

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО



№ 69 2020

Міжвідомчий науково-технічний збірник (технічні науки)

Випуск присвячено науково-технічній конференції
«Застосування нових матеріалів і технологій захисту, гідроізоляції,
укріплення конструкцій об'єктів спеціального призначення
підвищеної надійності» 18 лютого 2020 р.



П.Є. Григоровський, О.В. Мурсьова
РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ВПЛИВУ
НОВОГО БУДІВНИЦТВА НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ
ПРИДАТНІСТЬ БУДІВЕЛЬ
ПРИЛЕГЛОЇ ЗАБУДОВИ стор. 16

О. С. Молодід, І. В. Резніченко
ТЕХНОЛОГІЯ ГЕРМЕТИЗАЦІЇ СТИКІВ МІЖ
ЗБІРНИМИ ЗАЛІЗОБЕТОННИМИ КІЛЬЦЯМИ
ПОЛІУРЕТАНОВИМИ МАТЕРІАЛАМИ SPT® RESINS
ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ стор. 47

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

Серія КВ № 21921-11821ПР від 23.03.2016 р.

Наказ Міністерства освіти і науки України про реєстрацію фахового видання № 515 від 16.05.2016 (технічні науки) та № 1222 від 07.10.2016 (економічні)

Міжвідомчий науково-технічний збірник видається з 1965 року.

Співзасновниками є: ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» (ДП «НДІБВ») та Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА).

Розглянуто питання становлення саморегулювання в будівництві, економічної ефективності енергозберігаючих заходів у будівництві, механізм оптимізації діяльності будівельних підприємств, удосконалення технології та організації виконання робіт у промисловому і житловому будівництві, висвітлено нові напрями у технології будівельних процесів.

Для співробітників науково-дослідних та проектних інститутів, спеціалістів будівельних організацій, викладачів і студентів вищих навчальних закладів.

Редакційна колегія

Головний редактор

Григорівський П.Є. д.т.н., с.н.с. ДП "НДІБВ". Київ;

Заступник головного редактора (технічні науки)

Молодід О.С. к.т.н., доцент, ДП "НДІБВ". Київ;

Заступник головного редактора (економічні науки)

Молодід О.О. к.е.н., с.н.с., ДП "НДІБВ". Київ;

Члени редколегії

Барабаш М.С. д.т.н., с.н.с. НАУ. Київ;

Беленкова О.Ю. к.е.н., доцент, КНУБА. Київ;

Білоконь А.І. д.т.н., проф. ПДАБА. Дніпро;

Бондар О.А. д.е.н., проф. КНУБА. Київ;

Бондаренко Є.В. д.е.н., проф. ДП "НДІБВ". Київ;

Вечеров В.Т. д.т.н., проф. ПДАБА. Дніпро;

Галінський О.М. д.т.н., с.н.с., ТОВ "НАНЦ". Київ;

Гончаренко Д.Ф. д.т.н., проф. ХНУБА. Харків;

Городецький О.С. д.т.н., проф. ТОВ "Ліра-САПР". Київ;

Данченко Ю.М. к.т.н., проф. ХНУБА. Харків;

Дмитренко Г.А. д.е.н., проф. ДП "НДІБВ". Київ;

Дорофєєв В.С. д.т.н., проф. ОДАБА. Одеса;

Кравчуновська Т.С. д.т.н., проф. ПДАБА. Дніпро;

Куліков П.М. д.е.н., проф. ректор КНУБА. Київ;

Менейлюк О.І. д.т.н., проф. ОДАБА. Одеса;

Міхайленко В.М. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Млодецький В.Р. д.т.н., проф. ПДАБА. Дніпро;

Назаренко І.І. д.т.н., проф., президент АБУ, Київ;

Ніколаєв В.П., д.е.н., проф. НАДУ. Київ;

Осипов О.Ф. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Плюський В.О. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Радкевич А.В. д.т.н., проф. ДНУЗТ ім. В. Лазаряна. Дніпро;

Рижакова Г.М. д.е.н., проф. КНУБА. Київ;

Савйовський В.В. д.т.н., проф. Київ;

Сопов В.П. д.т.н., проф. ХНУБА. Харків;

Сорокіна Л.В. д.е.н., проф. КНУБА. Київ;

Стеценко С.П. д.е.н., доц. КНУБА. Київ;

Сухоруков А.І. д.е.н., проф. АБУ Київ;

Терентєв О.О. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Тонкачєєв Г.М. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Тугай О.А. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Хижняк В.О. к.е.н., доцент, ДП "НДІБВ". Київ;

Шатов С.В. д.т.н., проф. ПДАБА. Дніпро;

Шимановський О.В. д.т.н., проф., УІСК ім. В. М.

Шимановського. Київ;

Шумаков І.В. д.т.н., проф. ХНУБА. Харків;

Зарубіжні члени редколегії

Дзвігол Хенрік, проф. Сілезька політехніка. Глівіце, Польща

Долотов О.В. д.т.н., проф. США;

Клованич С.Ф. д.т.н., проф. Польща;

Котовіч Януш, проф. Сілезька політехніка. Глівіце, Польща

Кузіор Олександра, проф. Сілезька політехніка. Глівіце,

Польща

Лакатош Янош д.е.н., проф. Угорщина;

Пилипенко В.М. д.т.н., проф. ГП "НИПТИС". Беларусь;

Радей Карел докт. Чехія;

Сиройч Здислав д.е.н., проф. Польща;

Сломски Войтех д.е.н., проф. Словаччина;

Трейковські Маріан д.е.н., проф. Македонія;

Фингер Матіас д.е.н., проф. Швейцарія;

Відповідальний секретар О.В. Сирота

Літературний редактор О.Ю. Деркач

Комп'ютерна верстка та графіка О.В. Сирота

Мова видання: українська і російська.

Затверджено до друку Вченою радою інституту протокол № 3 від 24.12.2019 р. №69

(технічні науки)

Адреса редколегії збірника:

03110, МСП, Київ, проспект Лобановського (Червонозоряний), 51. Тел. 275-20-78

E-mail: vistavca@ukr.net

web: <http://ndibv-building.com.ua>

Редакція не завжди поділяє думку та погляди автора. Відповідальність за достовірність фактів, власних імен, географічних назв, цитат, цифр та інших відомостей несуть автори публікацій.

Відповідно до Закону України «Про авторське право та суміжні права» при використанні наукових ідей та матеріалів цього збірника посилання на авторів і видання є обов'язковим.

Журнал реферується у наукометричній базі даних



ISSN 2524-2555 (online)

ISSN 0131-8942 (print)

Звіт
про першу міжнародну конференцію, що відбулася 13–14 березня 2019 року.

"Застосування нових матеріалів і технологій захисту, гідроізоляції, укріплення конструкцій об'єктів спеціального призначення підвищеної надійності"



ДП "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва" та "Центр гідроізоляції і покрівлі" 13,14 березня 2019 року організували та провели міжнародну конференцію, на якій були розглянуті питання технології та організації робіт, застосування нових матеріалів для гідроізоляції, захисту та укріплення будівель і споруд. Провідними фахівцями ДП "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва" та "Центру гідроізоляції і покрівлі" було висвітлено сучасний досвід практичного використання нових технологій виконання робіт з захисту, відновлення, реконструкції та підсилення конструкцій об'єктів спеціального призначення підвищеної надійності в складних умовах експлуатації.

В конференції прийняли участь представники провідних міжнародних компаній, які представили свій досвід із застосування власних напрацювань у даній сфері: концерн **ORICA Limited** (Австралія), в склад якого входять **MINOVA CarboTech GmbH** (Німеччина), **MINOVA Ekochem** (Польща), **MINOVA MAI GmbH** (Австрія), а також фірми **BPA GmbH** (Німеччина) та **MORATH** (Німеччина).

Конференція мала на меті створення наукового підґрунтя та популяризацію сучасних знань, щодо застосування нових матеріалів і технологій захисту, гідроізоляції, укріплення конструкцій об'єктів спеціального призначення підвищеної надійності серед виробників та фахівців будівельної галузі шляхом вирішення наступних завдань.

1. Привернути увагу до необхідності розвитку напрямку наукового застосування нових матеріалів і технологій захисту, гідроізоляції, укріплення конструкцій об'єктів спеціального призначення підвищеної надійності.

2. Створити платформу для обговорення будівельниками-користувачами наукового напрямку розробки та застосування нових матеріалів і технологій захисту, гідроізоляції, укріплення конструкцій об'єктів спеціального призначення підвищеної надійності та сучасних проблем, пов'язаних із його впровадженням в Україні.

3. Налагодити та зміцнити науково-виробничі зв'язки фахівців-учасників конференції.

Програма конференції була спрямована на конкретизацію та обговорення наступних питань:

1. Застосування новітніх матеріалів і технологій для влаштування гідроізоляції та зміцнення конструкцій.

2. Використання хімічних матеріалів для гідроізоляції. Зупинка води в шахтах, підземних спорудах, водних резервуарах різного призначення.

3. Ремонт та реконструкція бетонних та залізобетонних конструкцій тунелів, мостів, дамб, заповнення вибоїн та порожнин в бетоні і залізобетоні, зупинка протікань.

4. Спеціальні сухі суміші, ремонтні суміші, спеціальні суміші для зупинки води, проникаюча гідроізоляція, спеціальні суміші для гідроізоляції.

5. Зміцнення опор і фундаментів об'єктів спеціального призначення, різних конструкцій, історичних будівель та споруд.

6. Розширення та укріплення гірських доріг, укріплення схилів, підірних стін, гідротехнічних споруд.

7. Зупинка зсування будівель та споруд, укріплення шляхом підведення нових фундаментів під споруди.

8. Рішення для гідроізоляції фундаментів, тунелів

лів, підвальних і напівпідвальних приміщень, підземних споруд, басейнів, водойм, тощо.

9. Особливості дослідження несучих конструкцій та гідроізоляції підземних тунелів.

10. Оцінка ризиків при влаштуванні гідроізоляції будівельних конструкцій.

11. Термоізоляційні покриття об'єктів.

12. Особливості проектування та зведення підземних будівельних об'єктів.

13. Застосування гідроізоляції методом ін'єктування.

14. Досвід обстеження гідроізоляції тунелів.

15. Використання спеціального бурового обладнання для укріплення схилів, установка протизсувних конструкцій на схилах.

16. Бурові роботи на ділянках в особливих умовах, бурильні роботи в умовах обмеженого простору.

17. Техніка та обладнання для робіт на ділянках в зоні особливих умов будівництва доріг та автострад.

18. Збільшення надійності гідроізоляції підземних споруд за допомогою дренажних систем глибокого закладення.

У конференції взяли участь представники державних, наукових, проектних, будівельних установ і підприємств, громадських організацій та навчальних закладів вищої освіти будівельного профілю.

З привітанням до учасників конференції виступили:

– **Шуляк О.О.**, член правління, та керівниця сектору "Будівництво" ГО "Офіс ефективного регулювання" (BRDO)

– від науковців – директор ДП "НДІБВ" к.е.н. **Хижняк В.О.** та завідувач лабораторії покрівельних і гідроізоляційних робіт, Лауреат Державної премії України **Гармаш О.І.**;

– від виробників – директор ТОВ "ЦГіП" **Семенюк М.І.**

У своїх виступах на відкритті конференції вони підкреслили наявність проблем в області влаштування гідроізоляції конструкцій будівель і споруд та актуальність створення наукового підґрунтя та популяризації сучасних знань, щодо застосування нових матеріалів і технологій захисту, гідроізоляції, укріплення конструкцій об'єктів спеціального призначення підвищеної надійності серед виробників та фахівців будівельної галузі.

Доповіді на конференції відбувались за такими напрямками:

Проблема влаштування гідроізоляції будівельних конструкцій будівель і споруд

Завідувач лабораторії покрівельних і гідроізоляційних робіт, Лауреат Державної премії України **Гармаш О.І.**

Досвід застосування новітніх матеріалів і технологій для влаштування гідроізоляції та зміцнення конструкцій.

Директор ТОВ "ЦГіП" **Семенюк М.І.**

Використання хімічних матеріалів для гідроізоляції. Зупинка води (протікання) в шахтах, підземних спорудах, гідроелектростанції, дамби (греблі), водних резервуарах різного призначення. Ремонт та зміцнення, а також "ін'єкційна" гідроізоляція фундаментів і підземної частини споруд.

Представник **MINOVA CarboTech GmbH** (Німеччина)

Ремонт та реконструкція, бетонних та залізобетонних конструкцій, тунелів, мостів, дамб, заповнення вибоїн, (порожнин) в бетоні і залізобетоні, зупинка протікань. Спеціальні сухі суміші, ремонтні суміші, спеціальні суміші для зупинки води, проникаюча гідроізоляція, спеціальні суміші для гідроізоляції.

Представник **MINOVA Ekochem** (Польща)

Зміцнення опор і фундаментів нових об'єктів спеціального призначення, різних конструкцій, історичні будівлі і спорудження. Розширення (зміцнення) гірських доріг, схилів, зміцнення підірваних стін, гідротехнічних споруд. Зупинка зсування будівель та споруд, підведення (укріплення) нових фундаментів під споруди.

Представник **MINOVA MAI GmbH** (Австрія)

Готові рішення для гідроізоляції фундаментів, тунелів, підвальних і напівпідвальних приміщень, підземних споруд, басейнів, водойм (бенітонітовий мати SEMtobent® з потрібним захистом, активна мембрана Гідроізоляція Silver Seal, BPA-DualProof композитна гідроізоляційна мембрана, герметики різного призначення).

Представник **BPA GmbH** (Німеччина)

Особливості дослідження несучих конструкцій та гідроізоляції підземних тоннелей.

Перший заступник директора ДП "НДІБВ", к.т.н. **Григоровський П.Є.**, завідувач відділу ДП "НДІБВ" **Чуканова Н.П.**

Основні ризики при влаштуванні гідроізоляції будівельних конструкцій.

Завідувач лабораторії покрівельних і гідроізоляційних робіт **Гармаш О.І.**

Термомодернізація покриттів.

Завідувач відділом **Максимов А.С.**

Особливості проектування та зведення підземних будівельних об'єктів.

Завідувач сектором спеціальних споруд **Басанський В.О.**

Застосування гідроізоляції (ін'єктування) – сучасний метод для гідроізоляції, відновлення та укріплення різних поверхонь та матеріалів.

Представник **MINOVA CarboTech GmbH** (Німеччина)

Досвід обстеження гідроізоляції тунелів.

Зав. відділом **Чуканова Н.П.**

Досвід використання спеціального бурового обладнання для укріплення схилів, установка протизсувних конструкцій на схилах, бурові роботи ділянках особливих умов, бурильні роботи в роботі в умовах обмеженого простору техніка та обладнання для робіт на ділянках особливих умов будівництва доріг, автострад, ЛЕП (портативні бурові установки, спеціальні бурові установки, блокові бурильні установки, обладнання для ін'єкційної гідроізоляції, шинкові диски).

Представник **MORATH** (Німеччина).

Збільшення надійності гідроізоляції підземних споруд за допомогою дренажів глибокого закладення.

Провідний інженер **Чернухін О.М.**

"Експериментальні дослідження технології герметизації стиків матеріалами поліуретановими SPT Resins"

Молодід О.С., к. т. н. доцент, **Резніченко І.В.**, інженер

За результатами роботи була прийнята ухвала.

УХВАЛА

першої міжнародної науково-технічної конференції:
**"Застосування нових матеріалів і технологій захисту,
 гідроізоляції, укріплення конструкцій об'єктів спеціального
 призначення підвищеної надійності"**

ДП "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва" та "Центр гідроізоляції і покрівлі" 13,14 березня 2019 року організували та провели першу міжнародну конференцію, на якій були розглянуті питання технології та організації робіт, застосування нових матеріалів для гідроізоляції, захисту та укріплення будівель та споруд. Провідними фахівцями ДП "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва" та "Центр гідроізоляції і покрівлі" було висвітлено сучасний досвід практичного використання нових технологій виконання робіт з захисту, відновлення, реконструкції та підсилення конструкцій об'єктів спеціального призначення підвищеної надійності в складних умовах експлуатації.

В конференції прийняли участь представники провідних міжнародних компаній, які поділилися своїм досвідом із застосування власних напрацювань у даній сфері:

Концерн **ORICA Limited (Австралія)** в склад якого входять:

- **MINOVA CarboTech GmbH (Німеччина)**
- **MINOVA Ekochem (Польща)**
- **MINOVA MAI GmbH (Австрія)**

А також світові компанії:

BPA GmbH та MORATH (Німеччина)

На конференції заслухано близько 20 доповідей та повідомлень, в яких розглянуті питання обстеження, аналізу причин протікань, методів підсилення гідроізоляції, аналізу та оптимального вибору матеріалів, технологічних рішень, економічного обґрунтування вибору матеріалів, контролю якості та техніки безпеки під час виконання гідроізоляційних робіт.

В конференції приймали участь понад 200 представників науково-дослідних і проектних організацій, будівельних компаній, вищих навчальних закладів, виробників і постачальників, органів місцевого самоврядування. З цікавістю прийнято виступи представників провідних міжнародних компаній **MINOVA, CarboTech (Німеччина), MINOVA Ekochem (Польща), MINOVA MAI GmbH (Австрія), BPA GmbH (Німеччина), SCHOMBURG (Німеччина)** які поділилися своїм досвідом із застосування власних напрацювань у даній сфері.

На конференції зробили доповіді представники компаній "Пенетрон" та "МАРЕІ"

В ДП НДІБВ існує наукова школа в області технології гідроізоляційних робіт, ведуться дослідження, розробки та впровадження новітніх технологій. Інститут надає сприяння та наукову підтримку вітчизняним та зарубіжним компаніям у впровадженні прогресивних гідроізоляційних технологій.

Протягом існування в інституті наукового напрямку з технології гідроізоляційних робіт, науковцями розроблено мастичні гідроізоляції з бітумно-емульсійних латексних матеріалів та технології їх застосування, технологію влаштування мастичних гідроізоляцій з бітумно-бутилкаучукових мастик. За це співробітники

інституту отримували державні та урядові нагороди, а саме Премію Ради Міністрів СРСР та Державної премії України в галузі науки і техніки, тощо.

Учасники зазначили зниження якості сучасного виконання гідроізоляції будівельних конструкцій, як на стадії будівництва, так і низьку довговічність на стадії експлуатації, що призвело до появи проблем в напрямку гідроізоляційних робіт в країні, а саме, не достатньо раціонально витрачаються значні фінансові та матеріальні ресурси, трудові витрати, що не призводить до бажаних результатів.

Відмічено, що на практиці, нажаль, головним критерієм при виборі системи гідроізоляції є найнижча ціна, а не ефективні технічні та організаційно-технологічні показники та їх відповідність вимогам експлуатаційної придатності.

Лабораторія покрівельних і гідроізоляційних робіт ДП "НДІБВ" продовжує працювати над вдосконаленням конструктивних та організаційно-технологічних рішень влаштування гідроізоляції. Фахівцями сформовані правила проектування, що мають бути відображені в нормативно-правових актах та нормативних документах.

Аналіз світового досвіду проектування і влаштування гідроізоляцій, збільшення обсягів зведення підземних споруд значного заглиблення, показали необхідність зміни існуючих принципів проектування гідроізоляції, розробки нових та внесення змін до діючих державних будівельних норм та стандартів.

Учасники конференції рекомендують вважати за доцільне:

- сприяння подальшому розвитку наукового напрямку технології гідроізоляційних робіт та розробці гідроізоляційних матеріалів;
- забезпечення розповсюдження світового досвіду з цього напрямку;

– сприяння налагодження наукових та виробничих зв'язків між фахівцями та підприємствами за напрямком діяльності;

– поліпшення підготовки фахівців та підвищення їх кваліфікації в області гідроізоляційних робіт.

Для досягнення поставлених задач учасники конференції пропонують:

– звернутися в Міністерство регіонального розвитку будівництва та архітектури з пропозицією щодо розроблення ДБН на гідроізоляцію та гідроізоляційні роботи;

– звернутися до Міністерства економічного розвитку та торгівлі з пропозицією щодо розробки низки стандартів із зазначеного питання;

– започаткувати організацію в НДІБВ навчальних курсів підвищення кваліфікації фахівців з улаштування та забезпечення якості виконання гідроізоляції, захисту арматури та металевих елементів у вологому середовищі;

– проводити науково-технічні конференції та семінари за наведеною тематикою на постійній основі.



ПРОГРАМА ДРУГОЇ МІЖПАРОДПОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
**«Застосування нових матеріалів і технологій захисту,
 гідроізоляції, укріплення конструкцій об'єктів
 спеціального призначення підвищеної надійності»**

Київ 18.02.2020

10.00-10.05	Директор ДП "НДІБВ" Хижняк Владислава Олександрівна	Вітальне слово до учасників конференції
10.05-10.10	Заступник голови Комітету Верховної Ради України з питань організації державної влади, місцевого самоврядування, регіонального розвитку та містобудування Шуляк Олена Олексіївна	Вітальне слово до учасників конференції
10.10-10.15	Представник Мінрегіону України	Вітальне слово до учасників конференції
10.15-10.20	Президент "Конфедерації будівельників України" Парцхаладзе Лев Рєвазович	Вітальне слово до учасників конференції
10.20-10.25	Заступник директора з наукової роботи ДП "ДерждорНДІ", кандидат технічних наук Каськів Володимир Іванович	Вітальне слово до учасників конференції
Час	Спікер	Тема презентації
10.30-11.00	Представник компанії "MINOVA Ekochem" (Польща) Войтек Войчек	Матеріали та технології компанії "MINOVA Ekochem" для ремонту, відновлення та гідроізоляції бетонних та залізобетонних конструкцій
11.00-11.30	Представник компанії "Morath GmbH" (Німеччина) Азар Раган	Досвід використання сучасних технологій укріплення та бурового обладнання компанії "Morath"
11.30-12.00	Представник компанії "BPA-GmbH" (Німеччина)	Інноваційні системи (високоякісні системи герметизації) для захисту підземних споруд від ґрунтової води від компанії "BPA-GmbH"
12.00-12.30	Кава-брейк	Для учасників конференції безкоштовно
12.30-13.00	Інженер-технолог ТОВ "Пенетрон-Київ" Каплуненко Тарас Миколайович	Застосування матеріалів системи Пенетрон для гідроізоляції, ремонту та антикорозійного захисту об'єктів водного господарства
13.00-13.30	Керівник відділу проектів "ТМ МАРЕІ" Богдан Сергій Миколайович	Системні технічні рішення ТМ МАРЕІ для будівництва, ремонту, підсилення та захисту різних типів конструкцій
13.30-14.00	Співзасновник ТОВ "БЕТОНПОЛОТНО" Вангородський Дмитро Олександрович	Відновлення, захист, зміцнення і гідроізоляція залізобетонних конструкцій за допомогою бетонного полотна Concrete Canvas
14.00-14.45	Обідня перерва	Для учасників конференції безкоштовно
14.45-15.15	Завідуючий лабораторії влаштування покрівель і гідроізоляцій "НДІ будівельного виробництва" Гармаш Олександр Іванович	Світовий досвід влаштування гідроізоляції
15.15-15.45	Завідуючий сектору спеціальних споруд "НДІ будівельного виробництва" Басанський Владислав Олександрович	Особливості проектування та спорудження підземних будівельних об'єктів в умовах ущільненої забудови та в складних інженерно-геологічних умовах
15.45-16.15	Завідуючий лабораторії влаштування покрівель і гідроізоляцій "НДІ будівельного виробництва" Гармаш Олександр Іванович	Основні ризики при влаштуванні і експлуатації гідроізоляції. Нові конструктивно-технологічні рішення влаштування гідроізоляції.
16.15-16.30	Завідувач лабораторії, к.т.н. "НДІ будівельного виробництва" Молодід Олександр Станіславович	Технології герметизації збірних залізобетонних конструкцій
16.30-17.00	Підсумок роботи конференції	

О.І. Гармаш, завідувач лабораторії покрівельних і гідроізоляційних робіт ДП "НДІБВ", м. Київ

СВІТОВИЙ ДОСВІД ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ВЛАШТУВАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙ В УКРАЇНІ

Анотація. У статті наведено аналіз світового досвіду влаштування гідроізоляції підземних частин будівель і споруд. Успіх у комерційних фірм проявляється тільки тоді, коли в одному підприємстві зосереджуються наукові дослідження, виробництво гідроізоляційного матеріалу, його застосування. Вирішення проблеми гідроізоляції в Україні - забезпечення комплексу умов влаштування надійної гідроізоляції.

Ключові слова: гідроізоляція, проектування та влаштування гідроізоляції, багатоступенева надійна гідроізоляція.

Постановка проблеми.

В останні роки в Україні почали збільшуватися обсяги будівництва заглиблених підземних споруд, які вимагають виконання значних обсягів гідроізоляційних робіт (метро, підземні паркінги, підземні комплекси).

Можна навести приклади тільки по м. Києву: лінії і станції метрополітену, підземні споруди і приміщення під Майданом Незалежності, підземні магазини, кафе в районі Хрещатика від Бессарабки до площі Льва Толстого і багато інших об'єктів. Слід зазначити і низьку якість виконання гідроізоляції будівельних конструкцій на стадії будівництва, що є слідством низької довговічності на стадії експлуатації, що і призвело до появи проблем гідроізоляції в країні: витрачаються значущі фінансові та матеріальні ресурси, трудові витрати, а гідроізоляція тече.

Результати досліджень.

Такий процес поступового переходу від будівництва одноповерхових підземних приміщень в складі багатоповерхових будівель до заглиблених (іноді на значну глибину) споруд, колекторів, тунелів вимагає негайного перегляду концепції проектування, а потім влаштування супернадійної гідроізоляції.

У цьому плані слід провести аналіз світового досвіду проектування і влаштування гідроізоляції.

Викликають зацікавленість наступні розробки.

ALL-AMERICAN WATERPROOFING COMPANY (США) (Всеамериканська Гідроізоляційна Компанія) вважає, що одним з кращих методів гідроізоляції фундаменту є установка внутрішньої дренажної системи під підлогою (системи скидання тиску) по периметру підлоги, системи дренажу по периметру фундаменту або зовнішньої системи фундаменту.

Компанія SPRAY-LOCK CONCRETE PROTECTION (США) виробляє засоби для нанесення розчинів, що наносяться розпиленням під супертиском, котрий проникає в бетонні капіляри і пори поверхні конструкції для забезпечення високої водонепроникності і захисту всієї структури капілярів і пор.

Фірма PITCHMASTIC PMB (Англія) провідна організація з захисту конструкцій на світовому ринку, пропонує широкий асортимент високоефективних водонепроникних матеріалів для захисту конструктивних елементів від впливу навколишнього середовища і хімічних речовин, попадання води і корозії.

Маючи більш ніж 70-річний досвід і знання, а також виготовивши більше 12 000 000 м² гідроізол-

яції, PITCHMASTIC PMB є однією з найбільших організацій в галузі.

Матеріал PMB утворює гнучку, хімічно стійку безшовну мембрану, досить міцну, щоб протистояти впливу ґрунтових вод на підземні конструкції. PMB має виняткову міцність зчеплення з усіма зазвичай використовуваними основами, має відмінну здатність до подолання тріщин, очікуваний термін служби понад 30 років.

Фірма AMERICAN HYDROTECH, INC. (США) – 50 років перевіреної роботи в польових умовах. Монолітна мембрана Hydrotech, оригінальна прогумована асфальтова мембрана, що наноситься в гарячому стані, вже більше 50 років застосовується в будівництві і підтримує водонепроникність високопрофільних конструкцій по всій країні і по всьому світу. З більш ніж двома мільярдами квадратних футів, передбачених в проектах і виконаних в більш ніж 36 країнах, Hydrotech є визнаним лідером в індустрії гідроізоляції.

Фірма SIKА (США) будучи світовим лідером в розробці рішень для гідроізоляції, має найповніший асортимент продуктів і систем. З складовими гідроізоляційними добавками, мембранами Sika пропонує гідроізоляційне рішення для будь-якого застосування. Маючи більш ніж 100-річний досвід в області гідроізоляції, що охоплює весь світ, Sika є визнаним лідером.

Лондонська гідроізоляційна компанія LONDON WATERPROOFING (Великобританія) більше 25 років займається захистом від вологи і гідроізоляцією об'єктів в Лондоні. Гідроізоляційні мембрани виготовлені з поліетилену високої щільності або по-



Рис. 1. Влаштування прогумованої мембрани MM6125 на гарячий асфальтовий шар



Рис. 2. Полімер-каучукова герметизуюча стрічка для герметизації примикань і швів у вологих зонах

ліпропілену. Вони виготовляються у формі листа з широким діапазоном ширини і товщини, призначеним для запобігання проникнення вологи всередину конструкції. Дренажні мембрани порожнин мають шпильки різних розмірів, які дозволяють воді стекти під дією сили тяжіння до найнижчої точки. Мембрани є гнучкими і здатні протистояти розтріскуванню і переміщенню всередині конструкції.

Фірма RIW (Великобританія) має майже столітній досвід роботи з сучасним набором гідроізоляційних рішень для підземних конструкцій. Від листових нанесених систем до структурного дренажу, натрієво-бентонітових систем до міцної гідроізоляції на основі цементу, газонепроникних і рухомих сполук. Інноваційні рішення для гідроізоляції доповнюють класичні рідинні системи.

Компанія "ЛІСОН" (Німеччина) – представник відомих в світі торгових марок SATECMA (Іспанія),

PENTRA (Бельгія), MINOVA (Німеччина), DIAMATIC (Голландія), ERMATOR (Швеція). Компанія спеціалізується на гідроізоляції будівельних конструкцій і споруд.

Гідроізоляція будь-якої складності MINOVA CARBOTECH; гідроізоляція деформаційних швів за допомогою акрилатних смол "КАРБО Кріль" і поліуретанових смол "КАРБОКРЕКСІЛ"; смоли для ін'єкцій; анкерні системи.

Відповідно до європейських стандартів (наприклад, EN 13491) і територіальних будівельних норм, довговічність гідроізоляції тунелів повинна становити не менше 100 років.

Для влаштування гідроізоляції тунелів відкритого і закритого способу робіт компанія "AGRU Kunststofftechnik GmbH" (Німеччина) застосовує мембрану AGRUflex в поєднанні з геотекстилем. Довговічність такої гідроізоляції, за даними німець-



Рис. 3. Ін'єкційна гідроізоляція швів з матеріалу Мінова (Німеччина)



Рис. 4. Влаштування гідроізоляції із полімерної геомембрани

кого Федерального інституту з дослідження матеріалів і тестування, становить не менше 127 років.

Фірма WTJ (Waterproofing technology, Canada) пропонує інфрачервону діагностику для виявлення прихованої вологи в конструкціях будівлі.

Фірма MINOVA (Німеччина) є провідним світовим брендом і має більш ніж 135-річний досвід, завдяки чому набуває досвід розробки передових анкерних рішень і ноу-хау для проектування і застосування.

Коли в скелі створюється отвір, оточуючі пласти незмінно стають нестабільними, проте цим явищем можна керувати за допомогою різних методів підтримки і методів посилення. У разі опорних методів використовуються конструктивні елементи, такі приклади включають сталеві арки, сітку і торкрет-бетон.

Підсилення породи включає в себе методи, які змінюють внутрішню поведінку гірської маси шляхом установки елементів конструкції – точкові анкерні гвинти, фрикційні болти і повністю герметичні анкерні з'єднання.

Фірма MINOVA поставляє широкий асортимент



Рис. 5. Влаштування гідроізоляції з EPDM-мембрани (з пригрузом)

вологих і сухих продуктів, що розпилюються, які виконують функцію структурних або гідроізоляційних мембран.

Також застосовують полімерні мембрани для захисту навколишнього середовища від забруднень на різних полігонах для складування побутових і промислових відходів, на нафтовидобувних і нафтопереробних підприємствах та багатьох інших цілей. Мембрани випускаються на основі різних полімерів полівінілхлориду (ПВХ), термопластичних олефінів (ТПО), хлорсульфированного поліетилену (ХСП), етилен-пропілен-дієн-мономер (ЕПДМ) і ін.

Із сучасних видів гідроізоляційних систем на основі полімерних мембран фірми MINOVA для під-



Рис. 6. Гідроізоляція з високоефективною гнучкої еластичної бітумної мембрани SBS з нетканним поліефірним армуванням фірми Soprema UK



Рис. 7. Високоєфективна стрічка Полістоп. Внутрішній і зовнішній ПВХ-водяний стопор для швів фірми Henkel

земних споруд становить інтерес:

- система з гідроізоляційними шпонками для поділу гідроізоляційного поля на незалежні карти з ремонтної ін'єкційної системою;

- двошарова система з вакуумним контролем якості.

Аналіз світового досвіду проектування і влаштування гідроізоляції дозволяє відзначити такі особливості: деякі фірми зосереджують у своїх руках, крім практичного влаштування на об'єктах, пошуково-дослідні роботи зі створення нових матеріалів і технологій, проектні бюро для надання конструктивних рішень гідроізоляцій, а виконання робіт по влаштуванню гідроізоляції та супутніх конструкцій з обов'язковим наданням гарантій;

Фірма Carlisle Construction Materials LLC (США) має 26 заводів в Північній Америці і 5 в Європі.

Фірма Soprema UK (Великобританія) заснована в 1908 році та працює в 90 країнах, має 7 науково-дослідних та дослідно-конструкторських Центрів, 18 учбових центрів. Нараховує 34 виробничих підприємств, 60 дочірніх підприємств.

Фірма PENETRON INTERNATIONAL (США) заснована в 1979 році, сітка продажу охоплює більш ніж 65 країн світу.

Фірма PENETRON INTERNATIONAL розробляє і виробляє високоякісну продукцію для широкого спектру застосування гідроізоляції.

Фірма ІКО (Канада) має 25 підприємств, постачання в 96 країн світу.

Компанія Henkel (Німеччина) має 340 заводів в 70 країнах. Дохід фірми в 2010 році склав близько 20

млрд. доларів США.

Більшість іноземних компаній приділяють виключно пильну увагу методам контролю якості виконаного гідроізоляційного покриття. Одні використовують метод створення вакууму під мембраною, інші – цілий набір методик, включаючи гідрологічні і геоелектричні методи, тепловізійну діагностику, метод потенціалу мимовільної поляризації.

На жаль, на практиці на практиці в Україні ми дуже часто зустрічаємося з тим, що головним критерієм при виборі системи гідроізоляції є найнижча ціна, а не технічні показники, їх відповідність технічним вимогам, реальна і прогнозована довговічність. Замовники часто забувають, що за більш високою ціною на систему стоять також і її більш високі технічні властивості і можливості.

Інститут вніс свій внесок у вирішення проблеми гідроізоляції.

Колектив інституту в 1980 році отримав Премію Ради Міністрів СРСР за розробку мастичних гідроізоляцій з бітумно-емульсійних-латексних матеріалів, а в 1996 році отримав Державну премію України за розробку технології влаштування мастичних гідроізоляцій з бітумно-бутилкаучукових мастик і впровадження в будівництво 1 млн. м² гідроізоляції.

