

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**ФАКУЛЬТЕТ АРХІТЕКТУРИ, БУДІВНИТЦВА ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ
КАФЕДРА БУДІВНИЦТВА, ГЕОТЕХНІКИ І ГЕОМЕХАНІКИ**



«ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ»

МАТЕРІАЛИ

**17-ОЇ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПРАНТІВ І СТУДЕНТІВ**

26 квітня 2024 року

Дніпро 2024

УДК 69:622.012.002.2:622.268.13

П27

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

Голова ГАПЄЄВ Сергій Миколайович, д.т.н., завідувач кафедри БГТГМ

Члени

оргокомітету: ХОЗЯЙКІНА Наталя Володимирівна, к.т.н.. доцент кафедри
БГТГМ
ОЛШЕВСЬКА Софія Олегівна, аспірант кафедри БГТГМ

П27 Перспективи розвитку будівельних технологій [Текст]: матеріали 17-ої
всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, аспірантів і
студентів, 26 квітня 2024 р. / редкол.: С.М. Гапєєв [та ін.] – Д.: НТУ
«Дніпровська політехніка», 2024. – 58 с.

Подано результати наукових досліджень молодих учених, аспірантів і студентів у різних напрямках розвитку будівельних технологій, що були розглянуті на засіданні секції всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи розвитку будівельних технологій».

Матеріали збірника призначено для наукових працівників, аспірантів та студентів вищих навчальних закладів України.

УДК 69:622.012.002.2:622.268.13

© НТУ
«Дніпровська політехніка», 2024

ЗМІСТ

Антонюк А.О., Чушкіна І.В.

МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ БЕРЕГОВОЇ ЛІНІЇ ПРИРОДНИХ ТА ШТУЧНИХ ВОДОЙМИЩ З УРАХУВАННЯМ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВНИЦТВА ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД2

Воробйова І.Ю., Ємельяненко С.О.

ІНВЕРСІЙНІ ПОКРІВЛІ - СУЧАСНЕ ЕКОЛОГІЧНЕ РІШЕННЯ.....6

Гаркуша В.С., Симонов С.І.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОГОДНИХ УМОВ НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕТОННОЇ СУМІШІ14

Козюбенко В.О., Хозяйкіна Н.В.

ПЕРЕВАГИ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕД СТАНДАРТНИМИ СПОСОБАМИ БУДІВНИЦТВА18

Колесник Д.М., Іванова Г.П.

ПОРІВНЯННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАБЕЗПЕЧЕНЬ В БУДІВНИЦТВІ.....24

Маламан А.Р., Носенко В.С.

СТАБІЛІЗАЦІЯ ЗСУВНОГО СХИЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПІДПІРНИХ СТІН РІЗНОЇ ЖОРСТКОСТІ28

Малий Р.С., Іванова Г.П.

АНАЛІЗ БУДІВЕЛЬНОГО РИНКУ УКРАЇНИ, ЙОГО ОСОБЛИВОСТІ ТА МАЙБУТНЄ В УМОВАХ ВІЙНИ.....33

Хоронжевський М.В., Бондарева Л.О.

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ СХИЛУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ОПОР ТРУБОПРОВОДУ ДЛЯ ПІДСИЛЕННЯ ОСНОВИ38

Чорний Б.В.

МОНІТОРИНГ КРЕНУ ДЗВИНИЦІ СОФІЙСЬКОГО СОБОРУ.....44

Пивовар Ю.Ф., Дубницький В.І.

ВПЛИВ ТОВАРНОЇ ПОЛІТИКИ НА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ У СФЕРІ БУДІВНИЦТВА.....51

Дубинський М.В., Ключ О.С.

**КОЛОТИЙ ГРАНІТ ДЛЯ УЛАШТУВАННЯ ПІШОХІДНИХ
ПЕРЕХОДІВ.....53**

Чернявський В.В., Ключ О.С.

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ БІТУМУ.....56

УДК 627.8:556.166.5:504.54(045)

Антонюк А.О., студент групи 194-22-1

Чушкіна І.В., к.т.н., доцент кафедри БГТГМ

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

м. Дніпро, Україна

МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ БЕРЕГОВОЇ ЛІНІЇ ПРИРОДНИХ ТА ШТУЧНИХ ВОДОЙМИЩ З УРАХУВАННЯМ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВНИЦТВА ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД

Формування берегової лінії природних та штучних водоймищ є важливою складовою частиною гідротехнічного будівництва. Від правильної конфігурації берегової лінії залежить стійкість берегів, їх здатність протистояти ерозії, а також естетичний вигляд водоймища.

Сучасні технології будівництва гідротехнічних споруд дозволяють використовувати різноманітні методи формування берегової лінії, кожен з яких має свої переваги та недоліки [1].

Формування берегових ліній у штучних та природних водоймах є актуальним питанням також і для України з різних причин:

1. Екологічна безпека: Відповідне формування берегових ліній може зберегти екологічний баланс водойм та їхнє природне середовище. Розумне планування берегових зон дозволяє зберегти біорізноманіття та важливі екосистеми, що знаходяться поруч із водоймами. Сучасні методи можуть включати в себе застосування екологічно чистих матеріалів та розробку водних ресурсів з мінімальним впливом на природу.

2. Захист від стихійних лих: Розумно організована берегова лінія може забезпечити захист від повеней, зсувів ґрунту та інших стихійних лих, що можуть виникнути внаслідок негоди або природних катаклізмів.

3. Рекреаційні можливості: Штучні водойми, такі як ставки або штучні озера, часто використовуються як місця для відпочинку та рекреації. Адекватне планування берегових зон може створити комфортне середовище для туристів та місцевих мешканців.

4. Економічний аспект: Використання водних ресурсів для рибальства, туризму, а також для інших цілей (наприклад, зрошення земель для сільськогосподарських потреб) може забезпечити економічний розвиток регіонів, де знаходяться водойми.

Як приклад наведено декілька цікавих фото з будівництва саме берегової лінії при будівництві готельного комплексу СанРей в м. Підгородне в Дніпропетровській області (рис.1).



Рис.1 – Будівництво берегової лінії при будівництві готельного комплексу СанРей в м. Підгороднє в Дніпропетровській області

Сучасні методи формування берегових ліній включають широкий спектр

технологій та підходів, які можуть бути використані залежно від конкретних умов, цілей проекту, а також екологічних та інженерних вимог. Деякі з них включають:

- використання природних матеріалів. Цей підхід полягає у використанні природних матеріалів, таких як пісок, галька або каміння, для зміцнення берегів. Наприклад, створення пляжів або використання природних каменів для підсилення узбережжя;
- будівництво захисних споруд. Це може включати в себе спорудження фортець, дамб або заток для захисту берегів від ерозії та впливу хвиль;
- захист рослинністю. Використання рослин для утримання берегів може зменшити ерозію та покращити біорізноманіття. Це може включати в себе висадження водних та берегових рослин, таких як очерет або озерні рослини;
- геотекстильні матеріали. Використання спеціальних матеріалів, таких як геотекстиль, для покриття берегів з метою запобігання ерозії та зміцнення ґрунту;
- берегоукріплення з використанням сучасних технологій. Включає в себе використання інженерних рішень, таких як використання бетонних блоків, металевих споруд або сучасних гідротехнічних конструкцій для захисту берегів.

Ці методи часто використовуються в комбінації для досягнення оптимального результату з урахуванням конкретних умов і вимог проекту. Також важливо враховувати екологічні наслідки та взаємодію з природним середовищем при використанні будь-якого з цих методів [2].

Висновки. Таким чином, вивчення та впровадження новітніх технологій у процес формування берегових ліній штучних та природних водойм має багато важливих аспектів, таких як:

- Ефективність і стійкість. Нові технології можуть забезпечити більш ефективні та стійкі рішення для формування берегових ліній, що дозволить зберегти природні ресурси та зменшити ерозію;
- Екологічна безпека. Розвиток нових технологій сприяє створенню екологічно безпечних методів формування берегових ліній, які мінімізують вплив на природні екосистеми та зберігають біорізноманіття;
- Економічна ефективність. Впровадження новітніх технологій може призвести до зменшення витрат на будівництво та утримання інфраструктури, забезпечуючи при цьому більш тривалий та стійкий захист берегових ліній;
- Адаптивність до зміни клімату. З огляду на зміну клімату, нові технології можуть надавати більш гнучкі та адаптивні рішення для управління береговими зонами, зокрема, для захисту від підвищення рівня води, змін екстремальних погодних умов тощо;
- Інновації та конкурентоспроможність. Країни та компанії, які активно вивчають та впроваджують нові технології у формуванні берегових

ліній, постійно збільшують свою конкурентоспроможність на ринку будівництва гідротехнічних споруд та привертають інвестиції в інноваційні проекти;

- Моделювання та прогнозування: Використання комп'ютерного моделювання дозволяє прогнозувати зміни в береговій лінії внаслідок різних факторів, таких як зміна рівнів води чи ерозія;

- Управління водними ресурсами: Ефективне управління водними ресурсами включає в себе раціональне використання води та запобігання забрудненню. Це може вплинути на формування берегової лінії, оскільки вода відіграє ключову роль у процесах ерозії та відкладення ґрунту.

Отже, вивчення та впровадження новітніх технологій в процес формування берегових ліній є необхідним для забезпечення ефективності, екологічної безпеки, економічної ефективності та адаптивності до змін у природному середовищі.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. URL: <https://ekobereg.com/waterfront.html> (дата звернення 23.04.2024).
2. О. І. Ольховик, А. А. Білецький О-56 Технологія будівництва гідротехнічних, водогосподарських та природоохоронних споруд : навч. посібник [Електронне видання]. – Рівне: НУВГП, 2019. – 377 с.
https://ep3.nuwm.edu.ua/15100/1/Posibnyk_TBGTWPS_%20N_%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%80.pdf

УДК 72.04

Воробйова І.Ю., студент групи БД-23-11
Ємельяненко С.О., студент групи БД-23-11
Кам'янський енергетичний фаховий коледж
м. Кам'янське, Україна

ІНВЕРСІЙНІ ПОКРІВЛІ - СУЧАСНЕ ЕКОЛОГІЧНЕ РІШЕННЯ

Порожній дах будівлі за нинішньої дорожнечі землі в межах міста є марнотратством. Тим часом тут може бути організовано не тільки кафе або місце для прогулянок, а й автопарковку. Подібні навантаження може витримати тільки інверсійний дах.

Інверсійною називають видозмінену м'яку покрівлю, в якій рулонний гідроізоляційний матеріал розташований під утеплювачем. З метою забезпечення інтенсивної експлуатації в конструкцію включають і додаткові шари.



Рис.1 – Інверсійна покрівля

Чим принципово відрізняються традиційна і інверсійна покрівлі? Якщо на звичних плоских дахах, що влаштовуються на більшості наших багатопверхівок, можна побачити чорну поверхню, сформовану шарами гідроізоляції, то на покритті нового, більш досконалого зразка поверхнево розташованої гідроізоляції немає. Замість сумної чорної поверхні тут улаштовують газони, пішохідні зони, вимощені тротуарною плиткою або навіть плавальні басейни з комплексом відповідної інфраструктури. Невже обходиться без надійної гідроізоляції? Адже це дах будинку.

Гідроізоляційний шар звичайно ж є, але в «пирозі» інверсійної покрівлі він розташований набагато глибше, так що з захистом будівлі від атмосферної вологи тут повний порядок. Крім того, при влаштуванні покрівлі інверсійного типу, формують теплоізолюючий (звукоізолюючий) килим, але його теж не видно. Зверху ж розташований той тип покриття, який відповідає функціональному. Цей вид покрівлі володіє декількома перевагами:

- здатність витримувати значні навантаження. Пояснюється тим, що важливий і чутливий елемент покрівельного пирога – гідроізоляційний бар'єр – залягає в глибині конструкції, тому не піддається механічній дії;

- довговічність. Причина та ж: глибоке розташування гідроізоляції. Вона захищена не тільки від механічного впливу, а й від інших негативних чинників, наприклад, ультрафіолетового випромінювання, морозів (зовні матеріал руйнується при замерзанні води, що проникла в пори), перепадів температур;

- інверсійна покрівля служить 60 років і більше;
- високий термічний опір. Інверсійна покрівля в порівнянні зі звичайною є більш теплою.

Є і недоліки:

- складність в улаштуванні. Потрібно підіймати на дах і укладати велику кількість додаткового матеріалу – для дренажного шару і фінішного покриття;

- трудомісткість ремонту. Щоб залатати або замінити зношений гідроізоляційний матеріал, доведеться демонтувати розміщені вище шари;

- обмеженість застосування. Інверсійна покрівля не підходить для регіонів з дощовим кліматом, так як в умовах постійної вологості під утеплювачем можуть розвиватися грибок і пліснява, руйнуються будівельні матеріали;

- візуальна недоступність гідроізоляційного шару. Це робить нереальним його профілактичний огляд.

З цієї причини:

- відсутня можливість запобігти протіканню шляхом вчасного виявлення та усунення проблем;

- зростають вимоги до герметичності вразливих ділянок – місць примикання покрівлі до труб, шахт, стін, парапету й інших вертикальних конструкцій;

- ускладнюється виявлення пошкоджень гідроізоляційного шару в разі протікання, які далеко не завжди знаходяться над місцем появи води.

Матеріали для улаштування інверсійної покрівлі



Рис.2 – Конструкція інверсійної покрівлі

Перед початком будівельних робіт необхідно приготувати наступне:

1. Пінополістиролбетон, керамзитобетон або інший подібний матеріал. Цією сумішшю виконують ухил – на підставці формують поверхню з ухилом в 1,5-5% для відведення рідини в водостічну систему.

2. Цемент марки М400, пісок, арматурні стержні або сітки. Цей набір необхідний для виготовлення стяжки, що служить підставою для гідроізоляційного килиму. Вона може укладатися і зверху, якщо в якості

фінішного покриття вирішено використовувати керамічну плитку або асфальтобетон.

3. Рулонна гідроізоляція. Для інверсійної покрівлі підійдуть бітумно-полімерні матеріали (наприклад, євроруберойд), які укладаються в 2-3 шари, нафтополімерні (ПВХ та інші) і каучукові мембрани – новітні матеріали, довговічні і стійкі до всіх негативних факторів, укладаються в один шар. В інверсійних покрівлях з рослинністю застосовують спеціальну корнестійку рулонну гідроізоляцію.

4. Утеплювач, що володіє високою міцністю і вологостійкістю. Даній вимозі відповідає лише екструзійний пінополістирол, здатний без істотних деформацій витримувати навантаження до 50 т/м². На відміну від пінопласту (гранульованого пінополістиролу), екструзійний має однорідну структуру.

5. Геотекстиль, щебінь або гравій розміром від 16 до 32 мм. Використовуються для виготовлення дренажної подушки: поверх утеплювача настиляється геотекстиль і потім укладається щебінь шаром не менше 50 мм. Обидва матеріали в сукупності виступають фільтром, завдяки чому по гідроізоляційному килиму стікає чиста вода. Також геотекстиль використовують як розділовий бар'єр між шарами, коли елементи одного можуть зашкодити другому. Під фінішне покриття з низькою водопроникністю (асфальтобетон або облицьовану плиткою стяжку) допускається в якості дренажного шару укласти спеціальну мембрану – пластикову сітку, обклеєну з двох сторін геотекстилем.

6. Руберойд або пергамін. Цими матеріалами застеляють дренажну подушку, якщо під фінішне покриття потрібне укладання стяжки або армованого бетону. Підкладка не дасть цементному молочку піти з розчину і забити дренаж.

7. Асфальтобетон, тротуарна або керамічна плитка, ґрунтові склади (суміш компосту з керамзитом, перлитом або вермикуліту). Ці матеріали використовуються в якості покрівельного покриття в залежності від їх призначення.

8. Дворівневі водостічні воронки. Збиратимуть рідини одночасно з гідроізоляційного килима і поверхні інверсійної покрівлі.

9. Огорожа. Експлуатована покрівля згідно з вимогою нормативів огорожується з метою запобігання випадкового падіння людей.

Залежно від передбачуваних навантажень конструкція «пирога» інверсійної покрівлі може варіюватися.

