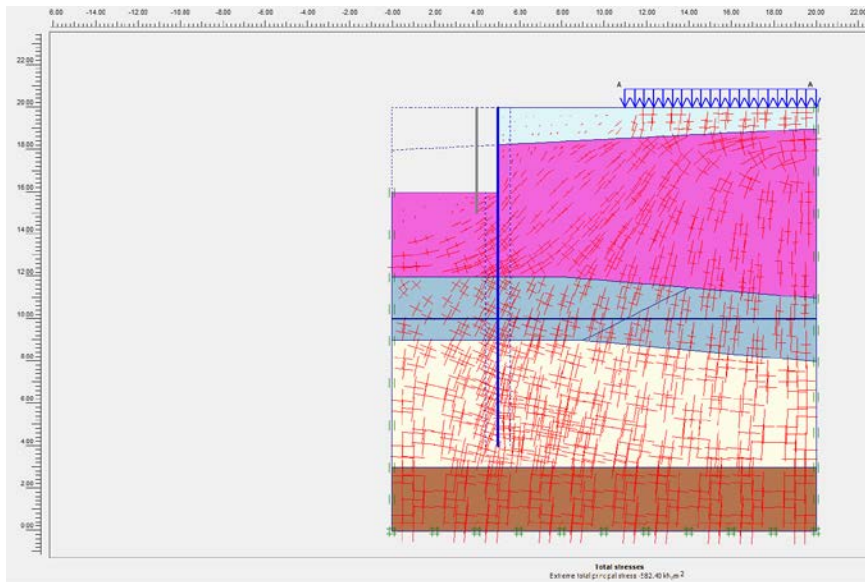


Рисунок 2 - Графік головних напружень після будівництва

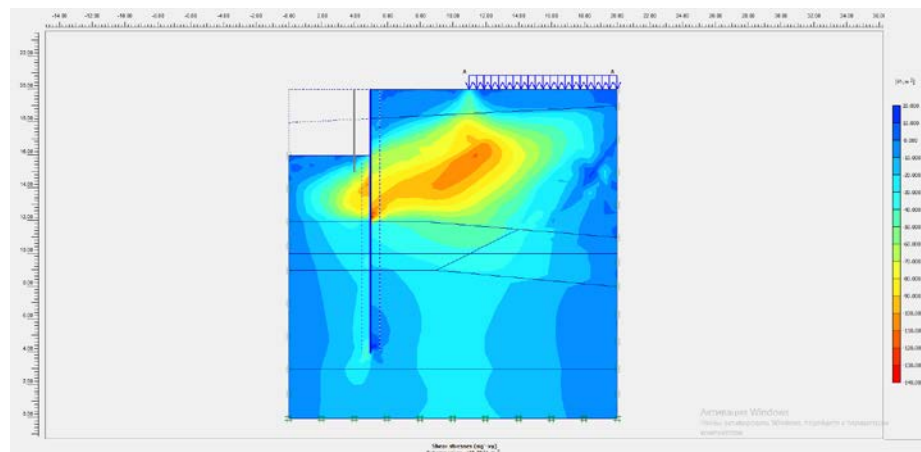


Рисунок 3- Напруги зсуву

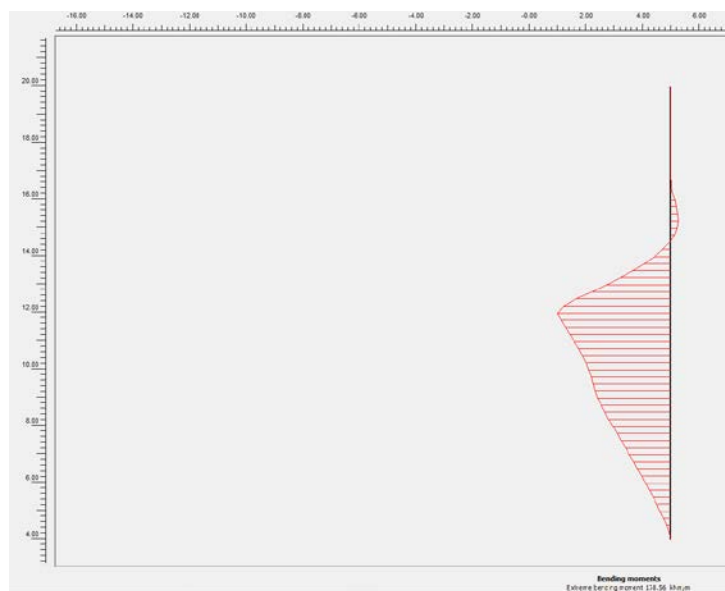


Рисунок 4 - Згинаючий момент в стінці $M=178,6$ кНм/м

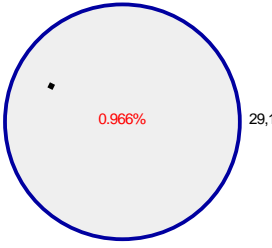
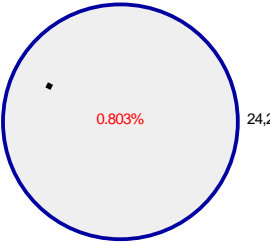
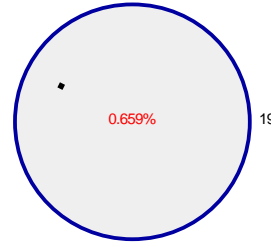
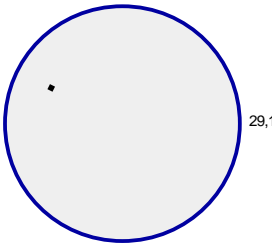
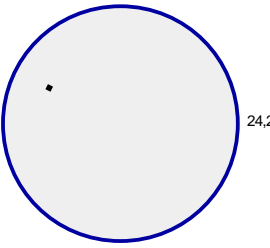