Лабораторія продовжує працювати над вдосконаленням конструктивних рішень технології влаштування гідроізоляції. Сформульовано наступні правила проектування:

- гідроізоляція підземної частини будівель повинна являти собою безперервний водонепроникний контур;

- в залежності від ступеня надійності слід розрізняти три типи гідроізоляції: 1) об'ємна гідроізоляція конструкції; 2) "поверхнева гідроізоляція"; 3) "приповерхнева гідроізоляція";

- гідроізоляцію заглиблених тунелів доцільно розміщувати в районі нейтральної зони поперечного перерізу;

- розміщення вільної порожнистої поверхні поруч з гідроізоляцією для підкачки гідроізоляційного компонента під час тривалого терміну експлуатації і підвищення герметичності;

- для заглиблених підземних частин будівель ефективним буде таке конструктивне рішення гідроізоляції підвищеної надійності: об'ємна гідроізоляція конструкції + поверхнева гідроізоляція.

Висновки.

Аналіз світового досвіду проектування і влаштування гідроізоляцій, аналіз підвищення обсягів зведення підземних споруд значного заглиблення показали необхідність зміни існуючої методики проектування гідроізоляції, підготовки Державних будівельних норм, створення умов влаштування багатоступінчастої надійної гідроізоляції будівельних конструкцій заглиблених будівель і споруд.

Література

1. А.І. Гармаш; А.М. Галінський, к.т.н.; А.П. Баглай, к.т.н. Гідроізоляція будівель і споруд. Сучасні вимоги. К. НДІБВ, 2012.-120 с. : іл.
2. А.І. Гармаш Система багатоступінчастої гідроізоляції підземних частин будівель. Нові технології в будівництві. №2.2002. К. НДІБВ.с.58-60.1 табл.2 мал.
3. В.В. Козлов, А.М. Чумаченко. Гідроізоляція в сучасному будівництві. АСВ. №2.2003.-120 с.
4. С.Н. Попченко. Гідроізоляція споруд і будівель.-Л. Стройиздат, 981.-304 с.
5. Н.Г. Ярмоленко, Л.І. Іскра. Довідник по гідроізоляційним матеріалам для будівництва.-К. Будівельник, 1979.-160 с.

Reference

1. AI Garmash; AM Galinsky, Ph.D. ; AP Bagley, Ph.D. Waterproofing of buildings and structures. Modern requirements. K. NDIBV, 2012.-120 pp.: Ill.
2. AI Garmash The system of multistage waterproofing of underground parts of buildings. New technologies in construction. 2002/2002. K. NDIBV.c.58-60.1 table.2 picture
3. V.V. Kozlov, AM Chumachenko Waterproofing in modern construction. DIA №2.2003.-120 p.
4. SN Popchenko Waterproofing of buildings and buildings. -L. Stroyizdat, 981-304 pp.
5. NG Yarmolenko, LI Spark. Handbook for waterproofing materials for construction. -K. Budivelnik, 1979.-160 p.

А.И. Гармаш, ГП “НИИСП”, г. Киев

МИРОВОЙ ОПЫТ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ГИДРОИЗОЛЯЦИИ В УКРАИНЕ

Аннотация. В статье приведен анализ мирового опыта устройства гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений. Успех коммерческих фирм проявляется только тогда, когда в одном предприятии сосредоточены научные исследования, производство гидроизоляционного материала, его применения. Решение проблемы гидроизоляции в Украине - обеспечение комплекса условий устройства надежной гидроизоляции.

Ключевые слова: гидроизоляция, проектирование и устройство гидроизоляции, многоступенчатая надежная гидроизоляция.

О.І. Garmash, The state "Research institute of building production" (NDIBV), Kyiv

WORLD EXPERIENCE AND IMPROVEMENT OF WATERPROOFING DEVICE IN UKRAINE

Abstract. The article gives an analysis of the world experience of waterproofing of underground parts of buildings and structures. Success in commercial firms is only manifested when research, production of waterproofing material, and its application are concentrated in one enterprise. The solution to the problem of waterproofing in Ukraine - providing a set of conditions for the arrangement of reliable waterproofing.

Keywords: waterproofing, design and arrangement of waterproofing, multi-stage reliable waterproofing.

О.І. Гармаш, завідувач лабораторії покрівельних і гідроізоляційних робіт ДП "НДІБВ" м. Київ

ОСНОВНІ ПОМИЛКИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ І ВИКОНАННІ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ЧАСТИН БУДИНКІВ І СПОРУД

***Анотація.** У статті наведено перелік основних помилок при проектуванні, влаштуванні гідроізоляції підземних конструкцій будівель і споруд. Проаналізовані причини появи помилок та методи їх зменшення або позбавлення від них.*

***Ключові слова:** гідроізоляція, дефекти гідроізоляції, протікання, гідроізоляція підвищеної надійності.*

Постановка проблеми. Відомо, що зведення підземних споруд у нас в країні супроводжується великою кількістю протікання. Більш того, така ситуація перетворилася в проблему гідроізоляції для країни: витрачені фінансові, матеріальні та людські ресурси, а гідроізоляція - тече.

Мета роботи. Для вирішення проблеми необхідно проаналізувати основні ризики появи протікання гідроізоляції підземних частин будівель і споруд. Основні, це ризики:

- при проектуванні;
- при влаштуванні;
- при будівництві будівлі або споруди;
- при експлуатації.

Результати досліджень

Помилки при проектуванні гідроізоляції. В першу чергу, вони пов'язані з відсутністю Державних будівельних норм на проектування гідроізоляцій підземних частин будівель і споруд.

Важливим являється вибір підрядника для влаштування гідроізоляції. Замовник та проектувальник при виборі підрядника повинні керуватися такими міркуваннями:

- діапазон спеціалізації.

Чим більше підрядник має досвіду з влаштування гідроізоляції з різних матеріалів (ПВХ, ЕПДМ, ТПО), тим менше ймовірність здійснення помилок з його боку.

- відгуки та рекомендації.

Будь-який сумнівний підрядник завжди прагне отримати відгуки і рекомендаційні листи від клієнтів після виконання їхніх замовлень. Тому завжди

необхідно цікавитися не тільки інформацією про об'єкти, які виконав підрядник, але і запитувати письмове підтвердження його кваліфікації з боку інших замовників.

- обладнання.

Будь-який поважаючий себе підрядник прагне мати повний набір обладнання для виконання гідроізоляційних робіт.

- гарантія.

Добросовісний підрядник завжди дає гарантію на свої роботи, а також пропонує послугу з після-гарантійного обслуговування гідроізоляції.

Поява помилок при проектуванні гідроізоляції пов'язана з відсутністю у проектувальника повної інформації про фізико-механічні властивості нового гідроізоляційного матеріалу, оптимальних технологічних методах застосування, а також вимогами замовника неодмінно здешевити влаштування гідроізоляції.

У зв'язку з цим є два практичних підходи до

проектування гідроізоляційних систем: один — за вартістю і надійністю; інший — за вартістю і ремонтпридатності. В першому випадку на весь термін служби споруди проектується потужна, надійна, дорога гідроізоляційна система, яка може сприймати деформації, але має низьку ремонтпридатність. У другому — відносно дешева гідроізоляція, яка при незначних пошкодженнях може бути легко відремонтована.

Гідроізоляція споруд — це система, для успішного функціонування якої необхідно орієнтуватися на системний підхід при проектуванні і її створенні. Гідроізоляційна система являє собою сукупність елементів, що захищають споруди від впливу води і вологи. Частиною її є гідроізоляційна мембрана — покриття з різних матеріалів, що наноситься в конструкцію на поверхню споруди або поза нею.

На вибір матеріалу і конструкції гідроізоляційної мембрани впливає величина передбачуваного гідростатичного тиску води, допустимої вологості повітря приміщення, агресивності середовища, деформативності основи під споруду. Особливу увагу необхідно приділити конструктивній схемі герметизації стикових з'єднань, сполучень конструкцій, введення комунікацій, деформативних швів, так як найчастіше відмова гідроізоляції відбувається в результаті деформації окремих елементів і блоків споруди або дефектів в стикових з'єднаннях.

Одна з помилок при проектуванні гідроізоляції підземних частин будівель і споруд — не враховується необхідність безперервності і герметичності гідроізоляційної системи по всій площі підземної частини. Гідроізоляція повинна бути водонепроникною і безперервною, тобто являти собою безперервний водонепроникний контур, так як один неякісний елемент може погіршити або вивести з ладу всю гідроізоляційну систему!

Помилки при влаштуванні гідроізоляції.

Основна причина таких помилок — спроба економити на вартості робіт. Запрошуються найнижчеоплачувані, а значить, найменш кваліфіковані робітники. У цьому випадку навіть кращий матеріал буде покладений неграмотно і з великою кількістю дефектів.

Помилка — це невиконання вимог проектної документації.

Помилка — це також не представлення фронту робіт, а виконання гідроізоляції окремими ділянками, часто з порушеннями послідовності технологічних операцій та порушенням технологічної спрямованості виконання (необхідно назустріч подачі гідроізоляційних матеріалів).



Рис. 1. Зворотна засипка виконаної гідроізоляції ґрунтом з включенням каменів

Найчастішою помилкою є відсутність організації контролю якості виконання гідроізоляційних робіт і приймання-здачі виконаної гідроізоляції.

Найпоширеніша помилка — механізована зворотна засипка виконаної гідроізоляції ґрунтів з включенням твердих, важких з відкритими краями предметів. (Рис.1)

Пошкодження гідроізоляції при будівництві будівлі або споруди.

Механічні пошкодження на вже виконаній, але не захищеній гідроізоляції з'являються дуже часто, коли при влаштуванні гідроізоляції (або після влаштування) на цій ділянці ведуться інші будівельно-монтажні роботи, при цьому часто відбувається:

- перетягування волоком будь-яких конструкцій;
- перенесення важких конструкцій;
- прохід робочих;
- складування будівельних елементів, комплектуючих, арматури (Рис.2)
- ведення зварювальних робіт;
- пробивання отворів у вже виконаній гідроізоляції (Рис.3)

Негативний ефект від вищенаведених дій може бути збільшений, якщо притягнутий до роботи сторонній субпідрядник, який не звертає належної уваги на вже змонтовані будівельні елементи.

Єдиний вихід — детальне планування будівельних робіт і виконання захисного покриття виконаної гідроізоляції.

Пошкодження при експлуатації.

Це дуже поширена причина ушкоджень. Зазвичай в процесі експлуатації гідроізоляції, коли плануються додаткові роботи по встановленню обладнання, замовник не звертається до професіоналів-гідроізолювальників, а працює "швидко, своїми силами". В результаті виникають пошкодження гідроізоляції, в тому числі і дуже значні, на великій площі. Іноді пошкодження намагаються відремонтувати косметично підручними засобами. Коли це не допомагає, і власник викликає фахівців, перед ними постають результати безграмотного вандалізму: акуратно вирізані в гідроізоляції наскрізні отвори для проводів і труб, забиті через гідроізоляцію дюбелі, наслідки транспортування волоком тяжких вантажів, сліди зварювальних робіт, полімерна гідроізоляція, що залила бітумною мастикою.

Результатом відмови гідроізоляційних систем є збільшення прямих витрат на експлуатацію конструкцій (в 2-5 разів), скорочення терміну служби споруди (в 1,5-2 рази) і експлуатаційного обладнання, зміна експлуатаційного середовища всередині споруди, погіршення умов праці та зменшення прибутку від його експлуатації. Збільшуються прямі витрати на прове-

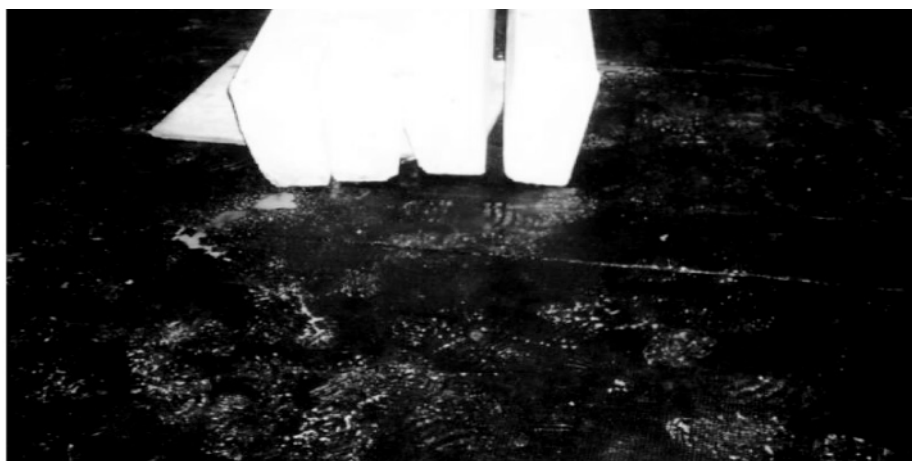


Рис. 2. Складування будівельних матеріалів на виконаній гідроізоляції



Рис. 3. Встановлення нівеліра на виконаній гідроізоляції

дення поточних і капітальних ремонтів.

Висновки.

В результаті проведеного аналізу існуючої ситуації в галузі проектування, улаштування та експлуатації гідроізоляції підземних конструкцій встановлений основний перелік ризиків пошкодження гідроізоляції, утворення дефектів, що завдають значної шкоди герметичності, довговічності і надійності такого відповідального будівельного елемента.

Відповідальний за експлуатацію будівлі або споруди повинен систематично проводити кваліфікований технічний огляд гідроізоляції і в обов'язковому порядку мати план з нанесеними дефектами та Перелік опису дефектів, що необхідні для прийняття рішень на ремонт.

За умови зменшення кількості ризиків можливо збільшити герметичність і надійність підземних конструкцій будівель і споруд.

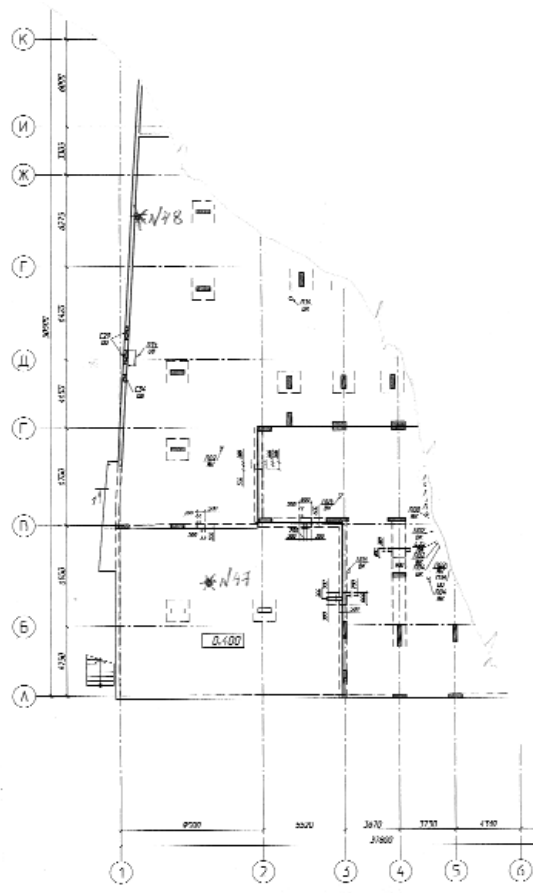


Рис. 4. Приклад плану днища будівлі, на якому зазначені дефекти гідроізоляції

Література

1. А.І. Гармаш; А.М. Галінський, к.т.н.; А.П. Баглай, к.т.н. Гідроізоляція будівель і споруд. Сучасні вимоги. К. НДІБВ, 2012.-120 с. : іл.
2. А.І. Гармаш Система багатоступінчастої гідроізоляції підземних частин будівель. Нові технології в будівництві. №2.2002. К. НДІБВ.с.58-60.1 табл.2 мал.
3. Є.К. Карапузов. Технологічні основи підвищення експлуатаційної ефективності систем гідроізоляції.-К. Виша освіта.2-13.-304 с. : іл.
4. В.В. Козлов, А.М. Чумаченко. Гідроізоляція в сучасному будівництві. АСВ. №2.2003.-120 с.
5. В.М. Покровський. Гідроізоляційні роботи.-М. Стройиздат, 1985.-320 с.: іл.
6. С.Н. Попченко. Гідроізоляція споруд і будівель.-Л. Стройиздат, 981.-304 с.
7. Н.Г. Ярмоленко, Л.І. Іскра. Довідник по гідроізоляційним матеріалам для будівництва.-К. Будівельник, 1979.-160 с.

Refererence

1. AI Garmash; AM Galinsky, Ph.D. ; AP Bagley, Ph.D. Waterproofing of buildings and structures. Modern requirements. K. NDIBV, 2012.- 120 pp.: Ill.
2. AI Garmash The system of multistage waterproofing of underground parts of buildings. New technologies in construction. 2002/2002. K. NDIBV.c.58-60.1 table.2 picture
3. E.K. Karapuzov Technological bases for increasing the operational efficiency of waterproofing systems. -K. Higher education.2-13.-304 pp.: Ill.
4. V.V. Kozlov, AM Chumachenko Waterproofing in modern construction. DIA №2.2003.-120 p.
5. V.M. Pokrovsky Hydro-insulating works.-M. Stroyizdat, 1985.-320 pp. : Il.
6. SN Popchenko Waterproofing of buildings and buildings. -L. Stroyizdat, 981-304 pp.
7. NG Yarmolenko, LI Spark. Handbook for waterproofing materials for construction. -K. Budivelnik, 1979.-160 p.

А.И. Гармаш, ГП “НИИСП”, г. Киев

ОСНОВНЫЕ ОШИБКИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ВЫПОЛНЕНИИ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТЕЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. В статье приведен перечень основных ошибок при проектировании, устройстве гидроизоляции подземных конструкций зданий и сооружений. Проанализированы причины появления ошибок и методы их уменьшения или избавления от них.

Ключевые слова: гидроизоляция, дефекты гидроизоляции, протекания, гидроизоляция повышенной надежности.

О.І. Garmash, The state "Research institute of building production" (NDIBV), Kyiv

MAIN MISTAKES FOR DESIGN AND IMPLEMENTATION OF HYDRO INSULATION OF HOUSEHOLD PARTS OF BUILDINGS AND SPORTS

Abstract. The article gives a list of the main mistakes in the design, installation of waterproofing of underground structures of buildings and structures. The reasons for the emergence of mistakes and methods of their reduction or elimination from them are analyzed.

Keywords: waterproofing, defects of waterproofing, leakage, waterproofing of increased reliability.

П.Є. Григоровський, д.т.н., с.н.с., перший заступник директора інституту з наукової роботи, Дійсний член Академії будівництва України ORCID: 0000-0003-0527-5890;

О.В. Мурсьова, ORCID: 0000-0003-4995-3761, ДП "НДІБВ", м. Київ

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ВПЛИВУ НОВОГО БУДІВНИЦТВА НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ ПРИДАТНІСТЬ БУДІВЕЛЬ ПРИЛЕГЛОЇ ЗАБУДОВИ

Анотація. В статті розглянуто основні причини деформацій існуючих будівель при будівництві поблизу них та фактори природного та техногенного впливу на їх експлуатаційну придатність. Наведено методи обчислення впливу нового будівництва на експлуатаційну придатність будівель прилеглої забудови. Складено алгоритми розробки інформаційної моделі розрахунку впливу нового будівництва на експлуатаційну придатність будівель прилеглої забудови.

Ключові слова: ущільнена забудова, вплив нового будівництва, інформаційні моделі розрахунку, деформації, моніторинг

Вступ

Наукова проблема досліджень синергетичного ефекту природних і техногенних факторів впливу нового будівництва та ущільненої забудови, що виникає протягом життєвого циклу прилеглих будівель, об'єктів будівництва та оточуючої їх території потребує вирішення. Актуальним є аналіз та вивчення природних і техногенних факторів геодинамічних процесів, що виникають при новому будівництві та ступеню їх взаємовпливу.

Постановка проблеми

Несвоєчасно виявлені і не попереджені активні процеси та деформації при будівництві в ущільнених умовах призводять до виникнення дефектів та пошкоджень будівель і споруд, розташованих на геодинамічних територіях і є причиною їх прогресуючих деформацій, наслідки яких призводять до матеріальних витрат, соціального і екологічного збитку. Тому важливо правильно і своєчасно оцінити стан прилеглих територій, розташованих на них будівель, спрогнозувати можливий розвиток дефектів та пошкоджень і розробити компенсаційні заходи, що їх унеможливають. Умови ущільненої прилеглої забудови вимагають спеціальних заходів і проектних рішень, спрямованих на мінімізацію техногенного впливу будівництва на прилеглу забудову, об'єкти благоустрою, транспортні комунікації, життєдіяльність людей. Будівництво в умовах ущільненої забудови викликає низку додаткових ризиків, оскільки це індивідуальна сукупність ускладнень і нестандартних умов, яка може призвести до несприятливих або небезпечних ситуацій для прилеглих об'єктів існуючої забудови, навколишнього середовища, виробничого процесу, безпеки праці тощо. Ризики, що виникають, слід брати до уваги при підготовці та реалізації будівельного проекту.

Виклад основного матеріалу дослідження

Моніторинг є інструментом оперативного корегування виконання будівельних робіт і проводиться для забезпечення цілісності конструкцій прилеглої забудови. Основним завданням моніторингу є фіксація перевищень критеріїв безпечного ведення робіт при зведенні нової будівлі для забезпечення цілісності конструкцій будівель прилеглої забудови. Прогноз впливу нового будівництва є вихідною інформацією для виконання моніторингу технічного стану існуючих будівель прилеглої забудови. Він полягає в

аналітичних методах оцінки впливу із застосуванням математичного моделювання зміни напружено-деформованого стану ґрунтів в основі будівель і масиву, прилегло до будівництва.

Ступінь впливу будівництва нових будівель на розташовані поблизу будівлі і споруди [1] значною мірою обумовлюється технологією виконання робіт і послідовністю їх зведення. При розробці компенсаційних заходів, щодо впливу нового будівництва на прилеглу забудову слід враховувати зміни фізико-механічних властивостей ґрунтів і гідрогеологічних умов в процесі нового будівництва, в тому числі з урахуванням сезонного промерзання і відтавання ґрунтового масиву. У відповідності до [1] основними причинами деформацій існуючих будівель при будівництві поблизу них є наступні:

- зміна гідрогеологічних умов, в тому числі підтоплення, пов'язане з бражним ефектом при підземному будівництві, або зниження рівня підземних вод;
- збільшення вертикальних напружень в основі під фундаментами існуючих будівель, викликане будівництвом поблизу них;
- улаштування котлованів або зміна планувальних відміток;
- технологічні чинники, такі як динамічні дії, вплив улаштування: всіх видів палів, фундаментів глибокого закладення і огорожувальних конструкцій котлованів, ін'єкційних анкерів, спеціальних видів робіт (заморожування, ін'єкція та ін.);
- негативні процеси в ґрунтовому масиві, пов'язані з виконанням геотехнічних робіт (суфозійними процесами, виникнення пливунів та ін.).

В [2] для вибору вимірювальних параметрів та методів інструментального моніторингу наведено характеристики основних факторів природного та техногенного впливу на експлуатаційну придатність будівель, споруд і території забудови, якими визначено підтоплення, зсуви, карст та вібрації. Фактори впливають на швидкість опускання ґрунту, що в свою чергу впливає на динаміку деформацій прилеглих будівель, яку прогнозують методами математичного моделювання. Швидкість опускання ґрунту визначають як відношення різниці абсолютних відміток точки між двома спостереженнями до інтервалу спостережень.

Для розробки інформаційної моделі впливу нового будівництва на експлуатаційну придатність бу-

дівель прилеглої забудови попередню зону впливу назначають із умови, що наведена на рис. 1 і встановлюють перелік об'єктів, які включають до розрахунку, що виконують, залежності від складності, як в ручному режимі так і із застосуванням програмних комплексів [4]. Ширина воронки осідання поблизу будинку, що споруджується, приблизно дорівнює сумарній товщині стиснутих шарів [3].

Розмір зони впливу нового будівництва на ґрунтову основу існуючої забудови є функцією від:

$$u = f(H_c, \Phi_{II}, E, P, S), \quad (1)$$

де: P – навантаження на ґрунтову основу від нового будівництва;

H_c – глибина стисливої зони ґрунтової основи від нового будівництва;

Φ_{II} – кут внутрішнього тертя ґрунтової основи;

E – модуль деформації ґрунтової основи;

S – осідання ґрунтової основи від нового будівництва.

За результатами розрахунків необхідно визначити максимальні осідання, просідання та відносну різницю (нерівномірність) осідань, як окремо для нового будівництва і оточуючих споруд, що знаходяться в зоні впливу нового будівництва, так і спільно для них, з врахуванням взаємовпливу та організаційно-технологічних факторів.

В основу розрахунку закладені наступні основні положення:

А) Осідання нової будівлі протягом будівництва та початкового періоду її експлуатації

$$S_{\text{нovoї буд.}} = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{zy,i}) \cdot h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zy,i} \cdot h_i}{E_{e,i}} \quad (2),$$

де $S_{\text{нovoї буд.}}$ – осідання нової будівлі протягом будівництва та початкового періоду її експлуатації;

β – безрозмірний коефіцієнт, що дорівнює 0,8;

$\delta_{zp,i}$ – середнє значення вертикального нормального напруження від зовнішнього навантаження в i -му шарі ґрунту на вертикалі, що проходить через центр підшви фундаменту;

h_i – товщина i -го шару ґрунту, приймають не більше 0,4 ширини фундаменту;

n – кількість шарів, на які розділена товща основи, що стискається;

$\delta_{zy,i}$ – середнє значення вертикального напруження від власної ваги ґрунту, вийнятого з котловану, в i -му шарі ґрунту на вертикалі, що проходить через центр підшви, на глибині z від підшви фундаменту;

E_i – модуль деформації i -го шару ґрунту за гілкою первинного навантаження;

$E_{e,i}$ – модуль деформації i -го шару ґрунту за гілкою вторинного навантаження (модуль пружності);

E_i і $E_{e,i}$ визначаються в межах діючих навантажень від власної ваги ґрунту і будівлі.

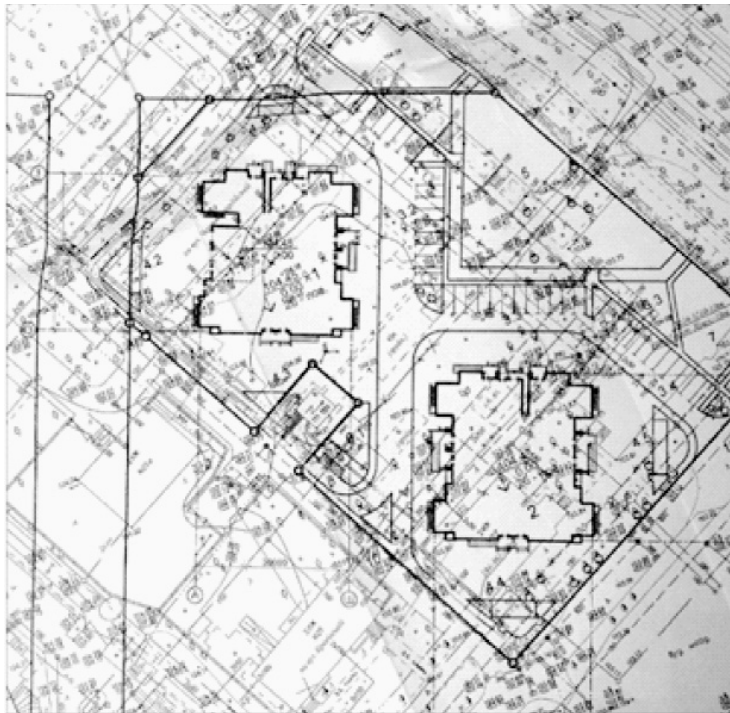
Б) Деформація основи, існуючих будівель, що закінчилася до початку нового будівництва

$$S_{\text{існуючої буд.}} = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{zy,i}) \cdot h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zy,i} \cdot h_i}{E_{e,i}} \quad (3)$$

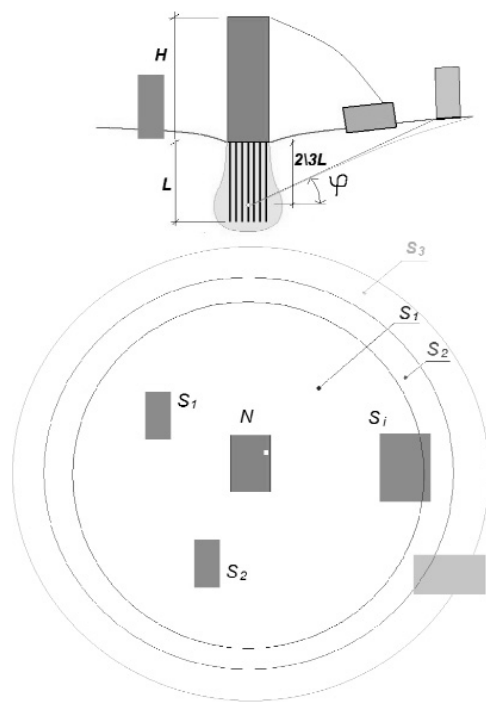
де $S_{\text{існуючої буд.}}$ – осідання існуючої будівлі що закінчилося до початку нового будівництва;

$\beta, \delta_{zp,i}, h_i, n, \delta_{zy,i}, E_i, E_{e,i}$ – те саме, що у залежності (2), тільки для існуючої прилеглої будівлі.

В) Розрахунок основи та фундаментів нового будівництва за деформаціями при будівництві поблизу існуючих будівель та споруд виконують виходячи з двох умов:



а



б

Рис. 1 Визначення зон впливу нового будівництва на існуючу забудову: а – на плані; б – на розрізі

$$S_{\text{існ.буд.}} + S_{\text{ad}} \leq S_{\text{u}}^{\text{заг}} \quad (4)$$

$$S_{\text{ad}} \leq S_{\text{ad, u}} \quad (5)$$

де $S_{\text{існ.буд.}}$ – деформація основи, існуючих будівель, що закінчилася до початку нового будівництва;

S_{ad} – додаткове осідання ґрунтової основи існуючих будівель від впливу нового будівництва;

$S_{\text{u}}^{\text{заг}}$ – граничне значення загальної деформації основи існуючих будівель;

$S_{\text{ad, u}}$ – граничне значення додаткового осідання ґрунтової основи існуючих будівель від впливу нового будівництва згідно табл. Б.1 додатку Б ДБН В.2.1-10:2018.

Додаткові осідання існуючого будинку враховують шляхом знаходження різниці між його власними осіданнями, без впливу нового будівництва, та осіданнями будинку з врахуванням його впливу. Розрахункові значення порівнюють із нормативними (максимально допустимими) значеннями цих величин відповідно до конструктивної схеми будинків за результатами обстеження їх технічного стану.

За результатами розрахунків визначають максимальні осідання та відносну різницю (нерівномірність) осідань як для нового будівництва так і для прилеглої забудови, що знаходяться в зоні його впливу. Розрахункові значення порівнюють із нормативними (максимально допустимими) значеннями цих величин згідно табл. Б.1 додатку Б ДБН В.2.1-

10:2018 відповідно до конструктивної схеми будинків за результатами обстеження їх технічного стану.

На основі порівняння розрахункових і нормативних значень виконуються коригування прийнятих проектних рішень, надаються відповідні рекомендації щодо проведення спостережень та моніторингу технічного стану існуючих споруд, а в разі необхідності, застосування запобіжних заходів, що знижують розвиток деформацій прилеглої забудови до величин, що виключають можливість виникнення пошкоджень її конструкції або погіршення умов експлуатації.

Г) Розрахунок деформацій основи та фундаментів прилеглої забудови та нового будівництва по мірі зведення об'єкта нового будівництва

У випадку підтвердження впливу нового будівництва на оточуючу забудову та неможливості повного його уникнення необхідно змоделювати напружено-деформований стан ґрунтової масиви з урахуванням швидкості прикладання навантаження на основу, тобто по мірі зведення будівлі.

Отримані проміжні результати розрахунку впливу дадуть можливість визначити динаміку осідань ґрунтової основи існуючої забудови по мірі зведення об'єкта нового будівництва.

$$\Delta S_{\text{ad}} \leq S_{\text{ad}}^{\text{i}} \quad (6)$$

де, ΔS_{ad} – приріст деформацій прилеглої будівлі на якомусь етапі виконання робіт;

S_{ad}^{i} – значення допустимого додаткового

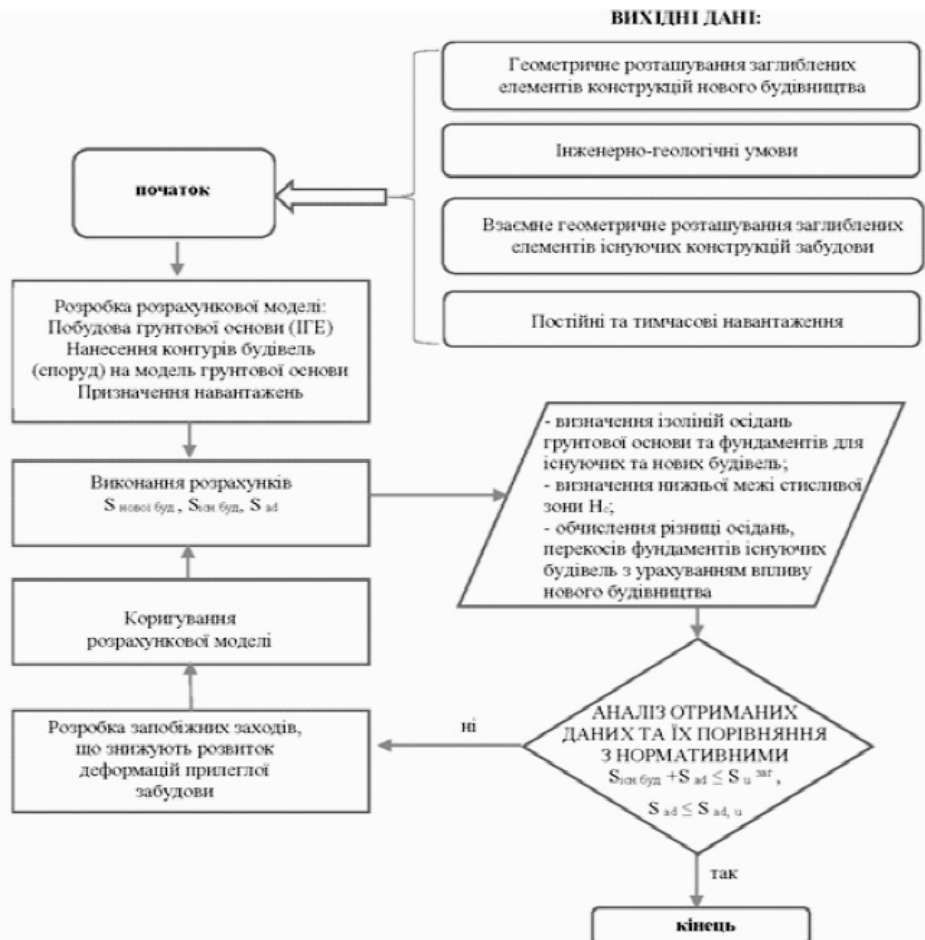


Рис. 2 Алгоритм визначення зони впливу нового будівництва на експлуатаційну придатність будівель прилеглої забудови

осідання, відносної різниці осідань або крену внаслідок впливу і-того техногенного фактору (водозниження, відкопування котловану; влаштування фундаментів та ін.).

