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

16-ОЇ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ

28 квітня 2023 року

Дніпро 2023

УДК 69:622.012.002.2:622.268.13

П27

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

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

Члени оргокмітету: КОЗІЙ Євген Сергійович, к.геол.н.. доцент кафедри БГТГМ
БАРСУКОВА Софія Олегівна, аспірант кафедри БГТГМ

П27 Перспективи розвитку будівельних технологій [Текст]: матеріали 16-ої міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, 28 квітня 2023 р. / редкол.: С.М. Гапєєв [та ін.] – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2023. – 69 с.

Подано результати наукових досліджень молодих учених, аспірантів і студентів у різних напрямках розвитку будівельних технологій, що були розглянуті на засіданні секції міжнародної 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», 2023

ЗМІСТ

Барсукова С. О., Шапошник К. В.
АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЇ ПРОЯВУ ЗСУВІВ У СВІТІ……..3

Раздуй Р. В., Винников Ю. Л.
ДО ВИБОРУ МОДЕЛЕЙ ПОВЕДІНКИ ҐРУНТУ ПРИ АРМУВАННІ ОСНОВИ ВЕРТИКАЛЬНИМИ ҐРУНТОЦЕМЕНТНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ……6

Кіясь А. О., Іванова Г. П.
АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ МАГНЕЗІАЛЬНО-БАРИТОВИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ РАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ…….11

М. Калниш, Є. Очеретько, Н. Горбонос, А. Нехаєва
АЛЬТЕРНАТИВНЕ ЖИТЛО НА БАЗІ МОРСЬКИХ КОНТЕЙНЕРІВ…...16

Зануда В. А., Міхно З. А., Геєр І. О., Стицюк О. М.
ОСНОВНІ ЕТАПИ ВІДНОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ……20

Красуля О. О., Новіков М. О.
СПОСІБ ВСТАНОВЛЕННЯ БЕЗЗАМКОВОГО ФРИКЦІЙНОГО АНКЕРА……24

Яворська А. О.
ЯПОНСЬКА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ДЕРЕВИНИ ВОГНЕМ……..28

Волошин В. М., Назаренко О. М.
УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА З СОЛОМИ……...32

Антонюк А. О., Чушкіна І. В.
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНШЕЙНОГО КРІПЛЕННЯ ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ З РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА БУДІВНИЦТВА ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД……..36

Залєвський В. І., Назаренко О. М.
СТАЛЬ - СИЛЬНІ СТОРОНИ БУДІВНИЦТВА……...39

Кравченко К. В., Мусієнко В. О.
ВИЗНАЧЕННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ КРІЗЬ ОГОРОДЖУЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ НА ПРИКЛАДІ 4-ГО КОРПУСУ НТУ «ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»……43

Вигодін М. О., Переясловський В. С.
БУДІВНИЦТВО ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ З ПРИМІЩЕННЯМИ ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ…….48

Хозяйкіна Н. В.
РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ВИСНОВКИ ЩОДО ЗМІН ПІСЛЯВОЄННОГО ЦИВІЛЬНОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ……52

Гаркуша В. С.
ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ ГІПСУ ТА ПОЛІМЕРНИХ ДОБАВОК……..58

Дараган Т. В., Гапєєв С. М.
ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІНИ ШВИДКОСТІ КОРОЗІЇ МЕТАЛУ СВП КРІПЛЕННЯ У ШАХТНІЙ ВОДІ ……...62

Улузов О. О., Коваленко В. В.
ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТИ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПРОФІЛЮ СВП ВІД КОРОЗІЙНОГО ЗНОСУ ……...66

УДК 624.13

Барсукова С. О., аспірант кафедри БГТГМ
Шапошник К. В., студент групи 192м-22-1
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
м. Дніпро, Україна

АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЇ ПРОЯВУ ЗСУВІВ У СВІТІ

Зсув – зміщення мас гірських порід по схилу під впливом власної ваги та додаткового навантаження внаслідок підмиву схилу, перезволоження, сейсмічних поштовхів та інших процесів. Вони можуть виникати на будь-якій місцевості, завдати значних збитків, як у вигляді людських жертв, так і в матеріальному плані. Причиною утворення зсувів є порушення рівноваги між зсувною силою тяжіння та утримуючими силами.

Це порушення викликається наступними причинами:

– збільшенням крутості схилу внаслідок підмивання водою,

– ослабленням міцності порід при вивітрюванні або перезволоженні опадами та підземними водами,

– впливом сейсмічних поштовхів,

– будівельною та господарською діяльністю.

Класифікація зсувів (за Ф. П. Саваренським) за положенням поверхні зсуву і складання зсувного тіла:

– асеквентні (у деяких джерелах вказуються як секвентні) - виникають у однорідних нешаруватих товщах порід; положення криволінійної поверхні ковзання залежить від тертя та усунення ґрунтів,

– консеквентні - відбуваються при неоднорідному складання схилу; усунення відбувається по поверхні розділу шарів або тріщини,

– інсеквентні - виникають також при неоднорідному додаванні схилу, але поверхня зміщення перетинає шари різного складу; зсув врізається в горизонтальні або похилі шари [1].

Щоб оцінити ступінь активізації зсувних процесів у світі було проаналізовано статистику даних явищ протягом останніх 50 років [2].

Згідно з рисунком 1, з кінця XX століття і до наших днів простежується тенденція збільшення кількості зсувів внаслідок прогресуючої діяльності людини (вирубування лісів, порушення державних норм проведення відкритих гірничих та будівничих робіт), а також процесу урбанізації, що активно розвивається зараз.

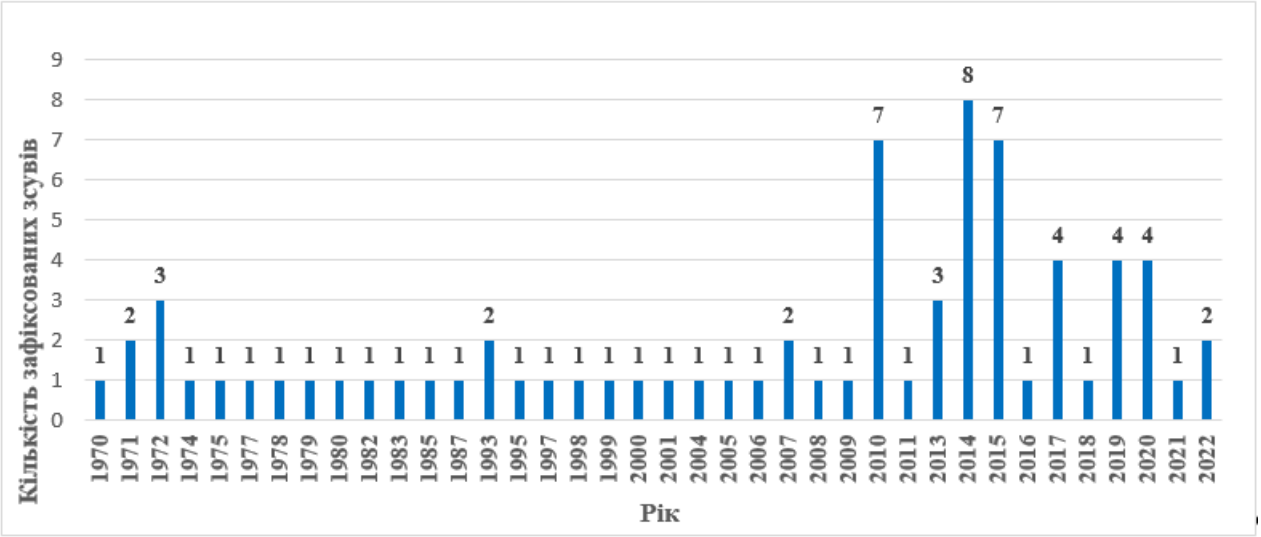


Рис.1 – Кількість зафіксованих зсувів за останні 50 років у світі

Також був проведений аналіз розподілу зсувів по континентам світу, який представлений на рисунку 2.

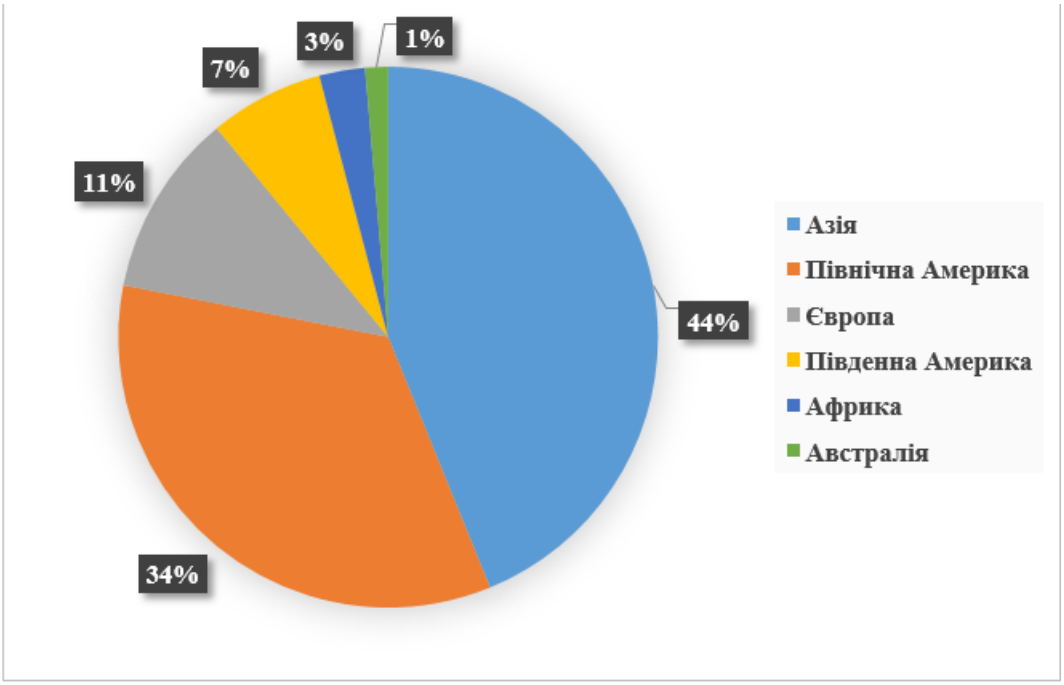


Рис. 2 – Розподіл зсувів по континентах за останні 50 років

З рисунку 2 можна зробити висновки, що основні місця зсувів розташовані в Азії та Північній Америці, тобто на континентах з великою кількістю вулканічної та сейсмічної активності, з підвищенним обсягом річних опадів, та гористим рельєфом.

Прояви небезпечних зсувних процесів бувають у Канаді, всіх штатах США, особливо вздовж тихоокеанського узбережжя, у Скелястих горах та

Аппалачах, а також вони широко поширені на американських острівних територіях [3].

Великі зсуви, викликані землетрусами в Азії, мають особливості, пов'язані з тим, що зони з високою сейсмічною активністю збігаються з зоною поширення льосових порід. У природних умовах льосові породи мають значну стійкість. Але при збільшенні природної вологості несучі властивості цих відкладень різко знижуються.

Згідно з оцінкою ймовірності виникнення зсувів і лавин у всьому світі [4], на основі морфологічних, геологічних, метеорологічних і сейсмологічних даних визначено, що «гарячі точки» утворення зсувів розташовані в сейсмічно активних гірських масивах. Небезпека утворення зсувів для території Азії оцінюється від середньої до дуже високої [5].

Згідно з даними Всесвітньої організації здоров’я у період з 1998 по 2017 роки зсуви вразили приблизно 4,8 мільйона людей і спричинили понад 18 000 смертей. Очікується, що зміна клімату та підвищення температури спричинять ще більше зсувів, особливо в гірських районах зі снігом та льодом. [6]

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1.URL:https://wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%8C (дата звернення: 16.11.2022).

2.URL:https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.d8d975c7-634c3445-a12ee2ff-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/List_of_landslides#2011%E2%80%93present (дата звернення: 16.11.2022).

3.URL:https://pubs.usgs.gov/of/2001/ofr-01-0276/ (дата звернення: 16.11.2022).

4.Nadim F., Kjestad O., Peduzzi P., Herold C., Jaedicke C.Global landslide and avalanche hotspots // Landslides.2006. № 3. P. 159–173

5.URL:https://www.researchgate.net/publication/353122834_OSOBENNOSTI_SEJSMOGRAVITACIONNYH_PROCESSOV_V_ZONAH_AKTIVNOGO_PROAVLENIA_ZEMLETRASENIJ_CENTRALNOJ_AZII_NA_PRIMERE_TERRITORII_UZBEKISTANA (дата звернення: 19.11.2022).

6.URL:https://www.who.int/health-topics/landslides#tab=tab_1(дата звернення: 08.03.2023)

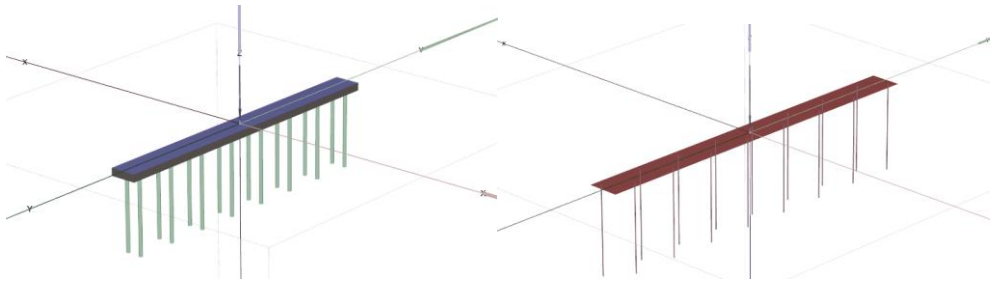
УДК 624.138.2

Раздуй Р. В., аспірант
Винников Ю. Л., д.т.н., професор
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна

ДО ВИБОРУ МОДЕЛЕЙ ПОВЕДІНКИ ҐРУНТУ ПРИ АРМУВАННІ ОСНОВИ ВЕРТИКАЛЬНИМИ ҐРУНТОЦЕМЕНТНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Покращення слабкої глинистої основи за допомогою її армування вертикальними ґрунтоцементними елементами (ҐЦЕ) – актуальний вибір в умовах сьогодення, насамперед, через відносно невисоку вартість. В лабораторії НУПП було проведене лоткове моделювання зменшеної моделі ґрунтоцементного підсилення основи при різних відсотках площі армування для стрічкового фундаменту [1]. Для перевірки достовірності експерименту було вирішено виконати чисельне моделювання штампових лабораторних досліджень. Розміри розрахункової області у плані складали 580×530 мм, глибина – 560 мм. Прямокутний сталевий штамп розмірами у плані 420×35 мм змодельований плитним елементом, з характеристиками сталі марки С245. Проведено моделювання без армування ҐЦЕ та при різному відсотку армування з глибиною елементів 100 мм при діаметрі елементів 6 мм. Прийнято варіювання значення відсотка армування на трьох рівнях 2,1%; 4,4% та 7,1%.

Використано 2 моделі повіденки ґрунту: Hardening soil model та Mohr-Coulomb. Виконано 2 варіанти розрахунку, базуючись на методі задання ґрунтоцементних елементів. В першому варіанті ґрунтоцементні елементи змодельовано об'ємними елементами (рис. 1, а). Постадійно враховувалося виймання ґрунту для влаштування буферної щебеневої подушки, ґрунтоцементних елементів, заповнення свердловин ґрунтоцементом, влаштування подушки, штампу та постадійне навантаження. ҐЦЕ моделювалися як об’ємне ґрунтове тіло із відповідними характеристиками із моделлю поведінки linear elastic.



а *б*

Рис. 1. – Ґрунтоцементні елементи, задані об’ємними ґрунтовими (а) елементами та пальовими (б) елементами

При другому варіанті розрахунку виконувалося спрощення – ҐЦЕ моделювалися як паля із відповідними характеристиками (рис. 1, б), а постадійне моделювання було обмежене стадіями влаштування паль та прикладення навантаження. ҐЦЕ було змодельовано пальовими елементами, так званими embedded beam. Тип поведінки – паля, з'єднання з фундаментом – вільне, поведінка матеріалу – linear elastic.

У таблицях 1 та 2 подано характеристики, задані при моделюванні по обом моделям поведінки ґрунту, відповідно.

Таблиця 1

Характеристики, задані для моделі ґрунту Mohr-Coulomb

Елемент	ρ, г/см^3	E`, МПа	φ, °	c, кПа	υ
Ґрунтова паста	1,85	0,7	0	15,8	0,35
Щебінь	2,00	40	40	1,0	0,25
Ґрунтоцемент	2,00	300	-	-	-
Ґрунтоцементні пальові елементи	2,00	300	-	-	0,25

Таблиця 2

Характеристики, задані для моделі ґрунту Hardening soil model

Елемент	ρ, г/см^3	E_{50}, МПа	E_{oed}, МПа	E_{ur}, МПа	φ, °	c, кПа	υ
Ґрунтова паста	1,85	0,7	0,7	3,5	0	15,8	0,35
Щебінь	2,00	40	40	-	0	1,0	0,25
Ґрунтоцемент	2,00	300	300	-	-	-	-
Ґрунтоцементні пальові елементи	2,00	300	300	-	-	-	0,25

Ітераційна процедура передбачала наступне: відносна похибка дорівнює 0,05; максимальна кількість ітерацій кожного кроку не перевищує 60; максимальна кількість кроків у кожній фазі – по 250. Рівень щільності сітки скінченних елементів (СЕ) – very fine, кількість СЕ змінювалась залежно від складності розрахункової схеми: для варіанту із моделюванням ҐЦЕ пальовими елементами 7819…22315 шт., для моделювання об'ємними елементами 55757 до 145947 шт.

В результаті моделювання було отримано залежності осідань основи штампа від тиску на основу по різним моделям поведінки ґрунту (та ґрунтоцементних елементів). На рис. 2 наведено графіки осідань за розрахунковими моделями MC та HSM за обома варіантами задання ҐЦЕ для неармованої основи штампа та графік експерименту. В цілому, графіки демонструють доволі високу відповідність експериментальних та теоретично

змодельованих залежностей осідань від тиску при використанні отриманих значень питомого зчеплення, отриманих для другого критичного тиску [1].

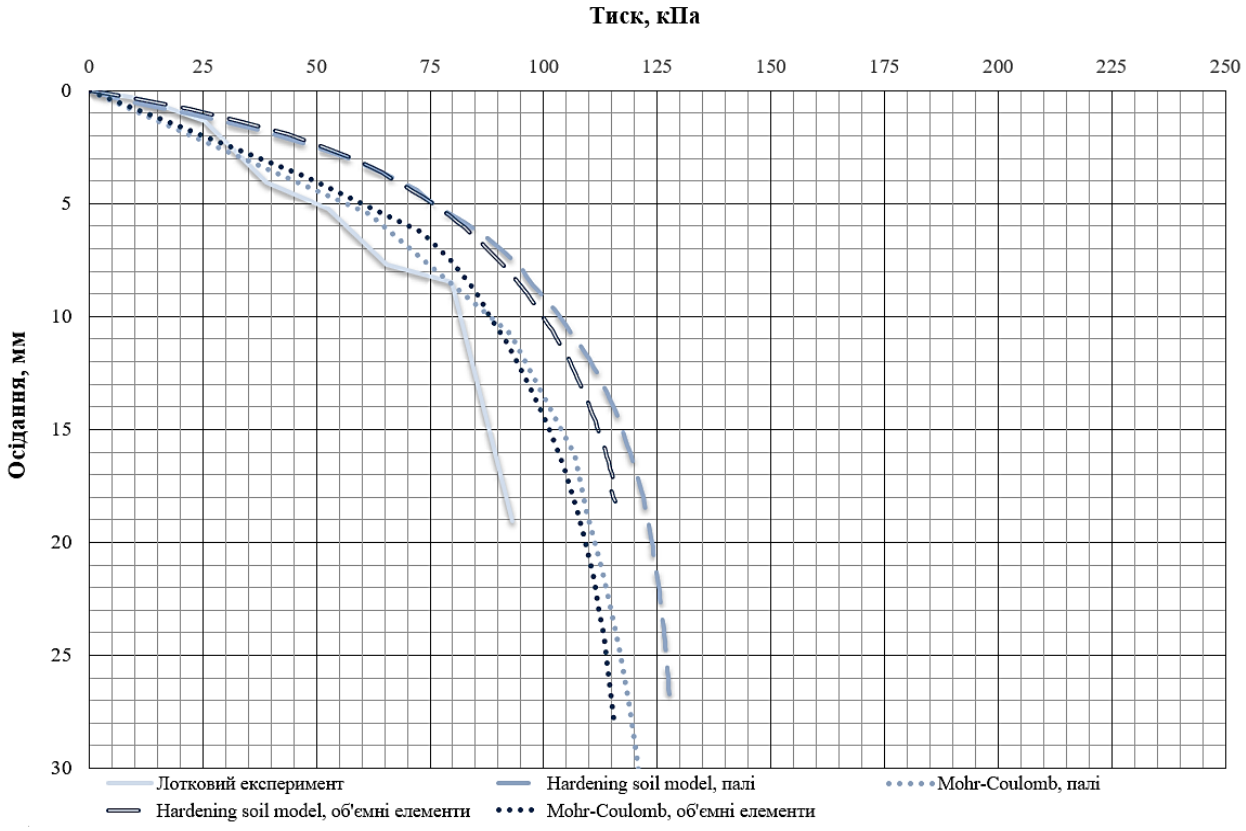


Рис. 2. – Графіки залежності осідань від тиску для неармованої основи

Для неармованої основи у пластичній стадії роботи ґрунту використання моделі HSM більш адекватно описує поведінку ґрунту, в той час, як модель МС дещо завищує осідання. Після досягненням ґрунтовою основою першого критичного тиску обидві моделі поведінки ґрунту завищують несучу здатність основи, для даного випадку 5…30%.