Покрівля з гравійної засипкою

Найбільш простий різновид, що не передбачає експлуатацію даху. Фінішне покриття відсутнє, але гравійна засипка грає роль не дренажу, а баласту, придавлює утеплювач.

Справа в тому, що останній в інверсійній покрівлі кладуть без кріплення, даючи можливість воді вільно стікати по гідроізоляційному килиму. Камені

використовуються великі - розміром 25-32 мм. Товщина засипки становить 30-50 мм.



Рис.3 – Покрівля з гравійною засипкою

Пішохідна покрівля

На таких дахах влаштовують кафе, тераси, спортивні майданчики та інше. Роль фінішного покриття грає тротуарна плитка, що укладається на підсипку з дрібного гравію (5-10 мм), піску або суміші цих матеріалів. Підбирається утеплювач з якістю розрахованою не тільки на нормативно-снігове навантаження, але і на вагу пішоходів.

Покрівля з озелененням

У цьому різновиді інверсійної покрівлі застосовується подвійна фільтрація: поверх засипки з щебеню укладається ще один шар геотекстилю. На останній насипається шар ґрунту для висадки рослин. Фахівці радять в цій якості застосовувати суміш компосту з вермикулітом, керамзитом або перлітом.

Верхній шар гідроізоляційного килима роблять зі спеціального корнестійкого матеріалу.



Рис.4 – Покрівля з озелененням

Покрівля для автопаркування

Все частіше дах багатоквартирного будинку обладнується під автопаркування. Відмінні риси такої конструкції:

- використовується утеплювач з максимальною несучою здатністю;
- поверх засипки (камені розміром 25-32 мм) укладається монолітна або збірна залізобетонна плита;
- в якості фінішного покриття настиляється асфальтобетон.

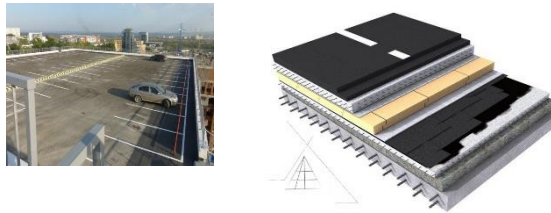


Рис.5 – Покрівля для автопаркування

«Пиріг» з плиткою

Пішохідні покрівлі менш схильні до протікання, якщо було використано покриття у вигляді цементно-піщаної стяжки, обклеєної керамічною плиткою. Товщина стяжки становить не менше 50 мм, при цьому використовується цемент марки М400 і більше. Арматурну сітку зв'язують з окремих прутів або використовують готову дорожню сітку з вічком не більше 150x150 мм.



Рис.6 – «Пиріг» з плиткою

Виконують інверсійний пиріг з плиткою наступним чином:

1. Під стяжку підстиляють руберойд або пергамін з метою утримання в розчині цементного молочка.
2. Зверху її обмазують в два шари поліуретановою мастикою (є захистом від води).
3. Потім присипають піском для поліпшення адгезії. Він повинен бути сухим. Наноситься він на мастику відразу після укладання другого шару (максимально допустима товщина складає 1,5 мм), поки склад не встиг затвердіти.

Техніка безпеки при улаштуванні інверсійного даху

Перед початком робіт здатність підставки даху витримати експлуатаційне навантаження необхідно підтвердити розрахунком.

Техніка безпеки при проведенні будівельних робіт на даху із застосуванням матеріалів з вмістом бітуму і розчинників (є горючими) регламентується нормативними документами ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці.

Порядок та технологія виконання робіт:

1. Спочатку готують підставку. Змітають з бетонної плити сміття і оглядають її на предмет пошкоджень. При наявності тріщин і відколів їх шпаклюють гарячої мастикою. Її нагрівають, постійно помішуючи, до температури 160-180 °С. Розчинника ця мастика не містить.

2. Якщо основа плоска, виконують розуклонку з кутом в 1,5-5% за допомогою керамзитобетону або пінополістиролбетону.

3. Встановлюють дворівневі водостічні воронки. Їх призначення – збір води з двох поверхонь: гідроізоляційного килима і фінішного покриття (асфальтобетон).

4. Укладають армовану цементно-піщану стяжку на цементі марки М400. При площі покрівлі більше 40 м² в стяжці влаштовують температурно-деформаційні шви. Їх можна заповнити гарячою мастикою. За товщиною стяжка повинна досягати краю нижнього рівня водостічної воронки.

5. Стяжку покривають праймером. Ця суміш розчинника і нафтових бітумів забезпечить більш міцне склеювання гідроізоляційного килима і підставки. У разі вільного укладання, тобто без приклеювання, праймер не застосовується.

6. Укладають гідроізоляційний килим. Сучасні бітумно-полімерні матеріали (наприклад, євроруберойд) можна укласти методом наплавлення. Для цього нижня поверхня нагрівається пропановим пальником, потім матеріал притискається до поверхні даху і фіксується валиком. Рулони розгортають поперек ската, починаючи знизу. Перед укладанням здійснюють примірку, тобто рулон розкочують, укладають як потрібно і потім знову скочують з двох сторін до центру. Наплавлення проводять три співробітника: один розігріває пропановим пальником рулон знизу, другий – розгортає рулон спеціальним гаком, а третій ретельно прокатує приклеєний матеріал валиком, щоб не залишалося бульбашок.

7. Наступну смугу, розташовану вище по схилу, укладають з напуском в 150-200 мм. Місце стику заливають мастикою.

8. При укладанні без приклеювання нижній шар роблять зі спеціального матеріалу, смуги якого в місцях напуску можна приварити один до одного. Зварювання здійснюється газовим пальником.

9. Якщо на інверсійній покрівлі передбачається розмістити газон, наступний шар формують з корнестійкого рулонного. Полотнища розташовують так, щоб шви між ними не збігалися з місцями стику в попередньому шарі. Края матеріалу заводяться на стіни і кріпляться механічним способом.

10. У місцях примикань горизонтальної і вертикальної поверхонь формують бортик з цементно-піщаного розчину. Він необхідний для плавного переходу.

11. Укладають фрагмент рулонного матеріалу так, щоб одна його частина (шириною в 30 см) лежала на гідроізоляційному килимі, а інша (шириною в 20 см) заходила на вертикальну поверхню.

12. Укладають ще один фрагмент із заходом на горизонтальну і вертикальну поверхні по 40 см.

13. Звернувши верхній край рулонного матеріалу на вертикальній поверхні на зразок валика, його фіксують рейкою (прикручується дюбелями), після чого у відгин заливають спеціальну мастику.

14. Поверх гідроізоляційного килима укладають геотекстиль. Він захистить утеплювач від механічного впливу з боку кам'яної або піщаної присипки на верхньому шарі гідроізоляції.

15. Далі кладуть утеплювач без кріплення. Найчастіше використовуються плити екструдованого пінополістиролу. Марка підбирається в залежності від очікуваних навантажень, товщина – згідно розрахунку на тепловтрати. Вільне укладання утеплювача обумовлено необхідністю полегшити стік води.

16. Поверх утеплювача влаштовують дренажний шар. Настиляють геотекстиль, насипають великий гравій шаром в 50 мм і більше і застеляють геотекстилем.

17. У разі застосування в якості фінішного покриття цементно-піщаної стяжки або монолітної залізобетонної плити з подальшим асфальтуванням замість гравійної засипки можна застосовувати спеціальні дренажні мембрани.

18. Перед укладанням стяжки або бетону дренажний шар накривають пергаментом або руберойдом. Стелить під стяжку поліетилен не можна.

19. Укладають армовану цементно-піщану стяжку (для легкових автомобілів) або монолітну залізобетонну плиту (для вантажних). У місцях примикання до парапету і іншим вертикальним елементам залишають температурно-деформаційні шви. Перед заливанням навколо водостічних воронк встановлюють сталеві конструкції для установки захисних ґрат.

20. Далі кладуть асфальтобетон. Максимально допустима товщина – 70 мм. При більшому значенні з'являться колії. У місцях стикування з парапетом і іншими обмежуючими елементами також влаштовують температурно-деформаційні шви.

Водостічні воронки закривають сталевими ґратами.

Висновки

Улаштування інверсійної покрівлі дозволяє задіяти кожен наявний в будинку квадратний метр. Але така конструкція пред'являє високі вимоги до якості монтажу гідроізоляційного килима, адже тут цей шар покрівельного пирога, на відміну від звичайного даху, важкодоступний.

Інверсійна покрівля зазвичай проєктується і споруджується разом з будівлею, на якій передбачається її улаштування. Однак нічого не заважає переробити традиційне покриття плоского даху в інверсійне, якщо дозволяє запас міцності плит перекриття, стінових конструкцій і фундаменту.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/video/29322074.html>

2. URL: <http://stroytechnology.net/budivelni-roboty/1508-zeleny-dax.html>

3. URL: <https://remontu.com.ua/inversijna-pokrivlya-shho-ce-take-texnologiya-i-materiali>

4. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві
<https://te.dsp.gov.ua/wp-content/uploads/npaop/>

УДК 691.32

Гаркуша В.С., к.т.н., доцент кафедри «Архітектура»
Симонов С.І., к.т.н., доцент, завідувач кафедри «Архітектура»
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»
м. Маріуполь, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОГОДНИХ УМОВ НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕТОННОЇ СУМІШІ

Найбільш ефективним матеріалом для зведення цивільних будинків є бетон. Бетон є матеріалом, який здатен витримувати різноманітні впливи навколишнього середовища. Головною його особливістю є те, що він набагато краще витримує навантаження на стиск у порівнянні з іншими видами навантажень. Тому існує необхідність вживання заходів щодо покращення сприйняття ним навантажень інших видів. Для цих цілей застосовують армування конструкцій металевими виробами, дисперсне армування різними матеріалами, введення різних добавок.

Суттєво підвищити довговічність та якість бетону залізобетонних виробів можна за рахунок введення хімічних добавок, які дозволяють покращити властивості та структуру бетону. Існує багато добавок вітчизняних виробників, які своїми властивостями не поступаються закордонним, але в багатьох конструкціях і виробках вони не застосовуються, тому що нормативними документами висуваються дуже жорсткі вимоги щодо їх використання. Висуваються вимоги щодо міцності, морозостійкості, водонепроникності, стійкості до агресивної дії рідких середовищ, стирання, тріщиностійкості і довговічності. Актуальним є питання забезпечення високої технологічності цементних систем при низькому водо-цементному співвідношенні, рухливості бетонних сумішей, економії цементу та енергоносіїв [1,2].

Частка бетонів з вмістом добавок невпинно зростає, у промислово розвинених країнах не менше 90% цементного бетону випускають з хімічними добавками. Хімічні добавки застосовують практично у всіх технологіях виробництва бетону, що сприяє появі нових технологій, реалізувати які, без добавок просто неможливо. Завдяки добавкам сучасний бетон перетворюється у все більш складний композиційний матеріал, властивості якого можуть набагато перевершувати традиційний склад бетону. У комплексну добавку повинен входити ефективний суперпластифікатор, а також можуть входити добавки, які керують кінетикою тужавлення і твердіння, повітровтягуючі добавки і піногасники, дисперсні і тонкодисперсні мінеральні наповнювачі. Склад комплексної добавки повинен відповідати вибраній технології і заданим властивостям бетону.

Значну увагу приділяють відновленню міцності та роботоздатності пошкоджених бетонних та залізобетонних конструкцій тривалої експлуатації. Для залізобетонних споруд ситуація загострюється через їх розтріскування внаслідок корозії сталевих арматур, через що збільшується сумарний об'єм металу і продуктів корозії, а, отже, виникають розтягувальні напруження у бетонних матрицях. Утворення в бетоні тріщиноподібних дефектів – основна загроза міцності та довговічності таких конструкцій, тому, «заліковуючи» (усуваючи) їх, можна поліпшити ці характеристики [3,4,5].

Деякі з конструкцій піддаються впливу особливих умов. Наприклад, напівперемінного зволоження та висушування, заморожування та відтавання, постійної дії вологи, навантаження різного виду та їх поєднання і т.д. Для надійної та тривалої експлуатації таких будівель вкрай важливе застосування якісних матеріалів, які будуть відповідати всім вимогам їх застосування.

Слід зазначити, що в умовах сучасного виробництва існує багато вузьких місць, які мають вплив на якість та довговічність нових цивільних будівель. Це перш за все, виготовлення та доставка бетонної суміші на будівельний майданчик. Використання полімерних добавок до бетону дає можливість отримувати матеріал високої якості. Однак введення таких компонентів часто ускладнює процес будівельного виробництва.

Ці складності пов'язані з погодними умовами. Найбільш критичні ситуації виникають у літню спеку, зимовий холод та при випаданні опадів. Передбачити поведінку полімерної добавки в таких умовах достить важко. В Україні досить відомими є добавки до бетону типу Real Vibro та Real Flow, а також добавки на основі полікарбонату. Всі ці речовини є ефективними, однак є ряд технологічних особливостей, які слід враховувати при роботі з ними.

Найбільш вірогідною може бути ситуація з літньою спекою. Більшість заводів, які виготовляють товарний бетон або збірний залізобетон в Україні мають відкриті склади інертних матеріалів. Це призводить до того, що у літню спеку пісок та щебінь нагріваються до високих температур, що має вплив на процес виготовлення бетонної суміші.

До мішалки потрапляють гарячі наповнювачі (пісок, гранітний щебінь), що призводить до того, що вода із бетонної суміші починає інтенсивно випаровуватись. Особливо цей ефект є критичним, якщо використовується добавка типу Real Vibro, так як її використовують для жорстких бетонів (марки Ж1...Ж2), які містять мінімальну кількість води. Комбінація гарячих наповнювачів та добавки Real Vibro може призвести до того, що до місця формування виробів (методом вібропресування) бетонна суміш буде доставлена абсолютно сухою та непридатною до роботи.

Варто зазначити, що не менш важливою є ситуація з використанням добавки типу Real Flow в умовах осіннього дощового періоду. Цю добавку використовують для виготовлення бетону, який має більшу рухомість (марки

П1...П3). У такому випадку будемо мати інший ефект: до мішалки будуть потрапляти надто холодні та вологі наповнювачі (пісок, гранітний щебінь), що призведе до того, що підібрати кількість води замішування для бетонної суміші буде майже неможливо. У випадку з холодними наповнювачами, бетонна суміш має здатність до зменшення в об'ємі, і як це не парадоксально, також потребує великої кількості води замішування. Бетонна суміш може стати рідкою та навіть розшаруватися, що також вважається браком, який не придатний до формування виробів.

Обидві ці ситуації є критичними з точки зору, вузьких місць у технології будівельного виробництва та ведуть до підвищення кількості бетону, який вважається некондицією та може бути не тільки не прийнятий, але і повернутий замовником, що досить часто має місце бути.

Наразі не менш популярними є добавки в бетон на основі полікарбосилату. Полікарбосилатні добавки надають бетонній суміші здатності до текучості та дозволяють знизити кількість води замішування на 40...50%, що має дуже значний ефект з точки зору стійкості бетону до руйнуючих навантажень, стирання, дії агресивних середовищ та води. Однак при роботі з цим компонентом варто враховувати здатність отриманої бетонної суміші до надмірної текучості.

Висновки. На сьогоднішній день сфера будівельного виробництва змінюється досить динамічно. Ще зовсім недавно не було матеріалів, які б дозволяли досягти таких якісно інших результатів. Тому є сенс у проведенні досліджень, які наведені у даній статті. Навіть, якщо мати достатній рівень знань про компоненти, які використовує те чи інше виробництво, є ситуації, коли погодні умови можуть кардинально змінити результат проведення будівельних робіт, однак не завжди у більш вигідну як для забудовника, так і для кінцевого споживача сторону.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Шишкіна О.О. Бетони високої міцності для композитних матеріалів. *Вісник Криворізького національного університету*, 2022. Вип. 54. С. 42-46.
2. Пристинська В.В. Ефективність використання хімічних добавок для виготовлення залізобетонних виробів. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*, 2013. вип.1(43). С. 170-175.
3. Маруха В.І. Підвищення роботоздатності пошкоджених бетонних і залізобетонних конструкцій ущільнювально-зміцнювальними ін'єкціями. *Фізико-хімічна механіка матеріалів*, 2013. №1. С. 7-17.
4. Матченко П.Т. Перевірка міцності та тріщиностійкості закладних деталей існуючих залізобетонних конструкцій. *Будівництво України*, 2019. №3. С. 9-15.