На підставі вище викладеного можливо алгоритм визначення зони впливу нового будівництва представити у вигляді блок-схеми (рис.2).

Велика кількість існуючих прилеглих до нового будівництва будівель експлуатується досить довго, внаслідок чого вони піддалися фізичному і моральному зносу. Зношення та пошкодження несучих конструкцій, чи їх зв'язків і, як наслідок, зміна міцності, жорсткості елементів розрахункових схем призводять до зниження конструктивної безпеки споруди. Також слід враховувати той факт, що в таких будинках часто проводиться перепланування з метою поліпшення умов проживання, або в зв'язку зі зміною функціонального призначення приміщень. Протягом життєвого циклу будівлі інформація може змінюватися, доповнюватися і трансформуватися. Тому, особливої актуальності набуває використання уточненої просторової моделі для будівель, що експлуатуються поруч з об'єктом нового будівництва, коли визначальну роль в роботі будівлі грають його просторові деформації внаслідок впливів нерівномірно деформованої основи. В цьому випадку, уточнююча просторова модель має враховувати деформації будівлі від нерівномірних осідань основи, що відбуваються в експлуатаційній стадії, після накопичення осідань від експлуатаційного навантаження, початкової деформації конструкцій, обтиснення стиків і тощо. Тому під час прогнозування впливу нового будівництва на оточуючу забудову необхідно виконати просторовий розрахунок несучої здатності тривимірних моделей будівель з урахуванням наявності індивідуальних для кожної конкретної будівлі факторів, таких як технічний стан, наявність перепланування, зміни призначення приміщень, влаштування нових прорізів,

розширення або закладення існуючих, часткової зміни конструктивної схеми будівлі, прибудови, надбудови, влаштування нових конструктивних елементів (наприклад, балконів і лоджій, елементів посилення несучих конструкцій).

Наступним кроком розрахунку впливу є просторовий деформаційний розрахунок будівлі як системи "основа-фундамент – споруда". Метою розрахунку є забезпечення гарантій не перевищення того або іншого граничного стану конструкції у період експлуатації. Розрахунок несучої здатності на міцність застосовується для всіх конструкцій. На підставі основних вихідних даних (об'ємно-планувальні і конструктивні рішення; матеріали, що застосовані в конструкціях будівлі) та додаткових (результати обстежень; відомості про аварії, ремонти, перепланування тощо) формується просторова модель будинку. Потім задаються навантаження, а саме: навантаження від власної ваги будівлі, корисне навантаження на перекриття, навантаження від снігу на покриття, навантаження від вітру та ін. Уточнююча просторова модель будівлі, що знаходиться в зоні впливу нового будівництва представлено на блок-схемі на рис.3.

Зазвичай розвиток додаткових деформацій існуючих будівель відбувається поступово і залежить від швидкості навантаження ґрунтової основи, тобто темпів нового будівництва. Додаткове навантаження від нового будівництва вимагає компенсаційних заходів щодо усунення його негативного впливу на прилеглу забудову і територію.

Для оптимізації витрат на організаційно-технологічні заходи щодо унеможливлення, або зменшення негативного впливу нового будівництва на ущільнену забудову необхідно мати механізм вибору ефективного варіанту організації компенсаційних заходів, обсягів робіт, своєчасності та доцільності їх реалізації. Для цього необхідно своєчасно отримувати інформацію про стан існуючої забудови для оперативного



Рис. 3 Алгоритм уточнюючої просторової моделі розрахунку будівлі, що знаходиться в зоні впливу нового будівництва

прийняття рішень щодо забезпечення її експлуатаційної придатності. Таку інформацію можна отримувати за допомогою інструментального моніторингу протягом усього періоду будівництва.

До початку моніторингу необхідно мати інформацію щодо очікуваних деформацій основи та фундаментів прилеглої забудови та нового будівництва по мірі навантаження ґрунтової основи, тобто по мірі зведення об'єкта нового будівництва. У зв'язку з чим, розрахунок деформацій основи та фундаментів прилеглої забудови та нового будівництва протягом зведення об'єкта нового будівництва виконують з урахуванням наявності таких факторів впливу нового будівництва на оточуючу забудову:

- властивість основи сприймати навантаження;
- швидкість зведення поверхів;
- ущільненість існуючої забудови.

Розрахунки виконують для варіантів з врахування зміни значень:

– властивості основи сприймати навантаження, що впливає на обсяги робіт одного циклу вимірювань і залежить від кількості контрольованих точок, або інших параметрів в межах однієї будівлі прилеглої до нового будівництва (вплив на кількість циклів вимірювань властивість основи створює значно меншу);

– швидкості зведення поверхів нової будівлі, яка впливає на загальні обсяги вимірювальних робіт на об'єкті за рахунок кількості циклів вимірювань та їх періодичності протягом етапу будівництва нового

об'єкту, (вплив на кількість контрольованих точок швидкість зведення поверхів впливає менше);

– ущільненості існуючої забудови, яка впливає на загальні обсяги вимірювальних робіт на об'єкті за рахунок кількості прилеглих будівель, на які очікується вплив нового будівництва (на кількість циклів та контрольованих точок ущільненість існуючої забудови впливає менше).

В загальному випадку алгоритм розрахунку впливу нового будівництва на експлуатаційну придатність будівель прилеглої забудови можна представити за допомогою блок-схеми на рис. 4.

Висновки

1. Врахування синергетичного ефекту природних і техногенних факторів впливу нового будівництва та ущільненої забудови, що виникає протягом життєвого циклу прилеглих будівель, об'єктів будівництва та оточуючої їх території можливе за рахунок використання інформаційної моделі впливу нового будівництва на будівлі прилеглої забудови.

2. Для розробки інформаційної моделі впливу нового будівництва на експлуатаційну придатність будівель прилеглої забудови зону впливу назначають із умови, того що ширина воронки осідання будинку, що споруджується дорівнює сумарній товщині стиснутих шарів ґрунту основи і встановлюють перелік об'єктів, які включають до розрахунку зони впливу.

3. Просторова модель має враховувати деформації будівлі від нерівномірних осідань основи, що відбуваються в експлуатаційній стадії, після нако-

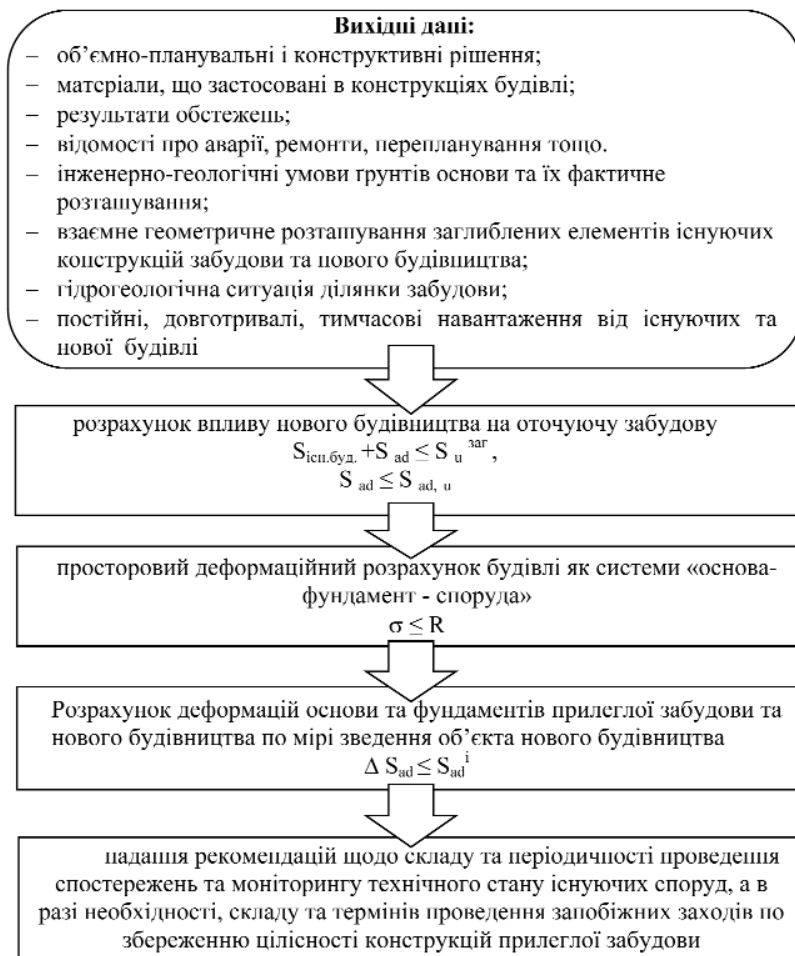


Рис. 4 Алгоритм розрахунку впливу нового будівництва на експлуатаційну придатність будівель прилеглої забудови

пичення осідань від експлуатаційного навантаження, початкової деформації конструкцій, обтиснення стиків і тощо.

4. Для розробки інформаційної моделі впливу нового будівництва на експлуатаційну придатність будівель прилеглої забудови необхідно мати базу даних щодо природних і техногенних факторів геодинамічних процесів, що виникають при новому будівництві та ступеню їх взаємовпливу, які формують з використанням даних отриманих методами інструментального моніторингу.

5. Моніторинг є інструментом оперативного

корегування виконання будівельних робіт і проводиться для забезпечення цілісності конструкцій прилеглої забудови. Основним завданням моніторингу є фіксація перевищень критеріїв безпечного ведення робіт при зведенні нової будівлі для забезпечення цілісності конструкцій будівель прилеглої забудови.

6. Прогноз впливу нового будівництва на об'єкти прилеглої забудови є вихідною інформацією для виконання моніторингу технічного стану існуючих будівель прилеглої забудови та територій для реалізації своєчасних заходів, щодо унеможливлення чи мінімізації такого впливу.

Література

1. *Пособие к МГСН 2.07-01 Основания, фундаменты и подземные сооружения*, Москва, 2004 г.
2. Григоровський П.Є *Будівельно-інформаційні моделі та методи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань в будівництві: монографія* — Київ: ЦП "Компринт", 2019 р. 340с.
3. Осипов О.Ф. *Систематизація факторів, що впливають на існуючі будинки при здійсненні нового будівництва в умовах щільної міської забудови. — Містобудування та територіальне планування, ..., с.324-339*
4. В.П. Максименко, к.т.н., О.В. Мурашова, Ю.В. Крошка *Оцінка впливу нового будівництва на навколишню забудову засобами ВІМ і результатами натурних спостережень: наук-техн. зб. Будівельне виробництво -Київ: Вид-во "Мастер-книг", 2019. ? Вип. 65.*

Reference

1. *IPSS Manual 2.07-01 Foundations, Foundations and Underground Structures*, Moscow, 2004
2. *Grigorovsky PE Building-information models and methods of formation of organizational and technological decisions of instrumental measurements in construction: monograph* — Kiev: CC "Comprint", 2019 340 p.
3. *Osipov OF Systematization of factors affecting existing buildings when implementing new construction in dense urban development. — Urban planning and territorial planning, ..., p.324-339*
4. *V.P. Maksimenko, Ph.D., O.V. Murasyova, Yu.V. Crumb Assessment of the impact of new construction on the surrounding development by means of PWM and the results of field observations: Sciences. Sat. Construction Production -Kyiv: Publishing House of Master Books, 2019. — Issue. 65.*

П.Є. Григоровський, д.т.н., с.н.с., ORCID: 0000-0003-0527-5890,
 Е.В. Мурашова, ORCID: 0000-0003-4995-3761,
 ГП "НІІСП", г. Київ

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ВЛИЯНИЯ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ ПРИГОДНОСТЬ ЗДАНИЙ ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ

Аннотация. В статье рассмотрены основные причины деформаций существующих зданий при строительстве вблизи них и факторы природного и техногенного воздействия на их эксплуатационную пригодность. Приведены методы расчета влияния нового строительства на эксплуатационную пригодность зданий прилегающей застройки. Составлены алгоритмы разработки информационной модели расчета влияния нового строительства на эксплуатационную пригодность зданий прилегающей застройки.

Ключевые слова: уплотненная застройка, влияние нового строительства, информационные модели расчета, деформации, мониторинг

Р. Hryhorovskiy, ORCID: 0000-0003-0527-5890, О. Murasova, ORCID: 0000-0003-4995-3761,
 The state "Research institute of building production" (NDIBV), Kyiv

DEVELOPMENT OF INFORMATION MODEL OF INFLUENCE OF NEW BUILDING ON OPERATING FITNESS

Abstract. The article deals with the main causes of deformation of existing buildings during the construction of nearby buildings and the factors of natural and man-made influence on their serviceability. Methods for calculating the impact of new construction on the operational suitability of adjacent buildings are given. Algorithms for developing an information model for calculating the impact of new construction on the operational suitability of adjacent buildings have been elaborated.

Keywords: sealed building, influence of new building, information models of calculation, deformation, monitoring

Д. Ф. Гончаренко, и.о. ректора, профессор, д.т.н.,

ХНУСА, г. Харьков

И. А. Мене́йлюк, докторант, кандидат технических наук, ХНУСА, г. Харьков

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПУТЁМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Аннотация: *Статья содержит результаты исследований по выбору наиболее эффективной технологии устройства гидроизоляции с помощью многокритериального анализа. Актуальность исследования подтверждена большим объёмом работ по гидроизоляции сооружений в странах СНГ, стремительностью создания и развития новых технологий, необходимостью их выбора по множеству критериев сразу. Разработана методика исследования. Основными шагами для многокритериального анализа выбраны: анализ информационных источников по теме; определение технологий для анализа, наиболее значимых критериев эффективности; поиск значений критериев для каждой из рассматриваемых технологий; оценка значимости критериев и выбор наиболее эффективной технологии. Выбраны различные технологии гидроизоляции (монтируемая (бентонитовые маты), напыляемая (жидкая резина), проникающая, обмазочная, оклеечная) и наиболее характерные критерии эффективности (водопоглощение в течении 24 часов; расход на 1м²; показатель квалификации персонала; морозостойкость; долговечность; стоимость материалов; трудоёмкость на весь объем работ) на основании анализа литературных источников. Каждая из технологий кратко охарактеризована. Оценки по критериям эффективности подтверждены ссылками на информационные источники. Построены таблицы, содержащие значения критериев эффективности соответствующих технологий устройства гидроизоляционных покрытий в натуральных и балльном измерителях. Приведена диаграмма сравнения технологий. Также определены ранги значимости критериев эффективности путём опроса экспертов. На этом основании рассчитаны интегральные оценки эффективности. Сделан выбор наиболее рациональной гидроизоляционной технологии - монтируемая гидроизоляция из бентонитовых матов. Новизна исследования заключается в разработке и реализации обоснованного подхода к выбору технологии устройства гидроизоляции. Практическая значимость исследования заключается в сборе значений критериев эффективности гидроизоляционных покрытий различных типов и выборе наиболее рационального типа.*

Ключевые слова: *многокритериальный анализ, технологии гидроизоляции, критерии эффективности, стоимость, трудозатраты.*

Введение. В настоящее время промышленность продолжает разрабатывать и внедрять новые материалы и технологии, в особенности, гидроизолирующие покрытия. Процессы глобализации и маркетинговая деятельность достигли того уровня, когда такие инновации распространяются стремительно быстро. В этих условиях чрезвычайно важным становится выбор максимально подходящих технологий, их сравнение по наиболее значимым критериям эффективности и последующее определение самой подходящей технологии. Объёмы работ по устройству гидроизоляции в странах СНГ не снижаются, несмотря на сложные экономические условия. При этом отсутствует простая и наглядная методика выбора технологий устройства гидроизоляции по множеству критериев эффективности. Применение такой методики могло бы повысить эксплуатационные качества устраиваемых покрытий, снизить их стоимость. В этой связи задача разработки методики и выбора наиболее эффективной технологии устройства гидроизоляции является актуальной.

Цель и задачи. Целью исследования является многокритериальный анализ и выбор наиболее эффективной технологии устройства гидроизоляции. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

Разработка методики исследования.

Анализ информационных источников, выбор

для рассмотрения технологий устройства гидроизоляции и критериев эффективности.

Составление аналитических таблиц, диаграммы и определение наиболее рациональной технологии.

Методика исследования. В данной работе с помощью многокритериального анализа сравниваются инновационные решения гидроизоляции. Методика показана на рис. 1 [6, 7]:

Результаты многокритериального анализа. В результате первичного анализа информационных источников были выбраны следующие технологии устройства гидроизоляции:

Монтируемая (бентонитовые маты). Бентонитовые маты состоят из гранул бентонитовых глин, расположенных между двумя слоями геотекстиля, соединённых между собой иглопробивным способом [5, 9].

Напыляемая (жидкая резина). Жидкая резина — это современный гидроизоляционный материал, образующий бесшовную гидроизоляционную мембрану путём взаимодействия битумно-латексной эмульсии и соляного раствора.

Полимеризация жидкой резины происходит уже в воздухе, мгновенно превращая эмульсию в качественную бесшовную мембрану [2].

Проникающая. Представляют собой сухую смесь, состоящую из цемента, кварцевого песка и активирующих добавок. Гидроизоляционный эффект достигается за счёт заполнения пор и микропустот

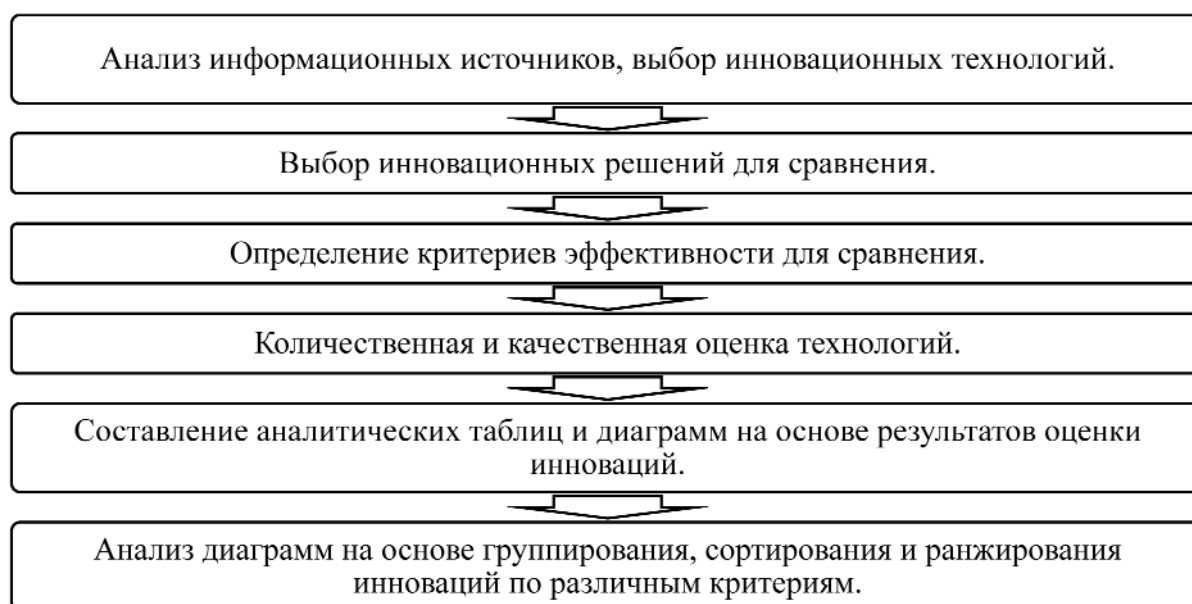


Рис. 1 Методика выбора технологии устройства гидроизоляции [6, 7]

бетона водонерастворимыми соединениями, образующимися в результате реакции активных химических компонентов с цементным камнем бетона в присутствии воды. Затворённый водой состав наносится на бетон, активные его компоненты вступают в химическую реакцию с цементным камнем, постепенно проникая внутрь структуры бетона и образуя нерастворимые кристаллы. Эти кристаллы закупоривают капилляры и микротрещины, вытесняя при этом воду [4].

Обмазочная – это однослойное или многослойное покрытие толщиной от миллиметра до нескольких сантиметров. Мастичные материалы на органической основе (мастики) – один из самых распространённых видов материалов для создания обмазочной гидроизоляции [3].

Оклеечная – это сплошной водонепроницаемый ковер из рулонных или гибких листовых материалов, наклеенных в один – четыре слоя на изолируемые горизонтальные, наклонные и вертикальные поверхности специальными мастиками или клеями. Наиболее распространёнными материалами для

создания гидроизоляционной мембраны являются рулонные органические материалы [8].

Для принятия оптимального решения по выбору способа устройства кровельного покрытия выбраны следующие критерии эффективности [1, 9 10]:

- водопоглощение в течении 24 часов, %;
- расход на 1м², кг;
- показатель квалификации персонала, в баллах по возрастанию (по результатам экспертной оценки);
- морозостойкость, количество циклов;
- долговечность, лет;
- стоимость материалов на 1 м², у. е.;
- трудоёмкость на 100 м², чел-день.

В качестве базового, для расчёта был выбран объём работ, равный 2686,42 м² гидроизолируемой поверхности.

По выбранным критериям была построена таблица сравнения технологий устройства гидроизоляции (табл. 1). На её основании разработаны аналитическая таблица (табл. 2) и диаграмма (рис. 2), которые построены с помощью инструмента MS Excel - "сводные таблицы". Все критерии были сведены к ед-

Таблица 1. Критерии сравнения технологий в натуральных измерителях ([1, 9 10])
Criteria for comparing technologies in natural measures ([1, 9 10])

Наименование критерия	Монтиру- емая	Напыляе- мая	Проника- ющая	Обмазоч- ная	Окле- чная
Водопоглощение в течение 24 ч., %	0	0,27	0,6	0,5	1
Расход на 1 м ² , кг	5,9	2,3	1,35	0,7	4,95
Показатель требуемой квалификации персонала, баллы	7	8	9	4	5
Морозостойкость, количество циклов	200	150	400	20	20
Долговечность, лет	120	30	110	25	60
Стоимость материалов на 1 м ² , у.е.	9,23	19,23	13,46	7,31	3,85
Трудоёмкость на 100 м ² , чел-день.	37,14	4,59	10	45,93	143,28

Таблица 2. "Сводная таблица" многокритериального анализа технологий гидроизоляции
 "Pivot table" of multi-criteria analysis of waterproofing arrangement technology

Наименование критерия	Монтируемая	Напыляемая	Проникающая	Обмазочная	Оклеечная
Водопоглощение в течение 24 ч., в баллах по возрастанию	10	7,57	1	5,5	1
Расход на 1 м ² , в баллах по возрастанию	1	6,19	8,88	10	2,64
Показатель требуемой квалификации персонала, в баллах по возрастанию	4,6	2,8	1	10	8,2
Морозостойкость, в баллах по убыванию	5,26	4,08	10	1	1
Долговечность, в баллах по убыванию	10	1,47	9,05	1	4,32
Стоимость материалов на 1 м ² , в баллах по возрастанию	6,85	1	4,38	7,98	10
Трудоёмкость на 100 м ² , в баллах по возрастанию	7,71	10	9,77	7,28	1

иной бальной системе. Оценка технологий по количественным критериям производилась по 10-ти бальной шкале, где минимально и максимально эффективным значениям критериев присвоены баллы 1 и 10 соответственно.

Для наиболее корректной оценки были использованы весовые коэффициенты при критериях эффективности. Оценка степени значимости количественных критериев производилась с помощью экспертного опроса. Была составлена опросная анкета (табл. 3). Она заполнена путём очного опроса каждого эксперта отдельно. В ходе опроса не было выявлено новых рассматриваемых технологий, также не были предложены новые критерии оценки. Так как средние арифметические оценок значимости оказались близкими, а повторный опрос не выявил согласованные оценки специалистов, было решено исполь-

зовать оценки эксперта 1 как окончательные. После определения степеней значимости критериев были рассчитаны интегральные оценки каждой из рассматриваемых технологий устройства гидроизоляции. Расчёт показан в таблице 4. После расчёта интегральных оценок наибольшее количество баллов получила технология устройства монтируемой гидроизоляции. Её и принимаем в качестве наиболее эффективной.

Выводы:

1. Представленная методика позволяет делать многокритериальный выбор наиболее эффективной технологии устройства гидроизоляции. Она может использоваться также для других областей.
2. Анализ информационных источников позволил оценить рассмотренные технологии (монтируемая (бентонитовые маты), напыляемая (жидкая резина), проникающая, обмазочная, оклеечная) по

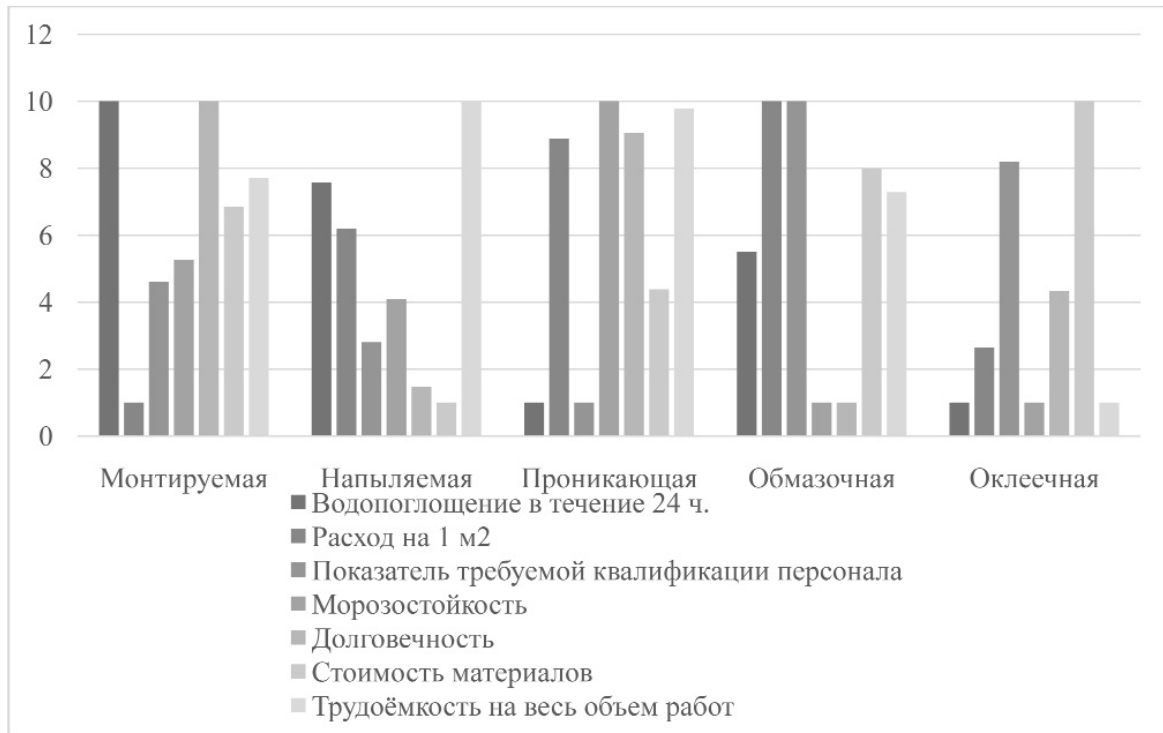


Рис. 2 "Сводная диаграмма" многокритериального анализа технологий устройства гидроизоляции
 "Pivot diagram" of multi-criteria analysis of waterproofing arrangement technology

Таблица 3. Опросная анкета, заполненная путём интервьюирования экспертов
Questionnaire completed by interviewing experts

Наименование количественного критерия	Степени значимости критериев			
	Оценки эксперта 1	Оценки эксперта 2	Оценки эксперта 3	Среднее арифметическое
Водопоглощение в течение 24 ч.	0,11	0,11	0,18	0,13
Расход на 1 м ²	0,11	0,18	0,18	0,16
Показатель требуемой квалификации персонала	0,12	0,11	0,16	0,13
Морозостойкость	0,14	0,12	0,14	0,13
Долговечность	0,16	0,18	0,11	0,15
Стоимость материалов на 1 м ²	0,18	0,14	0,12	0,15
Трудоёмкость на 100 м ²	0,18	0,16	0,11	0,15

Таблица 4. Расчёт интегральных оценок технологий устройства гидроизоляции
Calculation of integral assessments of waterproofing arrangement technologies

Наименование количественного критерия	Степень значимости	Технологии устройства гидроизоляции									
		Монтируемая		Напыляемая		Проникающая		Обмазочная		Оклеечная	
		станд. оц.	с уч. знач.	станд. оц.	с уч. знач.	станд. оц.	с уч. знач.	станд. оц.	с уч. знач.	станд. оц.	с уч. знач.
Водопоглощение в течение 24 ч.	0,11	10	1,1	7,57	0,83	1	0,11	5,5	0,61	1	0,11
Расход на 1 м ²	0,11	1	0,11	6,19	0,68	8,88	0,98	10	1,1	2,64	0,29
Показатель квалификации персонала	0,12	4,6	0,55	2,8	0,34	1	0,12	10	1,2	8,2	0,98
Морозостойкость	0,14	5,26	0,74	4,08	0,57	10	1,4	1	0,14	1	0,14
Долговечность	0,16	10	1,6	1,47	0,24	9,05	1,45	1	0,16	4,32	0,69
Стоимость материалов на 1 м ²	0,18	6,85	1,23	1	0,18	4,38	0,79	7,98	1,44	10	1,8
Трудоёмкость на 100 м ²	0,18	7,71	1,39	9,77	1,76	10	1,8	7,28	1,31	1	0,18
Интегральная оценка			6,72		4,6		6,65		5,96		4,19

следующим критериям: водопоглощение в течении 24 часов; расход на 1м²; показатель квалификации персонала; морозостойкость; долговечность; стоимость материалов; трудоёмкость на весь объем работ.

3. Вычисление интегральной оценки эффективности по всем критериям и по трём наиболее значимым из них показало, что наиболее рациональной является технология устройства монтируемой гидроизоляции.

Литература

1. ДСТУ Б Д.2.2-...:2008 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. – 35 с.
2. Авдеева К.В., Юшков Б.С. Гидроизоляция напылением жидкой резины // Журнал: Экология и научно-технически прогресс. Урбанистика. – 2013. – Том 2. – С. 17-29.
3. Зарубина Л. П. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 272 с.
4. Попченко С. Н. Гидроизоляция сооружений и зданий. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1981. – 304 с.
5. Завьялов С. В. Геосинтетика на основе бентонита // Экспозиция Нефть Газ. – 2013 – №2 (34). – С. 59-62.

6. Менейлюк А. И. *Научные основы выбора инноваций: курс лекций* / Менейлюк А. И., Никифоров А. Л. – Одесса: Одесская государственная академия строительства и архитектуры, кафедра технологии строительного производства, 2017. – 152 с.
7. Менейлюк А. И. *Оптимизация организационно-технологических решений реконструкции высотных инженерных сооружений* / Менейлюк А. И., Ершов М. Н., Никифоров А. Л., Менейлюк И. А. – Киев: ТОВ НВП "Інтерсервіс", 2016. – 334 с.
8. Шилов В.В., Зубцов А.М. *Руководство по проектированию и устройству гидроизоляции фундаментов*. – М.: Корпорация ТехноНИКОЛЬ, 2012. – 194 с.
9. Шепеляк В.В. *Технологическая карта на устройство наружной гидроизоляции монолитных стен подземной части с использованием высокоэффективных бентонитовых изделий*. – Киев: ТОВ "СЕТСО- УКРАЇНА", 2012. – 79 с.
10. *Технологический регламент на выполнение работ по гидроизоляции и антикоррозионной защите монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций*. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: СРО "РСПППГ", 2017. – 68 с

References

1. DSTU B D.2.2 – ...: 2008 *Resursni elementni koshtorisni normi na budivel'ni roboti [Resource Element Estimates for Construction Work]* – Kyiv: Ministry of Regional Development, Construction and Housing Communal Services of Ukraine, 2008. – 35 p. (ukr.)
2. Avdeeva K.V., Jushkov B.S. *Gidroizoljacija napyleniem zhidkoj reziny [Waterproofing by spraying liquid rubber].* *Jekologija i nauchno-tehnicheski progress. Urbanistika*, 2013, No 2, 17-29 p.
3. Zarubina L. P. *Gidroizoljacija konstrukcij, zdaniij i sooruzhenij [Waterproofing of structures, buildings and structures].* *Sankt-Petersburg., BHV-Peterburg*, 2011, 272 p.
4. Popchenko S. N. *Gidroizoljacija sooruzhenij i zdaniij [Waterproofing of buildings and structures].* *Leningrad, Strojizdat*, 1981, 304 p.
5. Zav'jalov S. V. *Geosintetika na osnove bentonita [Bentonite-based geosynthetics].* *Jekspozicija Neft' Gaz*, 2013, №2 (34), pp. 59-62.
6. Menelyuk A.I., Nikiforov A.L. *Nauchnye osnovy vybora innovacij: kurs lekcij [Scientific fundamentals of the choice of innovations: course of lectures].* *Odessa, Odessa State Academy of Construction and Architecture, Department of Technology for Construction Production*, 2017, 152 p. (rus.)
7. Menelyuk A.I., Ershov M.N., Nikiforov A.L., Menelyuk I.A. *Optimizacija organizacionno-tehnologicheskikh reshenij rekonstrukcii vysoctnyh inzhenernyh sooruzhenij [Optimization of organizational and technological solutions for the reconstruction of high-rise engineering structures].* *Kiev, Scientific-production enterprise "Interservis" LLC*, 2016, 334 p. (rus.)
8. Shilov V.V., Zubcov A.M. *Rukovodstvo po proektirovaniju i ustrojstvu gidroizoljaczii fundamentov [Guidelines for the design and installation of waterproofing foundations].* *Moskva, Korporacija TehnoNIKOL*, 2012, 194 p.
9. Shepeljak V.V. *Tehnologicheskaja karta na ustrojstvo naruzhnoj gidroizoljaczii monolitnyh sten podzemnoj chasti s ispol'zovaniem vysokoeffektivnyh bentonitovyh izdelij [Technological guidelines for external waterproofing of the monolithic walls of the underground part using high-performance bentonite products].* *Kiev, TOV "SETSO- UKRAJINA"*, 2012, 79 p.
10. *Tehnologicheskij reglament na vypolnenie rabot po gidroizoljaczii i antikorroziionnoj zashhite monolitnyh i sbornyh betonnyh i zhelezobetonnyh konstrukcij [Technological regulation for waterproofing and anticorrosive protection of monolithic and precast concrete and reinforced concrete structures].* *Moskva, SRO "RSPPPG"*, 2017, 68 p.