На рис. 3 наведено графіки для відсотку армування 2,1%. Для даного варіанту армування моделі HSM, як при заданні ҐЦЕ об’ємними елементами, так і пальовими показують доволі точне співпадіння графіків до досягнення першого критичного тиску. За моделлю Мора-Кулона в цій же стадії роботи ґрунту моделювання МСЕ завищує осідання. При цьому, лінійна залежність при цій моделі поведінки ґрунту, як і має бути теоретично, довша.

Такі самі висновки можемо зробити після аналізу графічних залежностей для армованих основ при площі армування 4,4% та 7,1%. При усіх варіантах моделі Мора-Кулона завищують осідання основи, особливо в стадії пружних деформацій. Якщо порівнювати результати осідань після досягнення першого критичного тиску і переходу із пружної до пластичної поведінки ґрунту, то моделювання пальовими елементами завищує несучу здатність основи. Зазначимо, що моделям МС відповідає необмежений розвиток деформацій

навіть за межами другого критичного тиску, тоді як моделі ізотропного ущільнення HSM – вичерпання несучої здатності при досягненні другого критичного тиску, для якого власне й визначалися характеристики міцності.

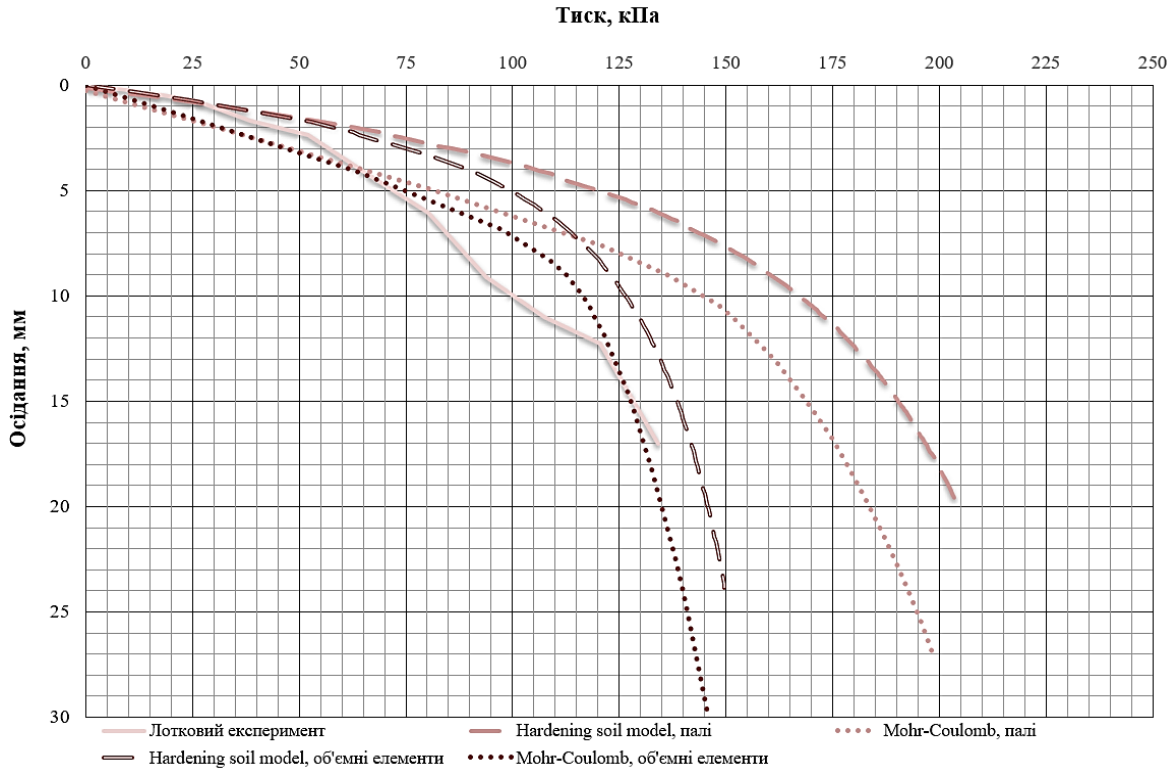


Рис. 3. – Графіки залежності осідань від тиску при відсотку армування 2,1%

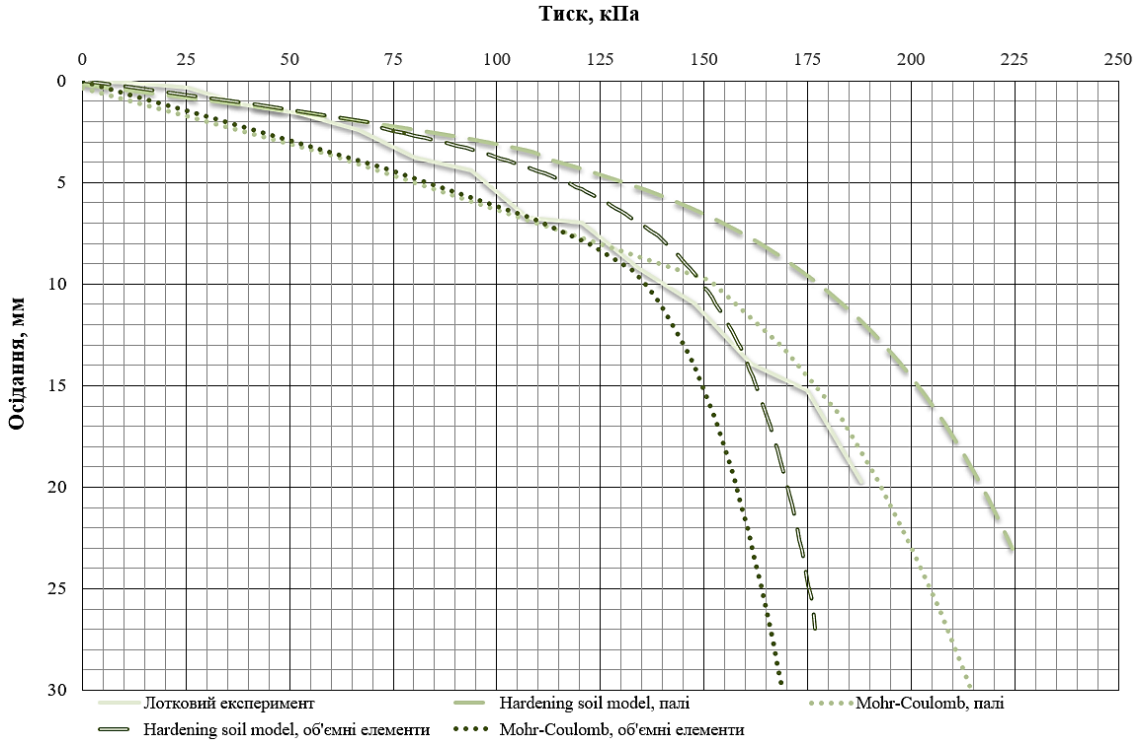


Рис. 4. – Графіки залежності осідань від тиску при відсотку армування 4,4%

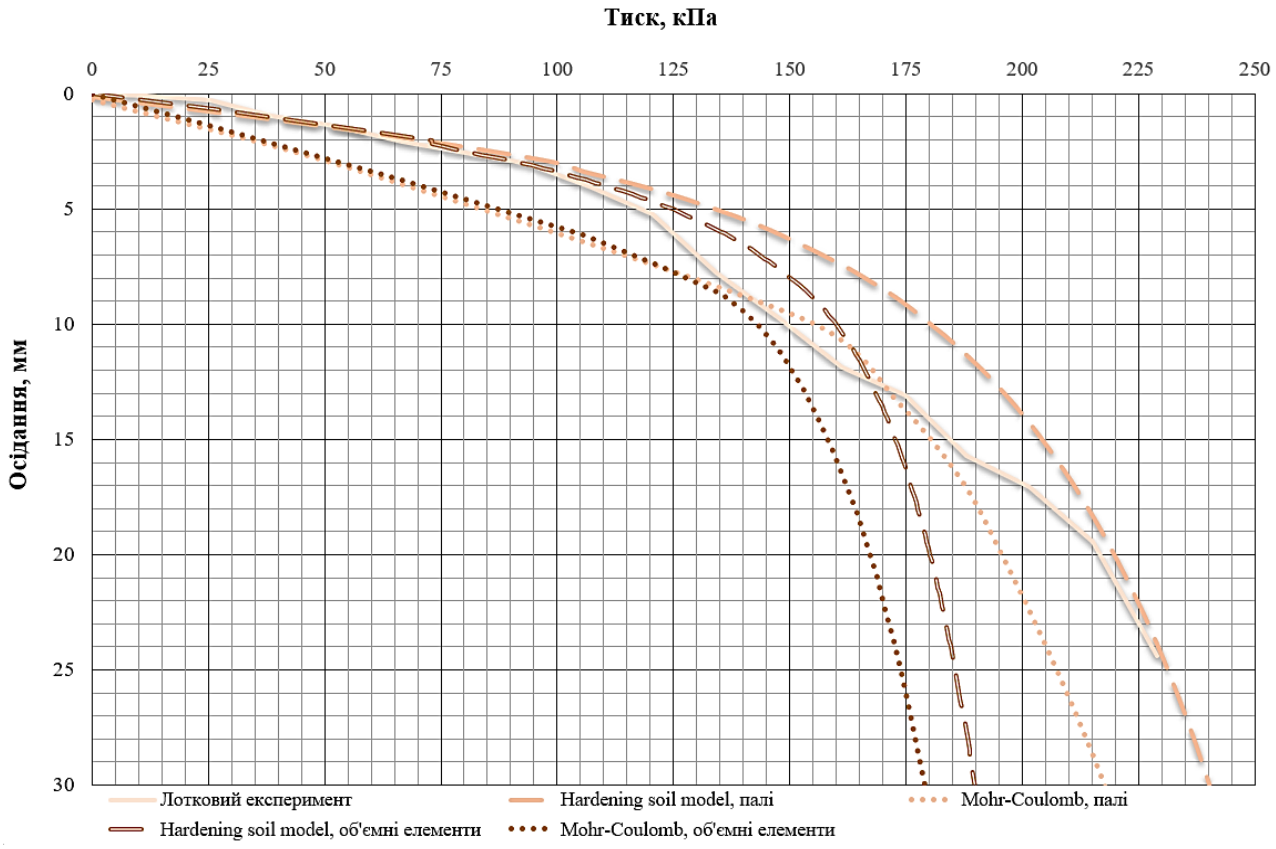


Рис. 5. – Графіки залежності осідань від тиску при відсотку армування 7,1%

Зазначимо, що на вертикальному перерізі вздовж осі розміщення вертикального ґрунтоцементного армування чітко простежується, що при моделюванні палями частинки ґрунту під штампом осідають рівномірно, не залежачи від розміщення ҐЦЕ, в той час, як при моделюванні елементів армування об’ємними тілами осідання частинок ґрунту посередині між палями найменше, а найбільше – по центру елементів армування посередині штампу

Узагальнюючи та аналізуючи наведені вище залежності, можнемо зробити висновок про коректність використання апробованих моделей для прогнозування осідань слабкої глинистої основи стрічкового штампа, підсиленої вертикальним ґрунтоцементним армуванням.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Vynnykov Yu., Aniskin A., Razdui R. Tray research of the strain state of soil bases reinforced by soil-cement elements under the strip stamp. Academic Journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering. Poltava : National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”, 2019. №53. P. 90–97.

2. Plaxis. Connect Edition V22.02. Material Models Manual. 267 p.

3. Plaxis 3D 2016. Reference Manual. 438 p.

УДК 624.691

Кіясь А. О., студент гр. 192-19-1,
Науковий керівник: Іванова Г. П., к.т.н., доцент кафедри БГТГМ
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
м. Дніпро, Україна

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ МАГНЕЗІАЛЬНО-БАРИТОВИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ РАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ

У наш час актуальним питанням є заходи безпеки у разі виникнення радіаційної небезпеки. Розвиток науки, особливо в галузі енергетики, космічних та ядерних технологій сприяє створенню нових, техногенних джерел радіоактивного випромінювання. Вони можуть містити радіоактивні речовини, отримані в ядерних реакторах, спеціально або є побічними продуктами ядерних реакцій. Штучно отримані радіоактивні ізотопи впливають на живу тканину α-, β- і γ-променями і нейтронами, які випускаються ними. Найбільшу проникаючу здатність мають γ - промені, вони являють собою потік фотонів, і нейтронне випромінювання.

Атомні електростанції, зазвичай, є досить міцними спорудами, оскільки їм доводиться протистояти багатьом екстремальним природним явищам. Численні системи безпеки на атомних електростанціях здатні забезпечити безпеку навіть у разі пошкодження будь-якої частини станції. Однак цивільні атомні електростанції не призначені для протистояння військовим атакам. Тому має сенс у будівництві укриттів та захист будівель від радіоактивного випромінювання.

Питання захисту від проникаючої радіації доводиться вирішувати під час проектування. Матеріали, що захищають людей від шкідливого впливу радіації, покликані знижувати рівень до допустимих значень. Ці матеріали повинні мати високу щільність, оскільки саме від неї головним чином залежить довжина пробігу радіоактивних частинок в середовищі поширення. Хорошим захистом від радіоактивних випромінювань є екрани з важких металів, зокрема свинцю та свинцевих матеріалів. Але, слід зазначити, вони є досить шкідливими для здоров'я людини. Використання спеціальних радіаційно-захисних бетонів і штукатурок у будівельних конструкціях є альтернативою свинцевим матеріалам.

Баритові радіаційно-захисні розчини застосовують замість свинцю для ізоляції стін, стель і підлог рентгенівських кабінетів та інших приміщень із джерелами випромінювання. Це важкі розчини щільністю понад 2200 кг/м^3. У якості в'яжучих використовується портландцемент або шлакопортландцемент і спеціальні важкі заповнювачі - барит, залізняк (магнезит, лимоніт і т. п.) у вигляді піску крупністю не більше 1,25 мм. Барит включається до складу

бетонних сумішей (барито-бетонів, баритової штукатурки) через його здатність поглинати гамма - випромінювання. При використанні барито-бетонних складів на портландцементі для забезпечення належної радіаційної безпеки приміщень потрібна значна товщина шару. До того ж баритові склади на цементному в'яжучому в процесі експлуатації обсипаються, розтріскуються, і тому самі потребують додаткового захисного покриття товщиною 1 - 1,5 мм. Істотно знизити товщину захисного шару та значно покращити його технологічні та експлуатаційні характеристики дозволяє використання магнезіально-баритових сумішей замість барито-бетонних складів.

Перспективним напрямом у сфері вирішення завдань із забезпечення радіаційної безпеки населення є застосування композиційних будівельних матеріалів на основі магнезіального в'яжучого з добавками шунгіту та бариту.

Фахівцями розроблені сучасні будівельні матеріали, що ефективно захищають від наднормативного впливу всіх видів джерел іонізуючих випромінювань і зберігають при цьому основні переваги будівельних матеріалів на основі магнезіального в'яжучого, а саме:

– висока міцність,
– підвищена адгезія до будь-яких мінеральних основ,
– відсутність пилу,
– висока технологічність та ін.

Баритові склади можуть використовуватись у якості оздоблювальних матеріалів, призначених для:

– захисту технічних засобів та людей у медичних, виробничих, наукових, адміністративних та житлових приміщеннях від впливу іонізуючих випромінювань;

– виготовлення контейнерів для зберігання та транспортування радіоактивних матеріалів та відходів;

– твердіння рідких радіоактивних відходів.

Порівняння товщини захисного шару показує, що рекомендована товщина шару магнезіально-баритових складів приблизно вдвічі менша, ніж цементно-баритових. Це дає суттєвий виграш у вартості, термінах проведення робіт та вазі будівельної конструкції загалом. На зазначені матеріали є санітарно-епідеміологічний висновок для застосування як захисний матеріал від γ-випромінювань.

Для захисту споруд від γ-випромінювання найбільше впливає товщина і маса огородження, також здатність матеріалу поглинати таке випромінювання пропорційна його щільності. Для ослаблення потоку нейтронів у матеріалі повинні бути елементи з малою атомною масою, як, наприклад, водень. Бетон є ефективним матеріалом для біологічного захисту ядерних об'єктів, оскільки в ньому вдало поєднуються при порівняно низькій вартості висока щільність вмісту певної кількості водню в хімічно зв'язаній воді. Для зменшення товщини захисних екранів при зведенні атомних електростанцій та підприємств з

виробництва ізотопів поряд із звичайними застосовують особливо важкі бетони із середньою щільністю 2500 - 7000 кг/м^3 та гідратні бетони з високим вмістом хімічно зв'язаної води. З цією метою використовують важкі природні або штучні наповнювачі: магнезитові, гематитові або лимонітові залізні руди, барит, металевий скрап, свинцевий дріб та ін.

Для отримання гідратних бетонів ефективними є лимоніт, серпентиніт та інші матеріали, що мають високу щільність та значний вміст хімічно зв'язаної води. Як в'яжучі в особливо важких і гідратних бетонах застосовують портланд- і шлакопортландцементи. Можливе застосування цементу спеціального призначення, що утворює при твердінні підвищений вміст гідросульфоалюмінату, що зв'язує значну кількість води. У гідратних бетонах можна використовувати також глиноземистий та гіпсоглиноземистий цементи, що пов'язують більше води, ніж портландцемент. Для поліпшення захисних властивостей гідратні бетони вводять добавки, що підвищують вміст водню - карбід, бор, хлорид літію, сульфат кадмію та інші добавки, до складу яких входять легкі елементи.

Вихідними показниками при підборі складів протирадіаційних бетонів є щільність бетону, вміст хімічно зв'язаної води, а також міцність і легковкладальність. Орієнтовні склади таких бетонів наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Деякі склади особливо важких бетонів

Вид бетону	Витрата складових, кг/м^3				Середня густина бетону, кг/м^3
	Цемент	Пісок	Щебінь	Вода	
Магнезитовий	389	1365	1765	184	3700
Гематитовий	300	1100	2140	195	3735
Баритовий	395	1352	1800	193	3740
З металевим наповнювачем	395	2637	2637	170	5840

Особливо важкі бетонні суміші схильні до розшарування внаслідок різної густини цементного тіста та заповнювачів. Для отримання однорідної суміші та запобігання розшарування рекомендована тривалість перемішування - не менше 2 хвилин, обсяг замісу зменшується пропорційно до збільшення щільності суміші. Такі суміші рекомендується перевозити в автозмішувачах, доцільно використовувати пошарове укладання та вібраційне ущільнення.