5. Панасюк В.В., Маруха В.І., Силованюк В.П. Ефективні ін'єкційні матеріали та технології відновлення роботоздатності пошкоджених будівельних споруд тривалої експлуатації. *Фізико-хімічна механіка матеріалів*, 2018, №2. С. 22-29.

УДК 69.624.01

Козюбенко В.О., студент групи 192-21-1

Науковий керівник: Хозяйкіна Н.В., к.т.н., доцент кафедри БГТГМ

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

м. Дніпро, Україна

ПЕРЕВАГИ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕД ЗВИЧАЙНИМИ СПОСОБАМИ БУДІВНИЦТВА

Аддитивні технології або 3D-друк - одна з форм технологій адитивного виробництва, де тривимірний об'єкт створюється шляхом накладання послідовних шарів матеріалу (друку, вирощування) за даними цифрової моделі. Друк здійснюється спеціальним пристроєм - 3D-принтером, який забезпечує створення фізичного об'єкта шляхом послідовного накладання пластичного матеріалу на основі віртуальної 3D-моделі [1].

Технологія 3D-друку шаленими темпами почала набирати популярність в різних сферах діяльності, таких як медицина, харчова промисловість, машинобудування, військова справа, будівництво, тощо. Причиною такого стрімкого росту популярності 3D-друку є мобільність та, найголовніше, необмежена можливість друкування об'єктів різної форми [2].

Сучасний ринок технологій будівництва має десятки різноманітних типів і способів будівництва. Однією із найбільш унікальних і перспективних представників даної галузі є будівництво за допомогою адитивних технологій. Світові провідні будівельні компанії мають можливості зводити житлові будинки за декілька днів і вже не приховують технологій будівництва та навіть діляться ними. В якості основного компонента для 3D-друку як правило використовується суміш бетону однак для задоволення зростаючого попиту на екологічно чисті продукти можна використовувати целюлозу – стійку і практично невичерпну полімерну сировину. Целюлозні волокна мають переваги, зумовлені широкою доступністю, низькою вартістю та високою гнучкістю [3]. До целюлози можемо віднести, ще ряд екологічних компонентів для 3D-друку, наприклад глина з соломою (саман).

Так, наприклад, Італійське бюро Mario Cucinella Architects розробило та реалізувало інноваційний будинок (рис. 1), видрукований на 3D-принтері з глини з додаванням соломи [4]. Глина є ідеальним будівельним матеріалом – повністю перероблюваним, широко доступним, дешевим та безвідходним, з можливістю практично повсюдного використання.

Прототип такого будинку, побудований у Болоньї та отримав назву TECLA, позиціонується як житло майбутнього з мінімізованим негативним впливом на навколишнє середовище. Він складається з двох основних модулів, загальною площею 55 м² і максимальною висотою стель 4 м [4]. Використання

натуральних сумішей в такому будинку дозволяє будівельникам досягти високого ступеня теплоізоляції і мінімізувати вплив на навколишнє середовище.



Рис.1 – Інноваційний будинок TECLA, сконструйований за принципом осинового гнізда та надрукований на 3D-принтері з глини з додаванням соломи (саманом)

Аддитивні технології – відносно новий шлях у будівництві, тому дотепер він зосереджений в основному на будівництві приватних будівель висотою до трьох поверхів. Прикладом є досвід Центр екологічного розвитку та інновацій, що розташований в Бельгії в якому проводиться дослідження технології 3D-друку будівель. Для дослідження в даному центрі побудували найбільший в Європі 3D-принтер для бетону, «Камр С», який надрукував перший в світі двоповерховий будинок, як єдине ціле (рис. 2). Зведення споруди зайняло лише три тижні, у планах дослідників термін скоротити до двох днів. Дана будівля має площу 90 м² і висоту 8 м і може класифікуватися як житлова або адміністративна будівля (офісна, виставковий центр тощо) [5].



Рис.2 – Двоповерховий будинок, побудований на 3D-принтері «Камр С» з бетону у Бельгії

Обмеженість розмірів (висота, довжина) інженерних споруд зумовлена залежністю технології від габаритів 3D принтера. Розміри тривимірного будівельного принтера можуть коливатися, в залежності від масштабу об'єкту будівництва, і бути порівняними з розміром невеликого вантажного автомобіля

або досягати габаритів потужного автокрана [6]. Відрізняються будівельні 3D-принтери їх конструкцією, та методами зведення стін. Найбільш розповсюдженою конструкцією принтерів є так звані порталні принтери, двома та чотирма опорами (рис. 3) та друкувальної голівки.

Такі принтери можуть як надрукувати будівлю повністю, так і частинами.

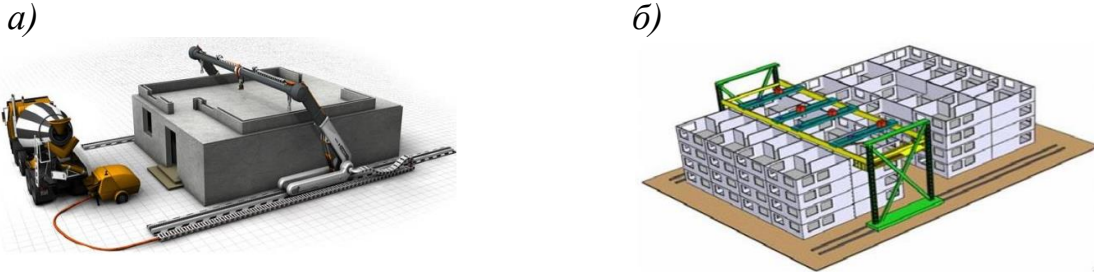


Рис.3 – Загальний вид порталного 3D принтера: а – з двома опорами; б – з чотирма опорами

У сучасному будівництві за допомогою 3D принтерів існує два підходи: перший - принтер розташований на будівельному майданчику і процес зведення відбувається пошаровим нанесенням бетонної суміші відповідно до проєкту; другий - об'ємні елементи друкуються в заводських умовах і доставляються на майданчик, де монтуються традиційними методами будівництва [7].

Взагалі, принтери для 3D-друку споруд працюють з різними будівельними матеріалами та на різному програмному забезпеченні. Однак, принцип роботи у них дуже схожий: екструдер видавлює швидко твердіючу речовину, як правило, це бетонна суміш з різними добавками. Кожен наступний шар наноситься на попередній, завдяки чому утворюється вертикальна структура.

Також не слід забувати про роботизовані та дельта принтери [8].

Роботизовані являють собою робота або систему роботів, на зразок промислового маніпулятора, оснащеного екструдерами та керованого за допомогою комп'ютера.

Дельта принтери в свою чергу мають підвішену на важелях друкувальну голівку, прикріплених до вертикальних напрямних, вони не обмежені тривимірною моделлю, тому можуть створювати більш складні форми [8].

Важливим питанням розвитку адитивних технологій є оцінка витрат та економічна вигода використання технології 3D-друку для будівельного підприємства.

Далі в статі представлено порівняльний аналіз переваги застосування адитивних технологій при будівництві приватного 1-но поверхового будинку в порівнянні зі стандартними методами за головними показниками економічної складової будівельної індустрії: витрати часу та кошторисні витрати [9].

Основною перевагою адитивних технологій над звичними нам методами будівництва споруджень це швидкість, див. рис. 4.

Процес будівництва можна поділити на три основні етапи:

✓ підготовка майданчика (риття котловану, вирівнювання землі, встановлення фундаменту);

✓ основне будівництво (встановлення стін, перекриттів);

✓ фіналізація робіт (встановлення вікон, дверей, комунікацій).

Результати порівняння швидкості будування за технологіями наведено на рис. 4.



Рис.4 – Результати порівняння витрат часу між адитивними технологіями та звичними способами будівництва

Отже, по факту витрат часу в суммі маємо півтори місяці для будівництва адитивними технологіями та шість з половиною місяців за стандартними методами будівництва при нормальних умовах. Тобто при будівництві одноповерхового приватного будинку адитивні технології виграють по швидкості майже в 4 з половиною рази. Основна перевага адитивних технологій за швидкістю – доведена.

Наступним етапом наведено порівняння цінової кошторисних витрат цих технологій: адитивна та звичайна, рис. 5, 6 відповідно [9].

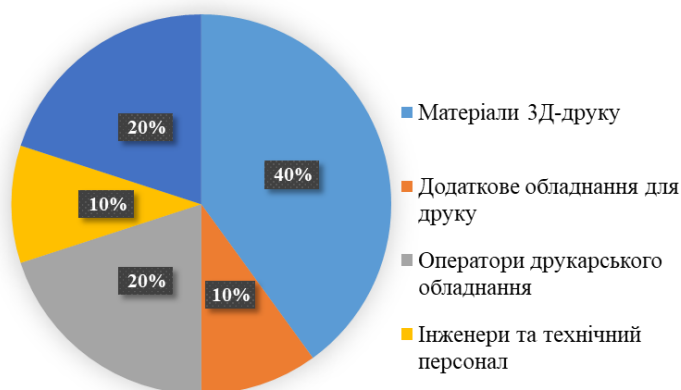


Рис.5 – Відношення витрат до всієї ціни при адитивному будівництві



Рис.6 – Відношення витрат до всієї ціни при звичних методах виробництва

Більшу частину від вартості при застосуванні адитивної технології будівництва 1-но поверхового приватного будинку складають матеріали 3D друку, адже використовувати при такій технології можна лише швидкозастигаючі високоякісні цементні композити.

Звичайні технології будівельного виробництва в свій час мають найбільшу частку витрат у пункті робочої сили, адже при будівництві використовується одна або декілька бригад.

Як підсумок: адитивні технології – порівняно новий спосіб будівництва тільки починаючий свій шлях на ринку, але вже маючий свої переваги перед звичними нам методами.

До переваг 3D-друку можна віднести покращання наступних параметрів:

1) екологічність - застосування екологічно чистих матеріалів, більше того, деякі 3D-принтери використовують сонячну енергію для будівництва споруд і викидають дуже мало CO₂.

2) швидкість та довговічність - на основі 3D-друку вдалося побудувати будинок майже в 4 з половиною рази швидше (див. рис. 4), а бетонна суміш, з якої зроблений будинок, може служити до 175 років [10];

3) доступність - 3D-принтери для будівництва споруд можуть бути використані для реалізації програми «Доступне житло», для надання допомоги малозабезпеченим людям або постраждалим в результаті бойових дій та стихійних лих.

Найближчим часом від адитивної технології варто очікувати великих успіхів. Більша швидкість, можливість експериментувати з формами, менша чисельність робочої сили, менша кількість відходів – тільки частина із них.

Інженери з усього світу працюють над вирішенням основних проблем адитивного будівництва: збільшення габаритів конструкцій, виготовлення більш рентабельних складів бетону, якісне програмне забезпечення, введення певних нормативних стандартів для такого будівництва. Існує перспектива повного витіснення адитивним будівництвом звичних нам технологій.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Електронний ресурс: <https://uk.wikipedia.org/wiki>
2. Електронний ресурс: 3D друк будинків: особливості будівництва. (2020). URL: <https://biztolk.ru/biznes-idei/proizvodstvo/3d-pechat-domov-osobennostistroitelstva.html>
3. Електронний ресурс: Dai, L., Cheng, T., Duan, C. at al. (2019). 3D printing using plant-derived cellulose and its derivatives: a review. Elsevier Ltd, pp 71–86. URL: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.09.027>
4. Електронний ресурс: ТЕСЛА – глиняний будинок, створений на 3D-принтері за принципом осинового гнізда. (2020). URL: <https://ecotechnica.com.ua/arkhitektura/4764-teclaglinyanyj-dom-sozdannyj-na-3d-printere-po-printsipu-osinogo-gnezda.html>
5. Електронний ресурс: Найбільший будівельний 3D принтер надрукував двоповерховий бетонний будинок. (2020). URL: <https://ecotechnica.com.ua/arkhitektura/5019-samyjbolshoj-stroitelnyj-3d-printer-napechatal-dvukhetazhnyj-betonnyj-dom-video.html>
6. Електронний ресурс: Про застосування 3D технологій у будівництві. (2020). URL: <http://www.nzodchie.com/ua/articles/pro-zastosuvannya-3d-tehnologiy-u-budivnyitstvi.html>
7. Andriichuk O. V., Olasiuk P. Ya. Застосування технології 3D-друку в будівництві [Modern technologies and methods of calculation in construction]. 2015. Issue 3. Pp. 11–18. [in Ukrainian].
8. Електронний ресурс: Forbes. Будівельні горизонти «Зростання світового ринку 3D-будівництва» (2023). URL: <https://forbes.ua/ru/business/shvidki-metri-yak-dmitro-zolotarov-ta-inna-furman-zvodyat-budinki-za-dopomogoyu-3d-printera-21122023-18022>
9. Електронний ресурс: Forbes. Швидкі метри. Як Дмитро Золотарьов та Інна Фурман будують будинки за допомогою 3D-принтера (2023). URL: <https://forbes.ua/ru/business/shvidki-metri-yak-dmitro-zolotarov-ta-inna-furman-zvodyat-budinki-za-dopomogoyu-3d-printera-21122023-18022>
10. Електронний ресурс: Economic justification of the application of 3D printing technology in the field of construction, Levinskaya, 2017. URL: <https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2021/04/3D-printing.pdf>

УДК 624.69.728

Колесник Д.М., студент групи 192-22ск-1

Науковий керівник: Іванова Г.П., к.т.н., доцент кафедри БГТГМ

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

м. Дніпро, Україна

ПОРІВНЯННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАБЕЗПЕЧЕНЬ В БУДІВНИЦТВІ

Проблематика використання програмного забезпечення в будівельній галузі:

1. Складність та масштабність проектів: Будівельні проекти стають все більш складними та масштабними, що робить їх трудомісткими та схильними до помилок при ручному управлінні.

2. Необхідність координації: Будівельні проекти зазвичай потребують координації між різними командами та дисциплінами, що може бути складним завданням без відповідних інструментів.

3. Відсутність видимості та контролю: Традиційні методи управління проектами не дають чіткої картини загального стану проекту, що може призвести до затримок та перевитрат коштів.

4. Низька продуктивність: Ручні методи роботи часто є неефективними, що призводить до втрати часу та ресурсів.

5. Недотримання нормативних вимог: Будівельні проекти повинні відповідати всім діючим державним нормам.

Використання програмного забезпечення в будівельній галузі може допомогти вирішити ці проблеми:

1. Підвищення ефективності
2. Поліпшення координації
3. Підвищення видимості та контролю
4. Зниження ризиків
5. Дотримання нормативних вимог
6. Підвищення рентабельності
7. Зростання конкурентоспроможності

Таблиця 1

Порівняння деяких програмних забезпечень, що використовуються в будівництві

Програма	2D креслення	3D креслення	САПР	BIM	Розрахунок конструкцій	FEA	MEP	Ціна	Переваги	Недоліки
AutoCAD	Володіє	володіє	володіє					Від \$1,670/рік	Легко використовувати, гнучкий, багатофункціональний	Дорогий, може бути складним для складних проектів
Autodesk Revit		володіє	володіє	володіє			володіє	Від \$2,340/рік	Сприяє співпраці, покращує координацію, автоматизує завдання	Дорогий, складніший у вивченні
ArchiCAD	Володіє	володіє	володіє	володіє				Від \$2,095/рік	Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, багатий на архітектурні інструменти	Не такий поширений, як Revit
ЛІРА					володіє	володіє		Від \$4,000	Потужний, гнучкий, підходить для складних проектів	Складний інтерфейс, потребує знань у механіці
Autodesk Inventor		володіє	володіє			володіє		Від \$2,340/рік	Підходить для машинобудування, механіки	Не спеціалізується на будівництві
ANSYS						володіє		Ціна залежить від конфігурації	Потужний інструмент для моделювання та аналізу	Складний, потребує знань у FEA
Revit MEP		володіє	володіє	володіє			володіє	Від \$2,340/рік	Спеціалізований для MEP-систем	Дорогий, потребує знань MEP

Терміни:

САПР – це комплекс, що складається з апаратної та програмної частини, який забезпечує створення, обробку, зберігання, корегування та виведення інформаційного поля (бази даних) щодо об'єкта проектування в формі та змісті, який відповідає вимогам проектної документації.