Д.Ф. Гончаренко, в.о. ректора, професор, д. т. н., ХНУБА, м. Харків
 І. О. Менейлюк, докторант, к. т. н., ХНУБА, м. Харків

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ШЛЯХОМ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

Анотація. Стаття містить результати досліджень з вибору найбільш ефективної технології влаштування гідроізоляції за допомогою багатокритеріального аналізу. Актуальність дослідження підтверджена великим обсягом робіт з гідроізоляції споруд в країнах СНД, стрімкістю створення і розвитку нових технологій, необхідністю їх вибору по безлічі критеріїв відразу. Розроблено методику дослідження. Основними кроками для багатокритеріального аналізу обрані: аналіз інформаційних джерел по темі; визначення технологій для аналізу, найбільш значущих критеріїв ефективності; пошук значень критеріїв для кожної з розглянутих технологій; оцінка значимості критеріїв і вибір найбільш ефективної технології. Обрані різні технології гідроізоляції (вмонтовується (бентонітові мати), напилювана (рідка гума), проникаюча, обмазочна, обклеювальна) і найбільш характерні критерії ефективності (водопоглинання протягом 24 годин; витрата на 1м²; показник кваліфікації персоналу; морозостійкість; довговічність; вартість матеріалів; трудомісткість на весь обсяг робіт) на підставі аналізу літературних джерел. Кожна з технологій коротко охарактеризована. Оцінки за критеріями ефективності підтверджені посиланнями на інформаційні джерела. Побудовано таблиці, що містять значення критеріїв ефективності відповідних технологій пристрою гідроізоляційних покриттів в натуральних і бальному вимірі. Наведено діаграма порівняння технологій. Також визначено ранги значущості критеріїв ефективності шляхом опитування експертів. На цій підставі розраховані інтегральні оцінки ефективності. Зроблено вибір найбільш раціональної гідроізоля-

ційної технології - вмонтовується гідроізоляція з бентонітових матів. Новизна дослідження полягає в розробці та реалізації обґрунтованого підходу до вибору технології влаштування гідроізоляції. Практична значимість дослідження полягає в зборі значень критеріїв ефективності гідроізоляційних покриттів різних типів і виборі найбільш раціонального типу.

Ключові слова. багатокритерійний аналіз, технології гідроізоляції, критерії ефективності, вартість, трудовитрати.

D.F. Honcharenko, rector, Full Professor, Doctor of Engineering Sciences
Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture,
61000, Ukraine, Kharkiv, Sumska st., 40

I.O. Menejljuk, Doctoral student, Candidate of Engineering Sciences
Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture,
61000, Ukraine, Kharkiv, Sumska st., 40

WATERPROOFING TECHNOLOGY CHOICE BY MULTI-CRITERIA ANALYSIS

Abstract. The article contains the results of the choice of the most effective waterproofing arrangement technology using multi-criteria analysis. The relevance of the study was confirmed by the large amount of waterproofing work in the CIS countries, the rapid development of new technologies, their selection need according to many criteria at once. A research methodology has been developed. The main steps for multi-criteria analysis are selected: analysis of information sources on the topic; identification of technologies for analysis, the most significant effectiveness criteria; search for criteria values for each of the considered technologies; assessment of the criteria significance and selection of the most efficient technology. There were chosen different waterproofing arrangement technologies (mounted waterproofing (bentonite mats), sprayed waterproofing (liquid rubber), penetrating waterproofing, painting waterproofing, pasting waterproofing) and the most important effectiveness criteria (water absorption within 24 hours; consumption per 1m²; staff qualification; frost resistance; durability; cost of materials; the labor complexity of the entire scope of work) based on the analysis of informational sources. Each of the technologies was briefly characterized. Evaluations by performance criteria were confirmed by references to information sources. The tables were constructed containing the values of the effectiveness criteria of the relevant waterproofing technology, in natural and scoring gauges. The technology comparison chart was shown. There were also identified significance ranks of the effectiveness criteria by experts interviewing. On this basis, integrated performance evaluations were calculated. The choice of the most rational waterproofing technology was made - mounted waterproofing by bentonite mats. The novelty of the research lies in the development and implementation of a reasonable approach to the choice of waterproofing technology. The practical significance of the study is to collect the values of the effectiveness criteria of various types of waterproofing and choose the most rational one.

Keywords. multi-criteria analysis, waterproofing technology, effectiveness criteria, cost, labor spent.

Н.В. Шарикіна, Аспірант кафедри технології будівельного виробництва

ORCID: 0000-0002-9778-378X, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕМОНТУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Анотація. В статті проаналізовано технології відновлення бетонних та залізобетонних конструкцій, розглянуто їх переваги та недоліки.

Для ремонту незначних за обсягом пошкоджень застосовують технологію відновлення вручну, з допомогою шпателя або терки. Влаштування захисного шару на вертикальних поверхнях можна здійснити з використанням вібраційного щита. Поширеним способом ремонту залізобетонних конструкцій є метод торкретування, де ремонтну суміш наносять на поверхню під тиском з використанням торкрет установки. Також розглянуто спосіб ремонту бетонних та залізобетонних конструкцій вкладанням в опалубку ремонтної суміші, що дає можливість відновити значні за об'ємом пошкодження конструкцій.

Аналізом науково-технічної літератури встановлено, що широкий вибір технологій для ремонту та відновлення бетонних та залізобетонних конструкцій дозволяють виконувати роботи на вертикальних та верхніх площинах горизонтальних поверхонь. При цьому, технології які можна застосовувати при відновленні нижніх поверхонь горизонтальних конструкцій фактично відсутні, а ті які є, складні та трудомісткі. Саме тому необхідно вдосконалити, або розробити та науково обґрунтувати нові технологічні підходи до виконання зазначених робіт.

Ключові слова: бетонні; залізобетонні конструкції; технології; ремонт; ремонтний розчин.

Постановка проблеми. На сьогодні бетон та залізобетон найпоширеніші будівельні матеріали. Його параметри, а саме: міцність, стійкість, практичність, довговічність і т. ін. задовольняють більш ніж інші будівельні матеріали. Під впливом зовнішнього середовища, механічних пошкоджень, використання неякісних будівельних матеріалів, недотримання чіткого технологічного регламенту виконання робіт, а також у результаті помилок при проектуванні, залізобетонні конструкції будинків та споруд руйнуються. В результаті чого такі конструкції не відповідають вимогам нормативних документів і, отже, втрачають своє функціональне призначення. Пошкодження в залізобетонних спорудах поділяють по характеру впливу на несучу здатність на три групи [9, 17]:

I група – пошкодження, що практично не знижують міцність та довговічність конструкції.

II група – пошкодження, що знижують довговічність конструкції.

III група – пошкодження, що знижують несучу здатність конструкції.

Розрізняють два види ремонту залізобетонних конструкцій в залежності від характеру та глибини пошкоджень [9]:

– неконструкційний – ремонт поверхневих дефектів для відновлення захисного шару бетону (пори, каверни, тріщини шириною розкриття до 0.2 мм).

– конструкційний – відновлення несучої здатності залізобетонних конструкцій (відколи, вибоїни, оголення арматури, тріщини **Ошибки! Ошибка связи.** розкриття більше 0.2 мм).

Важливою задачею, що постає при відновленні залізобетонних конструкцій, є вибір системних рішень в яких сукупність матеріалів та технологія їх нанесення дасть можливість забезпечити довговічність відремонтованих конструкцій.

Згідно з ДСТУ Б В.3.1-2:2016 "Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд" [3] для ремонту та підсилення залізобетонних конструкцій в залежно-

сті від основного їх призначення з урахуванням виду старого бетону можуть використовувати:

– конструкційний бетон на щільних чи пористих заповнювачах, а також розчини на цементному в'язучому;

– спеціальний бетон: теплоізоляційний, жаростійкий, хімічно стійкий, пружний, декоративний, радіаційно-захисний, цементно-полімерний, полімербетон, бетон на цементі, що розширюється;

– сухі будівельні суміші згідно з ДСТУ Б В.2.7-126.

Відновлення захисного шару проводиться нанесенням ремонтної суміші методом бетонування набризком, сухе чи мокре торкретування, а при підсиленні конструкцій – методом оббетонування (влаштуванням залізобетонної обойми) та торкретування.

Стандарт 1504 "Продукти та системи для захисту і ремонту бетонних конструкцій" [19], що діє у країнах Європи, чітко описує всі процеси відновлення та захисту бетонних та залізобетонних конструкцій, що включають: діагностику причин пошкоджень, технічні вимоги до матеріалів, технічні вимоги до ремонту, визначення загальних правил до застосування матеріалів для ремонту бетону та контроль якості робіт. Для відновлення геометрії бетонних та залізобетонних конструкцій стандарт визначає такі методи: нанесення розчину вручну, відновлення наливними сумішами, нанесення бетонної розчинної суміші методом набризку.

Відповідно до вітчизняних та європейських стандартів, ремонт бетонних та залізобетонних конструкцій виконують трьома основними способами, а саме: нанесення на пошкоджену поверхню ремонтного розчину вручну, методом набризку та відновлення геометрії конструкції наливними сумішами методом вкладання ремонтного розчину в опалубку.

Мета статті. До виконання досліджень методів ремонту пошкоджених залізобетонних конструкцій потрібно провести аналіз науково-технічної літератури для виявлення обґрунтованих результатів наук-

ових досліджень та проаналізувати відомі технології ремонту залізобетонних конструкцій, визначивши їх переваги та недоліки.

Виклад основного матеріалу. Дослідженням технології ремонту бетонних та залізобетонних конструкцій нанесенням на пошкоджені поверхні ремонтного розчину вручну (рис. 1) займалися такі вчені: Карапузов Є. К., Соха В. Г., Агеев А. О., Коваленко О. В., Jure Franciskovic, Boris Miksic, Ivan Rogan, Mijo Tomićić [1, 6, 7, 21] та інші. Технологія відновлення залізобетонних конструкцій включає такі процеси: підготовку поверхні під відновлення, а саме видалення з поверхні пошкодженого крихкого шару бетону та очищення її від пилу та бруду; визначення стану оголеної арматури та її очищення від продуктів корозії, за потреби, нанесення антикорозійного та контактного покриття; влаштування відновлювальних шарів, де приготований ремонтний розчин наноситься на місця пошкодження за допомогою шпателя або терки. За потреби, на завершальному етапі, виконують нанесення захисних покриттів.

Перевагою відновлення залізобетонних конструкцій з використанням ручного інструменту є можливість ремонту незначних за площею та об'ємом пошкоджень, не використовуючи механізованого обладнання. Недоліком даного способу є висока трудомісткість та тривалість виконання робіт в разі великих обсягів пошкодження залізобетонних конструкцій.

Спосіб ремонту конструкцій, що скорочує час ремонтних робіт шляхом зменшення часу набору міцності ремонтного матеріалу розробили Ремізов В. В., Алексєєв С. З., Кисленко Н. М., Мотін М. В., Волгушев О. М., Васильєв Ю. Е., Котлярський Е. В., Міронов М. М., Додхоев І. І., Соловійов М. Є. [13].

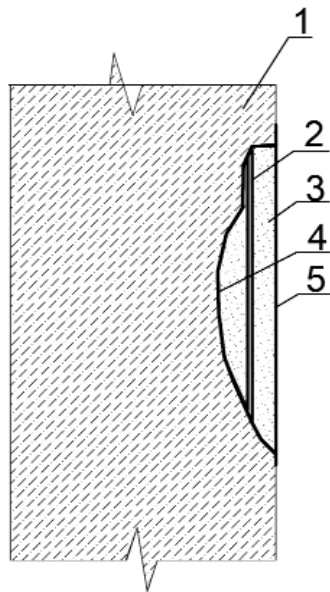


Рис. 1. Принципова схема технології ремонту бетонних та залізобетонних конструкцій нанесенням на пошкоджені поверхні ремонтного розчину вручну.

- 1 – пошкоджена конструкція; 2 – арматура;
- 3 – ремонтний розчин; 4 – контактний шар;
- 5 – захисне покриття.

Спосіб полягає у видаленні пошкодженого бетону з дефектної ділянки, яку потім прогривають до температури +120 °С на глибину до 20 мм та наносять на її поверхню ґрунтовку з сірчаного в'язучого розігрітого до температури +130 °С. Відновлювальну ділянку в один прийом заповнюють ремонтною сумішшю, розігрітою до температури +140 °С, та проводять ущільнення постукуванням гарячою металевою або дерев'яною кельмою. Після ущільнення виконують розрівнювання поверхні нанесеного матеріалу в рівень з відновлювальною конструкцією. (Ремонтна суміш має такий склад: сірчане в'язуче 25%, мінеральний наповнювач 75%. При глибині дефектної ділянки 0,12 м максимальний розмір зерна наповнювача становить не більше 0,036 м). Перевагою даного способу є можливість почати експлуатацію через 1,5 години після завершення робіт, а недоліком – енергозатрати на розігрів, що веде до збільшення вартості ремонтних робіт, та висока трудомісткість і тривалість виконання робіт в разі великих обсягів пошкодження залізобетонних конструкцій.

Сисоєва Н. А. та Сисоєв А. К. займалися відновленням захисного шару з додаванням прискорювача твердіння [11]. Поверхні конструкції, що підлягають ремонту, ретельно очищують та щіткою або валиком, наносять водний розчин прискорювача твердіння. При ремонті залізобетонних конструкцій бажано застосовувати прискорювач твердіння з пасивувальними властивостями. Після технологічної перерви протягом 30 хвилин щіткою або валиком наносять ґрунтовочний контактний шар (портландцемент, мікрокремнезем, суперпластифікатор, кремнійорганічний розчин, чи його водну емульсію та воду) з його витриманням протягом 5 – 30 хвилин. В подальшому наносять основний бетонний шар, де

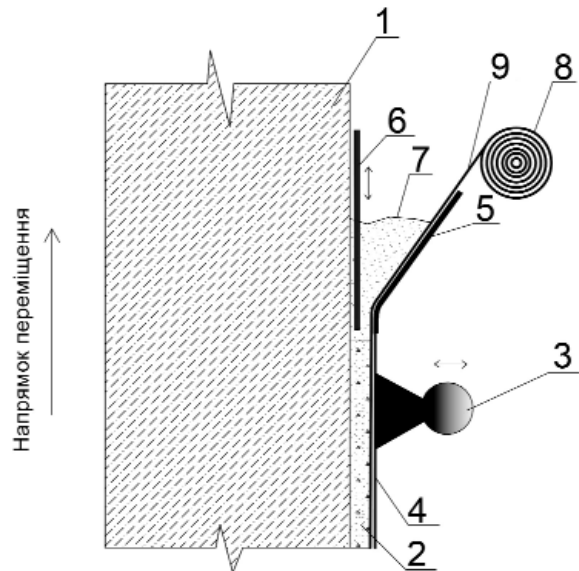


Рис. 2. Принципова схема технології ремонту та нарощування захисного шару на вертикальних поверхнях з використанням вібраційного щита.

- 1 – пошкоджена конструкція; 2 – дрібнозернистий бетон;
- 3 – поверхневий вібратор; 4 – вертикальний щит ковзної опалубки; 5 – завантажувальний бункер; 6 – вібропластина; 7 – дрібнозерниста бетонна суміш; 8 – бобіна з повітро-водонепроникною плівкою; 9 – повітро-водонепроникна плівка.

ущільнення на горизонтальній поверхні виконують за допомогою віброрейки. Вкладання бетонного шару на вертикальну поверхню виконують в опалубку або за допомогою пластинчатих вібраторів.

Перевагою способів ремонту з використанням прискорювачів твердіння є підвищені фізико-механічні якості захисного шару. Недоліком можна вважати дотримання часових рамок пошарового нанесення кожної з сумішей, що підвищує трудовитрати на час виконання робіт.

Технологію ремонту та влаштування захисного шару на вертикальних поверхнях (рис. 2) досліджували Жолобов О. Л., Духанін П. В., Айрапетов Г. А., Белецький Б. Ф., Панченко А. І. [4, 5, 10] та інші.

Спосіб відновлення та нарощування захисного шару бетону полягає в нанесенні бетонної суміші на пошкоджену поверхню та її поверхневе ущільнення з застосуванням вібраційного щита. Ремонтний розчин заповнює простір між поверхнею залізобетонної конструкції та вібраційним щитом одночасно з поверхневим ущільненням ремонтної суміші здійснюється і глибинне ущільнення в зоні контакту з поверхнею конструкції вібруючою пластиною, яку переміщують вверх з швидкістю 1 – 30 мм/с паралельно вібраційному щиту. Для кращого ущільнення шару бетону суміш перед нанесенням на поверхню розігрівають до температури +40 – +80 °С. До початку твердіння ремонтного розчину на відновлену поверхню вкладають водонепроникну плівку з-під якої видаляють повітря, що дає можливість створити вологі умови, для кращого процесу набору міцності. Відновлений фрагмент витримують під плівкою 12 – 96 годин, після чого плівку знімають.

Внаслідок таких технологічних заходів підвищується міцність зчеплення, корозійна стійкість та водонепроникність відновлювальної поверхні залізобетонної конструкції.

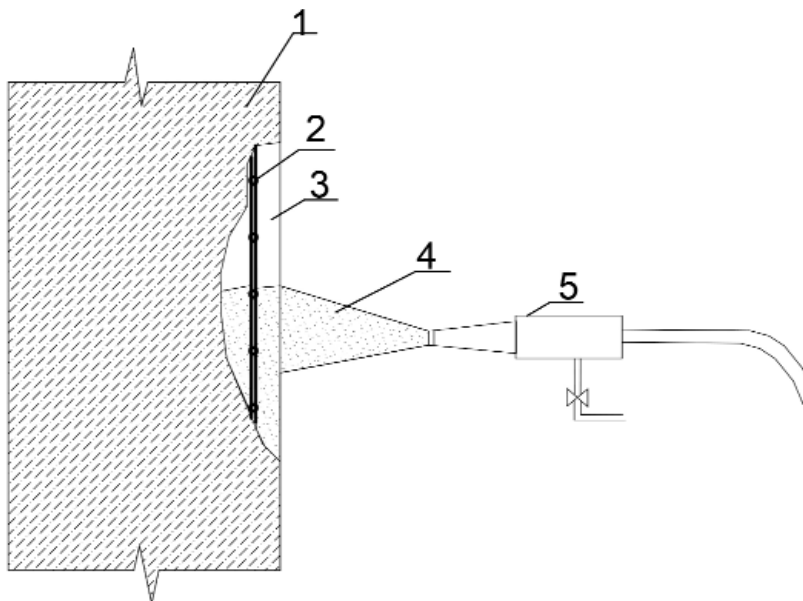


Рис. 3. Принципова схема ремонту методом торкретування.
1 – відновлювальна конструкція; 2 – оголена арматура; 3 – зруйнована частина;
4 – ремонтний торкрет розчин; 5 – сопло торкрет установки

Недоліком даного способу відновлення можна вважати додаткові витрати на розігрів бетонної суміші чи поверхневого шару, що призводить до підвищених енергозатрат та збільшення вартості ремонтних робіт, а також складне технологічне обладнання необхідне для виконання робіт.

Згідно з аналізом науково-технічної літератури поширеним способом ремонту залізобетонних конструкцій є метод торкретування (рис 3) [2, 8, 14, 16, 18]. На сьогодні торкретування проводиться двома основними методами: мокрим та сухим. Відмінність цих методів полягає в відповідному стані заповнювача, що використовується при змішуванні з водою чи водними розчинами хімічних добавок, які впливають на консистенцію та вологість ремонтної суміші, а також на спосіб транспортування до місця використання. До підготовчих робіт даної технології відноситься попереднє очищення поверхні від забруднень та видалення нестійких, крихких частин бетону. При цьому, гладкій бетонній поверхні потрібно надати шорсткості з метою збільшення міцності зчеплення ремонтної суміші з основою. При зруйнованому захисному шарі оголену арматуру потрібно очистити від бруду та іржі, а бетонну поверхню, перед нанесенням ремонтного розчину, продувають та промивають спеціальними установками. За потреби, для збільшення міцності покриття, ремонтний розчин наносять на металеву сітку, яка з'єднується зі старим бетоном штирями (шипями). Ремонтну суміш наносять на поверхню під тиском з використанням торкрет установки.

Перевагою способу торкретування є можливість ремонтувати великі площі пошкоджень; подача ремонтного розчину на великі відстані; простота технологічного обладнання; використання на вертикальних та похилих поверхнях. Проте проаналізований спосіб має і недоліки, а саме: втрати ремонтного

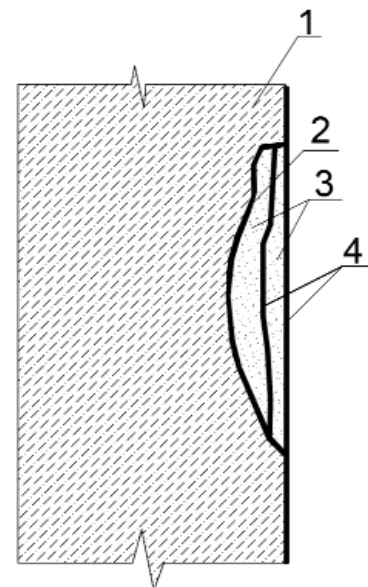


Рис. 4. Принципова схема ремонту конструкції на основі поєднанні полімерних та мінеральних шарів.
1 – відновлювальна конструкція; 2 – праймючий шар полімерного розчину; 3 – шар торкрет-бетону;
4 – шар полімеррозчину

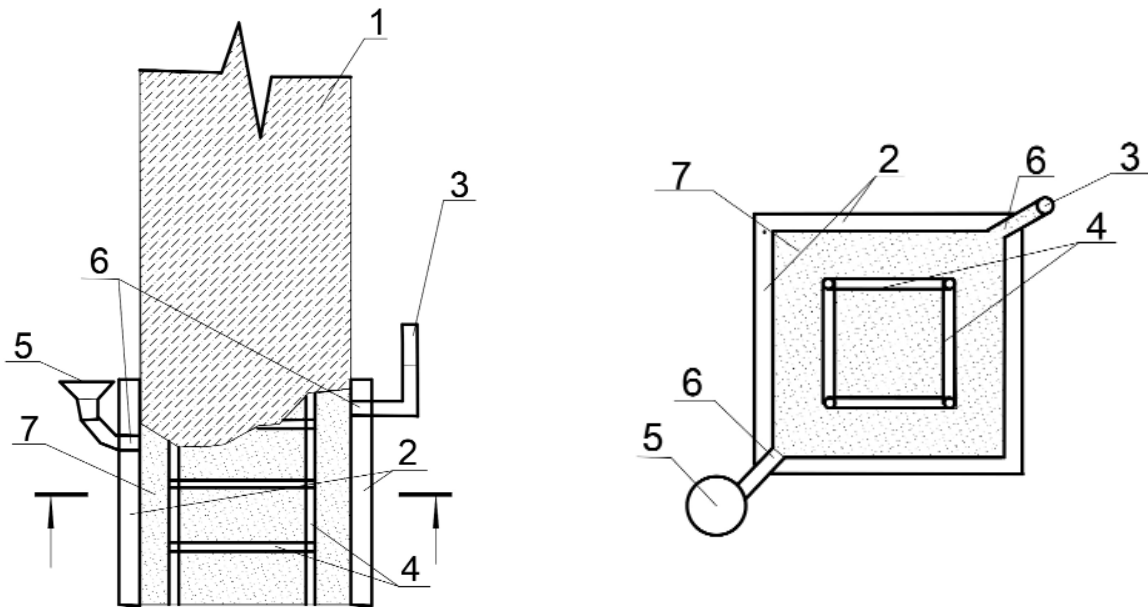


Рис. 5. Принципова схема відновлення конструкції способом вкладання ремонтної суміші в опалубку.
 1 – відновлювальна конструкція; 2 – опалубка; 3 – патрубок для виходу повітря; 4 – оголена арматура; 5 – лійка для заливання ремонтного розчину; 6 – отвори в опалубці; 7 – ремонтний розчин

розчину за рахунок відскоку від основи, та при сухому методі торкретування, високе пилоутворення, що негативно впливає на навколишнє середовище та здоров'я робітників. Крім того, відремонтована поверхня має шороховату фактуру, що впливає на зовнішній вигляд конструкції та її архітектурну виразність.

Технологією відновлення бетонних та залізобетонних конструкцій, що основані на поєднанні полімерних та мінеральних шарів (рис. 4) займалися: Олійник С. П., Ляшенко Т. В., Пукас М. Д., Гара А. О., Шаршунов А. Б., Дехтяр О. О. [12] та інші. Спосіб включає нанесення на підготовлену поверхню почергово полімерних та мінеральних шарів. В зоні дефекту рівномірним шаром товщиною 2 – 5 мм наносять епоксидний композит, поверх нього наносять шар торкрет бетону до 40 мм, який покривають шаром полімерного композиту, внаслідок чого шари об'єднуються у монолітний ремонтний конгломерат. Частинки торкрет бетону проникають у шар полімерного композиту та сприяють виникненню екзотермічного ефекту в полімерних шарах, що покращує структуру ремонтного матеріалу та підвищує адгезійні властивості конструктивних шарів. Запропонований спосіб поліпшує умови твердіння цементно-піщаного торкрет бетону та скорочує термін введення конструкції в експлуатацію, а пошарове заповнення зони пошкодження дозволяє ремонтувати дефекти різних розмірів. Недоліком даного способу є складна технологія пошарового нанесення ремонтного розчину, що призводить до підвищення трудомісткості робіт, застосування спеціального обладнання для торкретування, та необхідність дотримання часових рамок при проведенні робіт, що збільшує собівартість відновлювальних робіт. Даний спосіб підходить для відновлення великих поверхонь і економічно не доцільний для малих зон пошкоджень.

Одним із способів відновлення залізобетонних конструкцій є метод "Тіролін", що полягає в нане-

сенні розчинів різних консистенцій з використанням форсунок та лопастей, що обертаються [16]. Розчин на стіну наноситься краплями, не подрібненими повітрям при розпиленні. Перевагами такого способу є те, що розчин попередньо змішується, і його можна точно дозувати, а також вводити добавки відповідно до рецептури. Швидкість удару при нанесенні настільки велика, щоб утворювався відскок, а також не порушується зчеплення, як при роботі з розрівнюванням ремонтної суміші вручну. Недоліками такого способу є: низька міцність зчеплення відновлювального шару розчину з поверхнею пошкодженої конструкції, недостатня водонепроникність та корозійна стійкість відремонтованої ділянки.

Спосіб ремонту бетонних та залізобетонних конструкцій вкладанням в опалубку ремонтної суміші використовується для відновлення значних об'ємів пошкоджень конструкції. Опалубна конструкція встановлюється на певній відстані від існуючої конструкції (при ремонті збільшує поперечний переріз конструкції та одночасно підсилює її), або безпосередньо по відновлювальних гранях конструкції [20, 22, 23]. Подача високорухливого бетонної суміші здійснюється через отвори, або через спеціальні муфти в опалубці, куди розчин нагнітається бетононасосом.

Відновленням залізобетонних конструкцій способом вкладання в опалубку займалися: Савицький А. Н., Пшинько А. Н., Савицький Н. В. [15], застосовуючи безсадкову бетонну суміш наливного типу (рис 4). Підготовка бетонної поверхні та армування аналогічна до тих, що описані в попередніх технологіях. При цьому, обов'язковим є зволоження поверхні. Приготовану бетонну суміш вкладають в опалубку, яка повинна бути надійно закріплена та витримала тиск на стінки після вкладання ремонтного розчину. Стилки опалубки потрібно зачеканити для запобігання витіканню суміші. У верхній частині опалубки на протилежних гранях влаштовують отвори, в які встановлюють патрубки та виводять на 150...200

мм вище верхнього рівня відновлювальної ділянки. Вкладання бетонної суміші проводиться через лійку, вставлену в один із патрубків, інший патрубок призначений для виведення повітря та контролю наповнення опалубки. Ремонтний розчин подають поступово, не ущільнюючи вібруванням та штикуванням, та тільки з одного боку, для запобігання защемленню повітря в опалубці та утворенні пустот. Важливо, щоб бетонна суміш повністю заповнила простір між опалубкою та конструкцією. Знімається опалубка не раніше ніж за одну добу після вкладання. Відремонтовану ділянку бажано захистити від втрати вологи, внаслідок випаровування води, такі заходи можна здійснити зрошуючи відновлену поверхню водою, укриваючи вологою мішковиною або обробкою спе-

ціальними плівкоутворювальними сумішами.

Висновки. Відновлення бетонних та залізобетонних конструкцій є актуальною задачею, вирішення якої займаються багато вчених. Але проблема ремонту залізобетонних конструкцій залишається відкритою, оскільки ефективні способи відновлення мають високі техніко-економічні показники, а технології відновлення нижніх поверхонь горизонтальних конструкцій майже відсутні. Саме тому, розробка нових або вдосконалення технологій ремонту, що вже існують, та відновлення бетонних та залізобетонних конструкцій які забезпечать достатню якість та довговічність відновленої конструкції, та при цьому матимуть низькі техніко-економічні показники виконання робіт, є актуальною задачею.

Література

1. Агеев А. О. *Відновлення залізобетонних гідротехнічних споруд меліоративних систем методом конструкційного ремонту: дис. кандидата техн. наук: 06.01.02 / Агеев Андрій Олександрович – К., 2016 – 184 с.*
2. Галушко В. А. *Технологические основы инновации при ремонте и восстановлении зданий: дис. доктора. тех. наук: 05.23.08 / Галушко Валентина Александровна; Одесская гос. ак. стр. и арх. О – 2013.*
3. ДСТУ Б В.3.1-2:2016 *Ремонт і підсилення несучих і огороджувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд.* Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2017. – 72 с.
4. Духанин П. В. *Совершенствование технологии ремонта железобетонных конструкций городских канализационных очистных сооружений: дис. кандидата техн. наук: 05.23.08 / Духанин Петр Васильевич; Ростовский гос. строй. ун-т. – Ростов-на-Дону – 2001.- 137 с.*
5. Жолобов А. Л., Иванникова Н. А., Духанин П. В. "Восстановление и наращивание защитного слоя бетона на наружных поверхностях ограждающих конструкций" / А. Л. Жолобов, Н. А. Иванникова, П. В. Духанин // *Промышленное и гражданское строительство.* – 2012. вып. № 8. 37-39 с.
6. Карапузов Є. К. *Система матеріалів Ceresit ПЦБ для ремонту та захисту бетону / Є. К. Карапузов, О. М. Муляр // Будівельні матеріали і виробі: всеукраїнський науково – технічний виробничий журнал. – К.: ДП НДІБМВ, 2012. – №1 (72). – 34 – 37 с.*
7. Карапузов Є.К., Соха В.Г., Остапченко Т.Є., *Матеріали і технології в сучасному будівництві. Підручник. 2004*
8. Козерема М. М. "Коррозия железобетона и его восстановление торкретированием" / Козерема М. М. // *Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. – Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2008. – Вып. 78. – с. 245-258.*
9. ООО *Научно-исследовательская лаборатория "СТРОЙМАТЕРИАЛЫ" ОДМ 218.3.100-2017 / Рекомендации по применению материалов для ремонта бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений.*
10. Патент № 2183713 *Российская федерация МПК E04G23/02 "Способ восстановления и наращивания защитного слоя бетона на вертикальных поверхностях железобетонных конструкций" / Жолобов А. Л.; Духанин П. В. Заявитель Ростовский государственный строительный университет. № 2000118462/03; заявл. 11.07.2000; опубл. 20.06.2002*
11. Патент № 2307815 *Российская Федерация МПК E04G23/02, C04B41/52, C04B41/52. "Способ восстановления или нанесения защитного слоя на бетонные и железобетонные поверхности" / Сысоева Н. А., Сысоев А. К.; заявитель и патентообладатель Сысоева Н. А., Сысоев А. К*
12. Патент № 26905 *Україна. МПК E04G 23/00 "Спосіб ремонту будівельних конструкцій". / Ляшенко Т. В., Гара А. О., Шаршунов А. Б., Дехтяр О. О., Олійник С. П., Пукас М. Д. Опубл. / – 10.10.2007.*
13. Патент № 003910 *Евразийское патентное ведомство. МПК E01C 7/35, 23/06 E 04G 23/00 C 04B 28/36 "Способ ремонта бетонных покрытий и конструкций". / Научно – исследовательский институт материалов и конструкций при московском автомобильно-дорожном институте (Государственном техническом университете); общество с ограниченной ответственностью "Научно – исследовательский институт природных газов и газовых технологий – ВНИИГАЗ" / Ремизов В. В., Алексеев С. З., Кисленко Н. Н., Мотин Н. В., Волгушев А. Н., Васильев Ю. Э., Котлярский Э. В., Миронов Н. Н., Додхоев И. И., Соловьев Н. Е. Опубл. / – 30.10.2003*
14. Русанов В. Е. "Эффективность применения фибробрызгбетона в мосто и тоннелестроении" / В. Е. Русанов // *Вестник СибАДИ.* – Омск 2012 вып. № 5 (27) 172 – 175 с.
15. Савицкий А. Н., Пишинько А. Н., Савицкий Н. В. "Технология ремонта железобетонных конструкций высокоподвижными ремонтными смесями" / А. Н. Савицкий, А. Н. Пишинько, Н. В. Савицкий // *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия : Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения.* – 2006. – вып. 37. – 431 – 437 с.
16. С. Чемпион. "Дефекты и ремонт бетонных и железобетонных сооружений": *Сокращенный пер. с англ. – М.: Стройиздат, 1967. – 152с.*
17. Технологический филиал ОАО "Концерн Росэнергоатом" совместно с ООО "ИСБ "Надежность". / *Руководство по ремонту бетонных, железобетонных конструкций и гидротехнических сооружений атомных станций. РУ 1.2.1.14.001-2012*
18. Фам Дик Тханг, Булгаков Борис Игоревич, Танг Ван Лам "Применение мелкозернистого торкрет – бетона для строительства туннелей" / Фам Дик Тханг, Булгаков Борис Игоревич, Танг Ван Лам // *Вестник МГСУ 2016 – вып. № 07, – 81 – 90 с.*

19. EN 1504 "Product and system for the protection and repair of concrete structures – Defines the general principles for the use of products and systems, for the repair and protection of concrete" – Was approved by CEN on 2 June 2005. – 214 p.
20. Jorge Alfredo Aguilar Case studies of rehabilitation of existing reinforced concrete buildings in Mexico city: thesis / Jorge Alfredo Aguilar; the university of Texas at Austin. – december, 1995 – 259 p.
21. Jure Franciškovi?, Boris Mikšič?, Ivan Rogan, Mijo Tomičič?. Protection and repair of reinforced concrete structures by means of MCI- inhibitors and corrosion protective materials / Jure Franciškovi?, Boris Mikšič?, Ivan Rogan, Mijo Tomičič? Innovative materials and technologies for concrete structures – September 2007 – 525 p.
22. Mohamed Abd Elmoneam Zaky. Repair and Strengthening of Reinforced Concrete / Mohamed Abd Elmoneam Zaky; Ain Shams University Faculty of Engineering Structural Eng. Dept. – June, 2013 – 82 p.
23. Ruili He. Rapid repair of severely damaged RC columns under combined loading of flexure, shear, and torsion with externally bonded CFRP / Ruili He – Dissertation doctor of philosophy in civil engineering – 2014 – 333 p.