Крім покращених захисних властивостей, бетон, що застосовується для влаштування екранів ядерних реакторів, повинен мати й інші особливості: підвищену температуростійкість, високу теплопровідність, низькі значення усадки, коефіцієнт термічного розширення і повзучість.

Радіаційне опромінення викликає термічну усадку цементного каменю, яка зростає зі збільшенням дози опромінення. При цьому температура збільшується до 350°С і відбувається його часткове зневоднення. Деформації при опроміненні цементного каменю значно перевищують деформації внаслідок випаровування води під час розігріву цементного каменю. Усадці сприяють радіаційно-хімічні реакції, в результаті яких можливе утворення хімічно активних частинок, що взаємодіють один з одним. При опроміненні відбувається радіоліз хімічно зв'язаної, адсорбційної та вільної води, цементного каменю, внаслідок чого виділяються у газоподібному стані кисень та водень.

Радіоліз води супроводжується зниженням міцності цементного каменю, розвитком деформацій повзучості.

При опроміненні бетону знижується його щільність та збільшуються лінійні розміри зерен наповнювачів. Можливий також перехід мінералів із кристалічного в аморфний стан, що також супроводжується деформаціями розширення. При опроміненні утворюються та накопичуються дефекти кристалічних решіток мінералів, що складають заповнювачі. Найбільші зміни притаманні великокристалічним глибинним гірським породамд. Зі збільшенням вмісту у структурі гірських порід аморфних фаз та зменшенням розмірів кристалів радіаційна стійкість порід зростає.

Модуль пружності бетону з підвищенням дози опромінення знижується внаслідок накопичення структурних дефектів в заповнювачах і цементному камені. Встановлено, що при значних дозах опромінення, межа міцності бетону на стиск знижується у 4 рази, а на розтяг більш ніж у 2 рази.

Для радіаційно-стійких бетонів переважно застосовувються висококремнеземисті портландцементи зі зниженим вмістом алюмінатів та алюмоферитів. В умовах опромінення ефективне використання дрібнозернистих бетонів.

Загалом в Україні є чотири атомні електростанції (Хмельницька, Рівненська, Запорізька та Південно-Українська) із 15 реакторами. Аварія або випадкове пошкодження діючої атомної електростанції може призвести до великих локальних викидів, якщо одночасно буде пошкоджено будівлю захисної оболонки навколо реактора. Радіоактивні матеріали можуть забруднити довкілля станції, а люди, що знаходяться поблизу станції, можуть захворіти від радіації та радіоактивних матеріалів, саме тому застосування радіаційно-стійкихі будівельних матеріалів є дуже важливим при будівництві укриттів, оздобленні цивільних і адміністративних будівель.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бетони важкі. Технічні умови. (1997). ДСТУ Б В.2.7-43-9, чинний від 01.01.1997. Київ: Держкоммістобудування України.

2. Іванова, Г.П., Барсукова, С.О., Халимендик, О.В., Чумак, О.М. (2019) Аналіз та перспективи досліджень впливу НВЧ – випромінювання на будівельні розчини та бетони. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. Академіка В. Лазаряна "Наука та прогрес транспорту", 3 (81), 121-129. Режим доступу http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdnuzt_2019_3_12.

3. «Chemtech Bayern», Бетони для радіаційного захисту. Режим доступу https://chemtech-bayern.com.ua/statti-2/135.

4. Баритова Штукатурка: Надійний захист від радіації. Режим доступу https://belik.ua/670-baritovaya-shtukaturka-nadezhnaya-zashhita-ot-radiacii.html

УДК 624.

Михайло Калниш, студент гр. БД-20
Єлизавета Очеретько, студент гр. БД-20
Наукові керівники: Наталія Горбонос, Альона Нехаєва
Кам'янський енергетичний фаховий коледж,
м. Кам'янське, Україна

АЛЬТЕРНАТИВНЕ ЖИТЛО НА БАЗІ МОРСЬКИХ КОНТЕЙНЕРІВ

Що це взагалі таке? Зараз все більше і більше набирають популярності будинки з морських контейнерів. В них вже з'явилась своя назва – карготектура (cargo – вантаж, з англійської), такі будинки дуже прості у використанні, побудові та міцності.

Рис. 1 – Будинок із контейнерів

Трохи історії

Сама ідея з'явилася в другій половині минулого століття, списані морські контейнерні стали ідеальними для експериментів з модульними будинками.

Архітектор Філіп К. Кларк отримав у 1989 році патент США на «спосіб перетворення одного або декількох сталевих транспортних контейнерів у житлову будівлю на будівельному майданчику».

«Американський архітектор Адам Калкін ще у 1990-х роках почав працювати із житлом із контейнерів. Натхнення він черпав з ідеї повторного

використання матеріалів та речей, які виробили свій ресурс і скоро мали бути знищені. Нагромадження поставлених один на одного різнокольорових контейнерів наштовхнуло архітектора на аналогію з конструктором Лего. Міцні герметичні контейнери, виготовлені за високими стандартами якості, можна збирати безліччю способів: об'єднувати, прибираючи стінки, вирізати вікна, двері, створювати багатомодульні конструкції за індивідуальними запитами. Фантазія нового власника практично не обмежена. З появою такого житла з'явився і новий вид архітектури – карготектура.

Рис. 2 – Багатомодульна конструкція

Які контейнери підходять для дому

У морських вантажоперевезеннях по всьому світу використовують лише кілька варіантів стандартизованих контейнерів: 20-футові, 40-футові та рефрижератори. Останній занадто дорогий і специфічний, тому для будівництва будинків використовують 20 та 40-футові контейнери.

Міцність контейнерів дозволяє встановлювати їх один на одного і з'єднувати між собою. Будинок з 20-футового контейнера буде схожий на найменші студії, він також може стати невеликою майстернею або дачним будиночком. 40-футовий контейнер відповідає площі однокімнатної квартири. Хоча і контейнери не дуже великі за розмірами, але якщо скомбінувати їх разом можна отримати повноцінний будинок.

Рис. 3 – Повноцінний будинок

Ціна

Орієнтовна вартість контейнерів в Україні від 60 тис. до 140 тис. грн. головне вибрати якісний контейнер на ньому не повинно бути дефектів вм'ятин, іржі несправність дверей.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика цін будинку з 40-футових контейнерів

Рік	Середня вартість контейнера, тис.грн	Ціна будинку з 3-х контейнерів, тис.грн
2014	22-26	66-78
2023	80-160	240-480

Будинки з морських контейнерів розрізняються за розміром та вартістю. З урахуванням усіх матеріалів середня вартість зведення будинку з морських контейнерів на 2023 рік становить від 160 до 978 тис. гривень, у той час як більші будинки можуть коштувати до 4 895 тис. гривень. Вартість будівництва контейнерного будинку також збільшуватиметься залежно від бажаних зручностей та матеріалів. Якщо ви хочете вже збудований будинок з морських контейнерів, вони можуть коштувати від 923 тис. гривень за найменші.

Рис. 4 – 40-футові контейнери

Плюси будинку із контейнера:

– швидкість зведення - один-три місяці;

– можливість будівництва на рельєфі будь-якої форми;

– виробництво монтажу будь-якої пори року;

– безліч варіантів встановлення та з'єднання між собою контейнерів, безліч варіантів планувань;

Мінуси будинку із контейнера:

– знайти на вторинному ринку контейнер у ідеальному стані дуже складно.

– кімнати стандартної висоти – не більше 2,5 м;

– витрати на встановлення якісної вентиляції та теплоізоляції,

– необхідність антикорозійної обробки.

Висновки:

Як висновок, ми дізналися що такі будинки дуже зручні у використанні, на них не потрібно багато матеріалів, вони екологічні. Маємо надію, що в Україні вони з’являться як альтернативне житло найближчим часом.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. https://prom.ua/ua/Kontejnery-morskie

2. Мельник А.А., Юридичний науковий електронний журнал, «Аналіз основних міжнародних актів і норм національного законодавства у сфері перевезення й обробки контейнерних вантажів»

УДК 624.

Зануда В. А., студент гр. ОД-22-1/11
Міхно З. А., студент гр. ОД-22-1/11
Наукові керівники: Геєр І. О., викладач вищої категорії; Стицюк О. М., викладач
Кам'янський енергетичний фаховий коледж,
м. Кам'янське, Україна

ОСНОВНІ ЕТАПИ ВІДНОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ

Ми студенти Кам'янського енергетичного фахового коледжу хотіли з вами розглянути таку тему, як «Основні етапи відновлення будівель та споруд в умовах воєнного часу».

Метою даної статті є **аналіз роботи по відбудові України** та дослідження **етапів відновлення будівель та споруд в умовах війни.**

Війна росії руйнує українську інфраструктуру, економіку і довкілля, тож попереду нас чекає не лише важка боротьба за перемогу, а й тернистий шлях відбудови. Тим не менш, частина територій вже звільнена і починає відновлюватися, а Український уряд вже працює над стратегічними планами. **Більше 40 млн квадратних метрів житла зруйновано або пошкоджено через війну. В пошкоджених оселях мешкає 2,5 мільйони українців. Питання процесу відновлення пошкоджених будівель для нас, як для будівельників, стоїть дуже гостро і необхідно.**

Покладаючись на історичні факти, відбудовувати Європу після Другої Світової Війни почали аж через три роки після її завершення, до того життєздатність повоєнної західноєвропейської економіки підтримував імпорт з Північної Америки і субсидії та позики з США та Канади.

Але так не могло тривати довго, саме тому розробили план Маршалла – програму технічної і економічної допомоги Європі не лише для підтримки, але й для відновлення економіки. Якщо економіку країни після війни не відновити, її потрібно буде постійно дотувати. І останнє у результаті виходить значно дорожче.

Про відбудову України говорять уже зараз, попри те, що воєнні дії тривають.

21 квітня 2022 р. Президент України підписав наказ про утворення Національної ради з відновлення України від наслідків війни. Це консультативно-дорадчий орган, на який поклали обов'язок власне розробити план відновлення.

До складу Національної ради з відновлення України від наслідків війни входять представники Офісу Президента та Уряду, до робочих підгруп Ради запрошують і представників громадськості та міжнародних експертів.

Війна в Україні – це безумовно катастрофа. Однак з іншого боку вона відкриває вікно можливостей, зокрема долучити до модернізації і відновлення країни світових експертів різних галузей.

Отже, давайте розглянемо основні етапи відновлення будівель і споруд.

Всі роботи по відновленню будівель і споруд можна розпочинати тільки після того, як на об'єкті відпрацювали бійці ДСНС і спецслужби.

Відновлювальні роботи - це комплекс робіт, пов'язаних з відновленням будівель, споруд, підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності, які були зруйновані або пошкоджені внаслідок надзвичайних ситуацій

Відновлювальні роботи складаються з багатьох етапів.

1 етап виконання відновлення будівель і споруд залежить від ступеня пошкодження будівель, якщо були пошкоджені несучі конструкції будівель, то на першому етапі виконують роботи, щодо тимчасового місцевого підсилення несучих конструкцій будівлі від подальшого руйнування та деформації.

Якщо несучі конструкції не пошкоджені першим етапом відновлення виконується обстеження будівлі чи споруди.

2 етап - це проведення о**бстеження будинку чи споруди з наданням загальних рекомендацій щодо першочергових протиаварійних робіт. На цьому етапі виконують** візуальні і інструментальні, а за необхідністю і лабораторні обстеження.

Під час візуального обстеження проводиться оцінка технічного стану конструкцій, визначаються ділянки для детального обстеження, склад і обсяг підготовчих робіт, складається програма детальних обстежень і, у разі необхідності, додаткових спеціальних робіт, орієнтовно встановлюється обсяг відновлювальних робіт, приймається рішення щодо необхідності виконання страхувальних заходів. Візуальне обстеження пошкоджених конструкцій може проводитися представниками проектних організацій, що виконують проекти реконструкції або відновлення, спільно з представниками підприємств, із залученням для складних і відповідальних випадків інших спеціалізованих науково-дослідних підрозділів.

У процесі інструментальних обстежень виконують:

– уточнення розмірів, схем обпирання конструкцій, навантажень, якості й міцності матеріалів;

– виявлення і вимірювання тріщин, дефектів, пошкоджень конструкцій;

– вимірювання деформацій (прогинів, нахилів, перекосів, зрушень, осідання фундаменту);

– уточнення результатів візуальних обстежень;

– тривалі спостереження й вимірювання деформацій конструкцій у температурно-вологісного режиму;

– випробування конструкцій пробним навантаженням;

– вібродинамічне випробування;

– уточнення даних інженерно-геологічних і геодезичних пошуків.

Способи, методика й особливості виконання інструментальних обстежень, проведених щодо конструкцій із різних матеріалів, відрізняються.

На стадії лабораторного обстеження проводять дослідження зразків будівельних матеріалів та конструкцій на визначення параметрів міцності та характеристик деформації матеріалів.

Результати візуального, інструментального та лабораторного обстеження оформляють відповідними актами, на підставі яких уточняється оцінка технічного стану конструкцій і визначаються заходи щодо подальшого вдосконалення організації експлуатації будівлі або споруди. Результати вимірювання розмірів, дефектів, пошкоджень і деформацій конструкцій наносять на креслення (плани, розрізи, розгортки). На кресленнях вказують обриси й розміри деформацій, дефектів і пошкоджень конструкцій, напрям, довжину, ширину й глибину тріщин. За результатами обстежень складають технічний висновок, що є вихідним матеріалом для оцінки експлуатаційної придатності, проектування, відновлення, підсилення та реконструкції. Висновок може складатися в табличній формі, у вигляді опису з додаванням відповідних графічних матеріалів, фотографій, протоколів випробувань (технічний звіт).

На 3 етапі виконується розроблення проектно-кошторисної документації на основі актів та висновків технічного обстеження будівлі або споруди, розроблення проекту організації будівництва (ПОБ) та технологічних карт на окремі види робіт та затвердження проектної документації.

На 4 етапі на тендерній основі обирається генеральна підрядна організація, яка буде виконувати демонтажні та монтажні будівельні роботи. Оформлюється дозвіл на проведення будівельних робіт. Генпідрядною організацією розробляються проекти виконання робіт (ПВР) на всі етапи будівництва.

На наступному етапі після отримання всіх дозвільних документів на виконання робіт, виконуються роботи підготовчого періоду:

– розчищення та огородження будівельного майданчика;

– завезення на будівельний майданчик всіх необхідних матеріалів, машин та механізмів для виконання будівельних робіт;

– якщо роботи виконуються без відселення мешканців будинку або без зупинення роботи виробництва (для промислових об’єктів) то входи в будівлю необхідно облаштувати захисними козирками;

– необхідно відключити всі інженерні комунікації;

– організувати місця для перебування будівельних робітників.

Після виконання підготовчого періоду ми переходимо до етапу розбирання (демонтажу) будівельних конструкцій. Цей етап необхідно виконувати неухильно дотримуючись вимог ПВР (проекту виконання робіт). У ПВР особливу увагу має бути приділено тимчасовому кріпленню, як

демонтованих так і суміжних із ними будівельних конструкцій, способів від'єднання опорних вузів, опускання у зону складування або у зону вивезення демонтованих елементів. Розбирання або демонтаж будівельних конструкцій виконується відповідно до обраної схеми демонтажу будівельних конструкцій та з організацією всіх необхідних заходів щодо безпеки праці. До виконання будівельно-монтажних робіт ми приступаємо тільки після повного закінчення демонтажних робіт на захватці.

Наступним етапом є виконання будівельно-монтажних робіт відповідно до розробленого проекту. З використанням всіх новітніх технологій та механізмів. На цьому етапі також виконують опоряджувальні та роботи по благоулаштуванню території. Якщо будівля яка підлягає відновленню не відповідає сучасним будівельним нормам виконують модернізацію та реоновацію будівель. Ці роботи планують на стадії проекту.

Після закінчення комплексу будівельно-монтажних та пусконалагоджувальних робіт виконують здачу об'єкта в експлуатацію та отримують дозвіл на експлуатацію будівлі. На цьому етапі відновлення будівлі або споруди можна вважати закінченим.

Таким чином, з даної роботи можна зробити такі висновки: одразу після завершення воєнних дій потрібно буде відновити економіку в цілому і її стабільне зростання, відбудувати критичну інфраструктуру та деякі міста практично з нуля. Важливо, щоб ця відбудова не була сліпим відтворенням зруйнованого. Це можливість застосувати новітні підходи урбаністики і архітектури, щоб зробити українські міста більш зручними та інклюзивними для їхніх мешканців.

Все буде Україна! Ми відбудуємо кожен шматочок нашої країни!

Дякуємо за увагу!

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва.

2.ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)

3. Інтернет ресурси.

4.Савйовський В.В. Реконструкція будівель і споруд [Текст]: Навч. посіб./ В.В Савйовський – К.: Ліра -К, 2019. – 320 с.

5. Ушацький С.А. Організація будівництва [Текст]: Підручник/ С.А.Ушацький -К.: Кондор, 2007.-521 с.

УДК 622.28.044

Красуля О. О., студент гр. 184В-22-1М,
Новіков М. О., студент гр. 184П-22-1М
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»,
м. Запоріжжя, Україна

СПОСІБ ВСТАНОВЛЕННЯ БЕЗЗАМКОВОГО ФРИКЦІЙНОГО АНКЕРА

Анкерні кріплення широко використовуються в цивільному будівництві. Різні конструкції анкерних систем використовуються для кріплення гідротехнічних споруд, об’єктів промислового будівництва, закріплення схилів і т.п. Велику роль відіграють анкери в забезпеченні стійкості гірничих виробок. В будівництві підземних гірничих виробок анкерні кріплення мають такі переваги перед традиційними рамними підпорними системами: механізація встановлення кріплення, висока швидкість кріплення, низька металоємність, і ціна значно нижчі витрати на доставку. Разом з тим анкерні кріплення мають і недоліки.

В останнє десятиліття найбільшого поширення набули сталевополімерні анкери [1] через те, що вони мають високу несучу здатність і надійність закріплення. Застосування сталевополімерних анкерів виправдовує себе при кріпленні протяжних гірничих виробок.

Однак експлуатація гірничих виробок передбачає також застосування анкерного кріплення, як засобу локального зміцнення порід, закріплення елементів обладнання та ін. Одним із таких завдань є зміцнення порід ділянок нестійкої безпосередньої покрівлі і боків виробок на сполученнях з очисними виробками. Термін роботи анкерного кріплення в цьому випадку досить невеликий і застосування дорогих сталеполімерних анкерів у таких умовах не завжди виправдовується. Для таких умов актуальною є розробка нових та удосконалення відомих конструкцій анкерного кріплення, що дозволяють забезпечити стійкість закріплюваних порід при зниженні витрат на кріплення.

Метою роботи є удосконалення способу анкерного кріплення на основі аналізу існуючих інженерних рішень.

Аналіз існуючих способів кріплення виробок анкерами [2-4] показує, що всі ці способи можна розділити на три групи.

До першої відносяться способи, що базуються на використанні замків різної конструкції, які розпираються в шпурі. Цей тип анкерів складний у виготовленні, має точкове закріплення і після спрацьовування замка втрачає несучу здатність. Складність конструкції обумовлює високу ціну анкерів і необхідність спеціального обладнання для їх виготовлення.