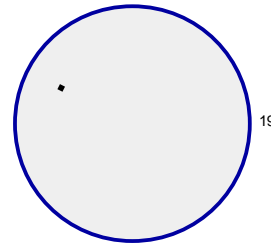
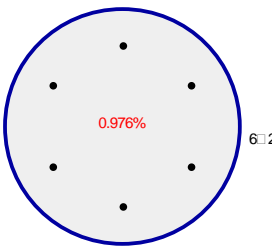
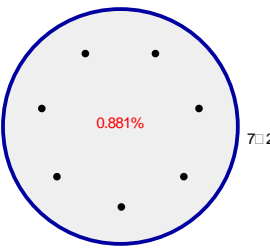
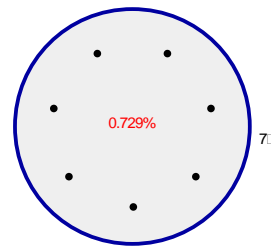
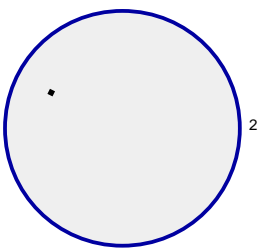
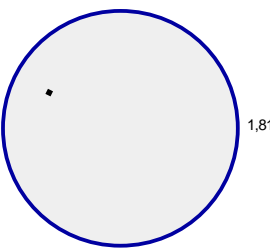
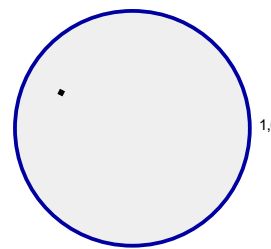


Рисунок 5 - Зсувні зусилля в підпiрній стiнцi

Завдяки попереднiм даним та даним, якi отримали в програмi SCAD був проведений розрахунок на пiдбiр арматури в конструкцiї для умов i навантажень якi будуть в нiї дiяти.