References

1. Aheyev A. O. (2016). Rehabilitation of reinforced concrete hydrotechnical structures of reclamation systems by method of structural repair. Ph.D. Thesis. Agricultural reclamation. Natsionalna akademiya ahrarnykh nauk Ukrayiny Instytut vodnykh problem i melioratsiyi, Kiev, Ukraine.
2. Galushko V.A. (2013). Technological bases of innovations at repair and restoration of buildings: Ph.D. Thesis. Odessa State academ construction and architecture.
3. DSTU B V.3.1-2: 2016 (2017). Repair and reinforcement of bearing and enclosing building constructions and foundations of buildings and structures. Kyiv. UkrNDNTS.
4. Dukhanin P. V. (2001). Improving the technology of repair of reinforced concrete structures of urban sewage treatment plants. Ph.D. Thesis. Technology and organization of construction. Rostovskiy gosudarstvennyj stroitel'nyj unyversytet, Rostov-na-Donu, Russia.
5. Zholobov A. L., Ivannikova N. A., Dukhanin P. V. (2012) Restoration and construction of the protective layer of concrete on the external surfaces of the enclosing structures Industrial and civil engineering. no. 8. 37-39 p.
6. Karapuzov E.K. (2012). System of materials for the repair and protection of concrete of Seresit PCB / E.K. Karapuzov, A.M. Mulyr, Building materials and products: All-Ukrainian scientific and technical production magazine, vol. 1 (72). 34 – 37 p.
7. Karapuzov E.K., Sokha V.G., Ostapchenko T.E., (2004). Materials and technologies in modern construction. Textbook.
8. Kozherema M. M. (2008). Corrosion of Reinforced Concrete and its Restoration by Shotcasting. Geotechnical Mechanics Dnepropetrovsk. IGTM NASU. vol. 78, 245-258 pp.
9. Research Laboratory BUILDING MATERIALS ODM 218.3.100. (2017). Recommendations for the use of materials for the repair of concrete and reinforced concrete constructions of transport facilities.
10. Zolobov A. L.; Dukhanin P. V. (2002). Method of restoration and building up of protective layer of concrete on vertical surfaces of reinforced concrete structures. Patent № 2183713 MPK E04G23 / 02 Applicant Rostov State University of Civil Engineering, Russian Federation.
11. Sysoeva N. A., Sysoev A. K. A method of restoring or applying a protective layer to concrete and reinforced concrete surfaces. Patent No. 2307815 IPC E04G23/02, C04B41/52, C04B41/52. Russian Federation.
12. Lyashenko T. V., Gara A. O., Sharsunov A. B., Dekhtyar O. O., Oleinik S.P., Pukas M. D (2007). A method of repair of building structures. Patent No. 26905. Ukraine.
13. Remizov V. V. Alekseev S. Z. Kislenko N. N. Motin N. V., Volgoshv A. N. Vasiliev Yu.E. , Kotlyarsky E. V., Mironov N. N., Dodhoyev I. I., Solov'ev N. E. (2003). Method of repairing concrete coatings and structures. Patent No. 003910 of the Eurasian Patent. MIIK E01C 7/35, 23/06 E 04G 23/00 C 04B 28/36.
14. Rusanov V. E. (2012). Effectiveness of the use of fibroblastic concrete in bridge and tunnel construction. Vestnik SibADII. Omsk. vol 5. no. 27. pp 172 – 175.
15. Savitsky A. N., Pshin'ko A. N., Savitsky N. V., (2006). Technology of repair of reinforced concrete structures with high-performance repair mixtures. Construction. Material science. Mechanical engineering. Series: Innovative technologies of the life cycle of objects of housing. civil industrial and transport purposes. vol 37. 431 – 437 pp.
16. S. Champion. (1967). Defects and Repair of Concrete and Reinforced Concrete Buildings. Abbreviated translation from english. Stroyizdat. 152p.
17. Technological branch of OJSC Concern Rosenergoatom together with LLC ISB "Nadezhnost".(2012). Guide for repair of concrete, reinforced concrete structures and hydraulic structures of nuclear power plants. Russia.
18. Fam Dick Thang, Bulgakov B. I., Tang Van Lam (2016). Application of fine grained concrete for construction of tunnels. Bulletin of the Moscow State University of Medical Sciences. vol. 07. 81 – 90 pp.
19. EN 1504 (2005). Product and system for the protection and repair of concrete structures – Defines the general principles for the use of products and systems for the repair and protection of concrete. 214 pp..
20. Jorge Alfredo Aguilar (1995). Case studies on the rehabilitation of existing reinforced concrete buildings in Mexico city. Ph.D. Thesis. The university of Texas at Austin. 259 pp.
21. Jure Franziskovi?, Boris Mikšič?, Ivan Rogan, Mijo Tomičič?. (2007). Protection and repair of reinforced concrete structures by means of MCI-inhibitors and corrosion protective materials. Innovative materials and technologies for concrete structures. 525 p.
22. Mohamed Abd Elmoneam Zaky. (2013). Repair and Strengthening of Reinforced Concrete. Ain Shams University Faculty of Engineering Structural 82 pp.
23. Ruili He. (2014). Rapid repair of severely damaged RC columns under combined loading of flexure, shear, and torsion with externally bonded CFRP. PhD Thesis. 333pp.

Н.В. Шарыкина, Аспирант кафедры технологии строительного производства
 ORCID: 0000-0002-9778-378X, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. В статье проанализированы технологии восстановления бетонных и железобетонных конструкций, рассмотрены их преимущества и недостатки.

Для ремонта незначительных по объему повреждений применяют технологию восстановления вручную, с помощью шпателя или терки. Устройство защитного слоя на вертикальных поверхностях можно осуществить с использованием вибрационного щита. Распространенным способом ремонта железобетонных конструкций является метод торкретирования, где ремонтную смесь наносят на поверхность под давлением с использованием торкрет установки. Также рассмотрены способ ремонта бетонных и железобетонных конструкций укладкой в опалубку ремонтной смеси, что позволяет восстановить значительные по объему повреждения конструкций. Анализом научно-технической литературы установлено, что широкий выбор технологий для ремонта и восстановления бетонных и железобетонных конструкций позволяют выполнять работы на вертикальных и верхних плоскостях горизонтальных поверхностей. При этом, технологии которые можно применять при восстановлении нижних поверхностей горизонтальных конструкций фактически отсутствуют, а те которые есть, сложные и трудоемкие. Именно поэтому необходимо усовершенствовать, или разработать и научно обосновать новые технологические подходы к выполнению указанных работ.

Ключевые слова. бетонные, железобетонные конструкции; технологии; ремонт; ремонтный раствор.

Sharykina Natalia, Post-graduate student of the department of technology of construction production
 ORCID: 0000-0002-9778-378X
 Kiev National University of Construction and Architecture, Kyiv

TECHNOLOGICAL FEATURES OF THE REPAIR OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Annotation. The article analyzes the technology of restoration of concrete and reinforced concrete structures, their advantages and disadvantages.

Manual repair is used to repair minor damage, where repair solution is applied to the damage sites with a spatula or float. The method of repair of structures that reduces the time of repair work, is to use such technological methods as heating the repair section and preliminary heating of the repair mixture. The technology of repair and the installation of a protective layer on vertical surfaces is the use of a vibration shield, where the surface and deep sealing of the repair mixture is carried out simultaneously. A common method of repairing reinforced concrete structures is the method of shotcrete, where the repair mixture is applied to the surface under pressure using a shotcrete installation. The "Tiroline" method consists in applying solutions of various consistencies using rotating nozzles and blades. The method of repairing concrete and reinforced concrete structures by investing in the formwork of the repair mixture is used to restore large volumes of structural damage. Formwork design is installed at a certain distance from the existing structure, which allows you to simultaneously strengthen it, or directly along the reducing edges of the structure. In the formwork serves repair solution through the holes, or through special couplings, where the solution is injected with a concrete pump

Analysis of the scientific and technical literature has established that a wide choice of technologies for the repair and restoration of concrete and reinforced concrete structures allows work to be performed on vertical and upper planes of horizontal surfaces. At the same time, technologies that can be used to restore the lower surfaces of horizontal structures are virtually absent, and those that are complex and labor intensive. That is why it is necessary to improve or develop and scientifically substantiate new technological approaches to the implementation of these works.

Keywords: concrete; reinforced concrete; structures; technologies; repair; repair mortar.

П.Є. Григоровський, д.т.н., с.н.с., перший заступник директора інституту з наукової роботи, Дійсний член Академії будівництва України ORCID: 0000-0003-0527-5890;

В.О. Басанський ORCID: 0000-0002-7850-7798

Л.М. Грубська, ДП "НДІБВ", м. Київ

АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ВСТАНОВЛЕННЯ ОБСЯГІВ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНИХ СХИЛІВ

Анотація. До зсувної небезпеки відноситься до 66,1 тис. км² території України. Тут можлива активізація існуючих і утворення нових глибоких блокових зсувів витискування і ковзання (зрушення), а також прояви дрібніших поверхневих зсувів ковзання, вязкопластичної течії, гідродинамічного руйнування і раптового розрідження. Вирішенням проблеми є вивчення ступеню взаємовпливу природних і техногенних факторів геодинамічних процесів на зсувонебезпечних територіях та розробка конструктивних і організаційно-технологічних рішень, щодо запобігання наслідків такого взаємовпливу. Для цього необхідно мати уявлення про механізм плину геодинамічних процесів, руйнування і зношення конструктивних елементів протягом життєвого циклу та вплив факторів зовнішнього середовища на будівельні конструкції, що неможливо без отримання об'єктивної інформації шляхом інструментальних вимірювань.

Оптимізація конструктивно-технологічних рішень на етапі зведення інженерних споруд на зсувонебезпечних схилах може призвести до зменшення капіталовкладень у постійні конструктивні елементи, що забезпечують стійкість конструкції. Особливо це стосується будівництва на схилах будівель з підземною частиною. Адже, огородження котловану може одночасно виконувати, як огорожуючу так і несучу функцію.

При виборі способу будівництва заглиблених споруд необхідно враховувати умови, в яких зводиться конструкція. На вибір типу огороження у складних інженерно-геологічних умовах та в умовах ущільненої забудови впливають додаткові фактори, що характеризують різні типи огороження котлованів, а саме: ґрунтові умови ділянки забудови (типи ґрунтів); водопроникливість огороження; міцність і жорсткість огороження; поглинання шуму та вібрації; вплив на оточуючу забудову; можлива глибина котловану; швидкість будівництва; можливість сприйняття навантаження від будівлі; економічність.

Вивчення ступеню взаємовпливу природних і техногенних факторів геодинамічних процесів на зсувонебезпечних територіях та розробка конструктивних і організаційно-технологічних рішень, щодо запобігання наслідків такого взаємовпливу дозволить мінімізувати склад компенсуючих заходів шляхом організації системи інструментального моніторингу.

Ключові слова: зсувонебезпечний схил, оптимізація, розрахунок, моніторинг.

Вступ

Відомо, що чисельність населення у великих містах України щороку збільшується, що в свою чергу створює умови для збільшення обсягів житлового будівництва. Сучасне будівництво вимагає нових майданчиків, в тому числі розташованих на зсувонебезпечних схилах. У центральних районах старих великих міст будівлі зводяться на ділянках, які межують з вже існуючими житловими, торговими чи виробничими будівлями, дорогами, які не можуть бути переміщені, інженерними мережами, або зеленими насадженнями, які потрапляють під пляму забудови чи межують з нею тощо. Тому актуальною є проблема розробки конструктивних та організаційно-технологічних рішень для можливості забудови зсувонебезпечних територій з врахуванням впливу природних та техногенних геодинамічних процесів.

Постановка проблеми

Несвоєчасно виявлені та не усунені дефекти і пошкодження будівель є причиною деформацій. Їх наслідки окрім матеріальних витрат, пов'язаних з відновленням експлуатаційних властивостей конструкцій, призводять до соціального і екологічного збитку. Тому важливо своєчасно оцінити стан будів-

ль, спрогнозувати можливий розвиток дефектів та пошкоджень і розробити заходи з їх стабілізації або усунення. Для цього необхідно мати уявлення про механізм руйнування і зношення конструктивних елементів в процесі експлуатації та вплив на них факторів зовнішнього середовища, що неможливо без отримання об'єктивної інформації методами інструментального моніторингу.

Аналіз стану питання

Значення деформацій будівель залежать від властивості ґрунтів основи, а вид деформації — від їх конструктивних особливостей. Під дією ваги будівлі ґрунти стискаються, що викликає осідання фундаменту. Ґрунти мають різні властивості тому осідання є нерівномірними, що призводить до деформації будівлі, а горизонтальні навантаження додатково їх збільшують.

На виникнення надзвичайних ситуацій впливають природні, природно-техногенні і техногенні геологічні процеси. Коливання кількості та складу підземних вод і зміна температурного режиму сприяють активізації геодинамічних процесів. Геологічні небезпеки обумовлені також техногенними факторами: статичними і динамічними діями від підприємств,

будівель, транспорту, механізмів, техногенним підтопленням, відкачуваннями підземних вод, тепловими, електромагнітними полями [2]. Ці зміни призводять до збільшення геологічних небезпек там, де до техногенного втручання їх розвиток був неможливий.

Підтоплення є небезпечним для будівлі фактором техногенного або природного характеру [2, 3], що є важливою причиною виникнення складних геодинамічних процесів.

Головними техногенними причинами підтоплення є:

- зміна умов поверхневого стоку при вертикальному плануванні, засипці природних дрен при виконанні земляних робіт в процесі будівництва;
- техногенні втрати з водонесучих комунікацій, ставків, відстійників;
- ускладнення стоку поверхневих і підземних вод, із-за порушень в роботі зливної каналізації, засипки ярів;
- значна перерва між виконанням земляних робіт і будівельними роботами;
- при експлуатації - інфільтрація витоків виробничих вод, зменшення випарювання під будівлями і покриттями доріг, порушення умов підземного стоку;
- підпір ґрунтових вод в прибережних зонах морів і водосховищ, уздовж бортів каналів;
- баражний ефект при будівництві заглиблених підземних споруд, облаштуванні стін в ґрунті і пального поля.

Основними природними умовами виникнення підтоплення є:

- наявність проникних ґрунтів і прошарків;
- близьке розташування рівня ґрунтових вод (РГВ) і водоупору;
- низька дренажність території.

Негативні наслідки процесу підтоплення пов'язані з осіданнями і провалами земної поверхні, що утворюються в результаті ущільнення, а також з утворенням нових і активізацією існуючих зсувних, карстових, карстово-суфозійних, ерозійних і інших геологічних небезпек, з корозійним руйнуванням фундаментів і нижніх частин наземних конструкцій будівель і споруд, що призводить до їх прискореного зносу і деформації, із затопленням підвалів, шахт ліфтів, підземних споруд і комунікацій неглибокого залягання, заболочування безстічних понижень рельєфу.

Вторинні негативні наслідки підтоплення пов'язані з:

- осіданнями і провалами земної поверхні, що утворюються у результаті додаткового ущільнення замочуваних при підйомі рівня підземних вод ґрунтів в основі будівель і споруд;
- гідродинамічним розрідженням ґрунтів, що проявляється при нагоді їх винесення на схилах або у будівельні виїмки;
- утворенням нових і активізацією існуючих зсувних, карстових, карстово-суфозійних, ерозійних і інших геологічних небезпек.

Зсуви виникають при порушенні стійкості схилів техногенними чи природними процесами, коли сили зв'язності ґрунтів менше, ніж сила тяжіння. Швидкість сповзання земляних мас може бути ледь помітною, або досягати декількох метрів в секунду [4]. Тут можлива активізація і утворення глибоких

блокових зсувів витискування і ковзання, прояви дрібніших поверхневих зсувів ковзання, вязкопластичної течії, гідродинамічного руйнування і раптового розрідження.

Карст відноситься до поширених геологічних процесів, що можуть викликати зсуви та осідання будівель. Така небезпека проявляється у вигляді швидких локальних осідань і провалів земної поверхні, викликаних обваленням покрівлі карстових порожнин і винесенням в них водонасичених порід. Активізація карсту супроводжується зростанням зони інтенсивного водообміну деформацією територій, руйнуванням будівель, розривами підземних мереж.

Причинами, що збільшують вірогідність зсувів, можуть бути підтоплення та вібрації. При цьому треба мати на увазі, що при проектуванні потрібно передбачити всі протизсувні заходи. У [5] наведені дані, що характеризують параметри джерел підтоплення від мережі водонесучих комунікацій та параметри джерел вібрацій.

На території України на виникнення надзвичайних ситуацій впливають більше 20 видів геологічних процесів, у тому числі природних, природно-техногенних і техногенних. Найбільш поширеними і небезпечними на території України є: зсуви, підтоплення, просідання, ерозія, абразія і карст. Основною руйнівною силою цих процесів є підземні води. Коливання у кількості і якості підземних вод, які доповнюються зміною температурного режиму, стають показником активізації того або іншого природного процесу. Геологічні небезпеки обумовлені також техногенними факторами: статичними і динамічними діями від підприємств, будівель і споруд, транспорту і різних механізмів, витоків з водонесучих комунікацій, відкачуваннями підземних вод, змінами теплових, електромагнітних і інших фізичних полів [2]. Такі зміни призводять до істотного збільшення інтенсивності, частоти і швидкості розвитку геологічних небезпек, а також до ураження окремих територій, в межах яких їх розвиток до техногенного втручання був неможливий.

Негативні наслідки процесу підтоплення пов'язані з осіданнями і провалами земної поверхні, що утворюються в результаті ущільнення, а також з утворенням нових і активізацією існуючих зсувних, карстових, карстово-суфозійних, ерозійних і інших геологічних небезпек, з корозійним руйнуванням фундаментів і нижніх частин наземних конструкцій будівель і споруд, що призводить до їх прискореного зносу і деформації, із затопленням підвалів, шахт ліфтів, підземних споруд і комунікацій неглибокого залягання, заболочування безстічних понижень рельєфу.

Просідаючі породи та основні їх представники – лесові ґрунти широко розповсюджені в Україні (займають більше 80% її території). Ці ґрунти мають дуже високу пористість, досягаючи 60-65% і низьку природну вологість. Лесові ґрунти характеризуються здатністю до просідання при замочуванні внаслідок доущільнення, легко розмокають і розмиваються, а при повному водонасиченні переходять в пливунний стан. Зсуви виникають при порушенні стійкості схилів техногенними чи природними процесами, коли сили зв'язності ґрунтів менше, ніж сила тяжіння. Швидкість сповзання земляних мас може бути ледь помітною, або досягати декількох метрів в секунду.

До зсувної небезпеки відноситься до 66,1 тис. км² території України [4]. Тут можлива активізація існуючих і утворення нових глибоких блокових зсувів витискування і ковзання (зрушення), а також прояви дрібніших поверхневих зсувів зв'язкопластичної течії, гідродинамічного руйнування і раптового розрідження. Вирішенням проблеми є вивчення ступеню взаємовпливу природних і техногенних факторів геодинамічних процесів на зсувонебезпечних територіях та розробка конструктивних і організаційно-технологічних рішень, щодо запобігання наслідків такого взаємовпливу. Для цього необхідно мати уявлення про механізм плинності геодинамічних процесів, руйнування і зношення конструктивних елементів протягом життєвого циклу та вплив факторів зовнішнього середовища на будівельні конструкції, що неможливо без отримання об'єктивної інформації шляхом інструментальних вимірювань.

Методика досліджень

Для визначення граничних значень деформацій схилу розглядається схема ідеалізованої моделі схилу з врахуванням виникаючих поверхонь ковзання з фізико-механічними характеристиками. Така розрахункова модель (рис. 1-2) найбільш близько показує зміщення поверхні верхньої берми на різних етапах розвитку зсуву, тобто розвиток деформацій та їх динаміку (розрахунок консолидації).

Виклад основного матеріалу

Територія Києва і багатьох міст України має

достатньо нерівномірний рельєф і складні гідрогеологічні умови, звичайно за таких умов зведення і експлуатація будівель і споруд на зсувних ділянках схилів у міських умовах потребує значних ресурсних витрат. Особливо це стосується будівництва на схилах будівель з підземною частиною. При виборі способу будівництва заглиблених споруд необхідно враховувати умови, в яких зводиться конструкція. Порівняння зміщення поверхні верхньої берми на різних етапах розвитку зсуву показує, що оптимізація конструктивно-технологічних рішень на етапі зведення інженерних споруд може призвести до зменшення капіталовкладень у постійні конструктивні елементи, що забезпечують стійкість конструкції. Адже, огороження котловану може одночасно виконувати, як огорожуючу так і несучу функцію.

При виборі способу будівництва заглиблених споруд необхідно враховувати умови, в яких зводиться конструкція. При виборі конструктивно-технологічної схеми влаштування огороження котлованів в залежності від гідрогеологічних умов ділянки забудови рекомендується враховувати рекомендації наведені на рис. 4.

У схемі, наведеній на рисунку 3, конструкції, що не мають достатньої щільності примикання елементів огороження (шпунти та огороження з паль) не рекомендується застосовувати для влаштування котлованів з рівнем ґрунтових вод вище днища котловану. Застосування цих типів огороження у таких умовах може призвести до протікань ґрунтових вод у

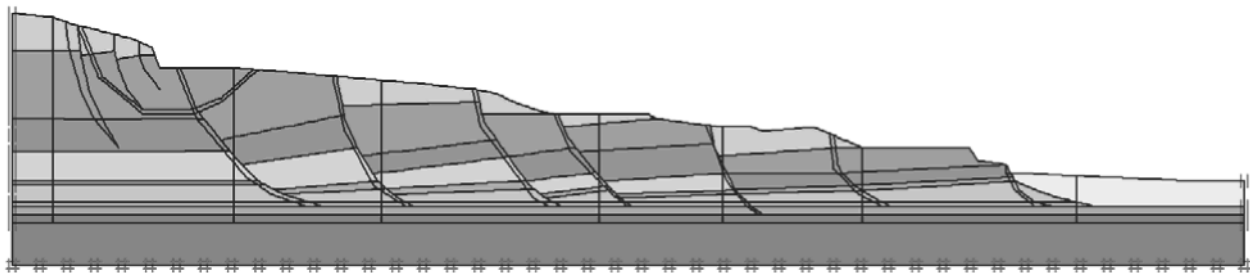


Рис. 1. Розрахункова модель схилу з додатковими прошарками послабленого ґрунту (характеристики "плашка по плашці")

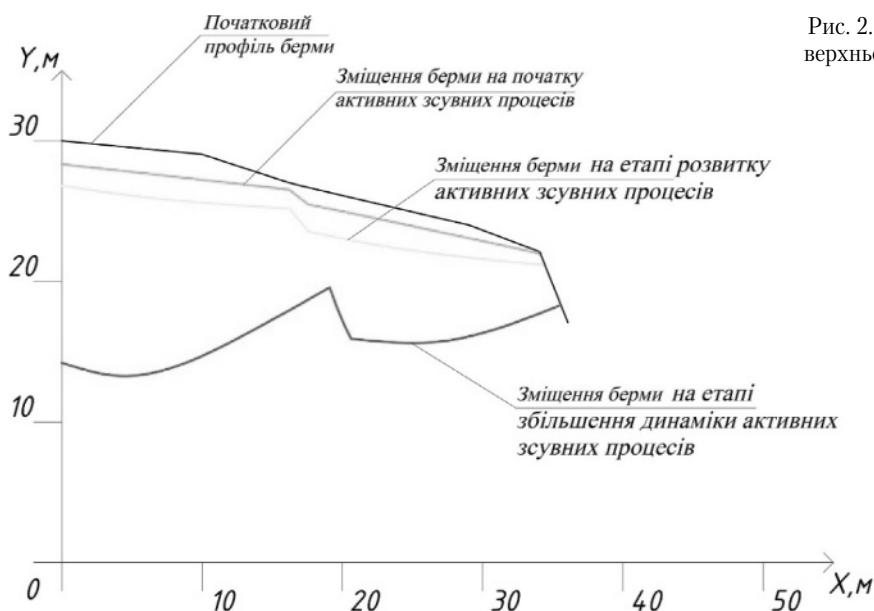
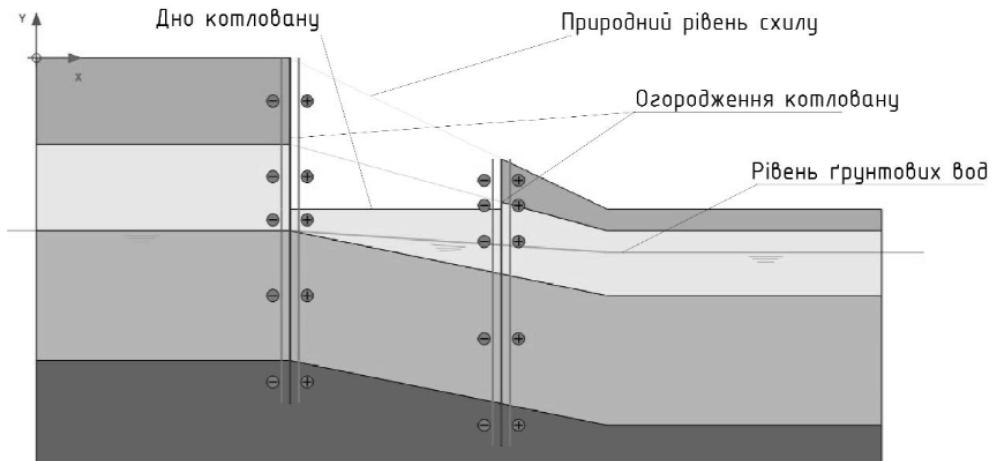
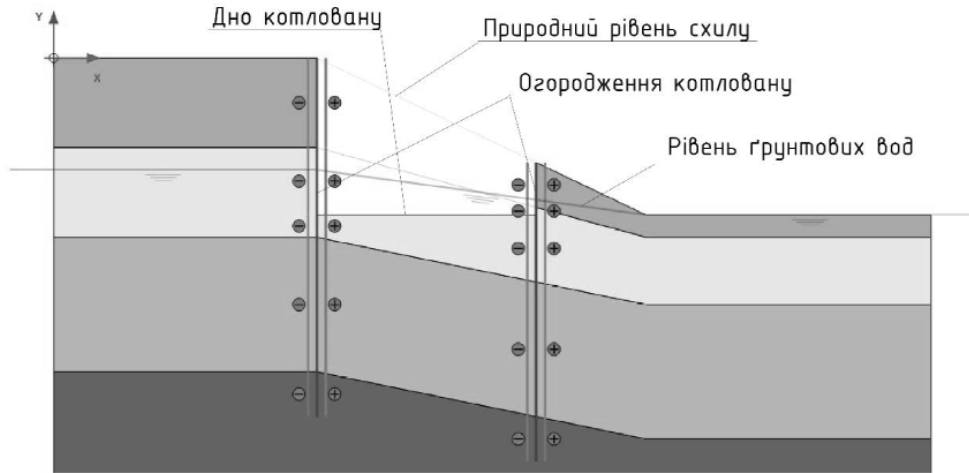


Рис. 2. Порівняння зміщення поверхні верхньої берми на різних етапах розвитку зсуву



А – рівень ґрунтових вод нижче дна котловану



Б – рівень ґрунтових вод вище дна котловану

Рис.3 Схема розміщення котловану підземної частини споруди на схилі

котлован, суфозії часток ґрунту, що примикає до огороження котлованів і відповідно в якому погіршуються фізико-механічні характеристики. Особливо ці явища можуть мати негативний прояв в умовах міської ущільненої забудови, де погіршення міц-

нісних характеристик ґрунтів основи оточуючої котлован забудови може призвести збільшення осідань і деформацій цих будівель і споруд.

Також на вибір типу огороження у складних інженерно-геологічних умовах, на зсувонебезпечних

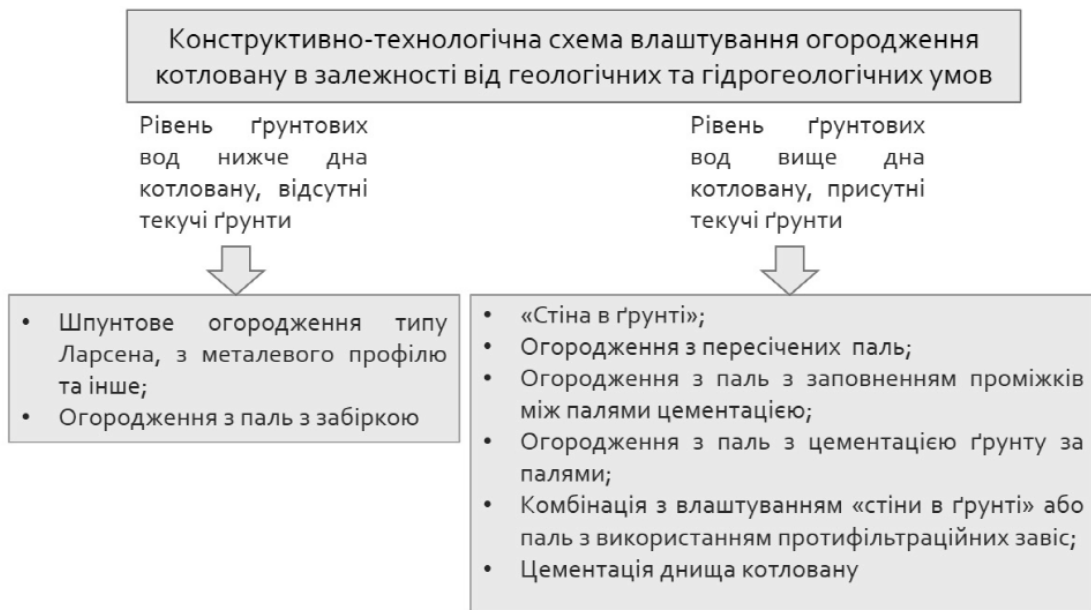


Рис.4. Алгоритм вибору конструктивно-технологічного типу огороження котловану в залежності від рівня ґрунтових вод

схилах та в умовах ущільненої забудови впливають додаткові фактори, що характеризують різні типи огороження котлованів, а саме: ґрунтові умови ділянки забудови (типи ґрунтів); водопроникливість огороження; міцність і жорсткість огороження; поглинання шуму та вібрації; вплив на оточуючу забудову; можлива глибина котловану;

швидкість будівництва; можливість сприйняття навантаження від будівлі; економічність.

Перелічені фактори суттєво впливають на ефективність конструктивних та організаційно-технологічних умов для типів огороження котлованів. В табл.1 наведено співставлення ефективності конструктивних та організаційно-технологічних рішень для різних умов і типів огороження котлованів, на підставі якої застосування систем інструментального моніторингу є ефективним для всіх варіантів конструктивних та організаційно-технологічних рішень, різних умов і типів огороження котлованів

Вивчення ступеню взаємовпливу природних і техногенних факторів геодинамічних процесів на зсувонебезпечних територіях та розробка конструктивних і організаційно-технологічних рішень, щодо запобігання наслідків такого взаємовпливу дозволить мінімізувати склад компенсуючих заходів шляхом організації системи інструментального моніторингу. Метою інструментального моніторингу є отримання оперативної, необхідної та достатньої інформації про поточний технічний стан будівель, споруд та зсувонебезпечних територій для прийняття своєчасних рішень щодо реалізації компенсуючих заходів, що унеможливають техногенний та природний геодинамічний

взаємовплив територій, будівель та споруд [1].

Організація моніторингу зсувів являє собою складну інженерну задачу, для вирішення якої використовуються різні методи діагностики і контролю. Особливо складною ця задача постає при будівництві в зсувній зоні великих споруд (дороги, мости, тунелі, будівлі, підземні споруди), оскільки це призводить до істотного перерозподілу навантажень всередині зсувній маси. У відповідності до [6] основними методами інструментального контролю та моніторингу стану зсувів є: геофізичний, інклінометричний, інженерно-геодезичний, геодезичний-автоматизований, GPS-датчики, волоконно-оптична система геотехнічного моніторингу.

Організація геофізичного моніторингу зсувних процесів передбачає наявність двох етапів досліджень. На першому етапі вивчають інженерно-геологічні умови зсувної ділянки: просторові параметри зсуву; становище зони ковзання, рівня ґрунтових вод; оцінку напрямку і швидкості фільтраційного потоку; фізико-механічні властивості зсувних мас. З цією метою проводять одноразові геофізичні дослідження на підставі детальної мережі поздовжніх і поперечних профілів, прокладених на зсувному схилі. На другому етапі проводять дослідження динаміки зсувного процесу для прогнозування його можливого розвитку і розробки протизсувних заходів. З цією метою здійснюються режимні геофізичні спостереження. При цьому окремі види досліджень або їх сукупність повторюють через певні проміжки часу, тривалість яких залежить від активності зсуву. Метою режимних спостережень (моніторингу) є

Таблиця 1. Співставлення ефективності конструктивних та організаційно-технологічних рішень для різних умов і типів огороження котлованів*

Конструктивні та організаційно-технологічні рішення	Умови застосування типів огороження котлованів												
	Ґрунтові умови				Конструктивні умови				Організаційно-технологічні умови				
	Слабкі ґрунти	Вологі піски	Водонасичені піски	Ґравелісти та скельні ґрунти	Водопроникливість	Міцність та жорсткість	Можливість сприйняття навантаження від будівлі	Можлива глибина котловану	Вплив на оточуючу забудову	Шум та вібрація	Швидкість будівництва	Економічність	Система інструментального моніторингу
Огороження з металевих елементів з забіркою	-	±	-	±	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Шпунтове огороження	±	+	±	-	±	±	-	-	±	-	+	±	+
Стіна в ґрунті	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Огороження з паль	+	+	+	±	±	+	+	+	+	+	-	-	+
Огороження з застосуванням струменевої чи змішувальної технології	-	+	±	-	±	±	±	±	±	+	±	-	+

* + - ефективно; ± - потребує додаткового підтвердження; - - не ефективно.

вивчення зсувного процесу в просторі (зміна положення межі порід, порушених зсувним процесом; розвиток зсувних тріщин, активних і пасивних зон в межах зсувного схилу) і в часі (встановлення законорічностей зміни стану і властивостей порід, швидкості і механізму руху зсувних мас). У комплекс геофізичних методів, крім використаних на першому етапі, додаються високоточна гравіметрія, кругові спостереження методами сейсморозвідки та електророзвідки, спостереження за переміщенням штучних і природних геофізичних реперів.