BIM (англ. Building Information Modeling) - це процес оптимізації проектування і будівництва. За допомогою BIM-технології створюється інформаційна модель, яка забезпечує точне бачення проекту в цілому.

FEA (англ. Finite Element Analysis - метод кінцевих елементів) - це чисельний метод, який використовується для моделювання та аналізу поведінки конструкцій та систем під дією різних навантажень та граничних умов.

MEP (англ. Mechanical, Electrical, and Plumbing - опалення, вентиляція та кондиціонування, електропостачання та сантехніка) - це термін, який використовується в будівництві для позначення трьох основних систем, які роблять будівлю придатною для життя: 1) опалення, вентиляція, кондиціонування, 2) електропостачання, 3) сантехніка.

Висновок

Вибір програмного забезпечення для будівництва залежить від багатьох факторів, таких як:

- Функціональність
- Простота використання
- Вартість
- Підтримка
- Сумісність

Ось кілька загальних рекомендацій:

- Для 2D та 3D креслення: AutoCAD
- Для BIM: Autodesk Revit, ArchiCAD
- Для розрахунку конструкцій: ЛПА
- Для MEP: Revit MEP
- Для машинобудування: Autodesk Inventor
- Для FEA: ANSYS

Важливо пам'ятати, що не існує універсального програмного забезпечення

для будівництва. Найкраще програмне забезпечення для вас буде залежати від вашої конкретної потреби та бюджету.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. URL: <https://www.capterra.com/construction-software/>
2. URL: <https://www.softwareadvice.com/construction/>
3. URL: <https://www.engineering.com/BIM/>
4. URL: <https://www.autodesk.com/>

5. URL: <https://apps.autodesk.com/RVT/ru/Home>
6. URL: <https://www.graphisoft.com/archicad/>
7. URL: <https://www.lira-soft.com/>
8. URL: <https://www.ansys.com/>
9. Сайт Tekla Structures: <https://www.tekla.com/products/tekla-structures>
10. Сайт SketchUp: <https://www.sketchup.com/>
11. Сайт Nemetschek Allplan: <https://www.allplan.com/>
12. Сайт Vectorworks: <https://www.vectorworks.com/>
13. Стаття "Як вибрати програмне забезпечення для BIM":
<https://ua5.org/itnews/2719-oglyad-program-dlya-bim.html>
14. Стаття "5 найкращих програм для 3D-моделювання в будівництві":
<https://noviydom.com.ua/uk/prohramy-dlya-proektuvannya-budynku>
15. Стаття "5 кращих програм для розрахунку конструкцій":
<https://ua.moldmaking.tech/programmy-dlya-proektirovaniya-metallokonstrukcij/>
16. Стаття "FEA (метод кінцевих елементів): що це таке і як він використовується": http://www.dgma.donetsk.ua/metod/texmex/mke/cae_ing.pdf
17. Стаття "MEP (Mechanical, Electrical, and Plumbing): що це таке":
<https://www.builditlab.org/news/z-chogo-skladaietsya-sistemna-inzheneriya-shcho-take-mer-sistemi>
18. Вікіпедія: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
19. Google Scholar: <https://scholar.google.com/>
20. Інші онлайн-ресурси:
 - <https://www.youtube.com/>
 - <https://www.facebook.com/>
 - <https://www.linkedin.com/>

УДК 624.137

Маламан А.Р., аспірант кафедри геотехніки
Носенко В.С., к.т.н., завідувач кафедри геотехніки
Київський національний університет будівництва і архітектури
м. Київ, Україна

СТАБІЛІЗАЦІЯ ЗСУВНОГО СХИЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПІДПІРНИХ СТІН РІЗНОЇ ЖОРСТКОСТІ

Будівництво на зсувонебезпечних територіях завжди має складності як і в технологічному плані так і в плані проектування. Необхідність адекватно оцінити стійкість схилу та в подальшому запроектувати ефективні протизсувні споруди робить таку задачу доволі складною та відповідальною. Використовуючи сучасні комп'ютерні технології та методи розрахунку маємо можливість не тільки оцінити стійкість схилу та напружено-деформований стан існуючих протизсувних споруд, а і виконати аналіз існуючих проектних рішень та розробити нові протизсувні споруди.

Для оцінки стійкості схилу та підбору ефективних параметрів підпірних стін було виконано числове моделювання напружено-деформованого стану (НДС) елементів «грунтовий масив схилу – підпірні стіни». Моделювання виконувалося методом скінчених елементів за допомогою програмного комплексу «Plaxis» у нелінійній постановці з урахуванням змін параметрів конструкцій та ґрунтів на різних етапах моделювання. Додатково проведено оцінку реальних переміщень підпірних стін та причин втрати стійкості схилу на початковому етапі за використанням геодезичного моніторингу.

Для моделювання розрахункової схеми було обрано характерний інженерно-геологічний переріз в зоні найбільших деформацій існуючих протизсувних споруд.

Територія забудови відноситься до частини схилу в районі північного Причорномор'я. Ділянка майданчику має значний перепад рельєфу до 25м. В геоморфологічному відношенні ділянка досліджень розташована на абразійно-зсувному береговому схилі Чорного моря, інтенсивне освоєння якого було розпочато в першій половині ХІХ століття. В процесі освоєння території на схилі були виконані протизсувні заходи, що включали будівництво портових споруд, створення насипу в підніжжі схилу, планувальні роботи і будівництво підпірних стінок і на деяких ділянках локальних дренажних споруд.

Рельєф схилу, на ділянці досліджень, був змінений в результаті планувальних робіт, які полягали в підсипанні ґрунтів. На ділянці можна виділити три штучно сплановані тераси. Абсолютні відмітки верхньої тераси складають 12,01 - 15,18 м, абсолютні відмітки середньої тераси 8,60 - 9,60 м і

нижньої 3,15 - 5,00 м. Геологічний переріз наведено на рис. 1, фото ділянки дослідження наведено на рис. 2.

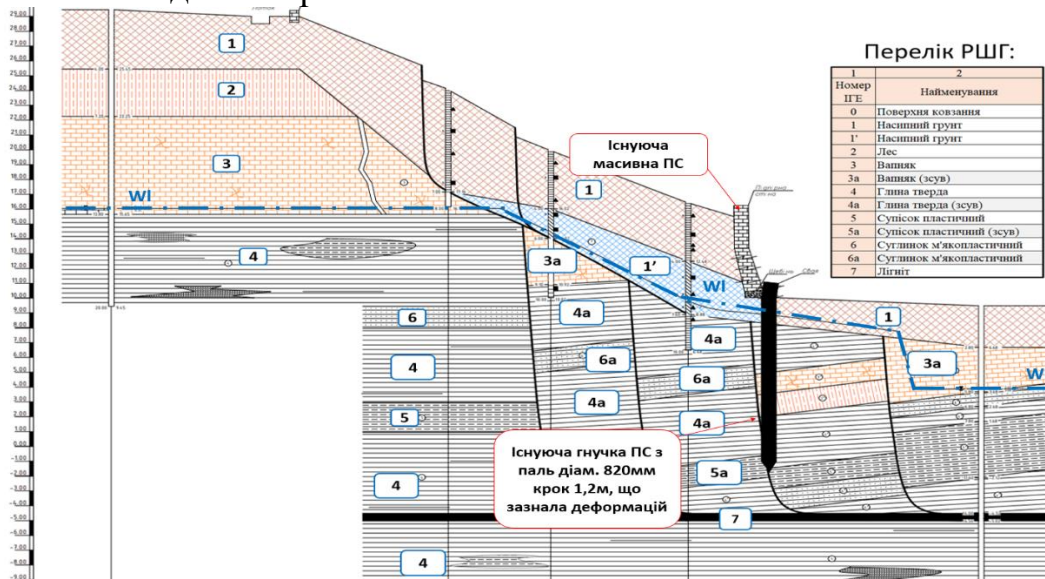


Рис.1. – Інженерно-геологічний переріз ділянки дослідження.



Рис.2. – Ділянка дослідження та деформації існуючих протизсувних споруд.

В попередньому проектному рішенні для забезпечення стійкості схилу та укосів котловану, глибиною 6м, а також для запобігання деформації існуючої масивної підпірної стіни було додатково запроєктовано нову підпірну стіну з буронабивних паль діаметром 820 мм, кроком 1,2, та довжиною 11 м. При розробці котловану до проектної відмітки відбувся зсув ґрунтових мас схилу, та відповідно деформації протизсувних споруд. Результати перевірки попереднього проектного рішення наведені на рис. 3.

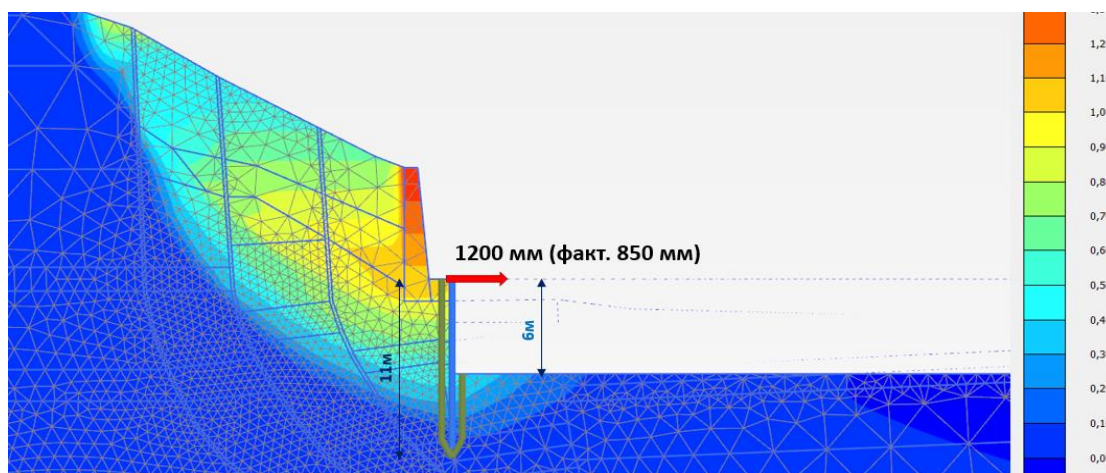


Рис.3 – Перевірка існуючого проектного рішення

Для забезпечення стійкості схилу та огороження котловану і зменшення деформацій існуючих протизсувних споруд в межах геологічного виконані розрахунки на міцність та стійкість для наступних варіантів конструктивних рішень:

1) Нова підпірна стіна влаштовується з буронабивних паль діаметром 1020 мм з кроком 1,1м в 2 ряди, відстань між рядами паль 1,0м. Результати розрахунку 1 варіанту нової підпірної стіни показано на рис. 4.

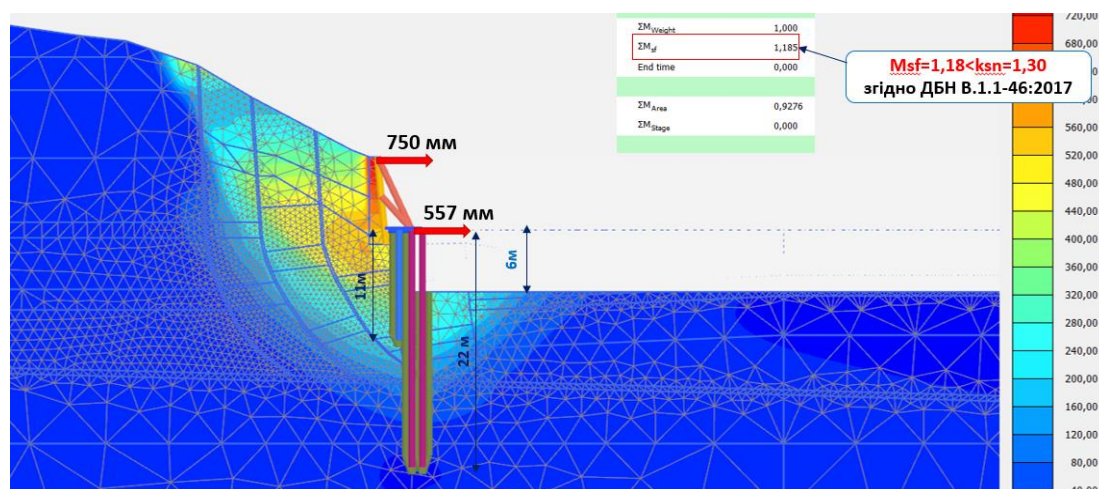


Рис.4 – Ізополя горизонтальних переміщень для 1 варіанту нової ПС

2) Нова підпірна стіна влаштовується з буронабивних паль діаметром 1020 мм з кроком 1,1м в 1 ряд, посилена контрфорс-ними палями діам. 1020мм з кроком 6,6м. Контрфорсні палі можуть бути видалені з конструкції підпірної стіни після влаштування плити перекриття в зоні відмітки +8,7. Результати розрахунку 2 варіанту нової підпірної стіни показано на рис. 5.

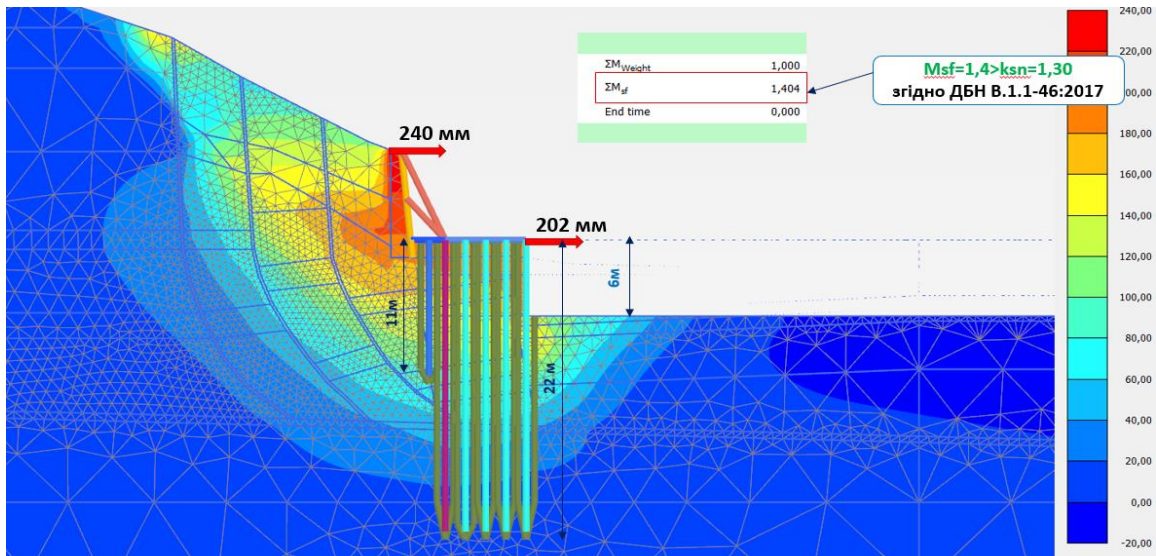


Рис.5 – Ізополя горизонтальних переміщень для 2 варіанту нової ПС

3) Нова підпірна стіна влаштовується з буронабивних паль діаметром 1020 мм з кроком 1,1м в 1 ряд, посилена розпірками (труба 820x12мм) з кроком 4м. Розпірки можуть бути видалені з конструкції підпірної стіни після влаштування плити перекриття в зоні відмітки +8,7. Результати розрахунку 2 варіанту нової підпірної стіни показано на рис. 6.