До другої групи належать способи, що передбачають використання закріплення анкерів по всій довжині шпура хімічними або цементними

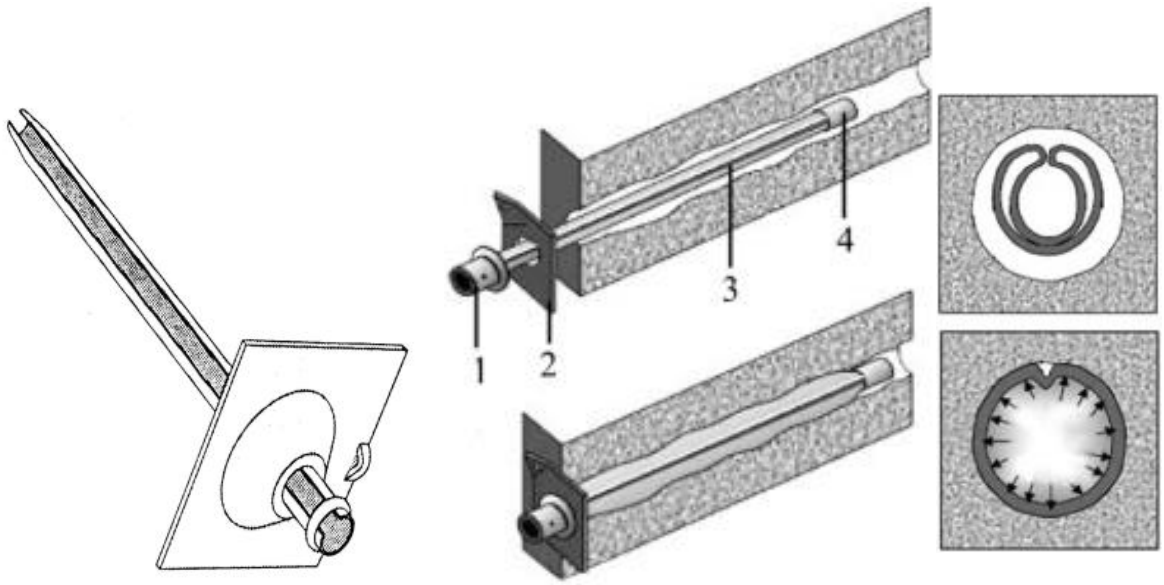
сумішами. При цьому конструкція анкерів достатньо проста, вони уявляють собою відрізок сталевої арматури. Однак в комплект таких анкерів окрім опорної планки і гайки входять в'яжучі речовини (клейові суміші), як правило патроновані. Ціна закріплювача в цьому випадку на рівні ціни самого анкера, що значно підвищує вартість комплекту.

Третю групу представляють способи, у яких фіксація анкера в шпурі забезпечується без хімічних сполук і механічних замків. Такі беззамкові способи не знайшли широкого впровадження, проте один з видів беззамкових анкерів – анкери з фрикційним закріпленням є достатньо відомим і популярним в світовій практиці. Фрикційні анкери закріплюються силами тертя між стінками шпуру і анкером. Вони дозволяють реалізовуватись великим деформаціям, але мають малу несучу здатність при умовно постійному опорі.

До найбільш поширених фрикційних анкерів відносяться дві системи Split Set та Swellex (Omega). І в першому і другому випадку анкер це сталева труба спеціального перетину, що випрямляється в шпурі гідравлічно, пневматично або за рахунок власної пружності.

Основним стримуючим фактором застосування фрикційних анкерів є невелика, в порівнянні зі сталеполімерними, несуча здатність, викликана слабким механічним зчепленням тіла анкера з шпуром.

За тестами Стиллборга і Стжерна [5] для анкерів конструкції Split Set (рис. 1а) несуча здатність становить близько 50 кН при деформаціях більше 120 мм. А для анкерів типу Swellex (рис. 1б) за тестами Стжерна максимальна несуча здатність становила 121 кН при деформаціях 26 мм, а після зрушення на 180 мм 63 кН.



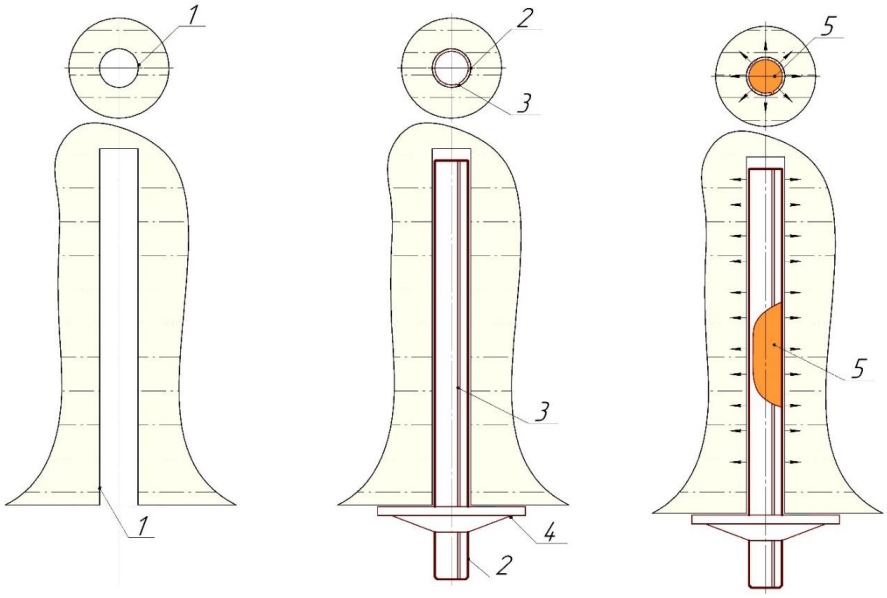
а) *б)*

Рис. 1 – Фрикційні анкери а) Split Set, б) Swellex

Виготовлення таких анкерів технологічно більш складно, а їх установка потребує спеціального високотехнологічного обладнання, що створює достатньо високі тиски всередині викривленої труби (яка власне і є анкером), для їх випрямлення в шпурі. В той час як анкер Split Set значно простіше, конструктивно це труба діаметром більше ніж діаметр анкера з подовжнім пропилом.

Анкери Split Set достатньо прості у виготовлені і установці. Однак, оскільки зусилля закріплення визначається силами пружного відновлення форми сталевої труби, що формують сили тертя між анкером і стінками шпуру, несуча здатність цих анкерів низька.Щоб підвищити несучу здатність анкерів зазначеної конструкції треба виключити можливість стискання тіла анкера (труби з розрізом) після їх установки. Керуючись такими міркуваннями було запропоновано декілька технічних рішень, що дозволили створити удосконалений спосіб фрикційного закріплення анкера. Принципова схема реалізації способу наведена на рис. 2.

Згідно з розробленим способом початкові операції і конструкція анкера принципово не відрізняються від Split Set. Спочатку в породах буриться шпур (рис. 2а). В шпур встановлюється анкер (рис. 2б). Анкер це сталева труба, що має зовнішній діаметр більше ніж діаметр шпура, з подовжнім пропилом. Діаметр пропила обирається таким, щоб після стиснення анкер вільно входив в шпур, а після виправлення в шпурі закріплювався радіальними силами пружності.



а) б) в)

Рис. 2 – Спосіб установки фрикційного анкера а) етап буріння шпура; б) етап установки анкера; в) етап заливки бетона, що розширюється
1 – шпур, 2 – трубчастий анкер, 3 – пропил в анкері, 4 – опорна шайба, 5 – бетон, що розширюється

Рекомендації по співвідношенню діаметра анкера і ширини пропила такі ж, як в анкерах Split Set. Згідно з розробленим способом після установки анкера всередину нього заливається бетон, що розширяється при твердінні (рис. 2в).

Для висхідних шпурів в анкери поміщується патронована бетонна суміш. Розширення бетона всередині анкера створює додаткові радіальні тиски, що збільшує зусилля закріплення анкера. Після твердіння бетонна суміш стримує можливі стиснення труби при розшаруванні порід. Таким чином несуча здатність фрикційного анкера суттєво підвищується.

Таким чином, запропонований спосіб установки фрикційного анкера дозволяє забезпечити надійне закріплення порід при скороченні матеріальних та трудових витрат на кріплення порід.

Подальші дослідження будуть спрямовані на пошук параметрів наведеного способу встановлення анкерів.

Автори вдячні науковому керівнику д.т.н. професору Сахно І.Г. за підтримку і допомогу при проведенні досліджень.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Sakhno, I., Sakhno, S., Kurdiumow, D., & Shvets, I. (2018). Studies of new nonadhesive anchoring. Mining of Mineral Deposits, 12(2), 85-94.

2. He, M., Gong, W., Wang, J., Qi, P., Tao, Z., Du, S., & Peng, Y. (2014). Development of a novel energy-absorbing bolt with extraordinarily large elongation and constant resistance. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, (67), 29-42.

3. Korzeniowski, W., Skrzypkowski, K., & Zagórski, K. (2017). Reinforcement of underground excavation with expansion shell rock bolt equipped with deformable component. Studia Geotechnica et Mechanica, 39(1), 39-52.

4. Li, C., & Håkansson, U. (2018). Performance of the Swellex bolt in hard and soft rocks. Rock Support and Reinforcement Practice in Mining, 103-108.

5. Li, C.C., Stjern, G., & Myrvang, A. (2014). A review on the performance of conventional and energy-absorbing rockbolts. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 6(4), 315-327

УДК 674.

Яворська А. О., студент гр. 192-22ск-1ФБ,
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
м. Дніпро, Україна

ЯПОНСЬКА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ДЕРЕВИНИ ВОГНЕМ

Shou Sugi Ban (Yakisugi(焼杉))– це створена в Японії технологія обробки деревини, а саме обробка вогнем, що дає можливість матеріалу бути найбільш виразним. Використовують таку деревину для створення унікального виду фасадів і інтер'єрів будинку. Основними перевагами методу є: захист від пожежі, гниття, комах, подовжує термін експлуатації до вісімдесяти років (Рис.1).

Оригінальна назва техніки - "Якісугі", хоча в Європі її частіше називають "Шоу Сугі Бан"- це пов'язано з неправильним перекладом. Не дивлячись на назву процес обробки ідентичний. При використанні техніки поверхня деревини злегка обвуглюється, але повністю не горить. Пізніше виникає карбонізація, що надає поверхні особливу структуру і сприяє придбання нею позитивних властивостей.

Окрім зазначеного раніше, захисту від зараження комахами і пліснявою, підвищеної міцності, також виділяється водовідштовхувальна властивість.

Рис.1 – Zwarthout забезпечив фасад shou sugi ban для вілли Meyendel у Вассенаарі, у провінції Південна Голландія.

Японія - країна з великою кількістю лісів, понад 66% території займають саме вони, що робить її третьою країною у світі за кількістю лісів (після Фінляндії й Швеції). Деревина як будівельний матеріал цілком логічне явище, протягом віків, не так давно її замінив бетон, але в великих містах. В Японії для технології Шоу Сугі Бан традиційно використовують японський кедр. Але

аналогію йому можна знайти і у Європі. У випадку використання в середині приміщення додатково фіксується вуглецевий шар.

Оскільки для обробки за методом Шоу Сугі Бан (Якісугі) не потрібні хімічні речовини, кожний з цих продуктів також активно захищає навколишнє середовище. Тому Якісугі - гарний вибір для тих, хто віддає перевагу натуральним продуктам.

Виробництво Якісугі зазвичай ділять на ручне випалювання або машинне випалювання, де процес пропалювання значною мірою автоматизовано.

Традиційний процес

В традиційному процесі три дошки сугі з'єднуються разом, утворюючи трикутник. Щільно зв'язавши дошки, на самому низу розпалюють вогонь папером чи газетами.(Рис.2) Потім потрібно хвилина чи дві, щоб вогонь поширився, зазвичай він починає поширюватися досить швидко через ефект димаря або штабеля від трикутника дошок. Час, необхідний для обробки, залежить від початкового ступеня вологості деревини, і також від бажаного ступеня обгорання. Для того, щоб зовнішні 3-4 мм обвуглилися, він зазвичай не перевищує 5 хвилин. При цьому в традиційному способі спалювання температура всередині трикутника повинна бути не менше 250°, але в більшості випадків вона досягає >400°C. Досягнувши потрібного рівня, трикутник відкривається і вогонь гаситься за допомогою води.

Дошки зазвичай обпікають з ранку (裏), тобто, із зовнішнього боку дошки. Також важливо висушити дерев'яні дошки перед випалом, в ідеалі до 10-15%. Це забезпечує хороші результати у процесі випалу, зменшує жолоблення та збільшує термін служби. У давні часи процес виконувався теслярами в основному на прилеглій греблі біля річки або на прибраних рисових полях. Якісугі як традицію все ще можна побачити в багатьох місцях по всій Західній Японії (в районі Кіото, також відомий як Якіїта), де це все ще дуже поширене. У цих областях Yakisugi позиціюватися як традиційний, стандартний, універсальний дерев'яний сайдинг, доступний за ціною та покращеною довговічністю в порівнянні з необробленою деревиною.

Рис.2 – Запуск Yakisugi | Палітурні дошки для утворення трикутника з папером, вставленим внизу

Виробничий процес

У Європі за останні роки було створено чимало провайдерів, що також свідчить про зростаючий інтерес до Якісугі. Nakamoto Forestry Europe, що є дистриб'ютором Nakamoto Zourin, найбільшого виробника якісуги, є єдиною компанією, що постачає оригінальні якисугі з Японії, виготовлені з деревини сугі (японського кипариса). Зі свого місцевого складу з місцевими запасами в Німеччині вони здійснюють постачання по всій Європі. Інші компанії в Європі включають Shousugiban Ltd із Великобританії; Zwarthout з Нідерландів та кілька інших у Франції, Німеччині, Польщі, Литві та деяких інших країнах.Більшість європейських постачальників були засновані в останні роки, і лише деякі володіють японським кваліфікованим та досвідченим процесом спалювання деревини - виробництво Yakisugi - це не тільки естетика та краса продукту, але також довговічність та екологічність продуктів.

Суякі(Рис.3) - найтрадиційніший і самобутній з продуктів Якісугі. За межами Японії його часто називають «шкірою алігатора» або «шовковим деревом». Обвуглений шар сажі має водовідштовхувальні властивості, а також захищає від ультрафіолетових променів. Тому Suyaki має кращу стійкість деревини та кольору, а також підвищену вогнестійкість. На деревину наносять масляні покриття для зв'язування та фіксації сажового шару. Це запобігає відокремленню сажі при дотику, запобігає появі плям і спростить складання. У Японії є безліч будинків, які використовують Suyaki вже понад 80 років без регулярного догляду.

Gendai(Рис.4) - це найпопулярніше оздоблення якісугі (матовий шоу суги бан) для фасадних та зовнішніх робіт. Один прохід через систему щіток видаляє важки шар сажі та залишає м'яку, шовковисту поверхню. Колонки з обпаленого волокна залишаються тонкими та лаконічними. Gendai може бути встановлений з традиційним масляним покриттям або без нього, або з натуральною олією на водній основі, залежно від бажаного зовнішнього вигляду і кольору.

Піка Піка (Рис.5) виробляється дворазовим нанесенням дротяною щіткою, повністю видаляючи пухкий шар кіптяви з м'яких річних кілець і виявляючи пізню деревину дрібно контрастними гребенями. Він створює топографічну текстуровану поверхню, що повторює структуру волокон, а при додатковій ручній обробці виходить рівномірна суміш серцевини та заболоні. Pika Pika вимагає масляної обробки, щоб уникнути закопчених відбитків пальців під час складання, ми використовуємо традиційні деревні олії, а також натуральні деревні олії на водній основі.

Рис.3 – Suyaki

Рис.4 – Gendai

Рис.5 – Pika Pika

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. https://woodschool.com.ua/shou-sugi-ban.html
2. https://nakamotoforestry.de/shou-sugi-ban/
3.https://degmeda.eu/de/services/shou-sugi-ban/

УДК 691

Волошин В. М., аспірант
Назаренко О. М., к.т.н., доцент
Національний університет «Запорізька політехніка»
м. Запоріжжя, Україна

УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА З СОЛОМИ

За останні десятиліття у будівництві зросла популярність використання натуральних матеріалів. Одним з таких матеріалів є солома. Вона є досить дешевою та екологічно чистою, а також має відмінні теплоізоляційні характеристики. Проте, раніше будівництво з соломи не вважалося дуже надійним та довговічним. Зараз же, завдяки новітнім технологіям, будівництво з соломи стало більш перспективним та зручним.

В сучасному світі будівництво з соломи набуло широкого поширення, зокрема завдяки зростаючому інтересу до екологічно чистого будівництва та енергоефективних технологій. За останні роки кількість будівель з соломи значно збільшилась у різних країнах світу, зокрема в Європі, США, Австралії та Новій Зеландії. В Україні, на жаль, цей вид будівництва ще не отримав широкого поширення, проте він має потенціал та перспективи.

Однією з головних переваг будівництва з соломи є екологічність цього матеріалу. Солома є природним, відновлюваним ресурсом, який не містить шкідливих речовин та не забруднює навколишнє середовище. Крім того, використання соломи у будівництві допомагає зменшити викиди вуглецю, оскільки цей матеріал є відмінним ізолятором тепла та зберігає тепло в будівлі. Це дозволяє зменшити споживання енергії на опалення та кондиціонування повітря. Ще одною важливою перевагою будівництва з соломи є низька вартість будівельних матеріалів. Солома є дешевим матеріалом, що відносно легко доступний у більшості країн світу.

Отже, солома як будівельний матеріал є екологічно чистим та відновлюваним джерелом, яке має великий потенціал у будівництві. Вона має властивості, які роблять її популярною серед еко-будівельників: добре ізолює тепло і звук, має низьку вагу і є дуже міцною.

Однак, для того, щоб солома стала популярним будівельним матеріалом, необхідно здійснювати додаткові дослідження щодо технологій обробки і захисту солом'яних плит від впливу води та шкідників. Також важливо розробити нормативно-правові акти, які б забезпечували безпеку будівництва з соломи, зокрема, щодо пожежної безпеки та інженерних мереж.

Сучасна технологія будівництва будинків із соломи полягає в тому, що солома компресується та пропитується мінеральними солями. Це забезпечує надійний захист соломи від грибків та мікроорганізмів, які можуть пошкодити

будівлю. Крім того, такий процес обробки соломи дозволяє збільшити її міцність, що забезпечує довговічність будівлі.

Першим кроком при будівництві будинку із соломи є вибір відповідної соломи. Для цього використовуються солома від пшениці, овесу, рису або ячменю. Важливо, щоб солома була відносно прямою, без ламань та інших пошкоджень. Далі, солома компресується за допомогою спеціального обладнання. Компресування здійснюється з такою силою, щоб зменшити об'єм соломи до мінімуму та забезпечити максимальну щільність матеріалу.

Після цього солома покривається мінеральними солями, які забезпечують захист від вогню, грибків та інших шкідливих впливів. Для цього можна використовувати різні розчини, наприклад, сульфат кальцію або гіпсові розчини. Після покриття солома може бути використана для будівництва будь-якої форми та розміру будинку.

Сучасні технології будівництва з соломи:

1. Солом'яні блоки: Солом'яні блоки виготовляються шляхом ущільнення сухої соломи в спеціальні форми за допомогою пресування. Ці блоки можуть бути використані для створення стін із блоків, які є більш міцними та стійкими до пожеж.

2. Монолітна солом'яна конструкція: цей метод використовується для створення стін із солом'яних блоків, які потім покриваються сумішшю з глини, піску та соломи. Ця суміш висихає, утворюючи тверду та міцну поверхню.

3. Солом'яні панелі: цей метод використовується для створення великих панелей із соломи та деревини, які потім можуть бути використані для стін або даху.

4. Солом'яна штукатурка: цей метод використовується для покриття стін із балок або блоків, створених з соломи, шаром штукатурки, яка складається з глини, піску та соломи. Ця штукатурка захищає солому від вологи та пожеж.

Удосконалена технологія будівництва з соломи є одним з найбільш перспективних напрямів розвитку будівельної галузі. Одним з головних напрямків удосконалення технології будівництва з соломи є застосування композитних матеріалів [1]. Композити з соломи - це матеріали, які складаються з соломи та полімерів. Вони мають високу міцність та водонепроникність, тому що полімери захищають солому від вологи та шкідливих факторів навколишнього середовища. Композитні матеріали з соломи використовуються для виготовлення панелей, блоків та інших конструкцій.