Організація інклінометричного моніторингу полягає у наступному: буриться свердловина, потім зонд інклінометра опускається в свердловину і в процесі опускання в заданих точках проводяться виміри нахилу обсадних труб (стовбура свердловини). Далі, на основі виміряних кутів нахилу і азимута з прив'язкою до глибини занурення, розраховується траєкторія руху зонда — тобто свердловини. Цей метод передбачає, що нижній кінець труби нерухомий (знаходиться нижче площини ковзання зсуву), тому для правильного підбору глибини свердловин потрібні дані попередніх досліджень. Особливістю є те, що це глибинний метод і тому дозволяє визначити площину ковзання зсуву. Установку інклінометрів здійснюють на протизсувних спорудах і на об'єктах, що піддаються фактичному або потенційному впливу зсувів.

Організація інженерно-геодезичного моніторингу полягає у наступному: для зйомок в умовах гірської місцевості використовується тахеометрична зйомка (тахеометр — прилад, що поєднує класичний теодоліт з лазерним далекоміром). В результаті вимірювання зоровою трубою тахеометра отримують 3 координати — напрям, відстань (полярні координати) і перевищення вимірюваного об'єкта щодо точки стояння приладу.

Організація автоматизованого геодезичного моніторингу полягає у наступному: на нерухомій ділянці схилу встановлюють лазерні сканери, на контрольованій ділянці (потенційно небезпечному) ставляться кілька "цілей" (призм) для лазера. За допомогою опитувального пристрою лазер періодично сканує відстань до цілей. Це поверхневий метод, що вимагає відкритого простору, недостатньо ефективний в гірській лісистій місцевості. Відстань між лазером і цілями не перевищує 1 км в ясну погоду; в дощ, туман, сніг і т.д. можливості даного методу сильно обмежені.

Організація автоматизованого моніторингу з використанням GPS-датчиків: датчик з пристроєм GPS-позиціонування встановлюють на зсувонебезпечній ділянці. Періодично через супутниковий зв'язок відбувається визначення координат датчика. Це поверхневий метод. Точності системи вистачає не для всіх типів зсувних процесів. Для правильної роботи необхідно коректне розташування 3-х супутників (точність системи змінюється в залежності від географічного положення). Точність GPS-датчика погіршується в залежності від відстані до центральної пристрою (бази).

Організація геотехнічного моніторингу з використанням волоконно-оптичної системи: викопують траншею глибиною ~ 30 — 50 см, на дно якої укладають безперервний волоконно-оптичний сенсор

(кабель). Потім траншею засипають. Переміщення ґрунту викликають подовження / стиснення сенсора, що призводить до зміни параметрів зондуючого сигналу від аналізатора, який підключають до одного або двох кінців сенсора.

Особливості методу:

- поверхневий і глибинний метод;
- найвища чутливість серед всіх існуючих методів контролю зсувів;
- розподілений метод (сенсор є пасивним елементом, може бути будь-якої протяжності: від декількох метрів до сотень кілометрів).

Система оптимізована під безперервну роботу. Один аналізатор здатний контролювати безперервний сенсор протяжністю до 50 км. Можливо обмежитися періодичними виїзними вимірами.

Висновки:

1. Несвоєчасно виявлені та не усунені активні процеси та деформації на зсувонебезпечних схилах призводить до виникнення дефектів та пошкоджень будівель і споруд, розташованих на геодинамічних територіях і є причиною їх прогресуючих деформацій, наслідки яких окрім матеріальних витрат, пов'язаних з відновленням експлуатаційної придатності, призводять до соціального і екологічного збитку.

2. Запропоновані розрахункові методи та рекомендації щодо створення розрахункової моделі дозволяють отримати дані про граничні значення деформацій, рівнів ґрунтових вод та інших параметрів при яких починається активізація зсувних процесів.

3. Застосування системи моніторингу з урахуванням визначених граничних параметрів дозволяє своєчасно виявити фактори та параметри, що призводять до втрати (повної чи часткової) стійкості схилу і передбачити необхідні протизсувні заходи у правильній послідовності та у необхідному обсязі.

4. До моніторингу зсувів, існує два підходи:

- використовувати слабо захищений, але точний сенсор, що має велику швидкість дії, яка дозволить вчасно скорегувати проект в разі виявлених негативних процесів підвищеної небезпеки;
- використовувати менш чутливі, але добре захищені, датчики деформації ґрунту, що здатні працювати довго без погіршення експлуатаційних властивостей.

5. Організація геотехнічного моніторингу контролю стану зсувів здійснюється:

- в режимі відвідування (періодичні режимні спостереження);
- в автоматичному режимі (повністю автоматичний моніторинг, всі точки контролю працюють і передають інформацію в режимі реального часу, тобто в режимі "online");
- частково автоматизований моніторинг, частина точок контролю працюють в автоматичному режимі (наприклад, точки контролю рівня ґрунтових вод (п'езометри) і горизонтальні екстензометричні створи за контролем зсувних переміщень), а частина точок — наприклад, точки інклінометричної контролю для виявлення глибини поверхні ковзання — в режимі відвідування. Виконання інклінометричних вимірів може здійснюватися при фіксуванні зсувних процесів в автоматичному режимі.

Література

1. Григоровський П.Є. Будівельно-інформаційні моделі і методи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань в будівництві [Текст]: монографія. / П.Є.Григоровський — К: Майстер книг, 2019. - 340 с.
2. Рекомендации по оценке геологического риска на территории г. Москвы. ? [Электронный ресурс]: режим доступа <http://aqua-group.ru/normdocs/7677> (15.07.16). Назва з екрану. г. Днепропетровск, Перспективы развития строительных технологий: матер. конф. ? 2007. С. 86-95.
3. СП 11-105-97 Система нормативных документов в строительстве. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. ? [Электронный ресурс]: режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200007405> (15.09.15). Назва з екрану.
4. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Київ, 2015. ? [Електронний ресурс]: режим доступу [http://undicz.dsns.gov.ua/ua/Nacionalna-dopovid-pro-stan-tehnogennoi-ta-](http://undicz.dsns.gov.ua/ua/Nacionalna-dopovid-pro-stan-tehnogennoi-ta-prirodnoi-bezpeki)
5. ДБН В.1.1-25-2009. Захист від небезпечних геологічних процесів. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. ? [Чинний від 2011 01 01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. С.- 52. - (Державні будівельні норми України).
6. "Методические рекомендации для органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и территориальных подсистем РСЧС по обеспечению безопасности населения и территорий при угрозе возникновения оползневых процессов, их прохождению и уменьшению последствий от них" (утв. МЧС России 10.12.2015 N 2-4-87-53-14).

Reference

1. P.Y. Hryhorovskiy. Building-information models and methods of forming organizational-technological decisions of instrumental measurements in construction [Text]: monograph. / P.Y. Hryhorovskiy - K: Master of books, 2019. - 340 p.
2. Recommendations for assessing geological risk in the territory of Moscow. - [Electronic resource]: access mode <http://aqua-group.ru/normdocs/7677> (07.15.16). Name of the screen. Dnepropetrovsk, Prospects for the development of building technologies: Mater. conf. - 2007. p. 86-95.
3. SP 11-105-97 System of regulatory documents in construction. Code of practice for engineering surveys for construction. Engineering and geological surveys for construction. Part II Rules for the production of work in areas of development of dangerous geological and engineering-geological processes. - [Electronic resource]: access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200007405> (09/15/15). Name from the screen.
4. National report on the state of technogenic and natural security in Ukraine in 2014. State Emergency Service of Ukraine. Kiev, 2015. - [Electronic resource]: access mode: <http://undicz.dsns.gov.ua/en/Nacionalna-dopovid-pro-stan-tehnogennoi-ta>
5. DBN B.1.1-25-2009. Protection against hazardous geological processes. Engineering protection of territories and structures from flooding and flooding. - [Valid from 2011-01-01]. - M.: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2010 S.- 52. - (- State building standards of Ukraine).
6. "Methodological recommendations for executive authorities of the constituent entities of the Russian Federation and territorial subsystems of the RSFS to ensure the safety of the population and territories under the threat of landslide processes, their passage and mitigate the consequences from them" (approved by EMERCOM of Russia 10.12.2015 N 2-4-87 -53-14).

П.Є. Григоровський, д.т.н., с.н.с., первый зам. директора института по научной работе,
ORCID: 0000-0003-0527-5890;

В.О. Басанский ORCID: 0000-0002-7850-7798

Л.М. Грубская, ГП "НИИСП", г. Киев

АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ СКЛОНОВ

Аннотация. К оползневой опасности относится 66,1 тыс. км² территории Украины. Здесь возможна активизация существующих и образование новых глубоких блочных оползней выдавливания и скольжения (сдвиг), а также проявления мелких поверхностных оползней скольжения, вязкопластичного течения, гидродинамического разрушения и внезапного разжижения. Решением проблемы является изучение степени взаимовлияния природных и техногенных факторов геодинамических процессов на оползнеопасных территориях и разработка конструктивных и организационно-технологических решений по предотвращению последствий такого взаимовлияния. Для этого необходимо иметь представление о механизме течения геодинамических процессов, разрушение и износ конструктивных элементов в течение жизненного цикла и влияние факторов внешней среды на строительные конструкции, невозможно без получения объективной информации путем инструментальных измерений. Оптимизация конструктивно-технологических решений на этапе возведения инженерных сооружений на оползневых склонах может привести к уменьшению капиталовложений в постоянные конструктивные элементы, обеспечивающие устойчивость конструкции. Особенно это касается строительства на склонах зданий с подземной частью. Ведь ограждение котлована может одновременно выполнять, как ограждающую так и несущую функцию.

При выборе способа строительства заглубленных сооружений необходимо учитывать условия, при которых сводится конструкция. На выбор типа ограждения в сложных инженерно-геологических условиях и в условиях уплотненной застройки влияют дополнительные факторы, характеризующие различные типы ограждения котлованов, а именно: грунтовые условия участка застройки (типы почв) водопроницаемость ограждения; прочность и жесткость ограждения; поглощения шума и вибрации; влияние на окружающую застройку; возможная глубина котлована; скорость строительства; возможность восприятия нагрузки от здания; экономичность.

Изучение степени взаимовлияния природных и техногенных факторов геодинамических процессов на оползнеопасных территориях и разработка конструктивных и организационно-технологических решений по предотвращению последствий такого взаимовлияния позволит минимизировать состав компенсирующих мероприятий путем организации системы инструментального мониторинга.

Ключевые слова: оползнеопасный склон, оптимизация, расчет, мониторинг

P. Hryhorovskiy, Doctor of Technical Science, Senior Science Specialist

ORCID: 0000-0003-0527-5890;

V. Basanskyi, Head of Sector,

ORCID: 0000-0002-7850-7798

L. Hrubka, The state "Research institute of building production" (NDIBV), Kyiv

ANALYSIS OF THE INITIAL DATA OF DETERMINING THE VOLUMES OF INSTRUMENTAL MONITORING OF LANDSCAPE SLOPES

Abstract. *66.1 thousand km² of the territory of Ukraine belongs to landslide hazard. It is possible to activate existing and the formation of new deep block landslides of extrusion and sliding (shear), as well as the manifestation of shallow surface landslides of sliding, viscoplastic flow, hydrodynamic fracture and sudden dilution. The solution to the problem is to study the degree of interaction of natural and technogenic factors of geodynamic processes in landslide-hazardous territories and to develop constructive, organizational and technological solutions to prevent the consequences of such interference. For this, it is necessary to have an idea of the mechanism of the flow of geodynamic processes, the destruction and wear of structural elements during the life cycle and the influence of environmental factors on building structures, it is impossible without obtaining objective information through instrumental measurements.*

Optimization of structural and technological solutions at the stage of erection of engineering structures on landslide slopes can lead to a reduction in capital investment in permanent structural elements that ensure structural stability. This is especially true for the construction of underground buildings on the slopes. Indeed, the pit fence can simultaneously perform both a protecting and bearing function.

When choosing a construction method for buried structures, it is necessary to take into account the conditions under which the construction is reduced. The choice of the type of fence in difficult geotechnical conditions and in the conditions of compacted development is influenced by additional factors characterizing the different types of foundation pit fencing, namely: soil conditions of the built-up area (soil types) permeability of the fence; strength and rigidity of the fence; noise and vibration absorption; impact on surrounding buildings; possible pit depth; construction speed; the possibility of perceiving the load from the building; profitability.

Studying the degree of interaction of natural and technogenic factors of geodynamic processes in landslide-hazardous territories and developing constructive, organizational and technological solutions to prevent the consequences of such interference will minimize the composition of compensating measures by organizing an instrumental monitoring system.

Keywords: *landscape slope, optimization, calculation, monitoring*

П.Є. Григоровський, д.т.н., с.н.с., перший заступник директора інституту з наукової роботи, Дійсний член Академії будівництва України ORCID: 0000-0003-0527-5890. ДП “НДІБВ”, Київ

С. В. Іносів, к.т.н., доцент кафедри автоматизації технологічних процесів, ORCID: 0000-0001-8305-5514

В. Ю. Луценко, к.т.н., доцент кафедри автоматизації технологічних процесів;

Л. Г. Соболевська, асистент кафедри автоматизації технологічних процесів;

А.О. Вольгерс, асистент кафедри автоматизації технологічних процесів;

КНУБА, м. Київ

КЛІМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КИЄВА СТОСОВНО ПРОЦЕСУ ТРІЩИНОУТВОРЕННЯ БЕТОНУ І ЙОГО МОНІТОРИНГУ

Анотація. Київ знаходиться в несприятливому географічному положенні, що відовідає локальному максимуму середньорічної кількості циклів замерзання — відтаювання. Цикли відтаювання — замерзання діють руйнівно на бетон і дорожні покриття. В даній роботі статистичними методами підтверджується вказана негативна особливість клімату в Києві. При запозиченні передового досвіду побудови систем автоматизації моніторингу і діагностики технічного стану споруд в умовах сприятливого клімату Європи, слід враховувати несприятливі місцеві кліматичні особливості і значно більше уваги приділяти моніторингу процесів тріщиноутворення бетону і корозії арматури.

Ключові слова: клімат, Київ, бетон, цикли заморожування, тріщиноутворення, моніторинг.

Постановка проблеми.

З точки зору клімату, Київ знаходиться приблизно на границі теплого і м'якого клімату Європи і холодного чи континентального кліматів на півночі і сході відповідно. Вважається, що в цих альтернативних варіантах клімат здоровіше нашого, бо менше тривалість осінньої і весняної сльоти, коли температура близька до нуля, велика вологість і чередуються відтаювання і заморозки. Відомо, що цикли відтаювання — заморожування діють руйнівно на бетон і дорожні покриття. В даній роботі статистичними методами підтверджується вказана негативна особливість клімату в Києві.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Будівельна інфраструктура в світі стає все більш розвиненою. Епоха, коли більшість споруд були новими, закінчилася. Більша частина критично важливої інфраструктури, включаючи мости, дамби та будівлі, була зведена багато десятиліть назад і вичерпала свій проектний ресурс. Все більше споруд з часом старіють і накопичують приховані дефекти. Наприклад, в Сполучених Штатах, згідно Звіту про інфраструктуру 2017 року, опублікованому Американським товариством інженерів-будівельників, існує більш 56000 мостів зі структурно дефектними конструкціями, для відновлення яких потрібні 123 мільярди доларів США. Замість планового виводу споруд з експлуатації, все частіше спостерігаються дострокові, позапланові, не прогнозовані, або навіть катастрофічні завершення життєвих циклів споруд, пов'язані з великими збитками, або навіть людськими жертвами.

В зв'язку зі сказаним, останнім часом великі сподівання покладаються на автоматизацію діагностики технічного стану споруд, як з використанням спеціально розроблених, вбудованих в споруду автоматизованих систем моніторингу, так і з використанням переносних автоматизованих приладів для ручної інспекції [1- 3].

При запозиченні передового досвіду побудови систем автоматизації моніторингу і діагностики технічного стану споруд в умовах сприятливого клімату Європи [5–7], слід враховувати несприятливі місцеві кліматичні особливості.

Мета дослідження

Метою дослідження є статистична перевірка вказаної негативної особливості клімату Києва і видача відповідних рекомендацій розробникам систем автоматизованого моніторингу споруд. Треба значно більше уваги приділяти моніторингу процесів тріщиноутворення бетону і корозії арматури. Методом дослідження є статистичний аналіз масиву середньодобових температур Києва за 100 років.

Викладання основного матеріалу

На першому етапі було виконано статистичне розділення випадкових погодних варіацій температури і детермінованого сезонного тренду температури в м.Києві, з використанням масиву метеоданих про середньодобові температури за 100 років (1900 — 2000 роки). На рис. 1 для наочності показана частина графіка зміни середньодобової температури в м. Києві за останні 3 роки [4].

Розрахунковий сезонний (зима-літо) тренд температури являє собою синусоїду з періодом 365 днів. Різниця між трендом і температурою є погодними варіаціями температури. Параметри синусоїди (амплітуда 13 градусів, зміщення вгору, або середньорічна температура, 7.55 градуса, фаза відповідає мінімуму температури 20-го січня) отримано мінімізацією середньоквадратичного відхилення тренда від графіка температури. Вирішення цієї оптимізаційної задачі отримано за допомогою автоматичного оптимізатора.

Цикли відтавання — заморожування виявлялися за наступним алгоритмом. Якщо сьогодні температура менше нуля, а вчора була більше нуля, значить відбулося заморожування і на вихід видається логічна одиниця. В іншому випадку видається нуль.

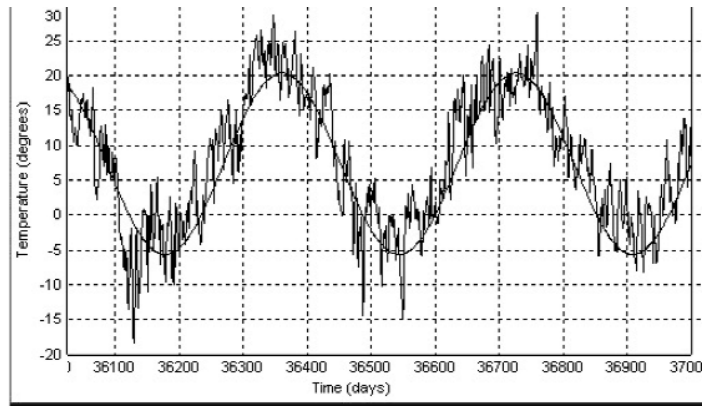


Рис. 1 Осцилограма коливань середньодобової
Freezing cycles

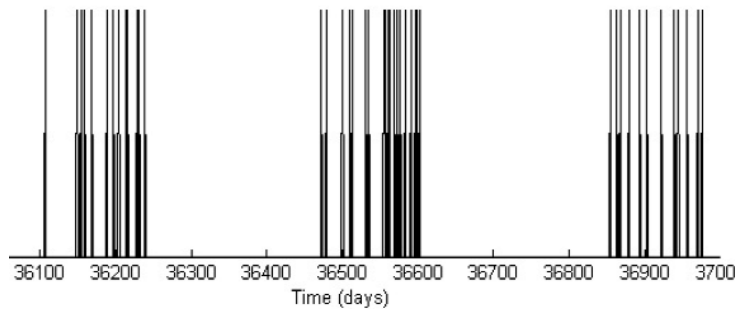


Рис. 2 Виявлені цикли заморожування

Мається на увазі припущення, що більш швидкі коливання температури (менше доби) згладжуються теплової інерційністю бетонного масиву. Результат роботи алгоритму (логічна одиниця, тобто наявність заморожування, відображається вертикальною міткою) наведено на рис. 2.

Середня кількість циклів відтаювання – заморожування виявилася 12,7 циклу за рік для Києва.

На рис. 3 наведено розподіл вірогідності замерзання на протязі року. Графік згладжено подвійним ковзаючим середнім на інтервалі 9 діб (товста лінія). Найбільш ймовірні замерзання в грудні и березні.

Завдяки тому, що сезонний тренд відділений від випадкових погодних варіацій у вигляді детермінованої синусоїди, з'являється можливість досліджувати вплив змін середньої трендової температури (тобто зміщення географічного положення в більш

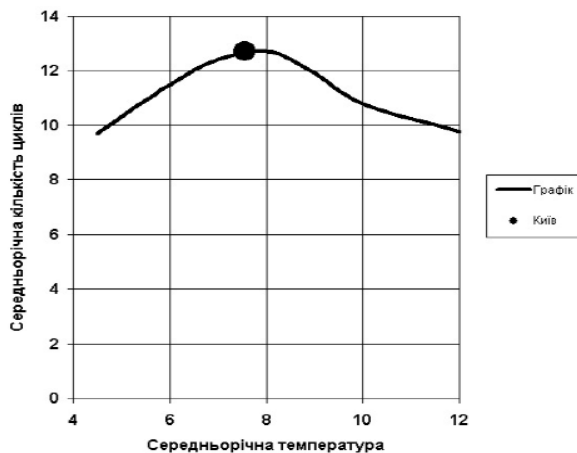


Рис. 3 Розподіл вірогідності замерзання на протязі року

теплі або холодні області) і амплітуди трендових сезонних коливань (тобто зміщення географічного положення в сторону більш-менш континентального клімату) на частоту заморожувань. Мається на увазі припущення, що погодні варіації температури при цьому змінюються несуттєво.

В результаті отримано нетривіальний результат. Виявилось, що з точки зору частоти циклів відтавання-замерзання, Київ має найгірше можливе локальне географічне розташування. Зазначене твердження ілюструється малюнками 4 і 5.

Як збільшення, так і зменшення середньої трендової температури (рис 4) призводять до зменшення кількості циклів замерзання. Тобто, як більш, так і менш теплий клімат виявляється краще за вказаним критерієм.

Більш того, як збільшення, так і зменшення амплітуди сезонних коливань температури (рис 5) призводять до зменшення кількості циклів замерзання. Тобто, як більш, так і менш континентальний клімат виявляється краще за вказаним критерієм.

Тобто, Київ знаходиться в несприятливому географічному положенні, що відповідає локальному максимуму середньорічної кількості циклів замерзання-відтаювання. В суміжних холодніших або більш континентальних регіонах переходи між зимою і літом відбуваються швидше. В суміжних менш континентальних або тепліших регіонах довше триває тепла пора року. Це одна з причин (далеко не основна), чому у нас в такому поганому стані залізобетонні споруди, а також дорожні і тротуарні покриття, не дивлячись на неперервні ремонтні роботи.

Висновки

1. Корозія арматури наразі визнана основним фактором, що спричиняє широкомасштабне передча-

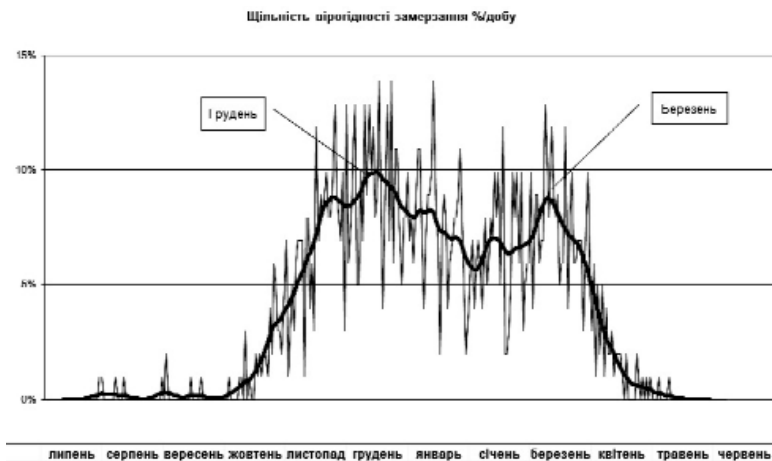


Рис. 4 Залежність середньорічної кількості циклів замерзання-відтаювання від середньорічної трендової температури

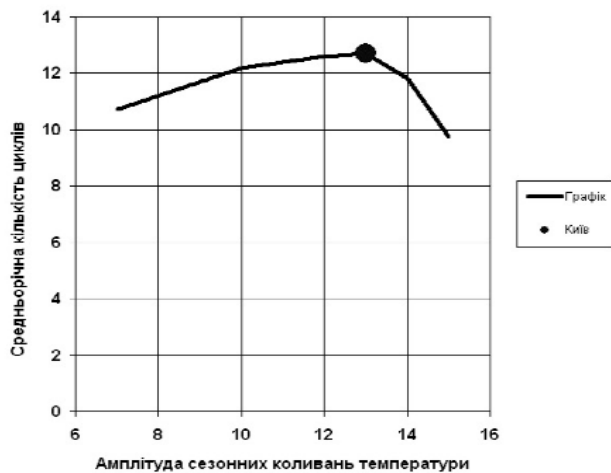


Рис. 5 Залежність середньорічної кількості циклів замерзання-відтаювання від амплітуди трендових сезонних коливань температури

сне руйнування залізобетонних конструкцій у всьому світі. Продукти корозії мають в три рази більший обсяг, ніж сталь до корозії. Вони розпирають бетон зсередини і викликають появу в ньому тріщин. Після цього доступ води і кисню до арматури полегшується, і процес корозії протікає все більш інтенсивно. Часті заморозки і відлиги ще більш прискорюють процес. Збільшення

обсягу води в тріщинах при переході в лід, викликає розширення тріщин і руйнування бетону.

2. Київ знаходиться в несприятливому географічному положенні, що відповідає локальному максимуму середньорічної кількості циклів замерзання-відтаювання. В суміжних холодніших або більш континентальних регіонах переходи між зимою і літом відбуваються швидше. В суміжних менш континентальних або тепліших регіонах довше триває тепла пора року.

3. Це одна з причин (далеко не основна), чому у нас в такому поганому стані залізобетонні споруди, а також дорожні і тротуарні покриття, не дивлячись на неперервні ремонтні роботи.

4. В зв'язку із збільшенням кількості аварійних споруд в усьому світі, останнім часом великі сподівання покладаються на автоматизацію діагностики технічного стану споруд, як з використанням спеціально розроблених, вбудованих в споруду автоматизованих систем моніторингу, так і з використанням переносних автоматизованих приладів для ручної інспекції.

5. При запозиченні передового досвіду побудови систем автоматизації моніторингу і діагностики технічного стану споруд в умовах сприятливого клімату Європи, слід враховувати несприятливі місцеві кліматичні особливості і значно більше уваги приділяти моніторингу процесів тріщиноутворення бетону і корозії арматури.

Література

1. Григоровський П.Є. Методика проведення моніторингу висотних будівель з урахуванням досвіду будівництва в м. Києві : / П.Є. Григоровський, А.М. Куделя, Ю.В. Дейнека // Нові технології в будівництві : наук-техн. зб. — К.: Вид-во "Ліра-К", 2008. — Вип. 16. — С. 56?58..
2. Григоровський П.Є. Загальні принципи моніторингу технічного стану будівель та інженерних споруд : / П.Є. Григоровський, Н.П. Чуканова // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва : зб. наук. пр. Західного геодезичного товариства УТГК — Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2012. — Вип. 1(23). — С. 123?-127.
3. Григоровський П.Є. Вплив моніторингу технічного стану на термін експлуатації будівель: / П.Є. Григоровський, Н.П. Чуканова // 462 Будівельне виробництво : наук-техн. зб. — К. : ЦП "Компринт", 2012. — Вип. 54. — С. 7?9.
4. Український гідрометеорологічний центр. Архів. <https://meteo.ua/archive/>.
5. Hryhorovskiy P. Analysis of factors influencing the life of the building during operation : / P. Hryhorovskiy, N. Chukanova, O. Murasiova // International Academy Journal "Web of Scholar". ? Warsaw, Poland : RS Global Sp. z O.O., 2018. — Vol. 1. — Issue 2(20). — P. 75-82.
6. Hryhorovskiy P. Method of instrumental monitoring during operation of buildings and structures with account for vulnerability factor : / P. Hryhorovskiy // Science and Education a New Dimension : Natural and Technical Sciences. — Budapest, Hungary : R?zsadomb Contact Kft. — 2018. — Volume 1(17). — Issue 157. — P. 14-16.
7. Hryhorovskiy P. On the factors influencing the reliability of the building during the operation : / P. Hryhorovskiy, N. Chukanova, O. Murasiova // The goals of the World Science 2018 : proc. of IV International Scientific and Practical Conference, January 31, 2018. — Dubai, UAE : RS Global, 2018. — P. 75-82..

References

1. Grigorovsky P. *Methods of monitoring high-rise buildings in the light of construction experience in Kyiv*: / P.E. Grigorovsky, A.M. Kudelya, Yu.V. Deineka // *New technologies in construction: scientific-technical. Sat.* — K.: "Lira-K", 2008. — Iss. 16. — P. 56 — 58.
2. Grigorovsky P. *General principles for monitoring the technical condition of buildings and engineering structures*: / P.E. Grigorovsky, NP Chukanova // *Modern achievements of geodetic science and production: Coll. Sciences. of the Western Geodetic Society of UTGK — Lviv: Issue of Lviv Polytechnic, 2012.* — Issue. 1 (23). — P. 123 — 127.
3. Grigorovsky P. *Influence of monitoring of technical condition on the lifetime of buildings*: / P.E. Grigorovsky, NP Chukanova // *462 Construction production: scientific-technical. Sat.* — K.: Comprint CPU, 2012. — Issue 54. P. 79
4. *Ukrainian Hydrometeorological Center. Archive.* <https://meteo.ua/archive/>.
5. Hryhorovskiy P. *Analysis of factors influencing the life of the building during operation* : / P. Hryhorovskiy, N. Chukanova, O. Murasiova // *International Academy Journal "Web of Scholar". ? Warsaw, Poland : RS Global Sp. z O.O., 2018.* — Vol. 1. — Issue 2(20). — P. 75-82.
6. Hryhorovskiy P. *Method of instrumental monitoring during operation of buildings and structures with account for vulnerability factor* : / P. Hryhorovskiy // *Science and Education a New Dimension : Natural and Technical Sciences.* — Budapest, Hungary : R?zsadomb Contact Kft. — 2018. — Volume 1(17). — Issue 157. — P. 14-16.
7. Hryhorovskiy P. *On the factors influencing the reliability of the building during the operation* : / P. Hryhorovskiy, N. Chukanova, O. Murasiova // *The goals of the World Science 2018 : proc. of IV International Scientific and Practical Conference, January 31, 2018.* — Dubai, UAE : RS Global, 2018. — P. 75-82..

П.Е. Григоровский, д.т.н., с.н.с., первый зам. директора института по научной работе, ORCID: 0000-0003-0527-5890. ДП "НДІБВ", г. Киев

С. В. Иносов, к.т.н., доцент кафедры автоматизации технологических процессов; ORCID: 0000-0001-8305-5514,

В. Ю. Луценко, к.т.н., доцент кафедры автоматизации технологических процессов;

Л. Г. Соболевская, ассистент кафедры автоматизации технологических процессов;

А.О. Вольгерс, ассистент кафедры автоматизации технологических процессов; КНУСА, г. Киев

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КИЕВА ОТНОСИТЕЛЬНО ПРОЦЕССА ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ БЕТОНА И ЕГО МОНИТОРИНГА

Анотация. Киев находится в неблагоприятном географическом положении, которое соответствует локальному максимуму среднегодового количества циклов замерзания — оттаивания. Циклы оттаивания — замерзания действуют разрушительно на бетон и дорожные покрытия. В данной работе статистическими методами подтверждается указанная негативная особенность климата в Киеве. При заимствовании передового опыта создания систем автоматизации мониторинга и диагностики технического состояния сооружений в условиях благоприятного климата Европы, следует учитывать неблагоприятные местные климатические особенности и значительно больше внимания уделять мониторингу процессов трещинообразования бетона и коррозии арматуры.

Ключевые слова: климат, Киев, бетон, циклы замораживания, трещинообразование, мониторинг.

P. Hryhorovskiy, Doctor of technical sciences, first deputy director for science, member of the Academy of Construction of Ukraine, ORCID: 0000-0003-0527-5890
Research Institute of Construction Production, Kyiv

S. Inosov, Associate professor, Department of Process Automation, ORCID: 0000-0001-8305-5514

V. Lucenko, Associate professor, Department of Process Automation;

L. Sobolevskaya, Associate professor, Department of Process Automation;

A. Volters, Associate professor, Department of Process Automation
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

CLIMATE FEATURES OF KIEV CONCERNING THE CONCRETE CRACKING PROCESS AND ITS MONITORING

Abstract. Kiev is situated in an unfavorable geographical position, which corresponds to the local maximum of the average annual number of freezing and thawing cycles. Thawing and freezing cycles are damaging to concrete and pavement. In this work, statistical methods confirm the indicated negative feature of the climate in Kiev. When adopting the best practices for creating automated systems for monitoring and diagnosing the technical condition of structures in a favorable climate of Europe, unfavorable local climatic features should be taken into account and much more attention should be paid to monitoring the processes of concrete cracking and reinforcement corrosion.

Key words: climate, Kyiv, concrete, freezing cycles, cracking, monitoring

О. С. Молодід, ORCID: 0000-0001-8781-6579, к.т.н, доцент,

І. В. Резніченко, інженер

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ТЕХНОЛОГІЯ ГЕРМЕТИЗАЦІЇ СТИКІВ МІЖ ЗБІРНИМИ ЗАЛІЗОБЕТОННИМИ КІЛЬЦЯМИ ПОЛІУРЕТАНОВИМИ МАТЕРІАЛАМИ SPT® RESINS ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Анотація. Наведені результати досліджень технології герметизації стиків між збірними залізобетонними кільцями за допомогою нагнітання в порожнини поліуретанового матеріалу SPT® Resins. Для виконання експериментальних досліджень було запроєктовано та зібрано спеціальний стенд за допомогою якого створювалися умови близькі до реальних. Основна задача досліджень полягала у підготовці вершин порожнин стиків до початку ін'єктування поліуретанового матеріалу для попередження його витікання. Для цього стик між кільцями закривався розжимним металевим ободом, а щілини між кільцем та ободом заповнювали: монтажною піною, гумовими пустотілими ущільнювачами або поліуретановими ущільнювачами. Крім цього, один зі стиків заповнювали забризкуванням поліуретанового матеріалу SPT® в стик пістолетом для наплення. Вершини деяких стиків заповнювали монтажною піною на 40–50 мм або поліуретановим ущільнювачем (50 мм) з подальшим його притисканням розжимним ободом. Останнім технологічним рішенням було встановлення на стик розжимного обода, на край якого наклеєно гумовий пустотілий ущільнювач.

У результаті досліджень встановлено, що всі досліджувані технологічні рішення з герметизації стиків між збірними залізобетонними кільцями, в разі нагнітання в них поліуретанового матеріалу SPT® Resins, дозволяють досягти хорошого результату, а саме заповнити порожнини на 95–99 %. Винятком є технологічне рішення, при якому стик заповнювали забризкуванням поліуретанового матеріалу SPT® пістолетом для наплення, при цьому порожнина заповнилася трохи більше ніж на 50 %, що є не прийнятним.