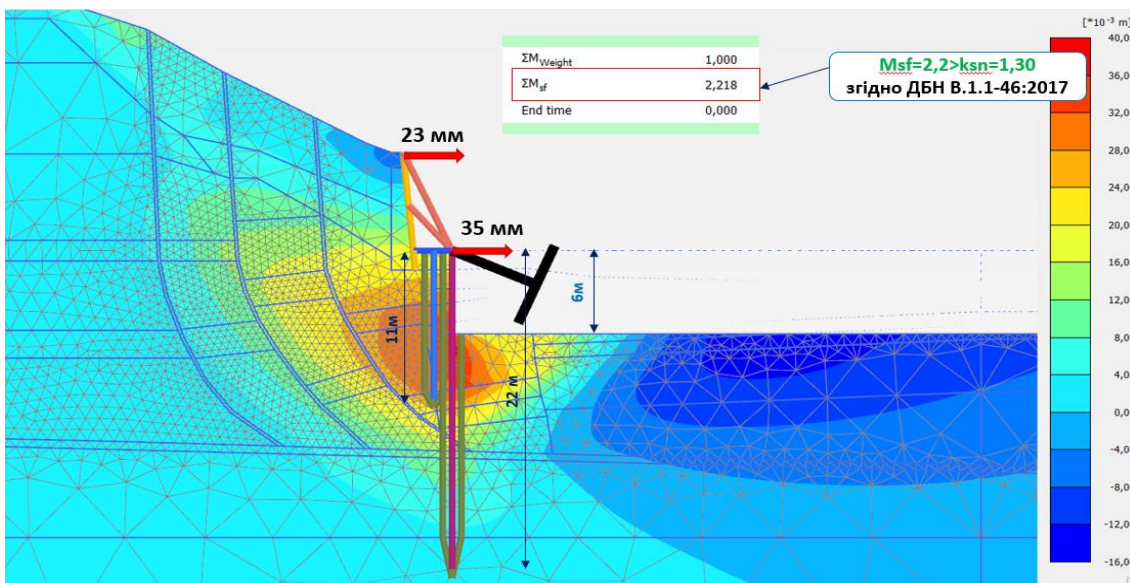


Рис.6 – Ізополя горизонтальних переміщень для 3 варіанту нової ПС

Варіанти 2 та 3 пораховані з можливістю передачі зусиль на проектуемі секції будівлі, контрфорси та розпірки прийняті в розрахунок до моменту передачі навантаження на конструкції будівлі і подальший їх демонтаж.

Аналізуючи результати розрахунків, що наведені на рис. 7, можна стверджувати, що переміщення протизсувних споруд та згинальні моменти, що виникають в палях при влаштування нової підпірної стіни з введенням

додаткових елементів для підвищення жорсткості значно менші в порівнянні з виконанням нової підпірної стіни з паль у 2 ряди.

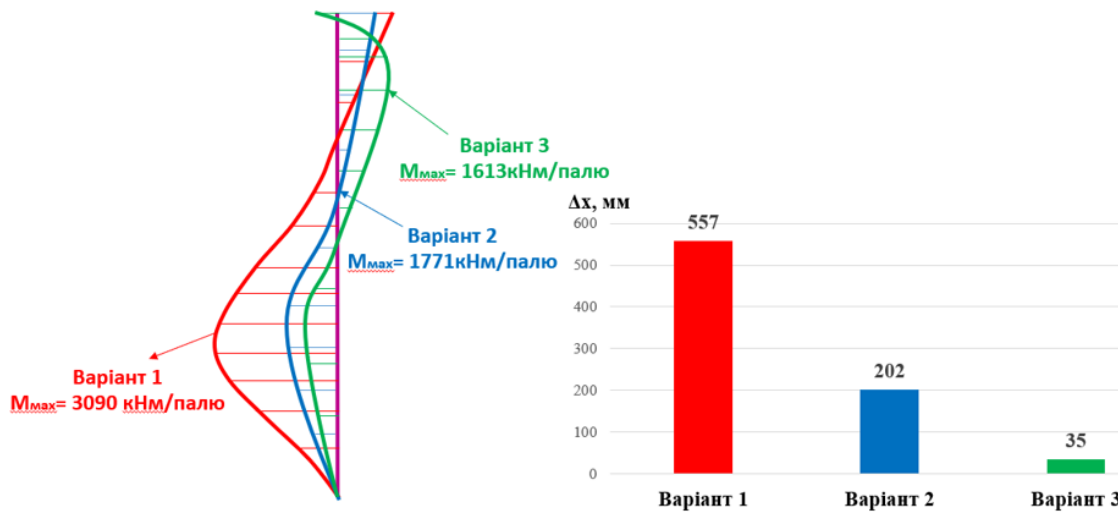


Рис. 7 – Порівняння згинальних моментів та переміщень що виникають в палях нової підпірної стіни для кожного з варіантів

Показано, що залежно від зміни просторової жорсткості підпірної стіни, що досягається шляхом введення додаткових елементів (контрфорсів, розпірок) можна отримати оптимальне рішення протизсувної конструкції і в подальшому ефективно запроектувати комплекс протизсувних споруд. Продемонстровано, що використання числового моделювання НДС елементів в системі «грунтовий масив схилу - підпирні стіни» дає можливість максимально коректно оцінити НДС конструкцій підпирних стін при зміні їх просторової жорсткості.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Зоценко М.Л. Моделювання напружено-деформованого стану зсувного схилу. / Зоценко М.Л., Винников Ю.Л., Харченко М.О., Марченко В.І., Виноградова А.М., Костенко В.О., Титаренко В.А. // Збірник наукових праць [Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка]. Сер.: Галузеве машинобудування, будівництво. – Полтава: ПолтНТУ, – 2013. – Вип. 3(38). Том 1. – С.160-196.
2. Ручківський В.В. Напружено-деформований стан підпирних стін в залежності від їх конструкцій / Ручківський В.В. // Науково-технічний збірник «Основи і фундаменти». – К.: КНУБА. – 2020. – Вип. 40. – С.76-82.

УДК 624.711

Малий Р.С., студент групи 192-22ск-1

Науковий керівник: Іванова Г.П., к.т.н., доцент кафедри БГТГМ

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

м. Дніпро, Україна

АНАЛІЗ БУДІВЕЛЬНОГО РИНКУ УКРАЇНИ, ЙОГО ОСОБЛИВОСТІ ТА МАЙБУТНЄ В УМОВАХ ВІЙНИ

Україна вже третій рік знаходиться у стані повномасштабної війни з російською федерацією, що значно впливає на будь-яку галузь, включаючи будівельну індустрію.

Основні проблеми:

- ✓ скорочення внутрішнього ринку будівельних матеріалів;
- ✓ проблеми імпорту будівельних матеріалів;
- ✓ дефіцит кадрів у будівельній галузі;
- ✓ зростання собівартості будівництва;
- ✓ форс-мажорні обставини;
- ✓ зміни структури та обсягів попиту у сфері будівництва і нерухомості;
- ✓ зміна потенційних покупців;
- ✓ нові особливості вибору житла покупцями;
- ✓ зміни в містобудівному законодавстві;
- ✓ підготовка до повоєнної відбудови.

1). Скорочення внутрішнього ринку будівельних матеріалів.

З початком повномасштабного вторгнення велика частина українських підприємств була змушена призупинити або обмежити виробництво, частина - переорієнтувалась на потреби ЗСУ. Безліч будівельних підприємств і об'єктів інфраструктури пошкоджено або зруйновано, багато підприємств на Півдні та Сході опинились на територіях активних бойових дій або в тимчасовій окупації, -так само, як і елементи логістики, постачальники сировини та комплектуючих. Енергетична криза, зокрема ушкодження інженерної інфраструктури, також негативно відобразилась на виробництві будівельної продукції.

Галузь відчула гострий дефіцит сировини і будівельних матеріалів - скла, металовиробів, будівельних сумішей, цегли тощо.

Зараз спостерігається скорочення внутрішнього ринку будівельних матеріалів через наступні фактори:

- зниження виробництва;
- обмеження на зовнішні поставки;
- послаблення попиту;

- зростання цін;
- зміни в асортименті.

2). Проблеми імпорту будівельних матеріалів.

Велику частку сировини і будівельних матеріалів доводиться імпортувати, але обсяги імпорту теж обмежені, оскільки портова інфраструктура практично не працює.

Також відбувається імпортозаміщення і перебудова логістики після відмови від товарів з країни-агресора та Білорусі, які раніше були переважаючими у багатьох сегментах (ринок скловати, бітуму та інших).

3). Дефіцит кадрів у будівельній галузі.

Відбулося скорочення кількості кваліфікованого персоналу в галузі через мобілізацію і еміграцію за кордон. Частина проектних і підрядних організацій припинили або скоротили свою діяльність, тому дефіцит персоналу відмічають практично всі учасники ринку.

Наразі будівельна галузь також стикається зі значними проблемами у забезпеченні кадрами:

- відтік робочої сили через конфлікт;
- обмеженість навчальних програм;
- зменшення привабливості галузі;
- потреба у спеціалізованій кваліфікації.

4). Зростання собівартості будівництва.

Зростання собівартості зумовлене, не в останню чергу, вищезгаданими чинниками - подорожчання ресурсів на фоні їх дефіциту (що стосується як вартості будівельних матеріалів, так і власне людських ресурсів).

Будівельна галузь стикалася зі зростанням собівартості будівництва через наступні фактори:

- ✓ підвищення цін на будівельні матеріали;
- ✓ збільшення витрат на працю;
- ✓ потреба у додатковій інфраструктурі та заходах безпеки;
- ✓ ризик і нестабільність;

5). Форс-мажорні обставини.

У кінці 2022 року до обстрілів, руйнувань, порушення логістики додалась ще одна форс-мажорна обставина - відсутність світла, що позначилося і на галузі будівництва.

Під час війни в Україні будівельна галузь стикається з численними форс-мажорними обставинами, які важко передбачити і врахувати в планах будівництва. Ось деякі з них:

- ✓ безпека та стабільність;
- ✓ обмеження доступу до ресурсів;
- ✓ підвищення цін та витрат;
- ✓ пошкодження інфраструктури;
- ✓ втрати та шкоди.

6). Зміни структури та обсягів попиту у сфері будівництва і нерухомості.

З початком повномасштабного вторгнення будівництво по всій країні зупинилося, але з другого півріччя 2022 року на віддалених від фронту і на звільнених територіях роботи поступово почали відновлюватися.

Це пов'язано як з об'єктивними, так і з психологічними чинниками: в умовах невизначеності як забудовники, так і покупці не надто схильні до значних інвестицій. Серед основних напрямів будівництва, які розвиваються навіть під час війни, можна виділити такі:

1. Відновлення пошкоджених будівель і об'єктів інфраструктури;

2. Житлове будівництво, в тому числі будівництво житла для внутрішньо переміщених осіб;

3. Промислове будівництво і переоснащення підприємств, що стимулюється зміною місця розташування виробництв і змінами в логістиці;

4. Будівництво об'єктів цивільного захисту, військового і подвійного призначення, захист об'єктів інфраструктури.

7). Зміна потенційних покупців.

З одного боку, купівельна спроможність населення значно зменшилася. З іншого - навіть за наявності коштів, в умовах невизначеності покупці важко наважуються інвестувати в нерухомість, частина потенційних покупців займає вичікувальну позицію.

Під час війни в Україні відбувається зміна потенційних покупців у будівельній галузі через різні обставини. Ось деякі цікаві факти про цю ситуацію:

✓ збільшення попиту на житло в безпечних регіонах;

✓ потреба у пристосуванні будівель для потреб військових чи гуманітарних організацій;

✓ зменшення попиту на розкішне житло;

✓ підвищений інтерес до безпечних житлових комплексів та котеджних містечок.

8). Нові особливості вибору житла покупцями.

Війна змусила людей більш виважено ставитись до інвестицій у нерухомість. Ті, хто все ж наважується на купівлю житла, віддають перевагу готовим квартирам або житлу із високим ступенем готовності переважно у західних чи центральних регіонах України або в Києві.

Наразі при купівлі житла покупці почали звертати увагу на наступне:

1. Наявність в будинку автономної або резервної інженерної інфраструктури (власна котельня, генератори для місць загального користування; додаткові вводи електроенергії тощо);

2. Більшим попитом користуються нижні поверхи: як з точки зору безпеки, так і доступності на випадок відключення світла;

3. Наявність в будинку сховища, укріпленого підвалу з кількома виходами і санвузлами;

4. Перевага, як правило, надається квартирам з меншою квадратурою - функціональним і дешевшим, що мають меншу вартість обслуговування.

9). Зміни в містобудівному законодавстві.

Реформування містобудівної галузі продовжується і під час війни. З початку повномасштабного вторгнення прийнято безліч нормативно-правових актів у містобудуванні, частина з яких регулює правовідносини на час воєнного стану, а інша - буде діяти і після його завершення.

В пріоритеті - відбудова країни, втілення нових стандартів безпеки і цивільного захисту, полегшення оформлення дозвільної документації, поглиблення цифрових технологій і подальший розвиток Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва, що має сприяти прозорості, законності і усуненню корупційної складової.

10). Підготовка до повоєнної відбудови.

Планування відбудови країни доцільно починати, не чекаючи завершення війни. Процес вже розпочався зі створення «Плану Відновлення України», в рамках якого визначено перелік Національних програм для досягнення ключових результатів. «U-LEAD з Європою» розпочав надання підтримки 24 відібраним громадам у розробці «Програм комплексного відновлення території» та «Планів відновлення та розвитку громади». Програма комплексного відновлення території - це аналітично-просторовий документ, який визначає основні містобудівні та соціально-економічні пріоритети політики відновлення території, постраждалої внаслідок збройної агресії.

Важливо розуміти, що відбудова країни не має бути просто відтворенням того, що існувало раніше. Повоєнна відбудова України передбачає не лише містобудівну і архітектурну, а й економічну і соціокультурну модернізацію країни.

Будівництво в Україні під час війни відбувається в особливих умовах, які накладають свої особливості і вимоги на будівельну індустрію. Ось деякі особливості будівництва в таких умовах:

1. Безпека: Першочерговим пріоритетом під час будівництва в зоні конфлікту є безпека робочої сили. Це означає, що будівельні проекти мають бути ретельно сплановані і виконані з урахуванням можливих загроз та ризиків.

2. Особливі вимоги до інфраструктури: У зоні війни можуть бути пошкоджені або зруйновані інфраструктурні об'єкти, такі як дороги, мости, електромережі тощо. Тому будівництво нових або відновлення пошкоджених інфраструктурних об'єктів є надзвичайно важливим завданням.

3. Економічні обмеження: Війна може призвести до скорочення бюджетних коштів, які виділяються на будівництво. Це може обмежити обсяги та швидкість виконання будівельних проектів.

4. Необхідність швидкості та мобільності: Умови війни можуть вимагати швидкого введення в експлуатацію нових будівель або реконструкцію

існуючих. Це може призвести до використання швидких та мобільних методів будівництва.

5. Виклики зв'язані з ресурсами: Умови війни можуть призвести до складнощів з постачанням будівельних матеріалів та обладнання. Це може вимагати знаходження альтернативних джерел постачання або використання місцевих ресурсів.

6. Соціальні та гуманітарні аспекти: Будівництво в зоні конфлікту також може включати гуманітарні проекти, такі як відновлення житлових будівель для внутрішньо переміщених осіб або надання засобів до існування населенню.

Прогнозувати майбутнє будівельної галузі в Україні під час війни є складним завданням, оскільки військові конфлікти і політичні нестабільності значно ускладнюють економічний прогноз.

Загалом, можна вказати на кілька можливих напрямків розвитку цієї галузі в таких умовах:

Реконструкція та відновлення інфраструктури: Після закінчення війни буде потрібно відновлювати пошкоджені будівлі, дороги, мости, інші об'єкти інфраструктури. Це може стати значним джерелом робочих місць і стимулювати розвиток будівельної галузі.

Зміна споживчих пріоритетів: Під впливом війни може змінитися споживчий попит на житло, комерційні приміщення та інші типи будівель. Наприклад, попит на житло в місцях, які не постраждали від конфлікту, може зрости, в той час як попит на будівництво торгових центрів у зоні конфлікту може зменшитися.

Залучення інвестицій: Після закінчення війни може відбутися масштабне залучення інвестицій у будівельний сектор для відновлення інфраструктури та розвитку нових об'єктів.