Нові технології обробки соломи також допомагають удосконалити технологію будівництва з соломи. Однією з таких технологій є криогенна обробка, яка дозволяє знизити водовміщення соломи та збільшити її міцність. Криогенна обробка полягає у заморожуванні соломи при дуже низькій температурі, що дозволяє покращити її механічні властивості. Іншою технологією є обробка соломи мікрохвильовим випромінюванням, яка дозволяє

покращити властивості солом'яних конструкцій за рахунок зниження вологості та збільшення міцності.

Окрім того, розробляються нові технології будівництва з соломи, які дозволяють зменшити час та вартість будівництва. Однією з таких технологій є використання роботів та 3D-друкування [3]. Роботи можуть виготовляти солом'яні блоки та панелі з високою точністю та швидкістю, що дозволяє зменшити час будівництва та знизити вартість. 3D-друкування дозволяє створювати складні форми та конструкції з соломи, що покращує їх естетичний вигляд та функціональність.

Ще одним важливим етапом удосконалення технології будівництва з соломи є розробка нових методів утеплення та вентиляції [4]. Оскільки солома має високу теплоізоляцію, необхідно забезпечити достатню вентиляцію, щоб уникнути збільшення вологості та ризику появи плісняви.

Іншим важливим аспектом удосконалення технології будівництва з соломи є створення нормативно-правової бази та сертифікації [5]. Щодо відсутності стандартів будівництва та інформації, уряди та організації по всьому світу починають працювати над створенням норм та стандартів для будівництва з соломи. Наприклад, в Австралії було створено документ "Технічний бюлетень для будівництва з соломи", який містить рекомендації щодо будівництва та експлуатації будівель з соломи. Також, в США та Європі створені організації, які займаються дослідженням та розробкою норм та стандартів для будівництва з соломи.

Нарешті, щодо відсутності інформації та досвіду, дослідження та навчання можуть допомогти забезпечити розвиток цього методу будівництва. Існує багато програм навчання, які допомагають людям навчитися будувати з соломи та забезпечити безпеку та якість будівель. Крім того, дослідження та розвиток нових технологій дозволяють забезпечити ще більш безпечні та ефективні будівлі з соломи.

У деяких країнах будівництво з соломи отримало підтримку від уряду та стало досить популярним. Наприклад, у Франції було створено програму, яка надає фінансову допомогу для будівництва екологічних будинків, включаючи будівлі з соломи. У Великій Британії було засновано архітектурне агентство "Amazonails", яке спеціалізується на будівництві з соломи та забезпечує послуги з проектування та будівництва.

В даний час існують різні технології будівництва з соломи, що різняться залежно від країни, регіону, кліматичних умов та вимог замовників. Наприклад, в США і Канаді досить поширена технологія "Nebraska style" - будівництво солом'яних будинків, які мають дерев'яну основу та солом'яні стіни. У Франції використовують технологію "poteaux-poutres" - солом'яні стіни встановлюються між дерев'яними стовпами та балками. У Великій Британії досить поширена технологія "light clay" - солом'яні плити використовуються як ізоляційний матеріал у збірних каркасних будинках [2].

Загалом, будівництво з соломи є ефективним та екологічно чистим методом будівництва, який може забезпечити комфортне життя для людей, зменшити вплив на довкілля. Для того, щоб забезпечити безпеку та якість будівель з соломи, необхідно продовжувати дослідження та розвивати нові технології, а також визначати норми та стандарти для будівництва з соломи.

Окрім того, важливо популяризувати ідею будівництва з соломи та надавати інформацію про переваги цього методу будівництва. Такі заходи можуть збільшити свідомість людей щодо збереження навколишнього середовища та сприяти розвитку сталого будівництва. Також важливо забезпечити підтримку та фінансування для проектів з будівництва з соломи, які мають потенціал стати прикладами для наслідування та показати ефективність цього методу будівництва. Заохочення використання екологічно чистих будівель може бути здійснене через фінансову підтримку, податкові пільги та інші заходи, які забезпечать стимулювання популяризації цього методу будівництва.

У заключенні, будівництво з соломи є ефективним та екологічно чистим методом будівництва, який має великий потенціал для зменшення впливу на довкілля та створення комфортних умов для життя людей. Враховуючи зростаючу свідомість людей про необхідність збереження навколишнього середовища, будівництво з соломи може стати важливим кроком у розвитку сталого будівництва та сприяти збереженню різноманітних культурних цінностей. Однак, для того, щоб цей метод будівництва став доступним та безпечним для всіх, необхідно продовжувати дослідження та розробляти нові технології, а також встановлювати норми та стандарти для будівництва з соломи.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Kuhne, K. Composite materials for straw bale construction. Journal of Green Building, 2014.

2. Reddy, G.R. Straw bale construction: recent developments. Building and Environment, 2015.

3. Brown, T. Engineering straw bale construction. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 2017.

4. Peña, P. Straw bale construction: ventilation and insulation techniques. Building Research and Information, 2016.

5. Shiel, C. Regulatory frameworks for straw bale construction. Building Research and Information, 2018.

6. https://ekodim.org.ua/solomyanniy-dim/

УДК 631.672.3

Антонюк А. О., студент гр. 194-22-1
Науковий керівник: Чушкіна І. В., к.т.н., доцент кафедри БГТГМ
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
м. Дніпро, Україна

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНШЕЙНОГО КРІПЛЕННЯ ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ З РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА БУДІВНИЦТВА ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД

Актуальність. Зростання цивільного та промислового будівництва в Україні не в останню чергу залежить від заздалегідь виконаних робіт по забезпеченню об'єктів будівництва водопостачанням та водовідведенням. Для будівництва та реконструкції водогосподарських мереж та гідротехнічних споруд необхідне застосування безпечних та економічно ефективних методів, з урахуванням усіх можливих вимог до охорони навколишнього середовища.

Одним з таких методів є використання траншейного кріплення. Траншейне кріплення - це процес забезпечення стійкості глибоких траншей, який використовується в світовій практиці будівництва, містобудування, дорожньому будівництві та інших галузях. Траншейне кріплення може бути ефективним при прокладанні трубопроводів та будівництві гідротехнічних споруд в умовах щільної міської забудови.

Перевагами траншейного кріплення можна вважати зменшення впливу на довкілля під час будівництва, висока ефективність, безпечність та економічність. Також важливою перевагою є те, що використання цієї технології потребує набагато менше місця. Звичайно, метод має і свої недоліки, які слід враховувати при проектуванні та використанні цієї технології в конкретних умовах.

Основна частина. Розглянемо основні етапи використання траншейного кріплення.

Підготовчий етап: визначення доцільності використання траншейного кріплення виходячи з таких параметрів як розмір траншеї, глибина та характеру ґрунту, наявність ґрунтових вод, насиченість ділянки будівництва комунікаціями. При сприятливих умовах траншейне кріплення є більш ефективним, ніж інші методи оскільки дозволяє зменшити час на виконання робіт, мінімізувати об'єм переміщуваного ґрунту та зменшити кількість проблем з перекриттям вулиць та доріг.

Вибір оптимального типу кріплення з урахуванням умов роботи та безпеки. На сьогоднішній день існує декілька виробників, які виготовляють комплекти кріплення в заводських умовах, вони універсальні, використовуються багаторазово, їх зручно транспортувати, розроблена виробником технологія

монтажу дозволяє використовувати значно менше техніки та обслуговуючого персоналу.

Облаштування ділянки будівельних робіт: організація безпечного їх виконання, проведення робіт з монтажу кріплення в траншеї.

Експлуатаційний етап: забезпечення безпеки під час роботи в траншейному просторі з використанням кріплення, відповідно до вимог правил охорони праці, проектної документації, нормативних документів з охорони навколишнього середовища.

Демонтаж кріплення після закінчення робіт у траншеї.

Ці етапи можуть варіюватися в залежності від умов і характеру робіт, але загалом вони є стандартними для використання траншейного кріплення в міських умовах.

Недоліками використання цього методу є необхідність додаткових вишукувань, детального планування, що може зайняти додатковий час та ресурси. Також недоліком можна вважати наявність обмежень: в зв'язку зі щільною забудовою, траншейне кріплення може зустрічати обмеження з питань доступності простору та глибини, що може обмежити можливості для виконання робіт з прокладання трубопроводів та монтажу гідротехнічних споруд.

Висновки. Таким чином, пропонується вивчати світовий досвід використання та впроваджувати технологію траншейного кріплення при проектуванні та виконанні робіт по будівництву та реконструкції споруд гідротехнічного призначення в умовах щільної міської забудови. Це дозволяє значно скоротити час та собівартість цих робіт. На прикладі реконструкції ділянки дощової каналізації під час реконструкції проспекту Соборності в м. Київ було на практиці доведено ефективність та універсальність цього методу, адже виконувався не лише процес прокладання нового трубопроводу з внутрішнім діаметром 1200мм, а й демонтаж старого, з внутрішнім діаметром 900мм. Також використання траншейного кріплення компанії LTW-VERBAU дозволило в рекордний термін (700 метрів дощового колектора було змонтовано за 50 діб) виконати технічне завдання. Роботи велись у досить складних умовах, мали місце перетини з різноманітними комунікаціями, кабельними трасами, трубопроводами. Але завдяки універсальності обладнання і його зручності у використанні термін реконструкції було скорочено приблизно у 1,5 рази.

Враховуючи все вищесказане можна зробити наступні висновки:

Траншейне кріплення є ефективним способом забезпечення стійкості глибоких траншей в будівництві та реконструкції гідротехнічних споруд.

Використання траншейного кріплення дозволяє знизити ризик виникнення аварійних ситуацій та збільшити безпеку робітників на будівельному майданчику.

Траншейне кріплення дозволяє зменшити час виконання робіт та витрати на їх проведення, що робить його економічно вигідним.

Використання траншейного кріплення дозволяє зберегти стабільність грунту та запобігти пошкодженню сусідніх споруд під час будівельних робіт.

Траншейне кріплення може бути використано в будь-яких умовах, не виключаючи роботи у воді та на забруднених територіях.

У зв'язку зі збільшенням обсягів будівельних робіт та реконструкції гідротехнічних споруд, використання траншейного кріплення стає все більш актуальним та необхідним для забезпечення безпеки та ефективності робіт.

УДК 624.07

Залєвський В. І., аспірант кафедри БВУП
Назаренко О. М., к.т.н., доцент кафедри БВУП
Національний університет «Запорізька політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна

СТАЛЬ - СИЛЬНІ СТОРОНИ БУДІВНИЦТВА

Будівництво та нерухомість успішні тільки в тому разі, якщо люди почуваються в будівлях зручно.

Часто буває так, що будівлі вже знову знесені через 30 років, тому що вони недостатньо гнучкі для зміни використання людиною. Вірно й те, що сектор будівництва та нерухомості несе відповідальність за більшу частину відходів. Багато що наразі вже в процесі перетворення. Ми обов'язково в найближчі кілька років побачимо попит на будівлі, які є більш гнучкими в процесі експлуатації. Важливо поставити ідею життєвого циклу будівлі (різного призначення) на передній план.

Ми повинні використовувати наші будівельні матеріали і проектувати наші будівлі від самого початку таким чином, щоб матеріал для чогось нового завжди був доступний після корисного життєвого циклу. Як це працює показує приклад конструкційної сталі: швидкість збору надзвичайно висока. Один раз вироблена конструкційна сталь або використовується повторно, або відправляється на переробку.

Мета - показати сильні сторони будівництва зі сталі та конкретні інструкції з реалізації для досягнення цього для створення стійких будівель зі сталевих конструкцій.

У будівлі зі сталі завжди присутній унікальний і неповторний вигляд.

Процес планування та будівництва

Сталева конструкція характеризується дуже високим ступенем заводської готовності. У середньому на будівельному майданчику виконується тільки 35% робіт (для порівняння: при звичайному будівництві близько 80% робіт виконується на будівельному майданчику).

Виробництво в заводських умовах компонентів, яке може включати будь-які бажані покриття, зменшує час на будівельному майданчику і одночасно підвищує якість виконання.

Додаткова економія часу завдяки виготовленню несучої конструкції далеко від будівельного майданчика, оскільки земляні роботи та виготовлення фундаменту можуть бути завершені паралельно з роботами, що виконуються в заводських умовах.

Скорочення термінів будівництва, що досягається таким чином, приносить і позитивний економічний ефект, оскільки будівля готова до

введення в експлуатацію набагато швидше, що призводить до швидкого повернення капіталу (наприклад, за рахунок доходу від оренди). Виробництво на заводі також має переваги для персоналу: у них є постійне, незалежне від погодних умов, стаціонарне робоче місце. Робочі процеси, високий рівень безпеки праці та, як правило, набагато комфортніші умови праці, ніж на будівництві.

Конструкція підходить для виробництва і складання

У сталевих конструкціях, завдяки високому ступеню заводського виготовлення, основні розміри дуже важливі для планування і виробництва. Для оптимального планування необхідно, щоб технічний відділ був знайомий з машинами, наявними на виробництві, і знайомий з наявними уніфікованими виробами, які можуть спростити подальшу збірку і тим самим заощадити час і капітал. До них належать, наприклад, сходи, платформи або поручні.

Технічний відділ повинен знати конкретні можливості виробництва і тим самим забезпечувати економічно - доцільний виробничий процес.

Транспорт

Оскільки сталева конструкція в основному стаціонарна, необхідно завчасно планувати необхідні перевезення. Вантажопідйомність транспортних засобів, які використовуються під час доставки готових виробів на місце будівництва, і маршрут від заводу до будівельного майданчика (наприклад, круті повороти, мости з максимальним запасом за висотою) мають бути взяті до уваги під час транспортування окремих частин. Бажано щоб, окремі компоненти були попередньо виготовлені на заводі, щоб не було потрібно дорогих спеціальних дозволів (наприклад, для перевезення важких вантажів.

Монтування.

В ідеалі окремі компоненти доставляти на будівельний майданчик "точно в строк" і за допомогою мобільного крана (маніпулятора) прямо з вантажівки в намічене положення.

Вибір кріплення слід планувати якомога раніше. При цьому, щоправда, у виробничих операціях зазвичай обирають зварні з'єднання, а під час складання на місці переважають різьбові з'єднання. Зварні з'єднання слід вибирати тільки у виняткових випадках.

Для швидкого і легкого встановлення важливо, щоб з'єднання були виконані якомога простіше. Сюди входить, наприклад, вибір якомога менше гвинтів більшого діаметра замість безлічі менших.

Використання збірних елементів (металовироби) виготовлених за допомогою методу гарячого цинкування економить час на нанесення необхідного антикорозійного покриття і також полегшує їх зберігання.

Виробництво сталі та збереження ресурсів.

Виробництво сталі помилково вважається енергоємним і не дуже ресурсоємним. Цей недолік був у 1950-х і 60-х роках. Однако відтоді виробничі процеси для виробництва сталі значно покращилися.

Високого рівня енергетичної ефективності було досягнуто завдяки послідовній рекуперації тепла та енергії та інноваціям у технології виробництва, крім того, побічні продукти такі як шлак і фільтрувальний пил практично повністю переробляються, наприклад, у виробництві цементу.

Сталь - ресурсоощадний будівельний матеріал.

Функціонуюча економіка замкнутого циклу характерна для ресурсоощадного будівельного матеріалу. Завдяки 100% придатності сталі для повторного використання вона не витрачається, а використовується знову і знову. Сталевий брухт - вторинна сировина, що отримується з будь-якого сталевого виробу, від гвинтів до побутової техніки та автомобілів, які більше не використовуються. Сталь практично не зникає, але в значному обсязі підлягає вторинній переробці.

Важливий баланс між соціальними, екологічними та економічними якостями будівлі. Зокрема, включення економічних аспектів може змінити індустрію будівництва та нерухомості в довгостроковій перспективі.

Будинки, спроектовані відповідно до критеріїв стійкості, пропонують інвесторам і користувачам дуже багато зручностей. Майбутні ринкові зміни змушуватимуть планувати і будувати екологічно безпечні будівлі.

Вибір будівельних матеріалів відіграє вирішальну роль в оцінці будівлі. Ось тут якраз має право вибору будівельного матеріалу

Сталь, багато в чому визначає майбутню життєздатність будівлі і, отже, збільшує наше середовище проживання.

– Ефективність і різноманітність дизайну.

Сталева конструкція дає змогу використовувати тонкі компоненти з великими прольотами, за умови економії ваги та матеріалу. Крім того, великі прольоти дають змогу індивідуально оформити простір у полегшеній конструкції, яку можна комбінувати в будь-який момент, адаптувати до нових вимог користувача з мінімальними зусиллями та витратами коштів.

– Здоров'я.

Сталева конструкція суха, не містить шкідливих викидів і пилу, а також, сталеві компоненти захищені від зараження шкідниками і грибками і абсолютно нешкідливі при контакті зі шкірою. Сталь містить тільки натуральну сировину, не містить хімічних добавок і не виділяє шкідливих парів, тому вона підходить як будівельний матеріал, навіть якщо існує висока сприйнятливість до речовин, шкідливих для здоров'я.

– Збірні будівельні майданчики.

Високий ступінь попередньої підготовки сталевих компонентів на заводі дає змогу заощаджувати місце та здійснювати швидке складання, гарантуючи водночас високу точність розмірів і якість складання металоконструкцій.

– Довговічність, можливість повторного використання і можливість вторинного перероблення.

Сталеві компоненти можна швидко демонтувати в одному місці і змонтувати в іншому місці - там же, або використовувати в новому будівництві. Сталевий брухт можна переплавити і без втрати якості на нові сталеві вироби, виходить, що сталь, яка колись була вироблена, також доступна буде доступна майбутнім поколінням для будівництва.

Сталь - відновлюваний будівельний матеріал.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Всесвітня комісія з навколишнього середовища та розвитку: Наше спільне майбутнє. Видавництво Оксфордського університету, Оксфорд, 1987р.

2. Хегнер, Ханс-Дитер: Стійке будівництво у Німеччині – Федеральна рейтингова система для офісних та адміністративних будівель. Ernst & Sohn, випуск 6, 2010 р.

3. Messari-Becker, L.: Стійка реконструкція? За екологічну ефективність та економічну ефективність енергетики. Building Physics 30 (2008), випуск 5, Ernst & Sohn.

УДК 69.03

Кравченко К. В., к.т.н., доцент кафедри БГТГМ
Мусієнко В. О., студент гр. 192-19-1
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
м. Дніпро, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ КРІЗЬ ОГОРОДЖУЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ НА ПРИКЛАДІ 4-ГО КОРПУСУ НТУ «ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Проблема і її зв'язок з науковими і практичними завданнями.

На даний момент значна частина українських вузів страждають від того, що їх будівлі не відповідають мінімальним вимогам щодо енергетичної ефективності, і тому «з'їдають» значну кількість коштів їх бюджету, які можна було б направити на закупівлю обладнання і поліпшення якості освіти та умов для навчання студентів.

Для того, щоб хоча б частково вирішити цю проблему, можна подати заявку на отримання грантів Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України – проектів регіонального розвитку, які можуть реалізовуватися за рахунок коштів державного бюджету, отриманих від Європейського Союзу, або інших грантів, що фінансуються місцеві органи влади різних рівнів [1].

Аналіз досліджень і публікацій.

Розрахувати енергоефективність об'єкта – важке завдання, для вирішення якої потрібно знати певні тонкощі і вміти проводити складні обчислення. Це один з основних етапів енергомоніторингу, який складається з дослідження будівельної документації на об’єкт, енергетичних обстежень, розробки та реалізації програм з енергозбереження та підвищення продуктивності споживання ресурсів. Враховують при цьому певні критерії, наприклад, величину і складність конструкції. Перелік може включати в себе велику кількість параметрів. Аналіз існуючого стану енергоефективності будівель і споруд показує, що основні втрати тепла через огороджуючі конструкції відбуваються через стіни, вікна та з видаленим вентиляційним повітрям і в меншій мірі через підлогу, стелю та двері. Але в кожному окремому випадку систему енергоефективності будівлі або споруди потрібно розглядати окремо, через специфіку та особливості кожного окремого об'єкта, оскільки для об’єктів з різним співвідношенням між елементами огороджуючих конструкцій та різних часів побудови структура теплових втрат буде значно відрізнятися.