Таблиця 1- Результати обрахунку

перерiз		поздовжня арматура			Поперечна арматура	
		Симетрична			IW ₁	IW ₂
		S ₁	S ₃	%		
		см ²	см ²		см ² /м	см ² /м
1	+	29,16		0,966	2	
2	+	24,25		0,803	1,81	
3	+	19,88		0,659	1,62	

Арматура		Переріз		
		1	2	3
Поздовжня симетрична а	см ²	 29,1	 24,25	 19,88
Поздовжня симетрична а	см ²	 29,1	 24,25	 19,88
Поздовжня симетрична а	мм	 6 22	 7 22	 7 20
Поперечна м	см ² / м	 2	 1,81	 1,62

Проаналізувавши геологію ділянки та морфологічні особливості території можна зробити висновки, що наша підпірна стінка знаходиться в

доволі агресивному середовищі, і як показує практика, і за надмірного зволоження виникло передчасне руйнування існуючої стінки.

Реконструкція буде проходити за допомогою буронабивних паль із бетону В15 та арматури А500 діаметром 22.

В сфері будівництва довгий час на ринку користувалася попитом арматура металева, яка має свої недоліки. Вона надійна, практична і випробувана роками, але вона дуже піддатлива до корозії. В результаті взаємодії агресивного середовища і споруди через роки знову утворюються тріщини бетону, вимивання розчину, в наслідок чого оголиться арматура на якій з часом з'явиться корозія, і в наслідок чого підпірна стінка прийде в аварійний стан і знову буде потребувати реконструкції.

У зв'язку із описаними вище дослідженнями та враховуючи геологію нашої ділянки пропонується до використання склопластикова арматура.

Переваги склопластикової арматури вельми значні:

- висока питома міцність, дець в 10 разів вище питомої міцності сталевій арматури АІІІ;
- композитна арматура не піддається впливу води та солей, тому може бути виправдане її застосування для армування конструкцій, схильних до впливу води, особливо морської й інших агресивних середовищ;
- не створює так званих "містків холоду" (наявність температурних мостів значно знижує ефективність теплозахисту. Температурні містки є причиною утворення конденсату);
- не створює перешкод радіохвилями;
- не створює навідних струмів і магнітних полів;
- композитна арматура малого діаметра перевозиться в бухтах, що в свою чергу дозволяє транспортувати її навіть в звичайному легковому автомобілі, а також це скорочує транспортні витрати в рази для великих підприємств;
- склопластикова арматура екологічна, не завдає шкоди навколишньому середовищу, не токсична при розкладанні, не абсорбує в собі

радіацію;

- при зміні температури навколишнього середовища, розширюється і звужується разом з бетонними конструкціями, не допускаючи розтріскування і появу тріщини.

Для порівняння двох видів арматури пропоную розглянути характеристику склопластикової арматури (АСП) та традиційної арматури зі сталі.

В четвертому розділі обґрунтовано чи рентабельний даний проект, розроблений стартап. Система армування із композиційних матеріалів призначена для заміни давно існуючої арматури із сталі, адже за допомогою такої операції підтримуюча конструкція здобуде збільшення міцностних характеристик, стійкість та стане невразливою до зовнішніх умов.

Якісні характеристики, що описані в процесі розробки проекту взаємопов'язані та є доповненням один одного.

Перевагами використання склопластикової арматури є те, що завдяки складу та якісним характеристикам матеріалу арматури збільшується на 15 % зчеплення каркасу із бетоном, що підвищує міцність конструкції, а також даний матеріал не піддається корозійним процесам та не піддається хімічним сполукам, що в свою чергу підвищує міцність і стійкість до агресивних середовищ. Також великою перевагою є вага арматури, яка дає можливість в разі скоротити витрати на транспортування, на оренді складських приміщень, а також дає можливість монтажу в скрутних будівельних умовах, при реконструкціях будівель в жилих районах, а особливо на територіях, які неможливо повністю закрити.

Використання композиційної арматури на 30 % здешевлює вартість матеріалу, і на 10 % скорочує час монтажу каркасної системи.