Загалом, майбутнє будівельної галузі в Україні під час війни буде залежати від багатьох факторів, включаючи тривалість конфлікту, рішення політичних лідерів, зміни в економічній ситуації та вплив міжнародних факторів.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. <https://misto.lun.ua/2023>
2. <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/07/31/702741/>
3. <https://clcgroupp.com.ua/blog/tendenciyi-v-budivelnij-galuzi-pid-chas-voyennogo-stanu/>

УДК 624

Хоронжевський М.В., аспірант

Науковий керівник: Бондарева Л.О., к.т.н., доцент

Київський національний університет будівництва і архітектури
м. Київ, Україна

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ СХИЛУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ОПОР ТРУБОПРОВОДУ ДЛЯ ПІДСИЛЕННЯ ОСНОВИ

На території України існує велика кількість ділянок, що розрізані балками чи ярами, які в процесі життєдіяльності людини піддаються освоєнню. Досить часто ці території відносяться до зсувонебезпечних чи активних зсувних схилів, для яких необхідно виконувати комплексну оцінку стійкості схилу та нерідко розробляти заходи щодо підвищення його стійкості.

Ділянка на основі якого виконано дослідження знаходиться в межах I-V надзаплавних терас правого берега долини р. Прут. За геоморфологічними ознаками ділянка відноситься до ерозійно-зсувного схилу із загальною висотою близько 85м, абсолютні відмітки поверхні рельєфу змінюються від 167м до 250м а середній ухил складає 19%, сягаючи у верхній частині 26-30%.

У геологічній будові схилу приймають участь сучасні четвертинні та неогенові відклади. З поверхні схилу залягає шар напівтвердого суглинку (ІГЕ-9), нижче розташовано шарувату товщу твердих глин (ІГЕ-10, 11) з частими прошарками та лінзами пілуватих пісків, які виступають водотривом для водоносного горизонту. У підніжжя схилу знаходиться напластування алювіальних (ІГЕ-6, 7) та алювіально-делювіальних відкладів (ІГЕ-5, 8), що представлені суглинками, супісками та пісками з потужністю до 10м.

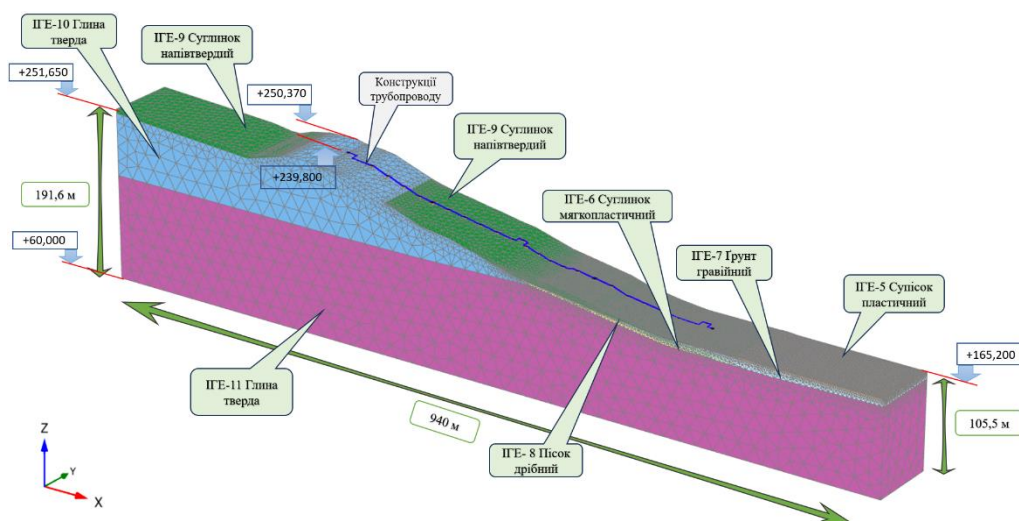


Рис.1 – Розрахункова схема в ПК Plaxis 3D CE V21 з інженерно-геологічними умовами ділянки схилу

За даними спостережень та інженерно-геологічних вишукувань територія відноситься до зсувного схилу, що підтверджується наявними на схилі ознаками постійно протікаючих зсувних процесів. За визначенням, це зсув річкової долини, в якому відбувається ковзання по поверхнях зміщення, що збігаються, чи частково збігаються з поверхнями послаблення, в поєднанні з дією фільтраційних сил.

На даній ділянці схилу, в минулому, було влаштовано металевий трубопровід надземного прокладання на опорах з різними типами конструкцій: від плит товщиною 250-300мм та масивних з/б опор до буронабивних паль діаметром $\varnothing 920$ мм та забивних паль квадратного перерізу $0,35 \times 0,35$ м. За результатами інструментального обстеження паль неруйнівними методами було встановлено довжину паль, яка коливається в межах 11,6-20,2м із закономірним зростанням до низу схилу. За 40-річний період експлуатації у трубопроводі не раз відбувалися розриви з витоком води, а існуючі опори трубопроводу зазнали значних горизонтальних переміщень (до 577мм) у бік низу схилу, спричинених зсувними процесами. Крім того було зафіксовано порушення суцільності оголовків та стовбура паль на глибині 9-11м від голови палі в частині опор. Наявні пошкодження паль розташовані переважно в зоні потенційної поверхні ковзання, що приурочені до ділянки руху ґрунтових вод.

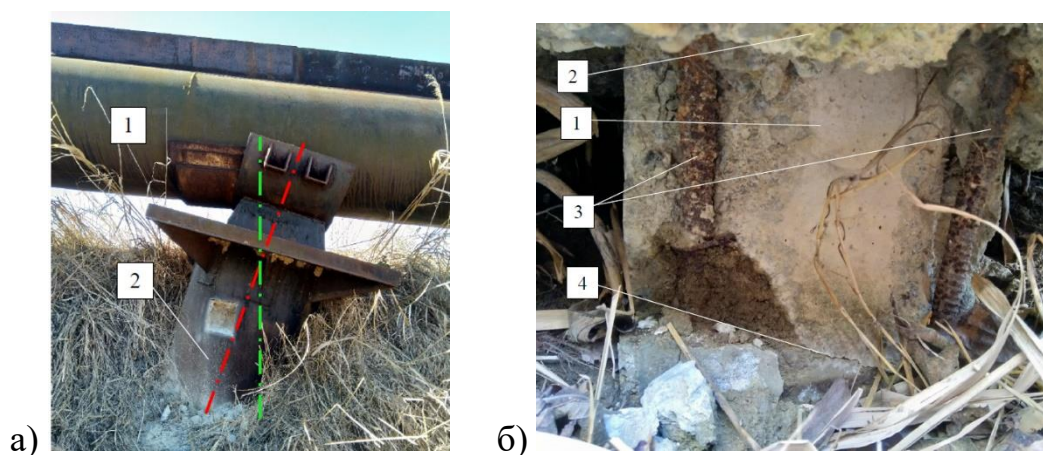


Рис.2 – Пошкодження та деформації існуючих опор трубопроводу: а) відхилення від проектного положення паль, б) пошкодження оголовка забивних паль

Зазначені руйнування та понаднормові деформації опор трубопроводу призвели до необхідності розробки нового проекту реконструкції водоводу з виконанням опор, що виконуватимуть подвійну функцію, забезпечуючи проектне положення надземного водоводу протягом періоду експлуатації та виконуючи роль глибоких стабілізуючих елементів, що працюють на зсув, забезпечуючи довготривалу стабілізацію зсувного схилу.

Для оцінки стійкості схилу використовують різні методики розрахунку, основні з них це метод граничної рівноваги та метод скінченних елементів. Перший, реалізований в інженерних розрахунках, що базуються на силових схемах рівноваги ґрунтових масивів, при цьому досить важливим питанням є правильний вибір поверхні, по якій можливе зміщення ґрунту [2]. Згідно чинних норм, положення поверхні ковзання зсуву необхідно встановлювати за результатами інженерно-геологічних досліджень та серії розрахунків, враховуючи ослаблені зони та прошарки ґрунтів. При цьому слід враховувати, що для зсувних схилів, в ґрунтах на поверхнях зміщення відбувається руйнування жорстких структурних зв'язків і відсутнє питоме структурне зчеплення [1]. Одним з основних чинників, що може спричинити активізацію та поширення зсуву є перешарування водопроникних шарів (піщаних) з водотривкими (глинисті) пластами, внаслідок чого може відбуватись додаткове зволоження ґрунтів і утворення так званої «ковзанки» на поверхні різних типів ґрунту. Також до найбільш небезпечних факторів слід віднести фільтрацію води та зміну гідрогеологічного режиму (підняття та зниження РГВ), що в свою чергу призводить до зміни фізико-механічних властивостей ґрунтів.

Наявні інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови ділянки схилу а також характер пошкодження існуючих паль опор трубопроводу дозволяють зробити припущення про можливі положення поверхні зсуву та виконати розрахунки стійкості схилу в природньому стані.

Для пошуку потенційних поверхонь ковзання та розрахунку коефіцієнта стійкості схилу по заданим поверхням, використано розрахунковий модуль «Стійкість схилу» геотехнічного програмного комплексу GEO5, в онові якого лежить метод граничної рівноваги. Оцінку стійкості схилу виконано на основі прийнятого розрахункового створу, що співпадає з напрямком розташування трубопроводу та прогнозованого руху зсуву по найбільшій крутизні земної поверхні. Розрахункові величини характеристик міцності для ґрунтів природньої структури визначено на основі лабораторних випробувань зразків ґрунту непорушеної структури при одноплощинному зрізі в умовах природної вологості, для ґрунтів по поверхнях і зонах зміщення (послаблення) характеристики визначались за схемою зсувних випробувань «плашка по плашці» по підготовленій та змоченій поверхні.

Для інженерних розрахунків використано метод Г.М. Шахунянца, що базується на розв'язанні плоскої задачі при наявності фіксованої поверхні зсуву та виконання умов рівноваги сил в окремих блоках над поверхнею ковзання. Згідно даного методу коефіцієнт стійкості визначається за формулою:

$$K_u = \frac{\sum_{i=1}^n [(P_{Ni} - U_i) \tan \varphi_i + c_i l_i + |P_{Qi,ud}|] \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)}}{\sum_{i=1}^n P_{Qi,sd} \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)}} \quad (1)$$

За результатами розрахунків схилу в природньому стані встановлено, що для визначених найбільш небезпечних поверхонь ковзання умова стійкості не виконується, а розрахунковий коефіцієнт стійкості схилу становить $k_{st}=1.09$ та $k_{st}=1.13$, що менше нормативного $k_{sn}=1.3$ (для середнього класу наслідків СС2) [1]. Дані результати свідчать, що схил знаходиться в положенні близькому до стану критичної рівноваги та потребує додаткових заходів, щодо підвищення стійкості схилу. Для вирішення даного питання використано комплексний підхід щодо підсилення основи в межах потенційних поверхонь зсуву шляхом використання стабілізуючих паль по яким влаштовано опори трубопроводу.

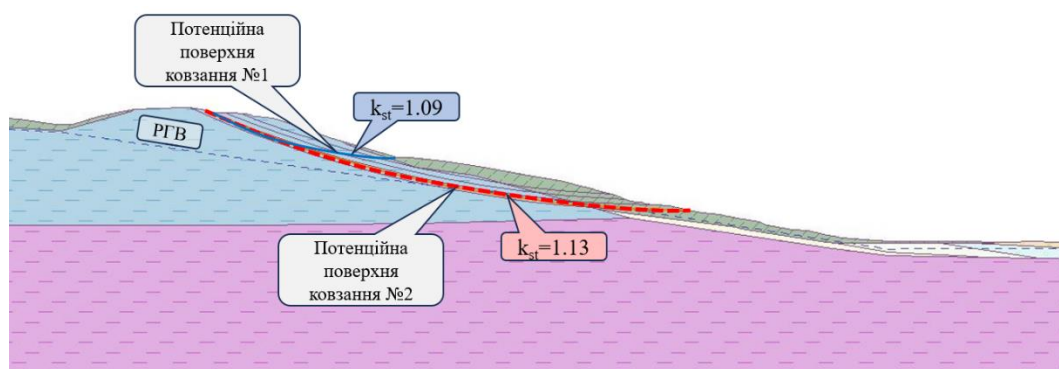


Рис.3 – Результати розрахунків стійкості схилу в природньому стані в ПК GEO5

Для оцінки напружено-деформованого стану (НДС) схилу та визначення ефективних параметрів стабілізуючих елементів опор, було використано числове моделювання на основі методу скінченних елементів (МСЕ). Для цього було створено тривимірну числову модель з ґрунтовим масивом в програмному комплексі Plaxis 3D SE V21, яка враховує геометричне розташування конструкцій опор трубопроводу, рельєф та стратиграфію геологічної будови. Для розрахунків прийнято нелінійну модель деформування ґрунтів з критерієм міцності Кулона-Мора. При використанні МСЕ, оцінку стійкості схилу виконують шляхом визначення «коефіцієнта безпеки» ΣM_{sf} при застосуванні так званого методу «Phi/c reduction», для якого виконується покрокове зниження параметрів міцності (c , ϕ) при визначенні опору зсуву до моменту руйнування. Даний коефіцієнт виражає співвідношення вихідних параметрів міцності ґрунту до знижених значень властивостей, що відповідають стану рівноваги.

На попередньому етапі було визначено напружено-деформований стан ґрунтового масиву для числової моделі що повторювала інженерний розрахунок в природньому стані та визначено коефіцієнт стійкості схилу $k_{st}=1.123$, який корелює з отриманими значеннями при використанні методу граничної рівноваги. Для визначення надійних параметрів опор, які б

забезпечували стійке положення трубопроводу на ділянці схилу виконано ряд розрахунків при варіації різного положення в просторі, конфігурації, довжини паль та їх діаметрів. За результатами оцінки напружено-деформованого стану схилу визначено розрахунковий коефіцієнт стійкості схилу $k_{st}=1.406$. Крім того, на основі аналізу НДС стабілізуючих конструкцій опор за умов роботи на зсув, визначено оптимальні параметри паль та зусилля в них: буронабивні палі діаметром 1020мм та довжиною 22м, що розташовуються попарно і забезпечують прорізання потенційних поверхонь ковзання та анкерування в стійкі ґрунти. При цьому слід відзначити, що найбільш небезпечна поверхня ковзання перемістилась по глибині ґрунтового масиву за рахунок влаштування додаткових вертикальних елементів підсилення основи в зоні потенційного зсувного блоку ґрунту.

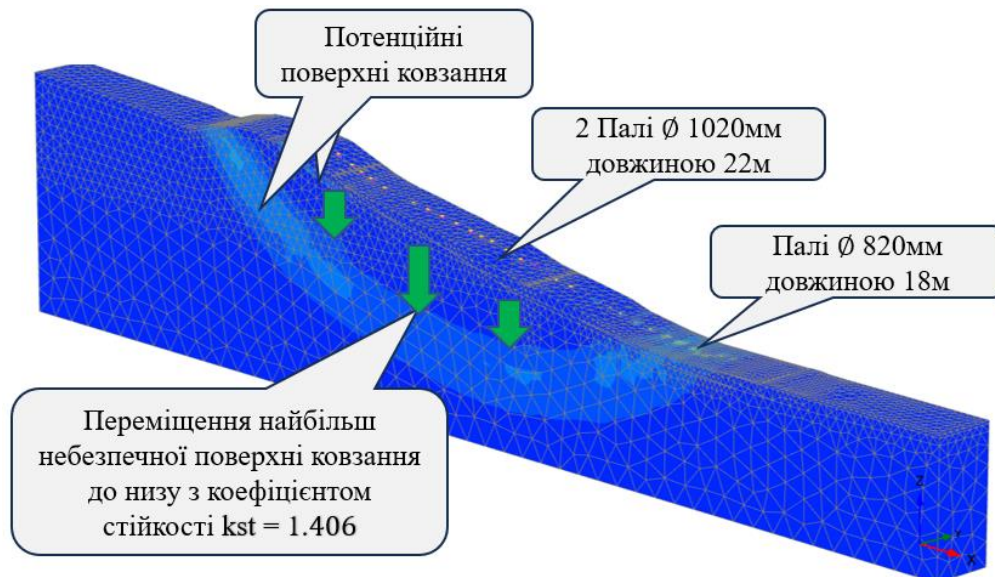


Рис.4 – Розрахунок стійкості схилу зі стабілізуючими опорами в Plaxis 3D CE V21

Таким чином, в даній роботі показано принцип визначення стійкості схилу та його підсилення при використанні переваг кожного методу на основі реального об'єкту. Застосування методу граничної рівноваги при інженерних розрахунках у поєднанні з аналізом інженерно-геологічних досліджень дозволяють з відносною простотою визначити ймовірні поверхні ковзання та визначити розрахункові коефіцієнти стійкості для кожної з них. Реалізація МСЕ при числовому моделюванні дозволяє виконати подальшу оцінку НДС ґрунтового масиву та стабілізуючих конструкцій, визначити стійкість схилу з урахуванням еволюції будівництва та навантажень, зміни гідрогеологічного режиму ділянки, а також визначити ефективні параметри опор та підібрати армування на основі розрахункових зусиль.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДБН В. 1.1-46:2017. Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – 2017. – 43 с.
2. Тютькін О. Л. Критичний огляд методів розрахунку стійкості укосів і схилів/ О. Тютькін, О. Дубінчик, В. Кільдєєв// Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. – Д.: УДУНТ. – 2023. – Вип.23. – С. 79-87.
3. Носенко В.С. Оцінка стійкості схилу з використанням різних розрахункових методів/ В. Носенко, Л. Скочко, А. Маламан// Основи фундаменти: Науково-технічний збірник. – К.: КНУБА. – 2021. – Вип. 43. – С. 40-51.