Ключові слова: герметизація, стик, шов, поліуретан, підготовка шва, залізобетонні кільця, технологія.

Постановка проблеми.

Комунальні та приватні підприємства, що займаються експлуатацією і обслуговуванням інженерних мереж водопостачання і водовідведення та інших підземних комунікацій, конструкції яких складаються зі збірних залізобетонних кілець, постійно стикаються з проблемою розгерметизації стиків між окремими елементами таких конструкцій (рис. 1). Поширеною проблемою розгерметизації стиків між залізобетонними кільцями колекторів є проникнення каналізаційних стоків через стики у ґрунт та підземні води. В разі розгерметизації стиків між кільцями оглядових колодзів спостерігається зворотна ситуація — коли вода через щілини протікає в середину споруди, при цьому відбувається вимивання ям у ґрунтах.

Отже, зазначена проблема є актуальною та потребує наукового підходу для її вирішення.

Аналіз останніх джерел. При новому будівництві підземних споруд нормативними документами на їх проектування, зазвичай, передбачається влаштування зовнішньої гідроізоляції та герметизація стиків між збірними елементами. Зокрема каналізаційні тунелі слід захищати від інфільтрації поверхневих і ґрунтових вод, а також ексфільтрації стічних вод. Водонепроникність облицювань потрібно забезпечувати застосуванням відповідних матеріалів, обклеюванням облицювань гідроізоляційними матеріалами, влаштуванням металоізоляції, ущільненням прилеглого до тунелю ґрунтового масиву цементациєю, глинізацією, силікатизацією або іншими методами, нагнітанням за облицювання спеціальних розчинів, закладенням швів і отворів із зачечаненням швидкотужавними матеріалами або пневмобетоном [1]. Сучасний будівельний ринок пропонує широкий

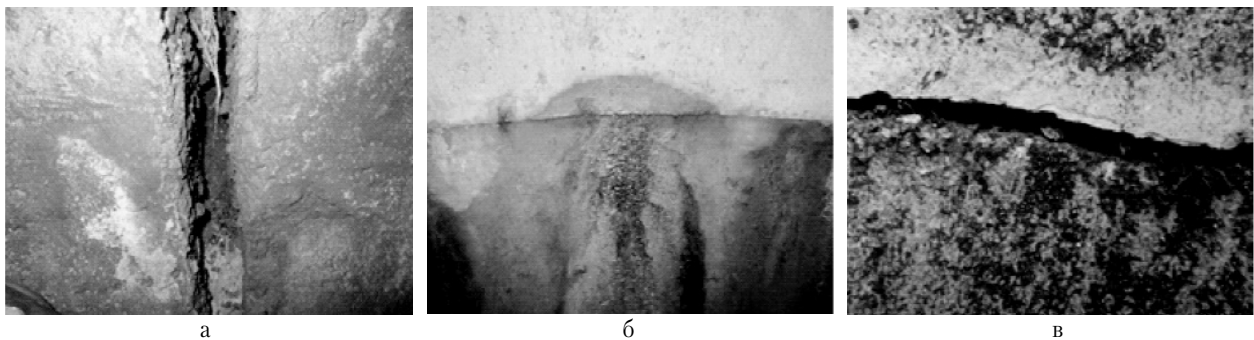


Рис. 1. Фото стиків між залізобетонними кільцями: а — каналізаційний колектор; б — колодязь каналізаційного колектору (інфільтрація води через стик); в — колодязь каналізаційного колектору

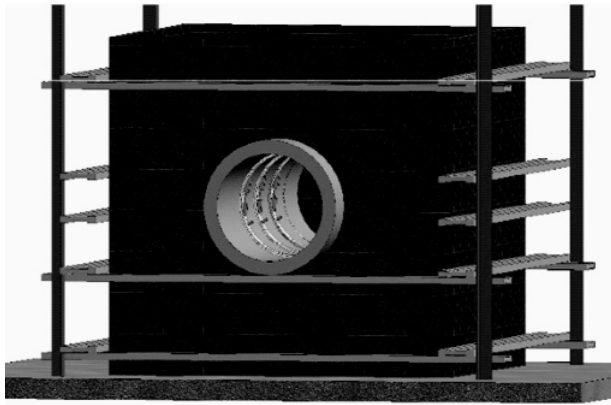


Рис. 2. Візуалізація та схема експериментального стенду



Рис. 3. Загальний вигляд стенду підготовленого до випробувань

вибір матеріалів та технологій влаштування нової гідроізоляції при зведенні будівель і споруд. Проте, конструктивно-технологічні рішення з відновлення стиків між збірними елементами, які були б рекомендовані нормативною або науково-технічною літературою, фактично відсутні. Існуючі рішення з відновлення стиків призначені для герметизації конструкцій панельних житлових та промислових будівель [2], деформаційних швів у протифільтраційних облицюваннях каналів і водойм [3], ремонту тріщин [4]. Технології, які можна було б використовувати при герметизації стиків зазначених раніше споруд, занадто трудомісткі, тривалісні та виконуються з пошкодженням конструкцій [5], що є неприпустимим. Тому дослідження технології герметизації стиків між залізобетонними кільцями поліуретановими матеріалами SPT® Resins є метою даної статті.

Результати досліджень. Експериментальні дослідження технології герметизації стиків між залізобетонними кільцями з використання поліуретанових матеріалів SPT® Resins проводили у спеціально обладнаній лабораторії, в умовах, близьких до натурних.

Експериментальні дослідження було розділено на два етапи, що зумовлено обмеженою кількістю стиків між залізобетонними кільцями в одному стенді.

Експериментальні дослідження — етап 1. У даному експерименті передбачено дослідити ефективність та доцільність чотирьох технологічних рішень герме-

тизації стиків між бетонними кільцями поліуретановим матеріалом SPT®.

Дослідження першого технологічного рішення передбачало встановлення на перший стик розжимного обода, а щілини між розжимним ободом та трубою, з двох сторін обода, заповнити монтажною піною.

Дослідження другого технологічного рішення передбачало встановлення на другий стик розжимного обода, а щілини між розжимним ободом та трубою, з двох сторін обода, заповнити гумовими пустотілими ущільнювачами.

Дослідження третього технологічного рішення передбачало встановлення на третій стик розжимного обода, а щілини між розжимним ободом та трубою, з двох сторін обода, заповнити поліуретановими ущільнювачами.

Дослідження четвертого технологічного рішення передбачало заповнення стику забризкуванням поліуретанового матеріалу SPT® в стик пістолетом для наплення.

В якості елементів, між якими герметизували стики, використовували розрізану на чотири частини бетонну трубу для колектору з наступними характеристиками:

- довжина – 2500 мм (500 мм кожна з 5-ти частин);
 - діаметр внутрішній – 800 мм;
 - діаметр зовнішній – 1000 мм.
- Розжимний металевий обод – це кільце зі сталеві

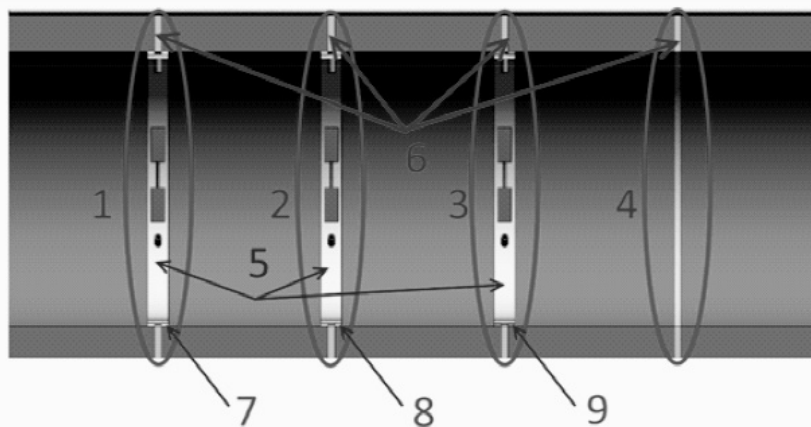


Рисунок 4 – Розріз труби з різними технологічними рішеннями герметизації стиків:

1, 2, 3, 4 -стики з різним типом герметизації; 5 – розжимний обод; 6 – матеріал SPT®; 7 – монтажна піна; 8 – гумовий пустотілий ущільнювач; 9 – поліуретановий ущільнювач



Рис. 5. Загальний вид стику після розрізу, загерметизованого за першою технологією



Рис. 6. Загальний вид стику після розрізу, загерметизованого за третьою технологією

полоси шириною 40 мм та товщиною 2 мм з розжимним механізмом. В усіх ободах передбачено по три рівновіддалені отвори для встановлення в них ін'єкторів.

Для виконання експериментальних досліджень було запроєктовано та створено спеціальний стенд з опалубних конструкцій (рис. 2, 3.).

Запроєктований та зібраний у лабораторії стенд складався з головних та другорядних дерев'яних балок, які розкріплювалися за допомогою вертикальних металевих стійок та опалубної фанери, яка створювала короб. В одній із вертикальних стінок короба було вирізано отвір діаметром 1000 мм, через який встановлено бетонну трубу (рис. 2, 3).

Бетонна труба складалася з п'яти сегментів та вкладалися вздовж прорізаного отвору з виходом одного з сегментів назовні. При вкладанні сегментів труби між ними залишали проміжки в 20 мм, які імітували стики. Вкладену трубу обгортали поліетиленовою плівкою та засипали піском так, щоб над нею був піщаний шар 300 мм (рис. 2, 3).

Як було зазначено раніше, експериментальні дослідження поділено за технологічними рішеннями на чотири типи. При виконанні перших трьох технологічних рішень використано розжимні ободи, а дослідження четвертого відбувалося без встановлення ободу (рис. 4).

До початку ін'єктування поліуретанового матеріалу в стики, в отвори обжимних ободів вкручували пластмасові ін'єктори [7].

На початок ін'єктування поліуретановий матеріал SPT® був нагрітий до +60 °С.

Для перших трьох експериментів ін'єктування матеріалу в стики між бетонними кільцями розпочинали з під'єднання до ін'єктора спеціального пістолету, до якого через гумові рукави подається матеріал SPT® та стиснене повітря [6]. Натисканням на гачок пістолета ін'єктований матеріал під тиском проходить у пластиковий ін'єктор та далі у порожнину стику.

Ін'єктування виконували в першу чергу в нижній точки, а потім у верхню.

У кожен з трьох закладених ін'єкторів по чергово подавали по 7 циклів матеріалу, що дорівнювало 1,91 кг.

Заповнення четвертого стику виконували за допомогою пістолета з розпилювальною форсункою безпосереднім забризкуванням матеріалу SPT® в стик.



Рис. 7. Загальний вид стику після розрізу, загерметизованого за четвертою технологією

Слід зазначити, що поліуретановий матеріал починав реагувати, тобто розширюватись і набирати міцність, орієнтовно через 5 с з моменту його нагнітання.

На наступний день після проведення експериментів піщаний ґрунт із короба стенду було видалено до рівня низу труби, знято розжимні ободи та виконано візуальний огляд стиків (рис. 5).

Як результат встановлено, що технологічні рішення щодо герметизації стиків бетонних кілець з використанням розжимних ободів зарекомендували себе добре. Четверте технологічне рішення було невдалим, про що свідчить наявність великої кількості порожнин в стикі.

Слід зазначити, що в більшості випадків рідкий поліуретановий матеріал зупинявся на границі з поліетиленовою плівкою, якою обмотувалася труба. Утворені в результаті експерименту фрагменти заповнення стиків дають можливість стверджувати, що рідкий поліуретановий матеріал, який подавався в стики між бетонними кільцями колектору, в результаті термічної реакції збільшився в декілька разів (орієнтовно 2,2 рази) та набрав високої міцності.

У подальшому трубу було розрізано по середині стиків, виконано аналіз отриманих результатів та проведено фотофіксацію (рис. 5 – 6).

Візуальний огляд стиків між бетонними кільцями після їх розрізання дає можливість стверджувати,

Таблиця 1. Результати досліджень герметизації стиків між бетонними кільцями (етап 1)

№ технології	Температура подачі матеріалу °С	Об'єм шва між конструкціями, см ³	Заповненість шва, %	Показники заповненості шва встановлені за мету
1	+60	56,54	99	95-100%
2	Те саме	Те саме	96	Те саме
3	-//-	-//-	96	-//-
4	-//-	-//-	56	-//-

що стики, загерметизовані за першою, другою та третьою технологією, були заповнені на 95-97 % (табл. 1), а стик четвертого типу має велику пустотність та неоднорідність.

Експериментальні дослідження – етап 2. Для виконання даних досліджень було повторно зібрано експериментальний стенд за методикою, що описана раніше.

Експериментальні дослідження виконано з трьома технологічними рішеннями. При виконанні перших двох рішень використано розжимні ободи, а дослідження третього типу відбувалося без встановлення обода (рис. 8).

Особливістю даного дослідження було те, що поліетиленову плівку, якою було огорнуто бетонну трубу після засипання піску, розрізали через внутрішній простір стиків. Таку дію виконали для того, щоб матеріал STP® мав можливість проникати у ґрунт.

Дослідження п'ятого технологічного рішення передбачало заповнення внутрішньої частини стиків монтажною піною на 40 – 50 мм. Через добу в монтажній піні пробурювали три рівновіддалені отвори та виконували ін'єктування.

Дослідження шостого технологічного рішення передбачало заповнення внутрішньої частини стиків поліуретановим ущільнювачем (50 мм) з подальшим його притисканням розжимним ободом. У поліуретановому ущільнювачі, через отвори в ободі, пробурювали отвори та виконували ін'єктування.

Дослідження сьомого технологічного рішення передбачало встановлення на стик розжимного обода з наклеєним на його краї гумового пустотілого ущільнювача. При цьому отвори в ободі закривалися пробками, натомість перфоратором бурили три рівновіддалені отвори в бетоні кільця під кутом до стиків та виходом отворів в нього (рис. 9).

Ін'єктування матеріалу STP® в стики між бетонними кільцями виконували за методикою, наведеною раніше.

На наступний день після проведення експериментів піщаний ґрунт із короба стенду було видалено до рівня низу труби, знято розжимні ободи та виконано візуальний огляд стиків (рис. 9).

Як результат встановлено, що всі досліджувані технологічні рішення щодо герметизації стиків труби зарекомендували себе добре.

Слід зазначити, що в даних дослідженнях рідкий поліуретановий матеріал виходив за межі бетонних кілець та утворював суцільні вінці. Утворені в результаті експерименту фрагменти заповнення стиків дають можливість стверджувати, що рідкий поліуретановий матеріал, який подавався в стики між бетонними кільцями, в результаті термічної реакції збільшився в декілька разів (орієнтовно в 2,2 рази) та набрав високої міцності.

У подальшому трубу було розрізано по середині стиків, виконано аналіз отриманих результатів та проведено фотофіксацію (рис. 10 – 12).

Візуальний огляд стиків між бетонними кільцями колектору після їх розрізання дає можливість стверджувати, що всі загерметизовані стики були заповнені на 95-97 % (табл. 2).

Висновки.

Експериментальні дослідження було проведено в кілька етапів і в результаті встановлено, що:

– перше та друге технологічне рішення дають можливість добре загерметизувати стики з отриманням високої щільності та однорідності поліуретанового матеріалу. Дані рішення рекомендовані до використання;

– третє технологічне рішення дає можливість отримати якісно загерметизований стик як і в попередніх рішеннях, проте за даними хронометражу така технологія має високу трудомісткість. Дане рішення не рекомендоване до використання;

– четверте технологічне рішення не прийнятне до використання, оскільки пустотність стиків занадто висока та не задовольняє встановлені вимоги. Крім

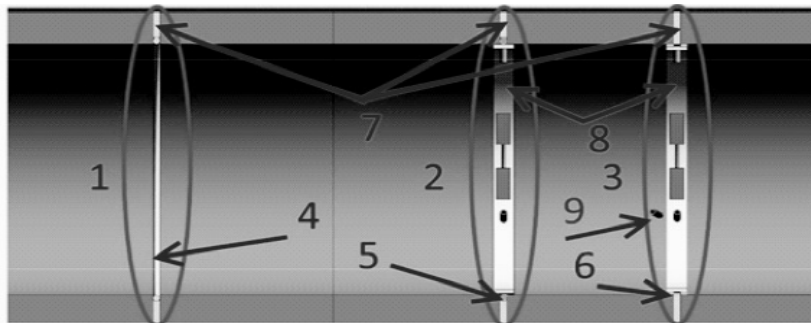


Рисунок 8 – Розріз труби з різними типами герметизації стиків: 1, 2, 3 відповідно 5-й, 6-й та 7-й тип загерметизованого стиків; 4 – монтажна піна; 5 – поліуретановий ущільнювач; 6 – гумовий пустотілий ущільнювач; 7 – матеріал STP®; 8 – розжимний обід; 9 – ін'єктор



Рис. 9. Загальний вигляд результатів, отриманих при проведенні експериментів



Рис. 10. Загальний вид стику після розрізу, загерметизованого за п'ятью технологією



Рис. 12. Загальний вид стику після розрізу, загерметизованого за шостою технологією

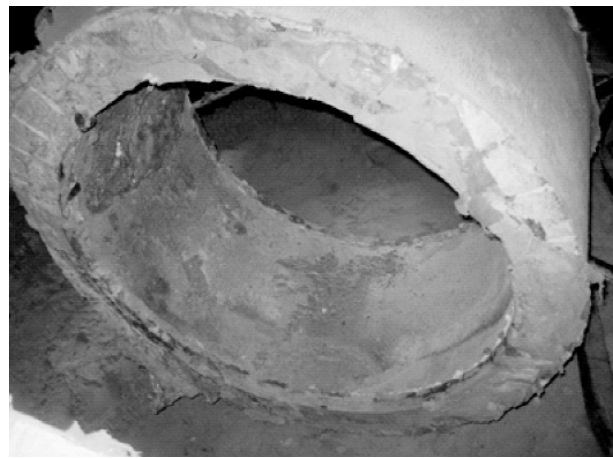


Рис. 13. Загальний вид стику після розрізу, загерметизованого за сьомою технологією

того, при виконанні робіт за такою технологією спостерігається висока загазованість робочого місця;

- п'яте технологічне рішення дає можливість отримати якісний загерметизований стик і може бути рекомендоване до використання за умови, що монтажна піна буде видалятися, а утворена порожнина буде заповнена ремонтними сумішами на основі полімерів або цементів;

- шосте технологічне рішення дає можливість отримати якісний загерметизований стик і може бути рекомендоване до використання за умови, що поліуретан буде видалятися, а утворена порожнина буде заповнена ремонтними сумішами на основі полімерів або цементів;

- сьоме технологічне рішення дає можливість отримати якісний загерметизований стик, тому рекомендоване до використання.

Слід зазначити, що при заповненні простору між

залізобетонними кільцями матеріалом SPT® відбувається одночасне заповнення порожнин за кільцями у зонах ослаблення ґрунту. Потрапляючи в зону, що підлягає герметизації, матеріал SPT® розповсюджується по шляху найменшого спротиву з боку ґрунту: спочатку заповнюючи порожнини поза межами залізобетонних кілець, а потім створюючи коренеподібні включення в тіло ґрунту в місцях його ослаблення, спресовуючи навколо себе ґрунт. Завдяки цьому відбувається підсилення ґрунту по периметру стиків залізобетонних кілець з його фактичним армуванням, заміщенням порожнин і ущільненням місць послаблень. У результаті чого зменшується ймовірність просідання ґрунтів під або над залізобетонними кільцями, які герметизуються і підсилюються, що особливо важливо при наявності над підземними спорудами автомобільних або залізничних шляхів та інших відповідальних об'єктів інфраструктури.

Таблиця 2. Результати досліджень герметизації стиків між бетонними кільцями (етап 2)

№ технології	Температура подачі матеріалу, °С	Об'єм шва між конструкціями, см ³	Заповненість шва, %	Показники заповненості шва встановлені за мету
5	+60	56,54	95	95-100%
6	Те саме	Те саме	96	Те саме
7	-//-	-//-	99	-//-

Література

1. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Поправка: ДБН В.2.5-75:2013. — [Чинний від 2014-01-01]. — К.: Мінрегіон України, 2013. — 219 с. — (Національний стандарт України)
2. Матеріал герметизуючий бутилрегенеративний. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-78-98 — [Чинний від 1999-01-01]. — К.: Держбуд України, 1999. — 31 с. — (Національний стандарт України)
3. Способ комплексной герметизации межпанельных швов и стыков сборных бетонных облицовок мелиоративных каналов / С. С.Марченко, П. С. Попов, Д. П. Арьков, О. Г. Семененко. // Научно-аграрный журнал, "Федеральный научный центр агроэкологии, мелиорации и защитного лесоразведения". — 2018. — С. 38-41.
4. Testing and assessment of epoxy injection crack repair for residential concrete stem walls and slabs-on-grade — Earthquake Engineering Richmond: NAHB Research Center, Inc. Upper Marlboro, 2002. — 32 p.
5. Опыт работ по гидроизоляции подземных сооружений / В. М. Дианов, А. В. Савич, К. С. Пашин, С. А. Графкин. // Санкт-Петербург: Записки Горного института. — 2012. — С. 145-150.
6. Патент України на корисну модель №106750 "Спосіб введення розчинів у ґрунт, монолітні і фракційні будівельні матеріали, деревину і подібні їй матеріали".
7. Патент України на корисну модель №106749 "Ін'єктор для введення розчинів у ґрунт, монолітні і фракційні будівельні матеріали, деревину і подібні їй матеріали".

References

1. Sewage. Outdoor networks and facilities. The main provisions for the design. Amendment: DBN V.2.5-75 2013. — [Effective from 2014-01-01]. — Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2013. — 219 p. — (National Standard of Ukraine)
2. Butyl regenerated sealing material. Specifications: DSTU B V.2.7-78-98 — [Effective from 1999-01-01]. — Kyiv: State Committee of Ukraine for Construction and Architecture, 1999. — 31 p. — (National Standard of Ukraine)
3. The method of complex sealing of inter-panel seams and joints of precast concrete mantels for reclamation channels / S.S. Marchenko, P.S. Popov, D.P. Arkov, O.G. Semenenko. // Scientific and Agronomic Journal, Federal Research Center for Agroecology, Land Reclamation and Protective Afforestation. — 2018. — pp. 38-41.
4. Testing and assessment of epoxy injection crack repair for residential concrete stem walls and slabs-on-grade — Earthquake Engineering Richmond: NAHB Research Center, Inc. Upper Marlboro, 2002. — 32 p.
5. Experience in waterproofing underground structures / V.M. Dianov, A.V. Savich, K.S. Pashin, S.A. Grafkin. // St. Petersburg: Notes of the Mining Institute. — 2012. — pp. 145-150.
6. Patent Ukrayiny na korysnu model? № 106750 "Sposib uvedennya rozchyniv u grunt, monolitni i fraktsiyni budiveln?ni materialy, derevynu i podobni yiy materialy" [Patent of Ukraine for utility model No. 106750 "A method of introducing solutions into soil, monolithic and fractional building materials, wood and similar materials"] (n.d.) <http://uapatents.com/>. Retrieved from <http://uapatents.com/8-106750-sposib-voedennya-rozchyniv-u-runt-monolitni-i-fraktsiyni-budivelni-materiali-derevynu-i-podibni-ji-materiali.html> [in Ukrainian].
7. Patent Ukrayiny na korysnu model? № 106749 "Inzhektor dlya uvedennya rozchyniv u grunt, monolitni i fraktsiyni budiveln?ni materialy, derevynu i podobni yiy materialy" [Patent of Ukraine for utility model No. 106749 "Injector for the introduction of solutions into soil, monolithic and fractional building materials, wood and similar materials"] (n.d.) <http://uapatents.com/>. Retrieved from <http://uapatents.com/11-106749-inzhektor-dlya-voedennya-rozchyniv-u-runt-monolitni-i-fraktsiyni-budivelni-materiali-derevynu-i-podibni-ji-materiali.html> [in Ukrainian].

А. С. Молодид, ORCID: 0000-0001-8781-6579, к.т.н, доцент,
И. В. Резниченко, инженер
 КНУСА, г. Киев

ТЕХНОЛОГИЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ СТЫКОВ МЕЖДУ СБОРНЫМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ КОЛЬЦАМИ ПОЛИУРЕТАНОМ SPT® RESINS ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аннотация. Приведены результаты исследований технологии герметизации стыков между сборными железобетонными кольцами с помощью нагнетания в полости полиуретанового материала SPT® Resins. Для выполнения экспериментальных исследований был спроектирован и собран специальный стенд с помощью которого создавались условия близкие к реальным. Основная задача исследований заключалась в подготовке вершин полостей стыков до начала инъектирования полиуретанового материала для предупреждения его вытекания. Для этого стык между кольцами закрывался разжимным металлическим ободом, а щели между кольцом и ободом заполняли: монтажной пеной, пустотелыми резиновыми уплотнителями или полиуретановыми уплотнителями. Кроме этого, один из стыков заполняли забрызгиванием полиуретанового материала SPT® в стык пистолетом для напыления. Вершины некоторых стыков заполняли монтажной пеной на 40 — 50 мм или полиуретановым уплотнителем (50 мм) с последующим прижиманием его разжимным ободом. Последним технологическим решением было установление на стык разжимного обода, на края которого наклеен резиновый пустотелый уплотнитель.

В результате исследований установлено, что все исследуемые технологические решения по герметизации стыков между сборными железобетонными кольцами в случае нагнетания в них полиуретанового материала SPT® Resins, позволяют добиться хорошего результата, а именно заполнить полости на 95 – 99 %. Исключением является технологическое решение, при котором стык заполняли забрызгиванием полиуретанового материала SPT® пистолетом для напыления, при этом полость заполнилась чуть больше, чем на 50 %, что является не приемлемым.

Ключевые слова: герметизация, стык, шов, полиуретан, подготовка шва, железобетонные кольца, технология.

A. Molodid ORCID: 0000-0001-8781-6579;

I. Reznichenko, engineer

Kiev National University of Construction and Architecture, Kiev

TECHNOLOGY FOR SEALING JOINTS BETWEEN PRECAST REINFORCED CONCRETE RINGS WITH SPT® RESINS POLYURETHANE MATERIALS BASED ON THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES

Abstract. *Technology for sealing joints between precast reinforced concrete rings with SPT® Resins polyurethane materials based on the results of experimental studies*

Annotation. The results of research on the technology of sealing joints between precast concrete rings using injection in the cavity of SPT® Resins polyurethane material are presented. To carry out experimental research, a special stand was designed and assembled with the help of which conditions close to real ones were created. The main objective of the research was to prepare the tops of the joint cavities before injecting the polyurethane material to prevent it from leaking out. To do this, the joint between the rings was closed with a metal rim, and the gaps between the ring and the rim were filled with: mounting foam; hollow rubber seals, or polyurethane seals. In addition, one of the joints was filled by spraying SPT® polyurethane material into the joint with a spray gun. The tops of some joints were filled with mounting foam at 40-50 mm, or with a polyurethane seal (50 mm), followed by pressing it with the top rim. The last technological solution was to install a compression rim at the joint, on the edge of which a rubber hollow seal is pasted.

As a result of the research, it was found that all the technological solutions under study for sealing the joints between precast concrete rings in the case of injection of SPT® Resins polyurethane material in them, can achieve a good result, namely, fill the cavities by 95-99 %. An exception is the technological solution in which the joint was filled with a spray gun filled with SPT® Resins polyurethane material, while the cavity was filled by a little more than 50 %, which is not acceptable.

Key words: seal, joint, seam, polyurethane, preparation of the seam, a reinforced concrete ring technology.

В.А. Пашинський, д.т.н., професор; **В.А. Настоящий**, к.т.н., професор; **В.В. Дарієнко**, к.т.н., доцент, **Г.Д. Портнов**, к.т.н., доцент; Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький; **Є.О. Томаченко**, магістр будівництва ТОВ "БУДСПЕКТР", м. Кропивницький

ВИКОРИСТАННЯ МОНОЛІТНОГО ПІНОБЕТОНУ ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

Анотація. Аналізується досвід використання монолітного пінобетону неавтоклавного твердіння для зведення стін малоповерхових будівель. Невисока вартість, екологічна чистота, достатньо високі механічні й теплотехнічні характеристики, низька чутливість до умов формування й твердіння дозволяють готувати бетонну суміш в умовах будівельного майданчика й використовувати її для улаштування монолітних несучих та огороджувальних конструкцій. Високої якості готовій конструкції додає використання пластикової опалубки GeoPanel, яка успішно використовується ТОВ "БУДСПЕКТР". Наведені приклади зведення монолітних стін підтверджують доцільність широкого використання неавтоклавного пінобетону при спорудженні й утепленні будівель різного призначення.

Ключові слова: пінобетон, монолітні конструкції, усадка бетону, теплоізоляція.

Постановка проблеми. Зростання обсягів житлового будівництва на фоні підвищення вартості енергоносіїв робить все більш актуальною проблему забезпечення енергоефективності житла. Існує стійка тенденція підвищеного попиту на конструкційно-теплоізоляційні вироби та місцеві енергоефективні стінові матеріали для малоповерхового будівництва. Одним з таких матеріалів є автоклавний газобетон, який використовується у вигляді блоків заводського виробництва. Відсутність достатніх виробничих потужностей змушує споживачів купувати й завозити газобетонні блоки з віддалених районів нашої держави або навіть з Білорусі, Фінляндії та країн Балтії. Це обумовлює необхідність упровадження в практику будівництва дешевих та ефективних місцевих матеріалів з високими теплофізичними й механічними характеристиками, які можна використовувати на об'єктах з мінімальною прив'язкою до заводів будівельної індустрії.

Аналіз останніх досліджень та нерозв'язаних питань. Аналіз публікацій та досвіду сучасного будівництва показує, що одним з ефективних конструкційно-теплоізоляційних стінових матеріалів є ніздрюватий бетон різних видів. Вимоги до технічних характеристик ніздрюватих бетонів і виробів з них встановлені стандартами [1...3]. Проаналізовані в роботах [4, 5] експлуатаційні властивості та ніздрюватого бетону показують, що він є екологічно чистим, негорючим матеріалом з досить високими тепловими й механічними характеристиками. Практичний досвід використання неавтоклавного пінобетону викладено в роботі [6], а рекомендації щодо вибору оптимальної марки ніздрюватого бетону для зведення стін цивільних будівель надані в статті [7]. Найбільшу міцність мають автоклавні газобетони [1], але складна технологія виготовлення дозволяє використання їх лише у формі готових виробів, тобто блоків різних розмірів.

Сфера використання ніздрюватих бетонів може бути розширена за рахунок використання монолітного пінобетону неавтоклавного твердіння, для виробництва якого промисловість пропонує мобільні установки різної потужності. Для розв'язання цієї проблеми необхідно налагодити просту й практично

доступну технологію виготовлення пінобетону із заданими властивостями безпосередньо на будівельному майданчику, проаналізувати галузі його ефективного використання та розробити способи контролю якості готових монолітних конструкцій.

Мета роботи полягає у висвітленні вітчизняного досвіду виробництва безавтоклавного пінобетону та його використання в монолітних несучих та огороджувальних конструкціях будівель різного призначення.

Технологія виготовлення й технічні характеристики пінобетону. Зведення енергоефективних будівель різного призначення є одним з найважливіших напрямків діяльності ТОВ "БУДСПЕКТР" (м. Кропивницький). Наявність мобільної установки з виробництва пінобетону неавтоклавного твердіння дає змогу використовувати дешевий, екологічно чистий, негорючий, ефективний конструкційно-теплоізоляційний матеріал з високими теплофізичними характеристиками, який виготовляється безпосередньо на будівельному майданчику.

Технологічний процес приготування пінобетонної суміші полягає в тому, що піноутворювач змішують з водою, після чого в отриману піну додають цемент і пісок. Пориста структура досить швидко формується шляхом інтенсивного механічного перемішування в мобільній установці. Густина пінобетону регулюється кількістю введеної піни. Досвід показав, що температура навколишнього середовища, точність дозування компонентів, сталість властивостей в'язучого і кремнеземистих заповнювачів не виявляють істотного впливу на властивості пінобетону.

Склад пінобетонної суміші, що використовується ТОВ "БУДСПЕКТР", наведено в таблиці 1. Для створення пористої структури використовуються піноутворювачі на основі кісткового клею (ГОСТ 2067), соснової каніфолі (ГОСТ 19113), смоли деревної омиленої (ТУ 13-0281078-93) та морпену (ТУ 0258-001-01013393-94). З метою зниження усадки до складу пінобетону вводяться добавки-мінералізатори, які проникають в пори: будівельний гіпс марки не нижчої за Г-7, глиноземний цемент, солі соляної і фторної кислоти.

Таблиця 1. Склад пінобетонної суміші, який використовується ТОВ "БУДСПЕКТР"

Технічні характеристики	Од.вим.	Марка пінобетону					
		400	600	800	1000	1200	1400
Пісок	кг	-	70	220	340	680	760
Цемент	кг	320	460	480	500	520	540
Вода в розчині	л	154	200	211	215	218	221
Вода в піні	л	56	47	42	36	28	24
Піноконцентрат	кг	1,4	1,17	1,05	0,91	0,69	0,61
Піна	л	800	715	630	560	460	370
Водоцементне відношення		0,65	0,53	0,52	0,50	0,47	0,45
Пористість	%	80	71	63	56	46	37

Таблиця 2. Результати лабораторних досліджень пінобетонних блоків виробництва ТОВ "БУДСПЕКТР"

Розміри блоків, мм	Марка за густиною, кг/м ²	Міцність на стиск, МПа	Теплопровідність, Вт/м*К	Морозостійкість, F
200×200×400	700	2,7...3,0	0,18	35
200×300×500	700	2,7...3,0	0,18	35
100×300×400	700	2,7...3,0	0,18	35
120×300×500	700	2,7...3,0	0,18	35
100×300×500	400	1,0	0,10	25
120×300×500	400	1,0	0,10	25

Оптимальна кількість введених добавок знаходиться в межах від 6% до 10% від маси цементу. Вологісна усадка отриманого пінобетону складає 0,8...0,9 мм/м, тобто в 3 рази менша від допустимої за вимогами стандарту [1]. Отриманий пінобетон має підвищену тріщиностійкість і придатний для монолітного будівництва та виготовлення стінових блоків, про що свідчать результати лабораторних випробувань, які наведено в таблиці 2.

Слід також звернути увагу, що при використанні нестійкої піни відбувається усадка й розшарування пінобетонної суміші, а при надмірному збільшенні в'язкості піноутворюючого розчину зменшується рухливість піни та відповідно погіршується її перемішування з розчинними компонентами.

Лабораторні дослідження пінобетону виробництва ТОВ "БУДСПЕКТР" проводилися в лабораторії з дослідження будівельних матеріалів державного підприємства "Кіровоградстандартметрологія". Пінобетонні блоки виготовлені за описаною вище технологією з використанням мобільної установки для приготування пінобетонної суміші. Процес досліджень міцності зразків відображено на рисунках 1 та 2.