Стандарти будівництва [2, формула А.7.] вимагають певного співвідношення – *показник компактності будинку:*

$$\Lambda_{\text{к буд}} = F_{\Sigma}/V_{h}. \quad (1)$$

де $\boldsymbol{F_\Sigma}$ – загальна площа внутрішніх поверхонь зовнішніх огороджувальних конструкцій, включаючи покриття (перекриття) верхнього поверху і перекриття (підлоги) нижнього опалювального приміщення, м^2;
$\boldsymbol{V_h}$ – опалюваний об’єм будівлі, рівний об’єму, обмеженому внутрішніми поверхнями зовнішніх огороджувальних конструкцій будинків, м^3.

Мета цього розрахунку полягає в тому, що кожна будівля протягом опалювального сезону втрачає через свою зовнішню поверхню цінне тепло. Компактність - це співвідношення площі конструкцій, що захищають (оболонки будівлі) і всього обсягу будівлі (його корисної площі). Чим менше площа конструкцій, що захищають, по відношенню до корисної площі будівлі, тим компактніше воно.

Водночас геометрично компактні форми будівлі мають найнижчий показник теплових втрат, оскільки великий внутрішній об'єм приміщень обмежений мінімальною площею зовнішньої поверхні. При однаковій товщині стін і способі укладання однакової теплоізоляції триповерхова будівля кубічної форми втрачає тепла набагато менше, ніж витягнута одноповерхова будова, обігріти яку взимку, здається, неможливо. Це обумовлено насамперед особливостями геометрії стін та даху довгого одноповерхового бараку.

Оскільки кожна зі складових енергетичного балансу будівлі є досить вагомою, то пропонується на конкретному прикладі будівлі 4 корпусі розглянути втрати енергії через однорідні огороджуючі конструкції окремо і оцінити їх внесок у загальний показник енергоефективності будівлі.

Постановка задачі. Метою даної роботи є виконання енергетичного моніторингу навчального корпусу №4 НТУ «Дніпровська політехніка» для досягнення наступних цілей: визначення кількісних і якісних показників витрат тепла через огороджуючі конструкції; сформулювати висновки щодо причин їх виникнення; дати рекомендації щодо їх зменшення. Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання: аналіз існуючої документації; обстеження огороджуючих конструкцій будівлі 4 корпусу НТУ «Дніпровська політехніка»; розрахунок і аналіз основних витрат тепла через однорідні огороджуючі конструкції.

Викладені матеріали та результати. На території центру міста Дніпро розташований кампус одного з найстаріших вищих навчальних закладів України Національного технічного університету «Дніпровська Політехніка», до складу якого входить 4 корпус (рис 1.). Основні геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники 4 корпусу представлені в табл. 1.

Враховуючи складність розрахунку згідно [2], для початкового аналізу кожен елемент витрат через огороджуючі конструкції окремо розглянемо визначення кількості тепла, котра втрачається через 1м^2 огороджувальної оболонки стіни, вікна, даху і підлоги з формули

$$R_i = \frac{\Delta T}{q_i} \rightarrow q_i = \frac{\Delta T}{R_i} \qquad (2)$$

де q_i – кількості тепла, котра втрачається через 1м^2 огороджувальної оболонки *i* елементу (стіни, вікна, даху і полу), Вт/м^2; ΔT – різниця температури між внутрішньою та середньою зовнішньою температурами приймається рівною 20^{0}С; R_i – термічний опір матеріалу огороджувальної оболонки стіни, вікна, даху і підлоги, м^2 ^{0}С/Вт

Рис. 1. – Фасад 4 корпусу НТУ «Дніпровська політехніка»

Таблиця 1

Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники 4 корпусу

Показники	Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове значення показника	Фактичне значення показника
Геометричні показники				
Загальна площа зовнішніх огороджувальних конструкцій будівлі:	F_Σ, м^2		7289	
- стін	$F_{нп}$, м^2		2000	
- вікон і балконних дверей	$F_{спв}$, м^2		1440	
- вхідних дверей, воріт	$F_Д$, м^2		30,0	
- покриттів (суміщених)	$F_{лк}$, м^2		1909,6	
- горищних перекриттів (холодних горищ)	$F_ц$, м^2		1909,6	
Площа опалювальних приміщень	F_h, м^2		6226,1	
Опалювальний об'єм	V_h, м^3		18678,3	
Коефіцієнт скління фасадів будинку	m_{ck}		0,366	
Показник компактності будинку	$Л_к$, буд		0,39	
Теплотехнічні показники				
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій:	$R_{ΣПР}$, м^2·К/Вт			
- стін	$R_{ΣПР\ НП}$	3,3	3,3	1,358
- вікон і балконних дверей	$R_{ΣПР\ СПВ}$	0,75	0,75	0,44
- вхідних дверей, воріт	$R_{ΣПР\ Д}$	0,6	0,6	0,3
- покриттів (суміщених)	$R_{ΣПР\ ПК}$	4,95	4,95	1,15
- горищних перекриттів (холодних горищ)	$R_{ΣПРГ}$	3,75	3,75	1,15
Енергетичні показники				
Розрахункові питомі тепловитрати (відповідно року будівництва)	$q_{буд}$, кВт·год/м^2		39,31	90,76
Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку	E_{max}*, кВт·год/м^3	72	-45,69	26,06

* при реконструкції допускається збільшити нормативне значення на 25%

Отримані результати розрахунку представлені в табл. 2 та 3.

Таблиця 2

Визначення кількості тепла, що втрачається через 1м^2 огороджувальної оболонки до виконання заходів з енергозбереження

Найменування елементу	R_i, м^2 ^{0}С/Вт	F_i, м^2	q_i, Вт/м^2	% від загальних втрат	Потужність втрат крізь огороджуючі конструкції будівлі $q_{ок}$, Вт
Стіни	1,358	2000	14,73	15,23	24400
Вікна	0,44	1440	45,45	40,84	65448
Двері	0,3	30	66,67	2,49	3990
Перекриття горища	1,15	1909,6	17,39	20,72	33207,94
Перекриття підвалу	1,15	1909,6	17,39	20,72	33207,94
Разом				100	160253,88

Таким чином, за рахунок приведення опорів теплопередачі огороджуючих конструкцій до нормативних вимог [2] очікується зниження потужності теплових втрат через огороджуючи конструкції будівлі на 57% або у 2,31 рази.

Визначимо річне розрахункове енергоспоживання на покриття теплових втрат крізь огороджуючи конструкції $Q_р$, тривалість опалюваного періоду приймаємо 172 доби або $T_{оп}$ = 4128 год.

Таблиця 3

Визначення кількості тепла, що втрачається через 1м^2 огороджувальної оболонки після виконання заходів з енергозбереження

Найменування елементу	R_i, м^2 ^{0}С/Вт	F_i, м^2	q_i, Вт/м^2	% від загальних втрат	Потужність втрат крізь огороджуючі конструкції будівлі $q_{ок}$, Вт
Стіни	3,3	2000	6,06	17,46	12120,0
Вікна	0,75	1440	26,67	55,32	38404,8
Двері	0,6	30	33,33	1,44	999,9
Перекриття горища	4,95	1909,6	4,04	11,11	7714,78
Перекриття підвалу	3,75	1909,6	5,33	14,66	10178,17
Разом				100	69417,65

Тоді загальне розрахункове споживання енергії на покриття тепловтрат через огороджуючи конструкції становитиме:

– до термомодернізації

$Q_р^{до} = q_{ок} \cdot T_{оп} = 160253,88 \cdot 4128 \cdot 10^{-3} = 661\ 528,02$ кВт·год;

– після термомодернізації

$Q_р^{п} = q_{ок} \cdot T_{оп} = 69417,65 \cdot 4128 \cdot 10^{-3} = 286\ 556,07$ кВт·год.

Питоме енергоспоживання на покриття тепловтрат через огороджуючі конструкції будівлі при загальній площі будівлі при опалюваній площі F_h=7289,0 м^2:

– до термомодернізації

$E_p^{до} = Q_p^{до} / F_h$ = 661 528,02 / 7 289,0 = 90,76 кВт·год/м^2;

– після термомодернізації

$E_p^{п} = Q_p^{п} / F_h$ = 286 556,07/ 7 289,0 = 39,31 кВт·год/м^2.

Нормативне значення питомого енергоспоживання 5-6 поверховими будівлями у І кліматичній зоні України встановлено на рівні 72 кВт·год/м^2. Аналізуючи виконані оцінки теплових втрат крізь огороджуючи конструкції до термомодернізації, можемо зробити висновок, що наразі будівля не відповідає мінімальним вимогам до енергетичної ефективності і потребує виконання термомодернізації.

Висновки та напрямок подальших досліджень.

За результатами попереднього енергетичного моніторингу навчального корпусу №4 НТУ «Дніпровська політехніка» отримані наступні результати:

1. Основні втрати тепла через огороджуючі конструкції будівлі у відсотковому відношенні до загальних тепловтрат:

- до виконання заходів з енергозбереження вікна **40,84%** ;
- після виконання заходів з енергозбереження вікна **55,32%** .

2. Загальні втрати тепла через огороджуючі конструкції з усієї площі будівлі складають Вт/м^2:

- до виконання заходів з енергозбереження **90,76** кВт·год/м^2;
- після виконання заходів з енергозбереження **39,31** кВт·год/м^2.

3. Роботи із забезпечення енергоефективності включають такі види: проведення перед-проектного, поточного та контрольного енергоаудитів, утеплення фасадів, заміна вікон,заміна дверей.

4. В ході реалізації запропонованих заходів очікується підвищення класу енергоефективності будівлі з F до C та максимальне наближення до нормативних вимог щодо припустимих витрат теплової енергії на опалення будівель, які існують в країнах ЄС.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. M. Trehub, K. Tiukhmenova, K. Kravchenko. "Some Aspects of Energy Efficient Project Management", Advanced Engineering Forum, Vol. 25, pp. 20-27, 2017.

2. ДБН Б В.2.6-31 «Теплова ізоляція будівель». [Електронний ресурс]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65838 (дата звернення: 21.04.2023).

УДК 624.

Вигодін М. О., к.т.н., доцент кафедри БГТГМ
Переясловський В. С. студент гр. 192-19-1
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро Україна

БУДІВНИЦТВО ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ З ПРИМІЩЕННЯМИ ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

Президент України Володимир Зеленський підписав **закон**, згідно з яким забудовники зобов'язані проектувати і споруджувати бомбосховища у кожному новому будинку.

Законо України №7398 від 22 серпня 2022р. передбачає термінове розгортання в Україні мережі бомбосховищ, зокрема й у новобудовах. Так, містобудівна документація повинна включати інформацію про плановані інженерно-технічні заходи цивільного захисту, бо інакше її не затверджуватимуть.

Орган державного архітектурно-будівельного контролю відтепер може відмовити у видачі сертифікату про готовність будівлі до експлуатації, якщо забудовник не завершить роботи з обладнання бомбосховища.

Один із важливих аспектів закону стосується вимог до об'єктів критичної інфраструктури, включаючи житлові та громадські будівлі, зокрема будівлі, призначені для масових заходів та розміщення людей у місцях масового скупчення. Закон зобов'язує власників таких об'єктів забезпечити їх захист та готовність до дій у разі виникнення загрози терористичній активності.

Один із способів забезпечення захисту та готовності – це використання мамаків або інших захисних приміщень.

Відповідно до **Закону України №7398 від 22.08.22**, **мамаки** та **мамади** можуть бути використані як один із інструментів для забезпечення безпеки населення у разі загрози терористичної активності.

Мамад і мамак: у чому різниця, та які їх стандарт і вимоги.

Щоб дійти до громадського укриття жителям Ізраїлю, необхідно 5 – 10 хвилин, проте ракети долітають значно швидше. Отже, населення має лише 20 секунд на пошук сховища.

Щоб уберегти цивільних, у 1993 році влада Ізраїлю зобов'язала забудовників проектувати укріплені кімнати у всіх житлових та громадських будівлях – **мамади**. Переміститися в них можна за кілька секунд, не виходячи з квартири.

Є **два** види наступних кімнат:

- **мамак** – укріплена кімната в громадських будинках, яка передбачена на кожному поверсі,

- **мамад** – укріплена кімната у квартирі.

Відповідно до стандартів Ізраїлю, **мамак** має відповідати певним вимогам:

- Конструкція повинна бути виконана з бетону або сталі завтовшки не менше 20 см.
- **Мамак** повинен мати достатньо місця для всіх людей, які можуть перебувати в будівлі, включаючи людей з обмеженими можливостями забезпечуючи їм розумний доступ до них та необхідні умови перебування.
- Приміщення повинно бути забезпечено вентиляцією та дверми, які повинні зачинятися на замок.
- **Мамак** повинен мати запас продовольства, води та медичного приладдя на максимально можливу чисельність людей в сховищі.
- На вході в **мамак** має бути встановлена інструкція, яка пояснює, як використовувати притулок у разі ракетної атаки. Для ознайомлення інструкція оформляється з урахуванням потреб маломобільних груп населення та інвалідів.
- Розташування та статус **мамака** повинні бути чітко вказані на будівлі або плані будівлі.
- **Мамак** повинен бути доступний у будь-який час дня та ночі.

Також і **мамад** повинен відповідати певним вимогам:

- Кімната має бути виконана з бетону або сталі завтовшки не менше 10 см.
- **Мамад** повинен бути обладнаний сталевими дверима завтовшки не менше 5 см і з двома замками, щоб забезпечити максимальний захист.
- Вікна повинні бути запечатані та закриті спеціальною решіткою, здатною витримувати високий тиск.
- У **мамаді** має бути встановлена вентиляція та система фільтрації повітря, яка забезпечить захист від хімічних та біологічних загроз.
- У приміщенні має бути встановлений телефон і радіо, щоб забезпечити зв'язок із зовнішнім світом.
- **Мамад** повинен бути обладнаний запасом питної води, продовольства та медичного приладдя.
- На дверях **мамада** має бути встановлена інструкція, яка пояснює, як використовувати притулок у разі терористичної атаки.
- Розташування та статус **мамада** повинні бути чітко вказані на будівлі або плані будівлі.

З економічного погляду, **мамаки** мають бути вигіднішим варіантом для будівництва в Україні, оскільки вони не вимагають таких же великих

інвестицій та витрат на будівництво, як **мамади**. Крім того, **мамаки** можуть бути більш зручними для багатьох типів будівель, оскільки вони можуть бути вбудовані в існуючі будівлі і не вимагають окремого місця для розташування.

Однак, при виборі **мамака** необхідно враховувати вимоги до його конструкції та розташування, щоб забезпечити максимальний захист від загроз та ризиків.

Хоча впровадження **мамаків** у будівництво в Україні може бути викликом, це важливий захід для забезпечення безпеки мешканців в умовах загрози різноманітних надзвичайних ситуацій та бойових дій.

Якщо говорити про Україну, то при будівництві нових будівель і споруд необхідно брати до уваги такі моменти:

1. Визначення місця розміщення - **мамаки** повинні бути розташовані в місцях, де вони є найбільш ефективними та доступними для використання.
2. Проектування та будівництво - **мамак** має бути побудований відповідно до високих стандартів якості та ефективності, описаних вище.
3. Забезпечення відповідності **мамака** місцевим нормам та вимогам - у кожній країні можуть бути свої закони та правила, що регулюють будівництво **мамаків**.
4. Навчання мешканців, працівників та відвідувачів будівлі – люди повинні знати, як використовувати **мамак**, як швидко та безпечно потрапити до нього, та як залишитися в ньому до приходу рятувальників.
5. Технічне обслуговування та підтримка - **мамаки** повинні піддаватися регулярному технічному обслуговуванню та перевіркам для гарантії їхньої працездатності.
6. Фінансування – вартість будівництва **мамаків** може бути значною, тому необхідно враховувати відповідні кошти при складанні проектно-кошторисної документації.

Однак, незважаючи на законодавчу базу та наявність технічних можливостей для будівництва захисних конструкцій в Україні, поки що ця тема не отримала належної уваги з боку держави та населення. Багато житлових будинків та громадських будівель не обладнані притулками чи **мамаками**, а люди не готові до дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій та бойових дій.

Загалом досвід Ізраїлю в галузі захисту населення від небезпек надзвичайних ситуацій може стати цінним уроком для України. Важливо усвідомлювати, що попередження та підготовка до можливих небезпек мають стати невід'ємною частиною життя людей, а будівництво притулків та **мамаків** – необхідна умова для забезпечення безпеки населення в умовах сучасного світу.

Таким чином, цей закон може вплинути на будівельну галузь України, встановивши нові вимоги та стандарти для створення оборонних споруд, а також розширивши можливості використання цих споруд з метою захисту цивільних об'єктів та підвищення безпеки та захисту держави.

Ці зміни допоможуть покращити якість будівництва в Україні та забезпечити громадську безпеку мешканців. Також вони можуть також спричинити деякі зміни у термінах і вартості будівництва, у зв'язку з додатковими вимогами та контролем виконання вимог до об’єктів цивільної безпеки з боку держави.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Електронний ресурс - https://decentralization.gov.ua/news/15281
2. Електронний ресурс - https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/Card/39666
3. Електронний ресурс - https://realestate.24tv.ua/ru/chto-takoe-mamady-mamaki-izraile-ot-chego-oni-zashhishhajut_n2181388
4. Електронний ресурс - https://www.epravda.com.ua/news/2022/08/23/690707/
5. Електронний ресурс - https://biz.ligazakon.net/news/213412_bomboskhovishcha-budut-v-uskh-novobudovakh-zakon-pdpisano

УДК 699.8

Хозяйкіна Н.В.,к.т.н., доцент кафедри БГТГМ,
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
м. Дніпро, Україна

РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ВИСНОВКИ ЩОДО ЗМІН ПІСЛЯВОЄННОГО ЦИВІЛЬНОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ

Післявоєнні принципи проєктування інфраструктури міст України необхідно переглянути та принципово змінити. На сьогодні вже детально вносяться зміни до нормативних будівельних документів і з 01 вересня 2022 року відбулося Велике оновлення державних будівельних норм, тобто стали чинними 11 нових ДБН та зміни до ще 14 існуючих державних будівельних норм. Зміни до них мають набрати чинності не через 30 днів після припинення або скасування воєнного стану, а через 90 днів з дня реєстрації норм та оприлюднення на порталі Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва [1].

Архітектори та фахівці з будівництва ретельно аналізуючи складнощі та проблеми, які виниклии в результаті дій повномасштабної війни, що призвели до руйнування будівель, а також до висновків з приводу незабезпеченості будівель та споруд укриття для населення прийшли до наступних висновків з врахування світового досвіду. По-перше, війна навчила проєктувати більш надійніше та комфортне житло, тобто нові будинки робитимуть з укріпленими підземними паркінгами та підвальними тимчасовими укриттями, як в Ізраїлі. По-друге, війна наштовхує й на інші думки про те, як варто змінити підходи до будівництва житла та не тільки. Розбираємо 8 питань, про які задумалися фахівці після повномасштабного вторгнення рф.

1. **Чи варто під час планування квартир передбачити безпечну кімнату?** Зараз, все більше, говорять про існування в кожній квартирі safe-room (мамад) за аналогом Ізраїлю, то є думка, що так не буде, бо в нас і зараз є норми безпеки в житлі. Наприклад, є таке поняття, як безпечне місце на балконі чи лоджії – протипожежний відстійник, який не задимлюється. Якщо ваша квартира загориться, то є місце де можна перечекати, коли приїдуть пожежники та вас врятують. Але з деяких часів, склалося так, що наші люди прибирають його, коли роблять ремонт. Вони збільшують кімнату, додаючи до неї площу цього балкону чи лоджії. Тобто людям важливіше щоденний комфорт, аніж безпека. Тому закладені в проєкті кімнати-сховища, важко гарантувати, що власники квартири їх залишать, бо треба зміни до Конституції, де буде законодавча вимога до такого виду кімнат з урахуванням, що йдеться мова про приватну власність.