УДК 528.7

Чорний Б.В., студент групи ГЗ1-22
Запорізький будівельний фаховий коледж
м. Запоріжжя, Україна

МОНІТОРИНГ КРЕНУ ДЗВІНИЦІ СОФІЙСЬКОГО СОБОРУ

Крен будівлі є одним із критеріїв, що визначає можливість її безпечної експлуатації. Однак у багатьох випадках крен фундаменту на різних етапах життєвого циклу будівельного об'єкта перевищує допустимі нормативні величини, а іноді - й граничні.

Основними причинами кренів будівель є:

- помилки при проведенні вишукування та проектування;
- низька якість геотехнічних робіт;
- вплив природних та техногенних факторів на основу та фундаменти.

Внаслідок наднормативних кренів будівель та споруд може статися їхнє обвалення, замикання деформаційних швів між суміжними будівлями, руйнування окремих будівельних конструкцій або утворенням у них тріщин, відмова в роботі технологічного обладнання.

Так, наприклад, у м. Караганді (Казахстан), у квітні 2012 р., у новому житловому комплексі, внаслідок розвитку протягом кількох днів наднормативного крену, стався обвал чотирьох під'їзних п'ятиповерхових житлових будинків.

Розвиток інформаційних технологій та експериментальних методів неруйнівного контролю сприяє вирішенню сучасних проблем будівельної галузі, що пов'язані з аналізом поточного технічного стану будівель та споруд і прогнозуванням його змін у майбутньому.

При цьому зростають вимоги до точності прогнозу зміни технічного стану будівель та споруд; їх безпосередній зв'язок з проблемами території: врахування деградації ґрунтів основи, підтоплення території, підвищення сейсмічної активності та ін. Все це потребує системного аналізу багатьох факторів впливу, які раніше не бралися до уваги, нових методів, прецизійних чутливих елементів та нових інформаційних технологій, які здатні синтезувати в собі все вищезгадане.

Дзвіниця була споруджена в 1699-1706 рр. за часів гетьмана Івана Мазепи і митрополита Варлаама Ясинського. Її архітектор невідомий, спочатку дзвіниця була триярусною, увінчаною невеликою банею з високим шпилем.

Оскільки дзвіницю зведено на місці давнього яру, невдовзі після спорудження її верхні яруси почали руйнуватися.

Внаслідок землетрусу 1742р. вони дали значні тріщини, які загрожували обвалом. В 1744-1748рр. два верхніх яруси були розібрані й перебудовані. Від

первісної споруди збереглися лише нижній і більша частина другого ярусу дзвіниці, а її третій ярус і купол були відбудовані заново.

В середині XIX ст. Дзвіниця занепала і почала втрачати домінуючу роль в містобудуванні міста. Під час проведення у Софійському соборі ремонтно-реставраційних робіт у 1851-1852 рр. за проектом архітектора П. Спарро над дзвіницею надбудували четвертий ярус з дерев'яною банею грушовидної форми і верхівкою. У такому вигляді дзвіниця зберіглася до наших днів, за винятком деяких частин ліпного орнаменту. У роки громадянської і вітчизняної воєн в дзвіницю потрапляли снаряди, у тому числі в нижній, найдавніший ярус [1].

Сьогодні всі древні споруди вимагають чималих зусиль для забезпечення їх збереження, що в свою чергу передбачає проведення комплексного геотехнічного моніторингу з метою своєчасного виявлення критичних величин деформацій, встановлення причин їх виникнення, прогнозування розвитку деформацій, напрацювання і впровадження заходів для усунення небажаних деструктивних процесів.

Однією з важливих складових комплексного геотехнічного моніторингу пам'яток архітектури є система контролю геодезичних параметрів на основі високоточних інженерно-геодезичних спостережень, які проводяться з метою отримання максимально повної і найбільш достовірної інформації про динамічні характеристики розвитку деформаційних процесів в просторі і часі.

Досягнення цієї мети можливе лише за умови вибору і здійснення в натурних умовах оптимального проекту геодезичної мережі і відповідної методики геодезичних спостережень. На сьогоднішній день завдання моніторингу об'єктів і аналізу деформацій є найбільш складними в геодезичній галузі, тому що виконуються за індивідуальними проектами і вимагають максимальної точності вимірювань.

Геодезичні спостереження на території ансамблю Софійського собору розпочалися в липні 1995 року з досліджень за станом Дзвіниці. Точність спостережень була досить невисокою, що не дозволяло виявити незначні тенденції деформаційних процесів. З вересня 2002 р. почалося створення комплексної системи геотехнічного моніторингу на території ансамблю споруд Софійського собору.

Метою комплексного моніторингу стало виявлення причин негативних явищ, завчасне запобігання їх розвитку і наукове обґрунтування заходів щодо збереження древніх будівель, зокрема Софійського собору і Дзвіниці.

На разі на території заповідника розгорнута система контролю геодезичних параметрів, до складу якої входить:

- Група з 3-х глибинних реперів на підвір'ї Софійського собору, глибина до 19 метрів, стабільність не гірше 0,3 мм на рік.
- Ґрунтові пункти геодезичної основи.
- Ґрунтові і стінні репери.

- Осідальні марки.
- Пункти планово-висотної основи всередині споруд.
- Фасадні марки з відбиваючими плівками на фасадах Дзвіниці (76 шт).

Спостереження виконувались методом геометричного нівелюванням коротким променем за програмою спостережень II-го класу нівелювання (в двох напрямках при двох горизонтах інструмента).

Для спостереження використовувались прецизійні цифрові нівеліри з комплектом штрихових інварних рейок. Точність визначення перевищень в межах 0,15 мм. Похибка визначення осідань не перевищує 0,5 мм в найбільш віддалених і слабких місцях відносно вихідних глибинних реперів.

В кожному циклі проведено контроль стабільності глибинних та ґрунтових реперів висотної геодезичної основи шляхом прокладання між ними окремих нівелірних ходів за програмою II-го класу нівелювання в прямому і зворотному напрямках.

Спостереження за зміною крену (відхилення від вертикалі вісі споруди) виконується в межах кам'яної частини Дзвіниці (до відмітки 48 м). Для спостережень використовуються спеціально закладені марки на всіх фасадах та ярусах.

Отримані результати спостережень свідчать про систематичне зростання крену будівлі Дзвіниці в період з 2003 р. до теперішнього часу, причому крен за цей час змінював напрямок (на початку досліджень крен мав північно-східний напрямок, в останні роки - південно-західний).

Максимальне відхилення вісі Дзвіниці - в 2011 р. - склало 179 мм в південному напрямку і 59 мм в східному.

Згідно ДБН В.1.1-5-2000 допустима величина відхилення від вертикалі для «Культових жорстких споруд (дзвіниці, мінарети), що стоять окремо» складає 0.004H. Максимально допустиме значення відхилення від вертикалі Дзвіниці Софійського собору становить 192 мм.

Зміна величини і напрямку крену корелюється з значеннями крену, отриманого за результатами спостережень осідальних марок на рівні цоколю фундаменту.

По будівлі Дзвіниці за 20 років спостережень західний фасад споруди осів на 17,3 мм, а східний на 6,0 мм.

Середнє осідання споруди Дзвіниці за час проведення спостережень становить -13,2 мм, це $\approx 0,62$ мм/рік. Найбільше осідання 20,5 мм та 19,3 мм за весь період спостережень, починаючи з 1995 року, на серпень 2015р. мають марки південно-західного кута споруди Дзвіниці [2].

Останніми роками в країнах Євросоюзу, США йде активний процес розробки різних інформаційно-вимірювальних систем моніторингу будівельних об'єктів. Державним підприємством «Державний науково-дослідним інститутом» і ТОВ «Геоінжинірінг» розроблена автоматизована інформаційно-вимірювальна система АІВС «Моніторинг» [3].

У четвертому кварталі 2012 року з внутрішньої сторони зовнішніх стін Дзвіниці, на висоті 2,0 метра від рівня підлоги, були встановлені чотири датчики крену (локальна інформаційно-вимірвальна система «Моніторинг»).

Датчик крену конструктивно складається із чотирьох індуктивних перетворювачів, розташованих симетрично по окружності перпендикулярно маятнику.

Усі індуктивні перетворювачі встановлюються у вихіднім положенні на однаковій відстані від маятника. Нитка маятника кріпиться до корпусу датчика, який у свою чергу жорстко закріплюється на контрольованому об'єкті (рис. 1).

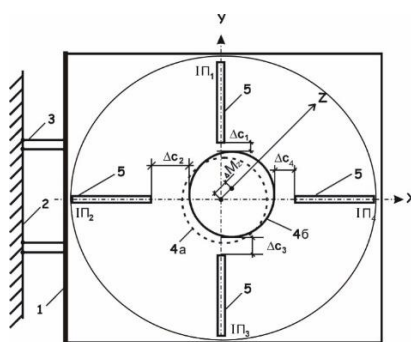


Рис.1 – Конструкція універсального індуктивного датчика крену: 1 - корпус датчика; 2 - контрольований об'єкт; 3 - конструкція кріплення датчика; 4 - маятник: а) у початковім положенні, б) у зміщеном положенні; 5 - індуктивний перетворювач, (ІП1 ... ІП4); $\Delta c_1 ... \Delta c_4$ - відстані між маятником і індуктивними перетворювачами (у початковім положенні - $\Delta c_1 = \Delta c_2 = \Delta c_3 = \Delta c_4$); x, y - осі координат; Z - напрямок зсуву маятника; ΔM_z - величина зсуву осі маятника

Знімання інформації з датчиків здійснюється вручну (раз на місяць) з використанням приладу виміру індуктивності.

Для розрахунку і візуалізації деформацій контрольованих будівельних конструкцій була розроблена програма Pendulum.

В основу розрахункової програми покладено модель поля індуктивності. А саме функція $L(x, y)$ значення якої є індуктивність котушки при заданому положенні x, y маятника.

Вихідними для програми є результати вимірювань, знятих з датчика. Для побудови моделі було представлено понад 1300 вимірених значень індуктивностей котушок датчика за різних положень маятника.

В таблиці №1 наведено результати моніторингу Дзвіниці з використанням локальної інформаційно-вимірвальної системи «Моніторинг», а на рис. 2 графіки зміну крену маятників датчиків №№1-4 за весь час спостереження (19.10.2012-24.03.2024). Датчик №1 в процесі моніторингу зазнав механічного впливу.

Таблиця 1

Результати моніторингу Дзвіниці з використанням локальної інформаційно-виміральної системи «Моніторинг»

№ датчика	Величина зміщень з 19.10.12 по 24.03.24, (мм)	Величина зміщень з 24.02.24 по 24.03.24 (мм)	Крен	Крен, град
N1	0,538	0,001	0,0030	0,1710
N2	0,158	0,004	0,0009	0,0500
N3	0,303	0,005	0,0017	0,0970
N4	0,132	0,003	0,0007	0,0420

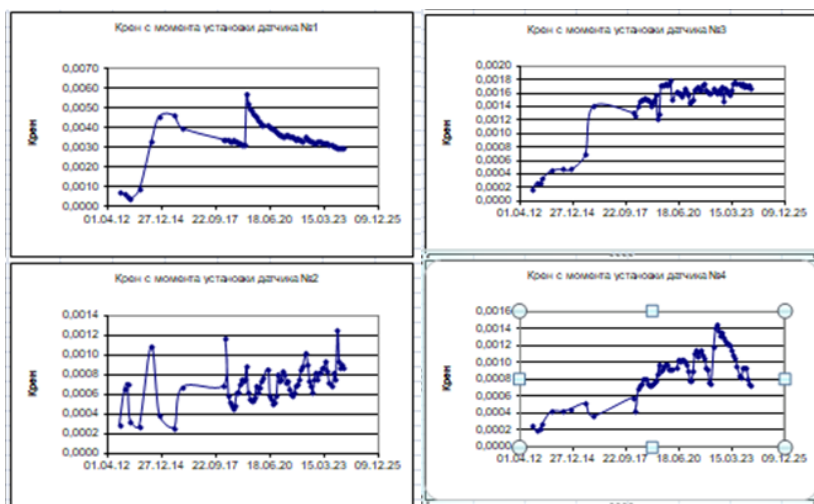


Рис. 2. – Графіки зміну крену маятників датчиків №№1-4 за весь час спостереження.

Висновки:

1. Дзвіниця, що входить в архітектурний ансамбль національного заповідника «Софія Київська», є складною інженерною спорудою і зазнає різних дій від природних і техногенних чинників.

2. Максимальне відхилення вісі Дзвіниці в 2011р. склало 179мм в південному напрямку і 59 у східному.

Максимально допустиме значення відхилення від вертикалі становить 192мм.

3. В 2012р. з внутрішньої сторони зовнішніх стін Дзвіниці були встановлено чотири датчика крену. Горизонтальні зміщення маятника за період з 19.10.2012-24.03.2024 склало 0,132-0,538мм, крен в градусах 0,0420-0,1710.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Шокарев В.С., Матвеев І.В., Анкянець Н.Ю., Молочкова Н.М. Науково – технічний супровід Дзвіниці Софійського собору // Збірник наукових праць (Галузеве машинобудування, будівництво). – 2013. – Вип. 3(2). – Полт НТУ, С. 393-401.
2. Дишлик О.П. Система контролю геодезичних параметрів в складі комплексного геотехнічного моніторингу об'єктів національного заповідника "СОФІЯ КИЇВСЬКА" // Науково-технічний журнал «Світ геотехніки» №2, 2016, С. 30-32.
3. Шокаръов В.С., Болотов Ю.К., Шокаръов А.В. Нахил будівель та споруд, причини, технологи вирівнювання та моніторингу, практика // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Науково-технічний прогрес у будівництві». – Баку, Азербайджан, 2014, С. 139-144.

УДК 338

Пивовар Ю.Ф

Науковий керівник: Дубницький В.І., д.е.н., професор

Університет імені Альфреда Нобеля

м. Дніпро, Україна

ВПЛИВ ТОВАРНОЇ ПОЛІТИКИ НА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ У СФЕРІ БУДІВНИЦТВА

Вплив товарної політики на конкурентоспроможність будівельного підприємства є критично важливим аспектом успішного функціонування на ринку будівництва. Правильно побудована товарна стратегія дозволяє підприємству ефективно реагувати на вимоги ринку, привертати нових клієнтів та утримувати існуючу клієнтську базу.