Висновки

1. Проаналізовано існуючі методи укріплення зсувонебезпечних ділянок, та визначені особливості їхнього застосування, а також плюси та мінуси. Також проаналізовані особливості області застосування різновидів підпірних конструкцій.

2. Розглянутий метод математичного розрахунку, який враховує геологічну будову майбутньої території забудови, геометричні особливості, та фінансування. Але не одна методика розрахунку не включає поправки на зміни в геології, чи зміни рівня води.

3. Проаналізовано історію формування підпірних споруд на території об'єкта, та встановлено що на даній території є притаманні зміни рівня води, напрям течії, що викликає на ділянці зсувонебезпечні процеси.

3. Розглянуто можливості програмного комплексу Plaxis при моделюванні напружено-деформованого стану підпірної стінки.

4. Завдяки програмному забезпеченню Plaxes та Scad було спрогнозовано напрям переміщення ґрунту під дією навантаження на стінку, та моменти, які утворюються в самій конструкції, завдяки чому визначено необхідні матеріали для створення конструкції, яка спроможна мати стійкість в даних геологічних умовах.

5. Проаналізовано досягнення в галузі композиційної арматури та виявлено переваги склопластикової арматури. СПА дає можливість скоротити терміни виробництва та вартість проекту, вона легка, надійна, не піддається агресивному середовищу, а ще вона екологічна і сприяє збереженню навколишнього середовища, адже може виготовлятися із пластика, який потрапив на переробку.

6. У зв'язку із постійними геоморфічними і кліматичними впливами на конструкцію було запропоновано заміна сталеві арматури на склопластикову, що дозволить на 30 % здешевити вартість проекту, надати потрібної міцності та стійкості, а також дозволить скоротити складські місця,

що є актуальним, так як будівельний майданчик знаходиться на території заповідника.

АНОТАЦІЯ

Кривобок О. В. «Обґрунтування конструктивних заходів щодо підпірної стінки на зсувонебезпечній ділянці». – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 184 – Гірництво. – Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». - Київ, 2020.

В роботі розглянуто конструкцію запропоновану для реконструкції підпірної стіни, обґрунтовано вибір заміни матеріалу для її виготовлення.

Проаналізовані новітні технології будівництва в складних геологічних умовах та інноваційні заміники для даної конструкцій. Склопластикова арматура, фібро бетон, базальтова арматура- це ті матеріали, які недавно появились на ринку, але вже гарно зарекомендували себе в роботі особливо в агресивних середовищах, хоча в кожного є свої недоліки.

Для оцінки стійкості підпірної стінки в даних умовах було виконано моделювання в програмі Plaxis, та на основі отриманих результатів, і за допомогою програми SCAD запропоноване армування конструкції. Наведені переваги використання даного матеріалу при реконструкції підпірної стінки.

Ключові слова: зсувонебезпечні процеси, підпірна стіна, схил, стійкість підпірної стінки.

ABSTRACT

A. Kryvobok “Substantiation of constructive measures for the retaining wall in a landslide-prone area” - Manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the master on a specialty 184 Mining. - National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv 2020.

The paper considers the design proposed for the reconstruction of the retaining wall, substantiates the choice of replacing the material for the manufacture of the retaining structure.

Analyzed the latest construction technologies in difficult geological conditions, and innovative substitutes for structures. Fiberglass reinforcement, fiber-reinforced concrete, basalt reinforcement are those materials that have recently appeared on the market, but have already proven themselves in work, especially in aggressive environments, although each has its own drawbacks.

To assess the stability of the retaining wall under these conditions, a simulation was performed in the Plaxis program, and on the basis of the results obtained and using the SCAD program, the reinforcement of the structure was proposed. The advantages of using this material in the reconstruction of the retaining wall are presented.

Key words: landslide processes, retaining wall, slope, retaining wall stability.

Кривобок Олександр Васильович

**ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО
ПІДПІРНОЇ СТІНКИ НА ЗСУВОНЕБЕЧНІЙ ДІЛЯНЦІ**

Спеціальність 184 Гірництво

(Автореферат)