Далі роздивимося аналіз та прогноз застосування львівських «мамадів», так Міськрада Львова затвердила нові стандарти безпеки будівництва житла, які зобов'язують забудовників створювати в новобудовах безпечні кімнати за ізраїльським зразком [2] та посилили вимоги щодо протипожежної безпеки і встановлення систем відеоспостереження. Нові нормативи передбачають посилену безпеку в новобудовах, зокрема: кімнати безпеки на поверхах (ізраїльський досвід); адаптацію підземних паркінгів та інших приміщень для укриття; безбар'єрність укриття; наявність протипожежних стін і вікон; дотримання гуманної висотності; запобігання переущільнення будівель тощо.

Щодо «мамадів», як їх називають в Ізраїлі, - це окрема броньована кімната у квартирі, яку зазвичай використовують як дитячу. На момент тривоги всі члени родини переміщаються в кімнату-укриття з посиленими системами безпеки. Такі приміщення можуть врятувати від уламків ракет і снарядів, а також хімічної зброї та землетрусів. Тут є навіть повітряний фільтр для хімзахисту. Зазвичай в укритті є ліжка, комунікації, включно з інтернетом, запаси їжі та води.

Громадські будівлі теж обов'язково мають таке приміщення – воно має бути на кожному поверсі, де є люди. Без наявності «мамада» міська влада Львова не дасть дозволу на будівництво або не введе споруду в експлуатацію.

Львівські «мамади»: плюси та мінуси:

Якщо розглядати ситуацію, коли збільшуються нічні повітряні тривоги, які частішають саме вночі і по декілька часів тривають, то очевидно: кімнати захисту, які внесли в стандарти будівництва житла у Львові, – це є життєво необхідна річ. Це питання безпеки, психологічне здоров'я дітей і батьків.

Рекомендації до технічних характеристик кімнат-безпеки готували з огляду на напрацювання Ізраїлю, який має досвід спорудження приміщень із посиленою безпекою в самих помешканнях із 1992 року.

Львівські кімнати з посиленою безпекою виглядатимуть як звичайні житлові приміщення. Проте вони відрізнятимуться від інших кімнат масивними залізобетонними стінами товщиною 30 см, потовщеними перекриттями, металевими герметичними дверима, які витримують вибухову хвилю.

Львів пропонує забудовникам будувати кімнати мінімальною площею 9 м^2, де стіни та перекриття виконують з армованого бетону. Вікна мали б захищати сталеві віконниці, але їх варто розташовувати щонайменше на висоті 1,5 м від підлоги. Двері та вікна мають витримати тиск ударної хвилі. Зазвичай 70 % стін захищених приміщень розміщують на фундаментах.

Але велике питання та проблему в тому, що такі приміщення не рятують від прямого влучення ракети в будинок, але вони захищають від ударної хвилі, уламків. Тому за можливості краще спуститися в укриття. Якщо буде пряме влучення в будинок, то перебування в підземному укритті дасть можливість врятувати життя. А якщо йдеться про повітряну загрозу посеред ночі чи таку,

про яку не було попередження, сім'я може спати в кімнаті «мамад». Це безпечніше, ніж ховатися у ванній.

«Мамади» з'явилися, бо Ізраїль прострілюється ракетами за 30 секунд. Тобто кімната має бути в доступі 20-30 с. У нас у разі оповіщення є запас до 10 хвилин. Люди мають можливість переміститися до більш облаштованих і надійніших систем захисту.

Більшість забудовників та архітекторів вважають використання ізраїльського досвіду щодо укриття не є ефективним. По-перше, рішення про кімнату-укриття не зовсім підходить для наших реалій, оскільки в наших країн різні просторові параметри. До того ж у нас уже побудований дуже великий житловий фонд, і немає сенсу його перебудовувати. По-друге, що укриття у квартирах є недоцільними й дуже подорожчають собівартість квадратного метра в новобудовах. В українському випадку було б доцільніше посилити вимоги щодо укриття у підземних приміщеннях, паркінгах у нових ЖК.

За підрахунками головного архітектора Львова, безпековий компонент у мешканні підвищить вартість квартир на 2-3 %. Сьогодні у Львові квадратний метр у новобудовах у середньому коштує $1 тис.

Також є питання до технологій зведення, коли йдеться про армовані стіни та бетон, за вартістю це не становить проблем. Є проблема опалубки та вертикального бетонування – це рідкісне явище на українському ринку й досить дороге. У Польщі, наприклад, є традиція монолітити всі стіни, в Україні – ні, але є прогноз, що після війни на нашому ринку технологічно монолітні стіни превалюватимуть.

І підводячи висновок до викладено матеріалу щодо львівських «мамадів», акцентую, що важко уявити яким має бути бункер у квартирі на 10 поверсі, у який – умовно – влучить ракета, і він не зруйнується. Набагато безпечніше під час обстрілів знаходитися у спеціалізованих укриттях (підвалах, бомбосховищах). А зробити квартиру, у якій можна сидіти під час ракетного обстрілу, неможливо – це самообман [3].

Окрім того, для будівництва «мамаду» в Ізраїлі на державному рівні затверджено спеціальні технічні характеристики захисних споруд починаючи від складу бетону до вибухозахисних дверей і вікон, комунікацій (труби, розетки). Таких напрацювань українська держава ще не має.

2. **Чи треба робити в кожному будинку комфортне укриття?** Питання має відкриту і апробовану відповідь. У зонах активних бойових дій підвали стають для людей не просто місцем, де можна кілька годин пересидіти повітряну тривогу, а й місцем, де доводиться жити впродовж тривалого часу. Тому важлива не тільки надійність такого укриття, але й наявність комунікацій – світла, щоб підзарядити телефон і зробити чай, санвузол, заздалегідь підготовлений та оснащений медичний пункт та в ідеалі – душової.

Усі укриття в Україні поділяються на два види – бомбосховища та протирадіаційні укриття. Бомбосховище – це об'єкт, призначений для

перечікування там якийсь обмежений період, день чи тиждень. А протирадіаційне укриття якраз призначене для довгого та постійного перебування людей. Вони теж є в Україні, бо Радянський Союз колись готувався до ядерної війни. У цих укриттях є блок санвузлів, підведена каналізація, душова, спеціальна система вентиляції. Якщо створювати більш комфортні для людей бомбосховища, то треба брати за основу норми протирадіаційного укриття [4].

3. **Як же варто проєктувати сходи в багатоповерхівках? Проєктувати евакуаційні сходи без виходу назовні, тобто коли** під час обстрілу чи повітряної тривоги доводилося пішки спускатися з верхніх поверхів у бомбосховище, то зрозуміло, що кожне вікно в під'їзді, це є потенційна небезпека, а ще гірше, коли евакуаційні сходи ще й виходять на балкон.

Рекомендується, що треба зробити базовими сходи Н4 – це незадимлювані сходи, які розміщуються в тілі будівлі. Такі сходи є більш технологічними та дорожчими. Звісно, якщо ракета знесе всю секцію, то і їх не буде. Але якщо буде знищено одну-дві квартири на поверсі, то вони не постраждають. На відміну від іншого типу сходів Н1, які передбачають, що через коридор є вихід на відкритий балкон, звідки потрапляєте на сходи. Під час війни вони небезпечні, тому що треба перетнути проміжок фасаду на вулиці, а є ще ймовірність, що цього проміжку фасаду вже немає. Тому людина просто не зможете спуститися, а буде заблокована на своєму поверсі.

4. **За якими технологіями та з чого будувати нові споруди, щоб вони були міцнішими?** Якщо порівнювати український ринок будівництва з європейським, то останній є більш технологічним. Наприклад, мурування стін (з газоблоків, піноблоків), яке в нас роблять, – це архаїзм. Україні просто треба відмовитися від мурування в багатоповерхових будинках, у яких використовується залізобетонний каркас. Наприклад, зовнішні та міжквартирні стіни мають бути залізобетонними, а внутрішньоквартирні перегородки – з гіпсокартону. Немає потреби використовувати цеглу чи цемент – усе це робить будівлю важчою, а від цього вона гіршає у своїй стійкості. Наявні норми це не регламентують. Зараз цю технологію використовують бо в нас поки що дешева робоча сила. Як тільки робоча сила подорожчає, то ринок сам себе змінить.

5. Чи варто відмовлятися від скляних фасадів. У чому проблема скляних фасадів? У тому, що вони розлітаються та можуть щось пошкодити чи когось поранити. Але ж не можемо взагалі без скління обійтися, як і не можемо забороняти скління в підлогу – це було б нерозумно. Вихід є: встановити обов'язкові норми виконання скління, щоб воно було безпечним. Наприклад, воно має бути в триплексі, або є інший варіант безпечного скління – загартоване скло.

6. **Яка висота будівель буде оптимальною?** Жити на верхніх поверхах висоток під час війни – не дуже зручно з двох головних причин. Перша – якщо щось станеться з будинком, звідти проблематичніше евакуюватися. Друга –

якщо через бойові дії в районі зникне світло, то доведеться ходити наверх пішки.

Варто проєктувати будинки середньої поверховості – до 9 поверхів. Це оптимальна висотність для комфортної щільності проживання в міському середовищі та можливості евакуюватися. Є така думка нідерландського урбаніста Йен Ґел, то він говорить, що треба проєктувати до 6 поверхів.

7. **Будувати більш щільно. Чи менша відстань між спорудами гарантує більшу безпеку мешканцям?** Склалася така позиція, щодо щільності забудови, тобто якщо, приміром, бомба потрапляє у двір, то в зоні руйнації опиняються будинки, які оточують цей двір, але не наступні за ними. Тож, якщо робимо щільнішу забудову, то в зоні руйнації менша кількість людей.

За умови, якщо будуємо не більш як 9 поверхів, двір 40х40 м буде комфортним. Тобто щільна забудова та середня поверховість це теж запорука безпеки.

8. **Чи треба щось змінювати в нашій дорожній інфраструктурі?** Треба мінімізувати проєктування широких автомагістралей для авто, де асфальтована площина є суцільним плацом. Якби наші вулиці були зроблені за принципом мультимодальності – коли одна смуга для громадського транспорту, друга – для приватного, трамвайна лінія, велосипедна доріжка та тротуари з усіх боків, а ці смуги поділені між собою озелененням, бордюрами чи перепадами рельєфу – то ніякий танк би не проїхав. Він просто не помістився б, застряг. Вважається, що мультимодальність у формуванні вулиць – це і наша безпека. Місто стає непридатним для військових дій із використанням великої військової техніки, яка якраз і є нищівною.

Висновки. **Чи треба взагалі переглядати принципи проєктування та будівництва через війну?**

Була розмова з Йеном Ґелом [1, 5], автором книги «Міста для людей». Його запитали, чи варто змінювати норми проєктування через таку ситуацію, що склалась. Він сказав, що це неправильний крок, бо міста проєктуються для життя, а не для війни. Так, ми можемо будувати так, щоби місто було важче захопити, щоби більше людей були в безпеці. Але якщо це нищить базові принципи щоденного побуту, то воно того не варте. Бо інакше можна програти конкуренції. Ми живемо й далі житимемо у вільному світі, з відкритими кордонами, з можливістю жити будь-де. Якщо ми вбезпечимо життя, але погіршимо щоденний комфорт, то люди просто переїдуть жити до інших країн.

Треба не забувати, що ми хочемо зробити висновки з війни, щоб зробити наше життя кращим.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. DREAMDIM. Велике оновлення державних будівельних норм (ДБН) 2022. URL: https://dreamdim.ua/uk/dbn-2022/ (28.08.2022).

2. The page. Львівські «мамади»: якими будуть приватні укриття в нових квартирах. URL: https://thepage.ua/ua/real-estate/u-lvovi-pershimi-v-ukrayini-zaprovadzhuyut-vimogi-do-kimnat-bezpeki-u-kozhnij-kvartiri (24.05.2022).

3. The page. Чому панельний дім під час обстрілів - найгірше укриття: пояснення ДСНС. URL: https://thepage.ua/ua/real-estate/de-najkrashe-hovatis-pid-chas-raketnogo-obstrilu-poyasnennya-dsns (12.07.2022).

4. The page. Держава переформатовує підходи до бомбосховищ: що зміниться. URL: https://thepage.ua/ua/real-estate/zakonoproyekt-7398-pro-novi-pravila-utrimannya-finansuvannya-ta-pidgotovki-bomboshovish-sho-zminitsya (09.06.2022.)

5. Публічний простір, мобільність. Йен Ґел, «Міста для людей»: уривок з книжки. URL: https://mistosite.org.ua/uk/articles/yen-gel-mista-dlia-liudei-uryvok-z-knyzhky (17.04.2018).

УДК 691.533

Гаркуша В. С., к.т.н., доцент,
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»,
м. Маріуполь, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ ГІПСУ ТА ПОЛІМЕРНИХ ДОБАВОК

В умовах сучасного ринку будівельних матеріалів великим попитом користуються сухі будівельні суміші на основі гіпсового в'яжучого, мінеральних наповнювачів та полімерних добавок. Однак, незважаючи на те, що технологія їх виготовлення не потребує великої кількості обладнання та механізмів, а також великої кількості персоналу, існує ряд питань, пов'язаних із забезпеченням якості подібних матеріалів.

В першу чергу важливим компонентом, який має значний вплив на якість гіпсових шпаклівок та штукатурок є будівельний гіпс. Кар'єри, де видобувають гіпс, придатний для використання у будівництві, розташовані на території України в достатній кількості, але у зв'язку з військовими діями є багато сировини не доступної до використання, тому об'єктивно можна використати лише сировину з міст Івано-Франківськ та Кам'янець-Подільський.

Характеристики гіпсу марки Г-5 наведені в табл.1.

Таблиця 1

Міцність зразків-балочок із гіпсу на стиск

Виробник гіпсового вяжучого	В/Г	Початок тужав-лення, хв.	Кінець тужав-лення, хв.	Міцність при вигині, МПа	Міцність на стиск, МПа
м. Камянець-Подільський, ТОВ «Гипсовик»*	0,52	6	9	3,0	7,4
м. Івано-Франківськ, ТМ «Krumix»**	0,56	12	26	2,9	5,6

* У процесі гідратації нагрівається рівномірно, але не більше ніж до 30°С
** У процесі гідратації нагрівається до 50…70°С

У якості наповнювачів для гіпсових композицій використовують тонко мелену крейду, вапнякову муку, білий мармур, дрібний пісок (річковий, кар'єрний), фракційний перліт, вермикуліт, тощо. Для визначення найбільш раціонального співвідношення В'яжуче/Наповнювач було проведено ряд досліджень з двома видами наповнювача - мелена крейда ММС-2 та вапнякова мука. Результати досліджень наведені у табл. 2 і 3.

Отримані результати свідчать про те, що композиції на вапняковій муці мають вищі показники міцності, ніж композиції на крейді. Однак композиції на крейді дають білий колір, а на вапняковій муці - бежево-коричневий. У деяких випадках колір покриття має значення. Для фінішного покриття та для універсальної штукатурки білий колір є необхідним. Якщо ми маємо справу зі стартовою шпаклівкою та машинною штукатуркою, тоді ця умова не є обов'язковою.

Таблиця 2

Міцність зразків-балочок на стиск та вигин у віці 1 доба

Співвідношення компонентів	Міцність на стиск, МПа	Міцність на вигин, МПа
Гіпс:Крейда = 30/70	0,15	0,46
Гіпс:Крейда = 40/60	0,59	0,62
Гіпс:Крейда = 50/50	1,0	1,0
Гіпс:Крейда = 60/40	2,0	1,8
Гіпс:Крейда = 70/30	3,2	2,6

Таблиця 3

Міцність зразків-балочок на стиск та вигин у віці 1 доба

Співвідношення компонентів	Міцність на стиск, МПа	Міцність на вигин, МПа
Гіпс:Вапняк = 30/70	0,35	0,5
Гіпс:Вапняк = 40/60	0,8	0,81
Гіпс:Вапняк = 50/50	1,2	1,0
Гіпс:Вапняк = 60/40	2,4	1,8
Гіпс:Вапняк = 70/30	3,8	2,4

Згідно ДСТУ Б.В. 2.7-126:2011. Суміші будівельні сухі модифіковані подібні композиції повинні відповідати наступним вимогам:

Рухливість, см 7±2 см
Міцність на стиск, МПа 5 (2,5) МПа
Міцність при вигині, МПа 1 (0,4) МПа
Тріщиностійкість, 7 діб, шар 3мм
Паропроникність мг/м×год-Па 0,07 мг/м×год-Па
Усадка, мм/м 0,5 мм/м
Міцність щеплення, МПа 0,3 МПа

Однак забезпечити необхідні властивості гіпсових композицій без введення добавок-модифікаторів не можливо. Як правило, це добавки пластифікатори, дисперсійні порошки, клейкі компоненти (карбоксиметилцелюлоза, ефіри целюлози), різноманітні стабілізатори, сповільнювачі твердіння [1]. Можливі сповільнювачі тужавлення гіпсу:

глюкоза, лігнин, полісахариди, водно-сульфітна барда, відходи целюлозно-паперової промисловості [2, 3].

Як ми бачимо з вимог нормативних документів суміші для шпаклювання та штукатурення повинні мати стандартну консистенцію, еластичність, стійкість до тріщиноутворення, достатній показник адгезії до різних поверхонь (силікатна та керамічна цегла, бетонні та газобетонні поверхні). Щодо фізико-механічних показників готового покриття вони мають бути достатніми за показниками міцності, оскільки ці покриття не несуть жодних механічних навантажень.

У гіпсових системах добавки-пластифікатори використовують не стільки для зменшення кількості необхідної води, скільки для підвищення еластичності, стійкості матеріалу до тріщиноутворення, підвищення міцності адгезії до поверхонь. Для композицій на основі гіпсу буває недоречним використання пластифікуючих добавок, оскільки вони додають суміші більшої рухомості та здатності до опливання. Їх використання є доцільним, якщо використовується гіпс із здатністю до набухання та утримання води, для таких, які добре тримають форму. Для гіпсу з родовищ м. Івано-Франківськ використання добавок-пластифікаторів не є доречним, хоча якість цього матеріалу достатньо висока.

З іншого боку подібних властивостей гіпсовим системам можуть надати інші полімерні речовини, які здатні утворювати плівки і при цьому не надавати розчинам непомірної рухомості. До таких речовин слід віднести дисперсійні порошки різних видів. Найбільш розповсюджений із них - дисперсійний порошок полівінілацетату з етиленом. Для матеріалів, подібних гіпсу з кар’єрів м. Івано-Франківськ, ця добавка задовольняє необхідні потреби щодо комфорту роботи зі свіжою сумішшю та забезпечує стійкість до дії води та утворення тріщин.

Однак для отримання якісного покриття введення плівкоутворюючого компоненту недостатньо. Для суміші, з якою буде комфортно працювати необхідно використання певних стабілізаторів. У даному випадку найбільш розповсюджені - це ефіри крохмалю та целюлози у кількості 0,1…0,3% від маси в’яжучої речовини. Введення цих добавок залежить від властивостей матеріалу, який розробляється.

Також не менш важливим є використання добавок-сповільнювачів тужавлення. Це можуть бути лимонна кислота, винна кислота, фосфати, сульфіт целюлозний, сульфітно-дріжжова бражка, бура і т.п. Найбільш розповсюджені - це лимонна та винна кислоти. Вони дозволяють затримати початок тужавлення від 30 хвилин і більше в залежності від необхідності.

Вирішення задачі з проектування гіпсових систем має ряд питань серед яких не тільки підбір співвідношення В’яжуче/Наповнювач, визначення виду наповнювача та його гранулометричного складу, а і регулювання строків тужавлення гіпсової системи в залежності від її виду та призначення. Вміння

правильно використовувати наявні компоненти дозволяє створити якісний продукт, який буде задовольняти потреби сучасного ринку будівельних матеріалів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Дворкин Л.І. Сухі будівельні суміші із застосуванням дисперсних відходів промисловості: монографія / Дворкин Л.І., Житковський В.В., Марчук В.В.

2. Дерев'янко В.М. Особливості гідратації модифікованих гіпсових систем / В.М. Дерев'янко, Н.В. Кондратьєва, Г.М. Гришко // Будівництво України : Науково-виробничий журнал. — К.: ПП "ПРАНМНА", 2018. — №6. — С. 13-18.