Перш за все, стратегічне планування товарної політики є ключовим фактором. Ефективне планування асортименту послуг та матеріалів, їх адаптація до потреб замовників та постійне оновлення пропозиції дозволяють підприємству виходити вперед конкурентів. Головний напрям товарної політики підприємств полягає у створенні нових товарів або послуг та освоєнні нових ринків. Ефективність товарної політики повинна оцінюватися не тільки кількістю угод зі споживачами, але й рівнем довгостроковості відносин з ними. Для цього потрібно створювати оптимальний асортимент високоякісних послуг та продавати їх за конкурентоспроможними цінами [1].

Ефективна товарна політика дозволяє підприємству:

- Задовольняти потреби цільових ринків та отримувати конкурентні переваги.
- Підвищувати рентабельність проектів та послуг.
- Підвищувати впізнаваність бренду та стимулювати попит на послуги.
- Підвищувати якість та конкурентоспроможність виконаних робіт та наданих послуг.
- Зберігати конкурентоспроможність в умовах змінюваних ринкових умов.
- Підвищувати ефективність та конкурентоспроможність підприємства в цілому.

Далі, якість виконаних робіт та постійні інновації в асортименті послуг відіграють ключову роль у залученні замовників та зміцненні позицій на ринку будівництва. Якісна робота, що відповідає очікуванням замовників, сприяє підвищенню їхньої лояльності та позитивному сприйняттю на ринку. Загалом варто також відзначити праці М. І. Дзямулича, в яких визначається, що впровадження інновацій в товарній політиці також супроводжується ризиками і не всі інновації можуть знайти своє визнання серед споживачів, тому існує

можливість невдач та фінансових втрат й відповідно для досягнення успіху в інноваційній діяльності, підприємства повинні уважно аналізувати ризики та впроваджувати добре збалансовані стратегії, що враховують інтереси споживачів та особливості ринку [2].

Крім того, необхідно зазначити, що згідно з дослідженнями Т. О. Шматковської, інновації в товарній політиці можуть значно підвищити конкурентоспроможність підприємств. Впровадження нових технологій, покращення якості продукції та диференціація від інших гравців на ринку створюють умови для стабільного росту продажів та збільшення частки ринку [3].

Цінова політика також має велике значення. Правильно підібрані ціни за послуги, що відповідають якості виконаної роботи, дозволяють підприємству здобувати конкурентні переваги, привертати нових клієнтів та утримувати існуючу клієнтську базу.

Ефективні маркетингові комунікації є також важливими складовими конкурентоспроможності. Широка мережа контактів, легкий доступ до послуг для замовників та активна маркетингова діяльність сприяють збільшенню обсягів замовлень та позиціонуванню бренду на ринку як надійного та пізаного.

Отже, вплив товарної політики на конкурентоспроможність будівельного підприємства є складним процесом, що вимагає уважного аналізу ринкових умов, потреб замовників та стратегічного планування для досягнення успішних результатів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Котлер Ф. Маркетинг от А до Я. 80 концепцій, які має знати кожен менеджер. К. : Видавництво Альпіна Паблішер Україна, 2020. 242 с.
2. Дзямулич М. І., Урбан О. А. Концептуальні засади формування соціальної економіки в Україні. Економічні науки. Серія «Регіональна економіка». 2022. Випуск 19(75). С. 68–74.
3. Shmatkovska, T. O., Dziamulych, M. I., & Stashchuk, O. V. (2021). Osoblyvosti modeliuвання bisnes-protse-siv v umovakh formuvannia tsyfrovoi ekonomiky [Peculiarities of modeling business processes in the conditions of the formation of the digital economy]. *Ekonomka ta suspilstvo*, vol. 26. (in Ukrainian)

УДК 625.7

Дубинський М.В., студент групи 32-ОР

Науковий керівник: Ключ О.С., викладач I категорії

*Лозівська філія Харківського автомобільно-дорожнього фахового коледжу
м. Лозова, Україна*

КОЛОТИЙ ГРАНІТ ДЛЯ УЛАШТУВАННЯ ПІШОХІДНИХ ПЕРЕХОДІВ

Бурхливий процес автомобілізації з кожним роком охоплює все більшу кількість людей, постійно збільшується автомобільний парк.

Ріст автомобільного парку й обсягу перевезень є причиною збільшення інтенсивності руху, що в умовах міст призводить до виникнення транспортних проблем. Особливо виявляються вони у вузлових пунктах вулично-дорожньої мережі. Росте кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП), у яких гинуть і отримують поранення люди, ушкоджуються і виходять з ладу дорога, техніка і вантажі. Понад 60% усіх ДТП приходить на міста й інші населенні пункти. При цьому на перехрестях, що займають незначну частину території міста, концентрується більш 30% усіх ДТП.

Швидкий і безпечний рух у сучасних містах вимагає застосування комплексу заходів організаційного характеру. До числа таких, на вже існуючій (сформованій) вулично-дорожній мережі, відносяться: організація пішохідних переходів, шумові смуги, які попереджають водіїв про наближення до небезпечного місця, запровадження дорожніх знаків «вид безпеки».

Безпека дорожнього руху та пішохідів є першочерговим пріоритетом для мешканців міста Лозова Харківської області. У наш час зростає кількість власників приватних автомобілів, що, у свою чергу є передумовою частих ДТП. Тому лозівські комунальники запланували цього року переробити чотири пішохідні переходи по місту. Пішохідні переходи будуть влаштовані біля Палацу культури, на світлофорі біля Чорнобильського скверу, в районі Торгівельного центру і Центрального ринку.

В якості матеріалу для улаштування пішохідних переходів пропоную колотий граніт. Пішохідний перехід з цього матеріалу одночасно буде виконувати роль переходу і «лежачого поліцейського» («Лежачий поліцейський» - штучна нерівність на проїзній частині для примусового обмеження швидкості руху транспортних засобів).

Колотий граніт - це будівельний матеріал у вигляді брусків, який виготовляється з природного каменю. Для отримання таких виробів немає потреби в застосуванні високотехнологічного обладнання. Колотий граніт виготовляється за допомогою тесання заготовки камнеколом з усіх боків. Це найдешевша з усіх видів продукції для улаштування пішохідних переходів.

Граніт є однією з найбільш поширених гірських порід. Назва походить від латинського *granum* - зерно, що вказує на зернистість структури цього матеріалу. Гранітні масиви можуть мати магматичне, метаморфічне або змішане походження. Магма - основне джерело утворення цього каменю. Граніт може сформуватися в двох випадках:

- у результаті повільного охолодження й затвердіння магми, яка не вийшла на поверхню й застигла в недрах землі;
- при метаморфізмі - зміні магматичних гірських порід під впливом високих температур.

Граніт має хороший полімінеральний склад, що зумовлює його використання в дорожньому будівництві. Цей будівельний камінь відрізняється високим вмістом кварцу і натрієво-калієвих шпатів. Кварц визначає міцність, а забарвлення польового шпату - колір граніту. Також у його складі є невелика кількість плагіоклазу й слюди.

Таблиця 1

Склад граніту

Кварц	20 – 30%
Натрієво-калієвішпати	35 – 40%
Плагіоклаз	20 – 25%
Слюда	5 – 10%

Розрізняють три структури граніту.

Таблиця 2

Структура граніту

Дрібнозернистий	з розмірами зерен до 2 мм
Середньозернистий	з розмірами зерен від 2 до 5мм
Грубозернистий	з розмірами зерен понад 5 мм

Граніт знайшов широке застосування для проведення дорожньо-будівельних робіт, що обумовлено його властивостями, а саме:

-Екологічність. Для більшості гранітів рівень природної радіації відповідає першому класу будівельних матеріалів - вони є радіаційно безпечними, придатними для будь-яких типів будівництва без обмежень. У камені відсутні хімічні сполуки, які при нагріванні або іншому впливі виділяють шкідливі речовини.

-Мінімальна гігроскопічність. Гранітом практично не вбирається волога (коефіцієнт вологовбирання становить 0,05-0,17%), тому і забезпечується висока морозостійкість матеріалу. Камінь майже не вбирає воду, бензин, інші рідини.

-Стійкість до атмосферних впливів. Граніт не змінює властивостей при

перепадах температур морозах або високих температурах. Цей камінь здатний зберігати свої властивості протягом трьохсот циклів замерзання - відтавання.

-Міцність. Для граніту властива висока стійкість до стиснення, тертю, стирання. Він є дуже щільним (2,7 т/м³) та міцним природним каменем при стисненні має міцність 120-250 МПа. Завдяки цьому граніт проявляє високу стійкість до механічних пошкоджень.

-Технологічність. Граніт легко вкладається, демонтується при необхідності. Відсутність догляду. Для граніту не потрібен спеціальний догляд, ремонт та утримання обходиться в кілька разів дешевше, ніж для цементобетонного або асфальтобетонного покриття.

-Довговічність. Граніт є довговічним матеріалом, який зберігає експлуатаційні властивості протягом тривалого часу. Довговічність цього будівельного матеріалу залежить від розміру кристалів: чим менші зерна, тим довше прослужить камінь.

Таким чином, використання колотого граніту є практичним рішенням при влаштуванні пішохідних переходів у нашому місті. Це дасть змогу значно підвищити безпеку на дорогах, і пішохідні переходи із граніту прослужать довше, ніж «лежачий поліцейський».

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Вирожемський В.К., Кушнір О.В., Катуківа В.М. Проблеми впровадження нових технологій та матеріалів при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг / Дорожня галузь. – 2010. – № 3.
2. Поліщук В.П., Кунда Н.Т. Інформаційне забезпечення учасників дорожнього руху: навчальний посібник. – К.: ІЗМН, 1998.

УДК 625.7

Чернявський В.В., студент групи 42-ОР

Науковий керівник: Ключ О.С., викладач I категорії

*Лозівська філія Харківського автомобільно-дорожнього фахового коледжу
м. Лозова, Україна*

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ БІТУМУ

Сучасні дороги постійно підлягають несприятливим умовам: тиск вантажних автомобілів, перепади температур, погодні умови. Всі ми знаємо, яке велике значення мають хороші шляхи для автомобілів, безпеки дорожнього руху та й для безпеки пересічних пішоходів. Автомобільна дорога розрахована на певний термін служби, за який вона піддається впливам транспорту і погодно-кліматичним факторам. Найбільш незахищеним елементом дороги є асфальтобетонне покриття.

Протягом останніх п'яти років у м. Лозова проводилися систематичні поточні ямкові ремонти дорожнього покриття. Проте з метою покращення транспортно-експлуатаційного стану покриття доріг, підвищення безпеки дорожнього руху, комфортності перевезень пасажирів на території міста, виникла необхідність проведення їх капітального ремонту. До капітальних ремонтів підготували вулиці міста: Соборну, Павлоградську, Кооперативну, Благовіщенську та проспект Перемоги. За тиждень фрезерувальна машина асфальтобетонного покриття зняла 15 тисяч квадратних метрів старого асфальту.

У зв'язку зі зростаючими вимогами до дорожнього покриття, що зумовлені зростанням швидкості руху на дорогах та збільшенням навантаження на вісь автомобіля, актуальною задачею є вишукування нових дорожньо-будівельних матеріалів з підвищеними характеристиками.

За своїми природними властивостями бітум не може повністю задовольнити вимогам, що висуває до нього робота покриттів під дією сучасних умов. Розглядаючи дану проблему, ми вирішили провести низку теоретичних завдань стосовно покращення дорожнього в'язучого матеріалу.

На основі теоретичних досліджень була доведена можливість поліпшення якості нафтового дорожнього бітуму марки БНД 90/130 шляхом введення гранул вторинного поліетилену високого тиску, який здатний до безпосереднього суміщення з бітумами. Водночас він значно дешевший, ніж інші полімери. Вторинний поліетилен високого тиску являє собою подрібнену гранулу діаметром 3-5 мм сірого кольору. У якості в'язучого матеріалу – нафтовий дорожній бітум Кременчузького нафтопереробного заводу марки БНД 90/130.

Основні показники якості бітуму наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Показники якості нафтового дорожнього бітуму

Найменування показника	Одиниці виміру	Бітум БНД 90/130
Глибина проникнення голки 0,1 мм ,25°C		108
Температура розм'якшення	°C	45
Розтяжність при 25°C	см	63
Температура крихкості	°C	-21
Еластичність при 25°C	%	24

Фізико-хімічні показники вторинного поліетилену високого тиску, який може бути застосований для отримання модифікованого нафтового дорожнього бітуму, наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники вторинного поліетилену

Вид поліетилену	Щільність, г/см ³	Температура плавлення, °C	Модуль пружності, МПа	Межа текучості при розтягненні, МПа
ВПЕВТ	0,913-0,914	102-105	100-200	7-17

Приготування бітуму, модифікованого вторинним поліетиленом, передбачає інтенсивне перемішування компонентів і підвищену температуру процесу приготування (150-200 °C).

Доведено можливість спрощеної технології приготування полімерасфальтобетонів шляхом безпосереднього введення полімера в змішувач з наступним перемішуванням суміші при температурі 170 °C протягом 15-20 с.

Процес змішування при високій температурі бітуму з полімерами протікає в дві стадії: емульгування розм'якшеного полімеру в рідкому бітумі й подальше його розчинення. Отримання модифікованого бітуму із заданим комплексом властивостей можливо лише при оптимальному співвідношенні в'язкості вихідного бітуму та достатньої концентрації в ньому полімеру. При цьому в бітумі повинна сформуватися структура у вигляді зв'язної полімерасфальтенової сітки. Така система буде відноситися саме до бітумополімерного типу в'язучого, який відрізняється від бітуму наявністю високої еластичності, зниженої penetрації та підвищеною температурою розм'якшення. І в той же час у зв'язку з невеликою кількістю полімеру, дисперсійним середовищем залишається мальтенова складова бітуму (смоли та масла), яка визначає температуру переходу в'язучого у пружнокрихкий стан. Тобто температура крихкості модифікованого бітуму не повинна змінюватися у бік більш високих температур.

При модифікації бітуму 3-4% вторинним поліетиленом високого тиску міцність і теплостійкість асфальтобетону збільшується майже вдвічі, що забезпечує його підвищену зсувостійкість. Середня щільність асфальтобетону на основі модифікованого бітуму вище, ніж у асфальтобетонів на вихідних бітумах і зростає зі збільшенням вмісту модифікатора, а водонасичення, відповідно, знижується.

Вплив вторинного поліетилену високого тиску на властивості в'язучого наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники модифікованого бітуму

Найменування показника	Одиниці виміру	Бітум БНД 90/130 + ВПЕВТ
Температура розм'якшення	°С	57
Розтяжність при 25°С	см	38
Температура крижкості	°С	-19
Еластичність при 25°С	%	65

Бітум, модифікований вторинним поліетиленом високого тиску, відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-135:2014 Бітуми дорожні, модифіковані полімерами. Технічні умови.

Полімерасфальтобетон, що містить вторинний поліетилен високого тиску, має більш високі показники міцності, водо- і теплостійкість у порівнянні зі звичайним асфальтобетоном. Він також характеризується значно меншою температурною чутливістю і зниженим темпом теплового старіння. Введення поліетилену дозволяє перевести в'язуче у більш в'язку марку бітуму з підвищенням температури розм'якшення та еластичності.

Підвищення вимог до модифікованих бітумів, що обумовлено збільшенням транспортних навантажень на покриття та зростання вартості полімерних модифікаторів, зробили актуальним використання більш дешевого полімеру - вторинного поліетилену високого тиску.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Дворкін Л. Будівельні в'язучі матеріали. Кондор: 2019. 628 с.
2. Вирожемський В.К., Кушнір О.В., Катукіна В.М. Проблеми впровадження нових технологій та матеріалів при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг. Дорожня галузь, 2010.
3. Закерничний О.В. Інформаційні технології в системі моніторингу сучасних технологій і матеріалів. Автомобільні дороги. – 2012.

Наукове видання

**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
МАТЕРІАЛИ 17-Ї ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ УЧЕНИХ, АСПРАНТІВ І СТУДЕНТІВ
(Українською мовою)**

Доповіді подано в редакції авторів.

Відповідальний за випуск С.М. Гапеев.

Комп'ютерна верстка С.О. Олішевська.

Підготовлено у НТУ «Дніпровська політехніка».

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842. від 11.06.2004
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.