3. Гірштель Г.Б. Добавка поліфункціональної дії для цементних розчинів, бетонів та сухих будівельних сумішей / Г.Б. Гірштель, С.В. Глазкова // Будівництво України : Науково-виробничий журнал. — К.: ПП "ПРАНМНА", 2009. — №4. — С. 18-22.

УДК 622.283.5: 620.193

Дараган Т.В., аспірант кафедри БГТГМ
Гапєєв С.М., д.т.н., завідувач кафедри БГТГМ
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІНИ ШВИДКОСТІ КОРОЗІЇ МЕТАЛУ СВП КРІПЛЕННЯ У ШАХТНІЙ ВОДІ

Спостереження за умовами експлуатації металевих кріплень у вугільних шахтах показують, що значна їх частина піддається корозії, і зміна умов експлуатації може відновити зупинений процес. Також помічено, що корозія була найбільш розвиненою на ділянках, які регулярно змочувалися водою. У місцях, які постійно занурювалися у воду, спостерігалося значне накопичення продуктів корозії на кріпильних елементах, навіть якщо корозія була менш розвиненою.

Значна кількість металевих конструкцій шахтних кріплень регулярно піддається впливу багатих на мінерали шахтних вод. Хімічний аналіз шахтних вод водозбору шахти "Покровська" показав, що метали шахтного кріплення мають високу корозійну активність. Корозія найсильніша там, де метал регулярно змочується солонуватою водою. Значно вища, ніж корозія у разі повного занурення в шахтну воду.

Випробування із застосуванням періодичного змочування, як методу підвищення швидкості корозії, можна використовувати при прискорених випробуваннях металів кріплення шахт, де корозія значною мірою контролюється швидкістю подачі кисню до металу. Цей тип випробувань характеризується тим, що процес корозії більшу частину часу відбувається в тонкому шарі шахтної води. Прискорення корозії особливо сильне, коли метал більшу частину часу перебуває на повітрі і кородує в тонкому шарі електроліту, що повільно випаровується. Періодичне змочування виключає гальмування анодного процесу і забезпечує, завдяки посиленому підведенню кисню, ефективне протікання катодного процесу.

На підставі звітів про виконані випробування як у нашій країні, так і за кордоном [1] можна зробити висновок, що хороші результати при періодичному зволоженні виходять, коли близько 15...20% всього часу зразки занурені в електроліт і 80...85% часу кородують на повітрі в тонкій плівці електроліту. До того ж час, протягом якого зразки занурені в електроліт, щоб уникнути накопичення продуктів корозії в тонких шарах, розбивають на кілька періодів, тобто плівку відновлюють кілька разів на добу.

При проведенні корозійних випробувань застосовуємо один із кількісних методів оцінки швидкості корозії – ваговий метод, який вимірює вагу зразка

після впливу агресивного середовища і визначає збільшення або зменшення ваги [2].

У цьому дослідженні були використані металеві пластини зі сталі марки Ст 5пс. У кожній пластині було просвердлено отвір, щоб її можна було прикріпити до стрижня. Всі зразки були підвішені до стрижнів за допомогою хімічно стійкої нитки (ліски). Отвори в пластинах розташовані ексцентрично до вертикальної осі, щоб дозволити продуктам корозії, що утворюються на зразках, стікати природним шляхом.

Метод корозійних випробувань зразків сталі Ст 5пс, для яких використано фрагмент профілю СВП, що застосовується в гірничих виробках ШУ «Покровське», полягав у періодичному змочуванні та висушуванні зразків для створення найбільш сприятливих умов для корозійного зносу.

Прискорені методи корозійних випробувань дозволяють отримати показники корозійного зносу завдяки збільшенню ваги зразка в міру прогресування корозії протягом обмеженого періоду часу.

Швидкість корозії ваговим методом визначається показником швидкості K (г/(м^2 добу)), як відношення різниці ваги металу після випробувань (m_1) та начальною вагою зразка (m_0) до досліджуваної поверхні S і часу досліджень τ

$$K = \frac{m_1 - m_0}{S\tau}$$

Іншим показником швидкості корозії є глибинний показник K' (мм/рік), який характеризує зменшення товщини стінки за період часу. Ваговий показник корозії K і глибинний показник корозії K' мають співвідношення [1], як наведено далі: 1 (г/(м^2 добу) дорівнює 0,047 (мм/рік).

Враховуючи той факт, що в результаті корозійних випробувань відбувається насичення розчинів іонами металу і надалі процес окислення може загальмовуватися, раз на кілька діб робили заміну розчинів.

Корозійні випробування проводили протягом 96 діб. Вивчали збільшення маси зразків, що кородують. На основі отриманих результатів вимірювань будується крива корозійного процесу, яка дозволяє в майбутньому оцінити ступінь корозійного зносу та його інтенсивність (мм/рік).

На рис. 1 наведено збільшення ваги металевих зразків як середнє значення із 5 зразків. Якщо порівняти приріст ваги зразків, що перебували в шахтній воді із тими, що перебували у водопровідній воді то швидкість корозії перевищує 10 разів. Так на 96-ій добі приріст ваги склав більш ніж 350 г/м^2, в той час як у водопровідній воді цей показник не перевищував 35г/м^2.

На рис. 2 представлена зміна корозійного зносу зразків і на кінець спостережень ця величина склала майже 17 мм.

Як можна побачити із графіку на рис. 3 найбільша швидкість корозії спостерігалась у початковий період – 0,32 мм/рік (від 7-ої до 21-ої доби) і потім

знижувалась до значень 0,18 мм/рік (в період після 84-ої доби і до кінця спостережень на 96 добу).

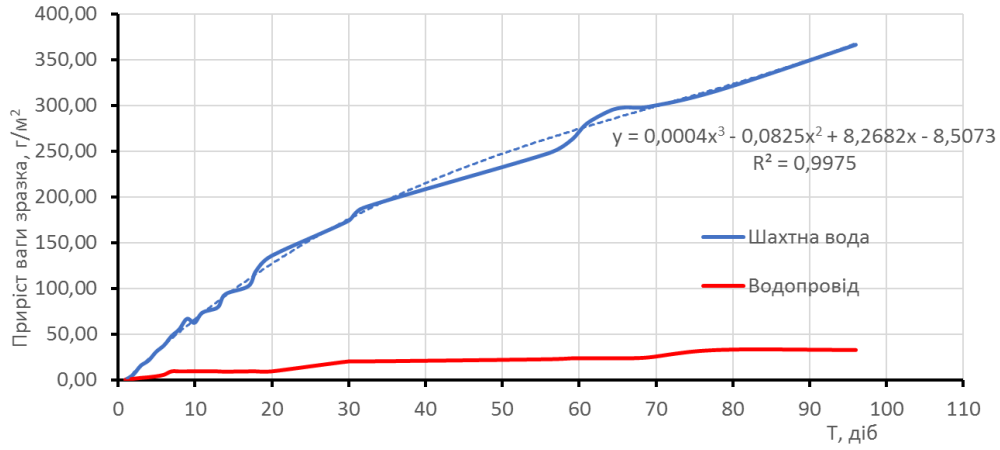


Рис. 1. Приріст ваги зразків в шахтній і водопровідній воді впродовж терміну спостережень (96 діб)

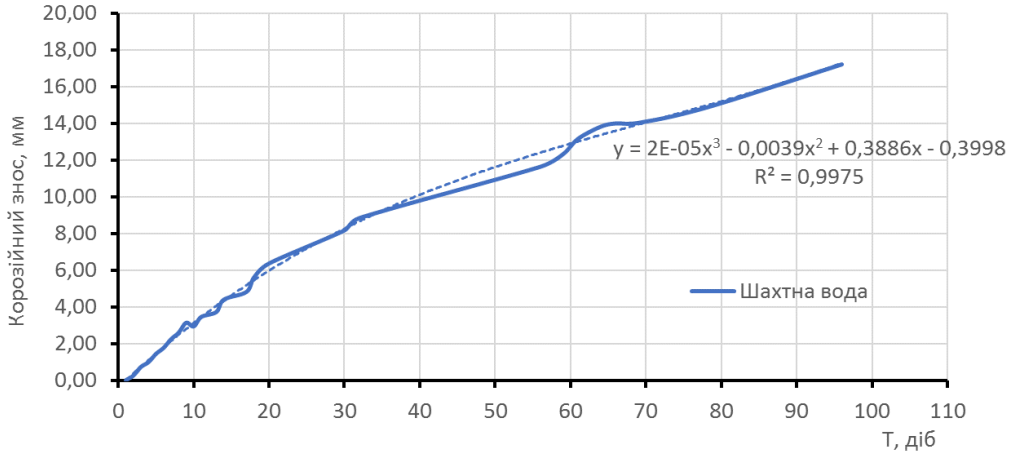


Рис. 2. Зміна корозійного зносу зразків у шахтній воді впродовж терміну спостережень (96 діб)

Рис. 3. Зміна швидкості корозії зразків у шахтній воді впродовж терміну спостереження (96 діб)

Загалом, середня довгострокова швидкість корозії становила 0,24 мм/рік. На графіках наведено аналітичні залежності зміни приросту маси зразків та корозійного зносу від часу спостереження, за рахунок чого можливим буде прогнозувати майбутні зміни цих показників.

Впродовж терміну експлуатації кріплення швидкість корозії, як показали дослідження, змінюється з максимальної (0,32 мм/рік і більше) до 0,18 мм/рік наприкінці спостережень.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Коваленко. В.В. (2016) Ресурсозберігаючі технології управління стійкістю протяжних виробок вугільних шахт / В.В. Коваленко, С.М. Гапєєв, Р.М. Терещук, Н.В. Хозяйкіна. – Д.: НГУ, 2016. – 181 с.

2. Онищук, О. О. (2019) Огляд сучасних методик корозійних випробувань та показників корозійних досліджень. *Інтеграція освіти, науки та бізнесу в сучасному середовищі: літні диспути: тези доп. І Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 1-2 серпня 2019 р.*–Дніпро, 525-529.

УДК 622.283.5: 620.193

Улузов О.О., студент групи 192-20-1
Коваленко В.В., к.т.н., с.н.с. кафедри БГТГМ
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
м. Дніпро, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТИ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПРОФІЛЮ СВП ВІД КОРОЗІЙНОГО ЗНОСУ

Протягом терміну експлуатації металеве кріплення піддається впливу агресивних шахтних вод і, як результат, змінюється її несуча здатність, яка характеризується моментом опору W_X.

У різних гірничо-геологічних умовах металеве кріплення кородує з різною швидкістю, а значить і несуча здатність кріплення, залежить від швидкості цього процесу. Для визначення втрати несучої здатності кріплення від швидкості корозії протягом терміну її експлуатації створено математичну модель. Загальний вигляд кріплення, що серійно використовується, представлений на рис. 1.

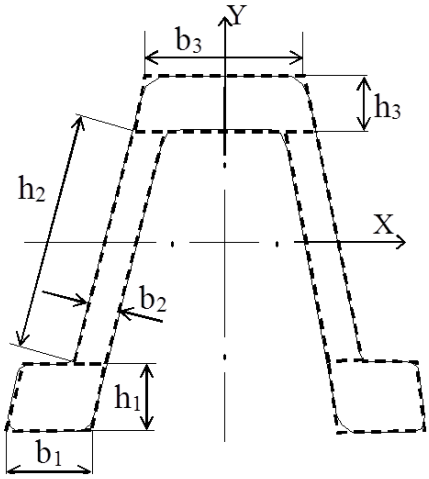


Рис. 1. Розрахункова схема поперечного перерізу СВП

Він складається з прямолінійного днища, похилих бічних стінок та симетрично розташованих фланців. Для розрахунку загального моменту опору W поперечний переріз СВП розкладаємо на прості фігури і знаходимо для кожної момент інерції *J*:

$$J = \frac{bh^3}{12} \quad (1)$$

де *J* – осьовий момент інерції щодо центру тяжіння; b – ширина профілю; h – висота.

На основі відомих табличних даних про становище головних осей інерції отримаємо, що

$$J' = J_1 + a_1{}^2 F_1$$

де J' – осьовий момент інерції щодо головних осей інерції; J_1 – осьовий момент інерції щодо центру тяжкості самої фігури; F_1 – площа поперечного перерізу профілю; a_1 – координата центру тяжіння фігури.

$$J_{\text{заг}} = \sum_N J$$

де N – кількість прямокутників, що становлять поперечний переріз профілю (N = 5).

Момент опору СВП визначаємо за такою формулою:

$$W = \frac{J_{заг}}{y_{max}}, \quad (2)$$

де y_{max} – відстань до найбільш віддаленої точки поперечного перерізу, $J_{заг}$ – сумарний осьовий момент інерції по всіх прямокутниках у перерізі профілю.

Враховуючи, що в процесі експлуатації через дію корозії на металеве кріплення змінюються геометричні характеристики поперечного перерізу СВП, формула (1) матиме наступні варіанти:

$$J = \frac{(b-k)(h-k)^3}{12}$$

де J – осьовий момент інерції фланців та основи профілю із зміненим під впливом корозії поперечним перерізом, k – коефіцієнт корозійного зносу.

$$J = \frac{(b-k)h^3}{12},$$

де J – осьовий момент інерції бічних похилих стійок профілю із зміненим під впливом корозії поперечним перерізом.

В результаті при визначенні моменту опору W профілю з урахуванням коефіцієнта корозійного зносу k формула (2) набуває також вигляду

$$W = \frac{J_{\text{заг}}}{y_{max} - k} \quad (3)$$

Показник W розглядається як несуча здатність профілю СВП, тому інтерес представляє зміна величини втрати моменту опору (W’) від ступеня корозії.

$$W' = \left(1 - \frac{W_i}{W_0}\right) \cdot 100, \quad (4)$$

де W' – втрата несучої здатності профілів СВП від корозії, %; W_0 – початкова величина моменту опору перерізу профілю, см^3; W_i - величина моменту опору перерізу профілю в i-ий рік, см^3.

На основі проведених розрахунків за формулами (3) та (4) визначено величини втрати моменту опору перерізу W' (у %, виходячи від початкової

величини *W'*=0 при *K*=0) і побудовані відповідні залежності для профілів СВП-17, 22, 27, 33 (рис. 2, 3).

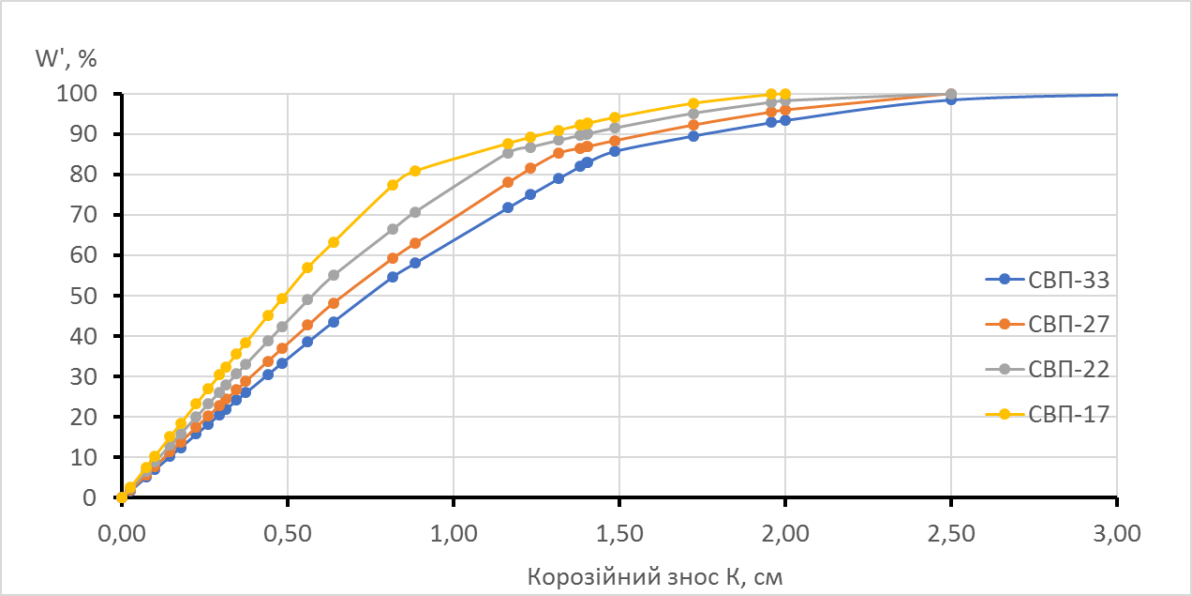


Рис. 2. Втрата несучої здатності профілів СВП в залежності від корозійного зносу К

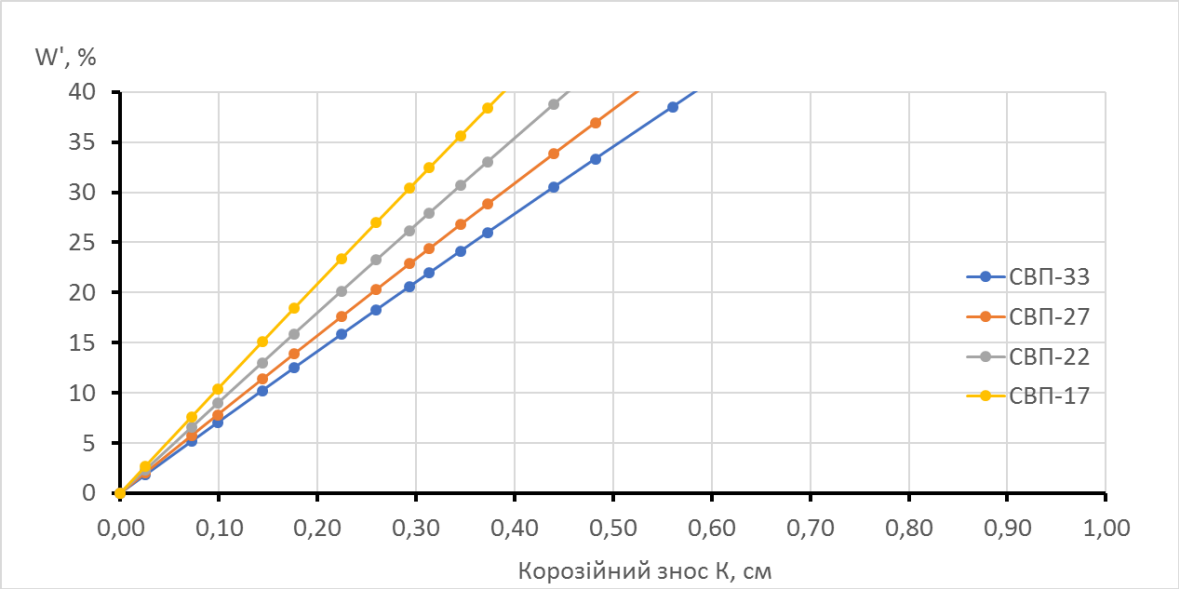


Рис. 3. Втрата несучої здатності профілів СВП в залежності від корозійного зносу К (у збільшеному масштабі)

Із графіків, що представлені на рис. 2 та 3 слідує, що при корозійному зносі 0,25 см втрата несучої здатності профілів СВП складе від 18% (СВП 33) до 27% (СВП 17), а при корозійному зносі 0,37 см втрата несучої здатності профілів СВП складе від 26% (СВП 33) до 38% (СВП 17).

В подальшому оцінка впливу корозійного зносу на несучу здатність кріплення з профілю СВП може бути виконана на підставі вимог відбракування вражених корозією металевих рам для повторного використання [1]. Згідно

чого відбраковування рам має здійснюватися, якщо товщина стінки профілю СВП знизилася на 25-30% від первісної.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *СОУ 10.1.00185790.011:2007. Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони*. (2007). Київ: Мінвуглепром України

Наукове видання

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
МАТЕРІАЛИ 16-Ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ УЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ
(Українською мовою)

Доповіді подано в редакції авторів.

Відповідальний за випуск С.М. Гапєєв.

Комп'ютерна верстка С.О. Барсукова.

Підготовлено у НТУ «Дніпровська політехніка».

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