Наведені в таблиці 2 технічні характеристики відповідають вимогам стандартів [1...3] до неавтоклавних

ніздрюватих бетонів та до стінових блоків з них.

Технологія влаштування монолітних конструкцій з неавтоклавного пінобетону. Пінобетон власного виробництва широко використовуються ТОВ "БУДСПЕКТР" в малоповерховому котеджному та дачному будівництві в м. Кропивницький та в Кіровоградській області. Найважна установка вертикального змішування циклічної дії дозволяє приготувати понад 1м³ пінобетонної суміші протягом години. Бетонування ведеться шарами, товщина яких залежить від площі горизонтального перерізу конструкції. При бетонуванні конструкцій з невеликою площею (колонни, вузькі простінки тощо) товщина шару не повинна перевищувати 0,6 м. Наступні шари в опалубці заповнюються через 3...5 годин, залежно від густини вихідного розчину. Це відповідає терміну одержання достатньої конструкційної міцності матеріалу, та забезпечує від зменшення пористості внаслідок гідростатичного тиску суміші. У випадку великої перерви в бетонуванні для забезпечення монолітності конструкції слід зволожити поверхню контакту. Приклади виконання стін з монолітного пінобетону наведені на рисунках 3 та 4.

Високу продуктивність робіт з монолітним пінобетоном забезпечує опалубка GeoPlast. Модульна

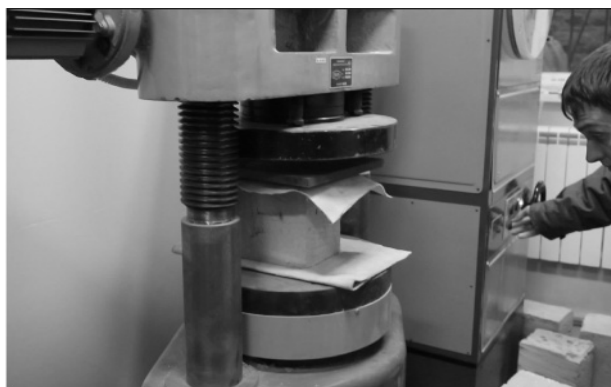


Рис. 1. Вигляд зразка перед випробуванням в дослідній машині Зім П-125

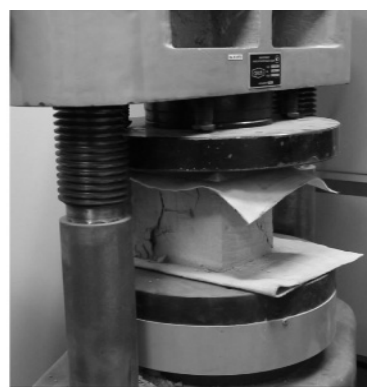


Рис. 2. Вигляд дослідного зразка після випробування



Рис. 3. Приклад використання монолітного пінобетону в якості внутрішніх стін торговельного комплексу в м. Кропивницький

збірно-розбірна конструкція дозволяє зібрати опалубку необхідної конфігурації та розмірів. Пластик ABS, з якого виготовлені панелі опалубки, забезпечує отримання правильної геометричної форми та гладкої поверхні забетонованих конструкцій, яка практично не потребує вирівнювання перед оздобленням. Невелика вага панелей (максимум 11 кг) забезпечує високу швидкість переміщення й монтажу опалубки для бетонування стін, колон, перекриттів та інших конструкцій навіть силами одного робітника. Приклади монтажу опалубки GeoPlast для бетонування різних конструкцій наведені на рисунку 5.

Області застосування, переваги та недоліки монолітного пінобетону.

До переваг застосування монолітного пінобетону в умовах будівельного майданчика можна віднести наступне:

- відсутні витрати на придбання та доставку щебеню, гравію, керамзиту;
- не потрібне протикорозійне покриття арматури;
- висока рухливість суміші дозволяє заливати будь-які форми та приховані порожнини, що значно спрощує укладання розчину і дає економію до 20% сумарних енерговитрат;
- при укладанні суміші не потрібна вібрація, що дає економію до 4 кВт на 1 м³ та істотно збільшує термін експлуатації опалубки;
- більш якісна лицьова поверхня зменшує витрати на оздоблювальні роботи на 15...20%;



Рис. 4. Використання опалубки GeoPlast для укладання монолітного пінобетону при улаштуванні огорожувальних конструкцій житлової будівлі в м. Знам'янка

- простота процесу дозволяє використовувати некваліфіковану робочу силу;
- використання пінобетону в якості самонесучих стін істотно знижує навантаження на фундаменти й несучі конструкції каркасів багатоповерхових будівель та відповідно - витрати сталі на їх армування.

Досвід зведення та експлуатації будівель з безавтоклавного пінобетону показав, що головними їх перевагами є відсутність дорогої термообробки (порівняно з 1991 роком вартість технологічної пари для автоклавів зростає в 30 разів) та можливість монолітного бетонування на будівельному майданчику без прив'язки до заводів будівельної індустрії. Мікроклімат зведених будівель комфортний для людини та близький до мікроклімату дерев'яного будинку. Враховуючи вказані переваги, описана технологія монолітного пінобетону використовується ТОВ "БУДСПЕКТР" у таких галузях:

- монолітне малоповерхове житлове будівництво;
- зведення мансард і надбудов багатоповерхових будівель, самонесучих зовнішніх і внутрішніх стін та перегородок;
- теплоізоляція покрівель, тепло- і звукоізоляція стін, підлог, перекриттів;
- заповнення пустот багатошарових огорожувальних конструкцій;
- виготовлення плит, блоків та каменів для малоповерхового будівництва.

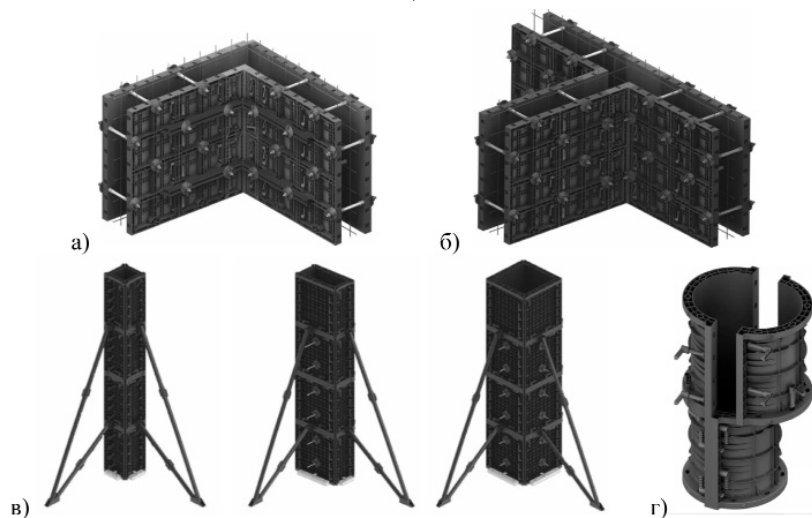


Рис. 5. Використання опалубки GeoPlast для влаштування несучих конструкцій: а - вирішення кута стіни; б - Т-подібний кут; в - прямокутна колонна; г - кругла колонна

Висновок. Упровадження технології монолітного пінобетону дозволяє вирішувати наступні економічні та технологічні завдання: скорочення термінів будів-

ництва, використання легкодоступних сировинних компонентів, зниження собівартості будівель і споруд та зменшення енерговитрат при їх експлуатації.

Література

1. ДСТУ Б В.2.7-45:2010. Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови. - К., 2010. - 41 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-137:2008. Будівельні матеріали. Блоки з ніздрюватого бетону стінові дрібні. Технічні умови. - К., 2008. - 16 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-164:2008. Вироби з ніздрюватих бетонів теплоізоляційні. Технічні умови. - К., 2009. - 11 с.
4. Грамбовецкий В.П. Ячеистый бетон в современном строительстве // Технология бетонов, 2007 - № 2. - С. 30-33.
5. Саницький М. А. Виробництво пінобетонів безавтоплавного тверднення в західному регіоні України / М. А. Саницький, В. В. Лів, І. І. Павлишин // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". - 2004. - № 495 : Теорія і практика будівництва. - С. 166-168.
6. Пашинський В.А. Практичний досвід використання збірного і монолітного неавтоклавного пінобетону при зведенні енергоефективних будівель ТОВ БУДСПЕКТР / В.А. Пашинський, В.А. Настоящий, ВВ Дариєнко, Є.О. Томаченко. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2016. - Вип. № 65. - С. 132-136.
7. Пашинський В.А. Оптимальні марки ніздрюватого бетону для стін цивільних будівель / В.А. Пашинський, С.О. Карпушин // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2017. - Вип. № 68. - С. 91-95.

Reference

1. DSTU B V.2.7-45:2010. Betony nizdriuvati. Zahalni tekhnichni umovy. - K., 2010. - 41 s.
2. DSTU B V.2.7-137:2008. Budivelni materialy. Bloky z nizdriuvatoho betonu stinovi dribni. Tekhnichni umovy. - K., 2008. - 16 s.
3. DSTU B V.2.7-164:2008. Vyrobny z nizdriuvatykh betoniv teploizoliatsiini. Tekhnichni umovy. - K., 2009. - 11 s.
4. Grambovetskiy V.P. Yacheisty beton v sovremennom stroitelstve // Tekhnolohiya betonov, 2007 - № 2. - S. 30-33.
5. Sanytskyi M. A. Vyrobnystvo pinobetoniv bezavtoplavnoho tverdnennia v zakhidnomu rehioni Ukrainy / M. A. Sanytskyi, V. V. Ilyv, I. I. Pavlyshyn // Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika". - 2004. - № 495 : Teoriia i praktyka budivnytstva. - S. 166-168.
6. Pashynskiy V.A. Praktychnyi dosvid vykorystannia zbirnoho i monolitnoho neavtoklavnoho pinobetonu pry zvedenni enerhoefektyvnykh budivel TOV BUDSPEKTR / V.A. Pashynskiy, V.A. Nastoiashchyy, VV Dariienko, Ye.O. Tomachenko. Visnyk Odeskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury, 2016. - Vyp. № 65. - S. 132-136.
7. Pashynskiy V.A. Optymalni marky nizdriuvatoho betonu dlia stin tsyvilnykh budivel / V.A. Pashynskiy, S.O. Karpushyn // Visnyk Odeskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury, 2017. - Vyp. № 68. - S. 91-95.

В.А. Пашинский, д.т.н., профессор; **В.А. Настоящий**, к.т.н., профессор; **В.В. Дариенко**, к.т.н., доцент; **Г.Д. Портнов**, к.т.н., доцент; Центральноукраинский национальный технический университет, г. Кропивницкий
Е.А. Томаченко, магистр строительства, ООО "БУДСПЕКТР", г. Кропивницкий

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОНОЛИТНОГО ПЕНОБЕТОНА ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация. Анализируется опыт использования монолитного пенобетона неавтоклавного твердения для возведения стен малоэтажных зданий. Невысокая стоимость, экологическая чистота, достаточно высокие механические и теплотехнические характеристики, низкая чувствительность к условиям формирования и твердения позволяют готовить бетонную смесь в условиях строительной площадки и использовать ее для устройства монолитных несущих и ограждающих конструкций. Высокое качество готовой конструкции обеспечивает использование пластиковой опалубки GeoPanel, которая успешно используется ООО "БУДСПЕКТР". Приведенные примеры возведения монолитных стен подтверждают целесообразность широкого использования неавтоклавного пенобетона при строительстве и утеплении зданий различного назначения.

Ключевые слова: пенобетон, монолитные конструкции, усадка бетона, теплоизоляция.

V.A. Pashynskiy, Sc.D., Professor; **V.A. Nastoyashiy**; Ph.D., Professor; **V.V. Darienko**, Ph.D., Associate Professor, **G.D. Portnov**, Ph.D., Associate Professor; Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi
E.O. Tomachenko, MSc, LLC "BUDSPEKTR", Kropyvnytskyi

THE USE OF MONOLITHIC FOAM CONCRETE FOR THE CONSTRUCTION OF ENERGY EFFICIENT BUILDINGS

Abstract. The experience of use of foam concrete for construction of the walls of low-rise buildings is analyzed. Low cost, environmental security, rather high mechanical and thermal performance and low sensitivity to the conditions of forming and hardening allows to prepare a concrete mix in the conditions of the construction site and use it as monolithic bearing and enclosing structures. The high quality of the finished structure is ensured by the use of GeoPanel plastic formwork, which is successfully used by LLC BUDSPECTR. The following examples of the construction of monolithic walls confirms the expediency of use of foam concrete for the construction and insulation of buildings of different types.

Key words: foam concrete, monolithic constructions, shrinkage of concrete, thermal insulation.

С.М. Марчук . зав. сектору;

О.М. Чернухін пров. наук. співр.,

В.М. Хоменко ст. наук. співр., ДП "НДІБВ", м. Київ

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОНАННЯ РОБІТ НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ ТЕХНІЧНОЇ ПІДЛОГИ З СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ

Анотація. В статті досліджено вплив від розшарування фібробетону в процесі виконання технічної підлоги за звичайною технологією на зміну його міцності по товщині плити.

Ключові слова: технологія, бетон, підлога, міцність, фібра

Технічна характеристика існуючої технічної підлоги.

Технічна підлога зі сталефібробетону, технологія влаштування якої досліджується в цій статті, знаходиться у виробничому корпусі заводу дерев'яних конструкцій, що розташований в пгт. Калинівка Броварського району Київської області. Підлога виконана у 2013 р з монолітного залізобетону бетону за проектом НТП "Технопроект". Поверхня підлоги зміцнена топпінгом з цементно-полімерного розчину. Загальна площа підлоги дорівнює 3600 м², товщина підлоги – 200 мм, клас бетону- В30. пластичність – Р4.

В процесі виконання робіт на периферійній частині підлоги стрижнева арматура була замінена на сталеву фібру. Довжина фібри складала 50 мм, діаметр – 1 мм.

Інтенсивність навантаження на підлогу – середня, тому кількість сталеві фібри в бетоні складала 20 кг/ м³.

Опис технології виконання робіт

Фібробетонна підлога виконувалася за звичайною технологією. Фібробетонна суміш виготовлялася на бетонному заводі і транспортувалася до місця вкладання міксерями, де по лотках розвантажувалася в заздалегідь огорожену рейками, покриту полімерною плівкою карту. Ущільнення і розрівнювання фібробетонної суміші в карті виконувалося виборейкою обережно, щоб зменшити її розшарування.

Під впливом вібрації фібробетонна суміш осідала і на її поверхні з'являлося цементне молоко. Після

4-ох годинного твердіння в цементне молочко за допомогою візка – дозатора шаром до 3 мм насипався ущільнювач (топпінг), який являв собою суху суміш із цементу, полімеру, пігменту та кварцового наповнювача.

На останньому етапі технології влаштування підлоги, поверхня фібробетонної плити шліфувалася до дзеркального блиску.

Метою даного дослідження було визначення зміни несучої здатності існуючої підлоги від можливого розшарування фібробетону в процесі виконання робіт. Виконаний огляд поверхні підлоги з фібробетону показав, що вона вкрита топпінгом і на ньому немає помітних пошкоджень.

Для огляду перерізу та виміру товщини плити на периферійних ділянках були вирізані зразки на всю товщу підлоги.

Результати вимірів товщини плит підлоги зведені у таблицю 1.

За СНиП 2.03.13-88 /1/ відхилення товщини плити підлоги не повинно перевищувати 10% від проектної. З таблиці 1 слідує, що лише в 2 місцях, а саме в точках И-3 та М-10+5м, воно вище вимоги на 5%, тому слід рахувати, що товщина плити витримана.

Визначення міцності плити з фібробетону виконувалося за допомогою електронного склерометру "ОНИКС-2.5", що складався з електронного блоку та датчика.

Зразки плити були доставлені в лабораторію, де на зовнішній і бокових поверхнях намічені місця ви-

Таблиця 1. Виміри товщини бетонну по зразках

Місце відбору зразків, осі	Товщина плити, см	Місце відбору зразків, осі	Товщина плити, см	Місце відбору зразків, осі	Товщина плити, см
Б.1-1	23,5	И-2	21,5	М-5	20
Б.1-2	23	И-3	17	М-9+1м	20
Б.1-3	20	И-4	16	М-10	21
Б.1-4	19	И-4+2м	18,5	М-10+5м	17
Б.1-5	18	И -5	21		
Б.1-6	22	И-7	18,5		
		И-8	18,5		
		И-8+5м	18,5		
		И-9+2 м	18		
		И-10	20		
Сер. знач.	20,9	Сер. знач.	18,75	Сер. знач.	19,5

Таблиця 2.

№ квадрата	Міцність, МПа	Клас бетону
1	62,5	B 55
2	62,4	B 55
3	64,2	B 55
4	69,8	B 60
5	69,5	B 60
6	67,3	B 60
7	71,4	B 65
8	73	B 65
9	75,4	B 65
10	74,8	B 65
11	73	B 65
12	71,2	B 65
13	70,3	B 60
14	75,3	B 65
15	75,6	B 65
16	73,7	B 65
Середн.	70,6	B 60

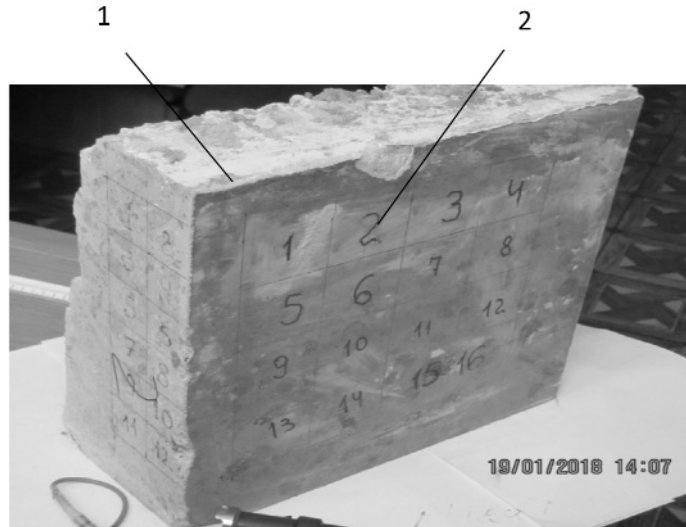


Рис. 1. Розмітка зовнішній поверхні зразка для випробуваній міцності топпінгу. 1 – шар топпінгу, 2 – точки визначення міцності

конання замірів. Випробування на зовнішній стороні плити відповідали міцності топпінгу (Рис. 1), а результати наведені в таблиці 2.

З таблиці слідує, що середня міцність топпінгу складає 70,6 МПа, що відповідає класу B60, для якого модуль пружності дорівнює 40000 МПа.

Розмітка місць випробування по товщині зразка показана на рисунку 2, а результати – у таблиці 3.

На рисунку 2 видно, що крупні фракції запо-

внювача у вигляді щєбня розміром більше 20 мм розташовані знизу зразка, що підкреслює розшарування суміші.

По результатам вимірів міцності фібробетону (табл. 3) можна зробити висновок, що міцність фібробетону від верху зразка до низу змінюється від 41,5 до 52,1 МПа, що також свідчить про його суттєве розшарування.

Відмічене розшарування фібробетонної суміші

Таблиця 3. Міцність фібро бетону по товщині плити

Номер квадрата	Міцність, МПа	Клас бетону	Прим.
1	55,4	B 50	Низ
2	46,6	B 40	Верх
3	54,6	B 50	Низ
4	41,4	B 35	Верх
5	47,5	B 40	Низ
6	40,7	B 35	Верх
7	49,6	B 45	Низ
8	38,2	B 35	Верх
9	52,6	B 45	Низ
10	39,8	B 35	Верх
11	52,9	B 45	Низ
12	43,8	B 40	Верх
Сер. знач 1,3 ..9,11	52,1	B 45	Низ
Сер. знач 2,4 ..10,12	41,75	B 35	Верх

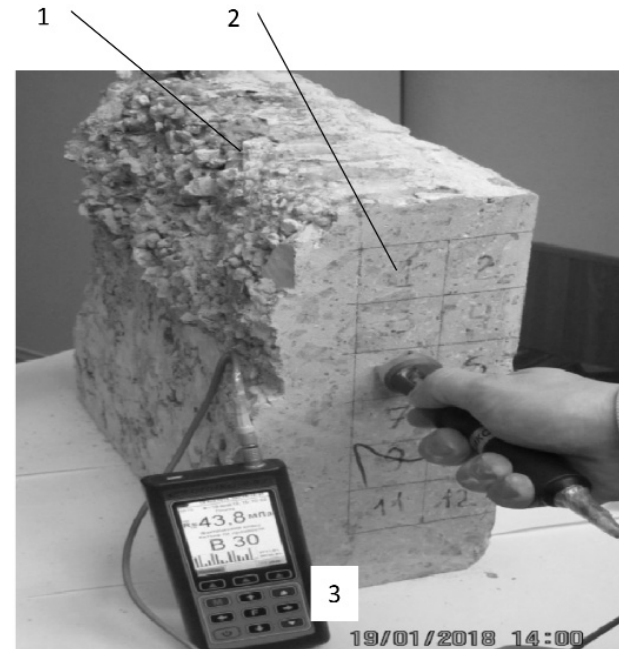


Рис. 2. Місця випробування міцності фібробетону по товщині зразка. 1 – фібра, 2 – точки визначення міцності, 3 – електронний склерометр

викличе відповідну зміну несучої здатності верхньої та нижньої частин плити.

Перевірку впливу розшарування фібробетонної суміші на несучу здатність плити виконаємо розрахунком плити на пружній основі.

Відомо, що при розрахунках несучої здатності згинальних конструкцій, зниження міцності бетону у верхній ділянці в результаті розшарування враховується в СНІП коефіцієнтом умов роботи меншим за одиницю ($\gamma = 0,85$), але в дійсності він становить значно більшим для бетонних сумішей з пластичністю $P > 8$ см /2/.

Зміна міцності бетону по товщині згинальної конструкції враховується зміною модуля пружності, який має більш вагомий вплив в рахунку на несучу здатність підлог, як плит, що лежать на пружній основі. При цьому за звичай приймають, що осідання основи співпадає з вигинами плити під навантаженням. Для плит ця умова виражається загальним диференціальним рівнянням, в якому ліву частину рівняння є бігармонічним рівнянням вигину осі плити, а права – функцію зовнішнього навантаження $g(x,y)/3$.

Щоб визначити вплив розшарування фібробетону на міцність підлоги, прийемо до розгляду лише ліву частину рівняння, для якої визначальним є циліндрична жорсткість плити B і яка виражається

залежністю:

$$B = (E_b \cdot h^3) / 12(1 - \mu^2),$$

де

E_b – модуль пружності;

μ – коефіцієнт Пуассона матеріалу плити, який для бетону дорівнює 0,2;

h – товщина плити – 0,2 м.

Підставив в це рівняння значення модулів пружності, які визначені для бетону в верхній та нижній частинах зразку (таблиця 2) отримуємо: при класі бетону для низу зразку В 45 по /1/ модуль пружності складає 37500 МПа, при класі бетону для верху В 35 модуль пружності – 34000 МПа.

Враховуючи те, що інші значення, які входять до формули 1, в обох випадках однакові, можна стверджувати, що при влаштуванні підлоги за звичайною технологією виконання робіт несуча здатність підлоги в верхній частині складає лише 34000 МПа / 37500 МПа = 0,906 частки від нижньої.

Висновок.

Виконані дослідження показали, що при влаштуванні технічної підлоги за звичайною технологією розшарування суміші фібробетону в процесі виконання робіт за звичайною технологією викликає зниження несучої здатності верхньої частини плити підлоги до 10%, яку треба враховувати при проектуванні.

Література

1. СНиП 2.03.13-88 "Полы"
2. Г. Бидный, А. Мкртумян, Г. Шапиро "Прочность и модуль упругости бетона в изделиях кассетного производства", Жилищное строительство №7. 1967 г.
3. Гениев Г.А., Киссюк В.Н., Тюпин Г.А. "Теория пластичности бетона и железобетона" – М: Стройиздат, 1974.

Reference

- 1 SNiP 2.03.13-88 "Floors"
- 2 G. Bidny, A. Mkrtyumyan, G. Shapiro "Strength and modulus of elasticity of concrete in cassette products", Housing №7. 1967
- 3 Genius G.A., Kissyuk V.N., Tyupin G.A. "The theory of plasticity of concrete and reinforced concret".

С.М. Марчук – зав. сектора;

О.М. Чернухин – вед. науч. сотр.,

В.М. Хоменко – ст. научн. сотр., ГП "НИИСП", г. Киев

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛА ИЗ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА

Аннотация. В статье исследовано влияние от расслоения фибробетона в процессе выполнения технического пола по обычной технологии на изменение его прочности по толщине плиты.

Ключевые слова: технология, бетон, пол, прочность, фибра

S. Marchuk; O. Chernuchin; V. Chomenko

Research Institute of Construction Production, Kyiv

THE IMPACT OF TECHNOLOGY OF WORK PERFORMANCE ON THE STABILITY OF TECHNICAL FLOOR OF STALEFIBETON

Abstract. The article researches the effect of fiber-reinforced concrete stratification during the performance of a technical floor according to conventional technology on the change in its strength over the thickness of a slab.

Keywords: technology, concrete, flooring, strength, fiber

В.О. Галушко, д. т. н., доцент, професор кафедри Технології будівельного виробництва, ORCID 0000-0001-5744-0486, м. Одеса;

О.І. Менейлюк, д.т.н., професор, кафедра Технологія будівельного виробництва Одеська державна академія будівництва та архітектури, ORCID: 0000-0002-1007-309X, м. Одеса;

І.О. Менейлюк, к.т.н., докторант кафедри Технології будівельного виробництва Харківський національний університет будівництва і архітектури, ORCID: 0000-0001-7075-2898, м. Харків;

Д.Ю. Уваров, аспірант кафедри Технологія будівельного виробництва Одеська державна академія будівництва та архітектури, ORCID: 0000-0002-3591-342X, м. Одеса

ВИБІР ЕФЕКТИВНОГО МЕТОДУ ЗМІЦНЕННЯ СХИЛУ В РАЙОНІ АРКАДІЇ М. ОДЕСИ

Анотація. Масове будівництво будинків і споруд у радянський час привело до того, що міста розрослися й території під забудову займалися поблизу балок, водойм на берегах рік і морів. Несвоєчасні ремонти трубопроводів, поступове заповнення балок і згладжування рельєфу місцевості, і як наслідок підйом рівня ґрунтових вод часто приводили до виникнення зсувів. На основі аналізу літературних джерел і інженерних розв'язків складена класифікація способів зміцнення зсуво-небезпечних схилів. В якості прикладу була розглянута берегова зона в м. Одесі в районі Аркадії. При виборі ефективного методу при зміцненні схилу визначили характеристики ґрунту та склад ґрунтової води. Після отримання результатів були розглянуті структурні схеми, та обраний ефективний метод зміцнення.

Ключові слова: зсуво-небезпечні схилі, закріплення схилів, склад ґрунтової води.

Вступ. Масове будівництво будинків і споруд у радянський час привело до того, що міста розрослися й території під забудову займалися поблизу балок, водойм на берегах рік і морів.

Несвоєчасні ремонти трубопроводів, поступове заповнення балок і згладжування рельєфу місцевості, і як наслідок підйом рівня ґрунтових вод часто приводили до виникнення зсувів.

І сьогодні погроза сходження ґрунтів на таких територіях дуже велика. Половина освоєних схилівих площ України поступово сповзає. Зокрема, майже 14 тис. зсувів зафіксоване в Прикарпаття (зсувами уражено 70% південно-східних схилів), у Криму (50%). Відомі зсуви відбулися на Донбасі, у Чернівецькій, Одеській і Хмельницької областях. [1]

Причиною утвору зсувів є порушення рівноваги між силою, що зрушує, ваги й утримуючими силами на схилі. Воно викликається:

- наявність похилої лінії ковзання із сипучого ґрунту (пісок, супесь) у тілі схилу;

- збільшенням крутості схилу в результаті підмива водою;

- ослабленням міцності порід при вивітрюванні або перезволоженні атмосферними опадами й підземними водами;

- сейсмічними впливами;

- будівельною й господарською діяльністю на схилах;

- додатковими навантаженнями на ґрунт у зсуві небезпечній зоні від нових будинків і споруд.

На схилах, що чергуються водотривкими (глинистими) і водоносними складеними породами зсувна небезпека найбільше яскраво виражена.

У розв'язку даної проблеми брали участь ряд вчених і фахівців різних країн: Авербах І.В., Алимов Л.А., Баранов В.С., Воронин В.В., Гладкий В.М., Гольштейн М.Н., Горбунов-Посадов М. И., Горчаков Г.І., Давидов Г.Д., Дмитриев С.А., Захаркин В.М., Ільчєв

В. А., Копейко В.Я., Крутов В. І., Мещеряков А.Н., Мулін Н.М., Перлей Е.М., Разумний В.В., Раюк, Ржаніцин Г.А., Саприкін Л.Д., Сорочан Е. А., Трофіменков Ю. Г., Хейфец В.Б., Шик С.П., Шутенко Л. Н., Філахтов А.Л., Янкулін М.Г., Balko С., Bolton M.D., Cheney J.A., Cundall P. A., A. Drescher, Dysli M. Parkas J., Hujecsek O., Kutter B.L., Sloboda P., O. D. L. Strack, и др.

Ціль досліджень, викладених у роботі полягає у виборі раціонального розв'язку зміцнення схилу складного рельєфу на морському узбережжі м. Одеси для підвищення надійності й безпеки зсувного масиву.

Щільна забудова селитебної зони й висока вартість житла й оренда землі в прибережній зоні м. Одеси вызвали необхідність освоєння зсуви- небезпечних схилів. Саме з таких схилів складається більша частина узбережжя м.Одеси. В 60 г. минулого сторіччя зробили цілий ряд заходів щодо зміцнення схилів. Це — терасування (уполоаживание крутих схилів з утвором горизонтальних терас); обладнання відкритих і закритих дренажних систем для відводу ґрунтової води; зелені насадження на схилах (чагарники, дерева) для закріплення верхньої частини масиву ґрунту на схилах; і трава — для запобігання ерозії. До останніх років будівництво в пребрежній зоні виконувалися одне- і двоповерхові. Будинку підвищеної поверховості будувати заборонялося. Однак в останні роки ситуація змінилася. Одне за іншим з'являються всі нові й нові будинки на узбережжя. Іноді це приводить до виникнення аварійних ситуацій. Тому в роботі розглянуті способи й методи зміцнення схилів і берегових ліній і наведений приклад інженерних заходів щодо зміцнення зсуви- небезпечного схилу на конкретній ділянці одеського узбережжя в районі курорту Аркадія. Реалізація цього проекту ведеться в цей час. Вона дозволить забезпечити безпечні умови експлуатації прибережної зони.

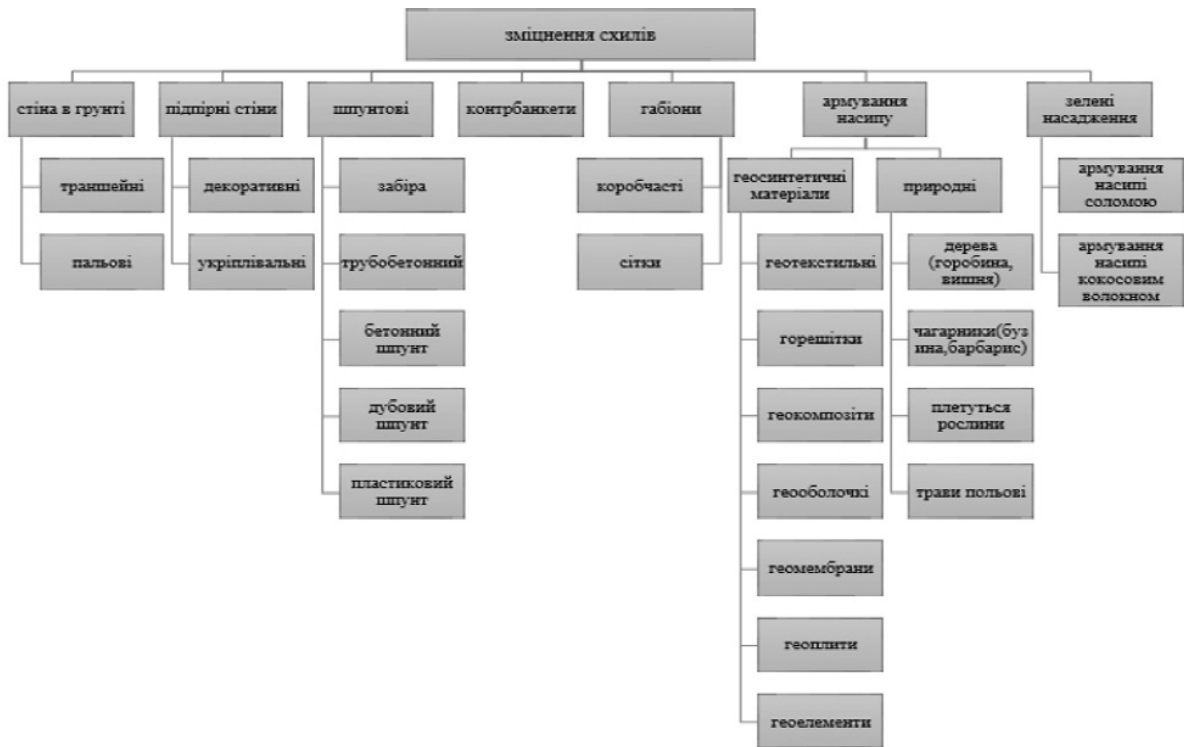


Рис. 1. Класифікація способів і методів зміцнення схилів і берегових ліній

На підставі аналізу літературних джерел і інженерних розв'язків складена класифікація способів зміцнення зсуво- небезпечних схилів рис. 1.

Зміцнення схилів і берегових ліній має безліч варіантів. Тому при виборі ефективного розв'язку необхідно враховувати структуру схилу ґрунту, ухил, навантаження, рельєф і т.д.

Одним з таких прикладів, є бериговая зона в м. Одесі в районі Аркадії. Ділянка забудови має складний рельєф і розташований на початку схилу з перепадом абсолютних оцінок 18,.....,23м. Глибина сезонного промерзання ґрунтів у даному районі – 0.8м. Кат-

егорія ґрунтів по сейсмічних властивостях – III. На рис. 2. представлений ситуаційний план.

Ґрунти характеризуються середніми значеннями: природна вологість 0,23 д.е., число пластичності 0,16 д.е., показник плинності 0,11 д.е., щільність 1,86-г/см³, коефіцієнт пористості 0.844 д.е. Модуль деформації при навантаженні 0,1-0,2МПа, при природній вологості рівний 17МПа, у водонасиченому стані – 13МПа. Кут внутрішнього тертя й питоме зчеплення в природньому стані рівно 14° і 0,034МПа. Зміст органічних речовин 0,06 д.е.

За результатами проведених лабораторних ви-

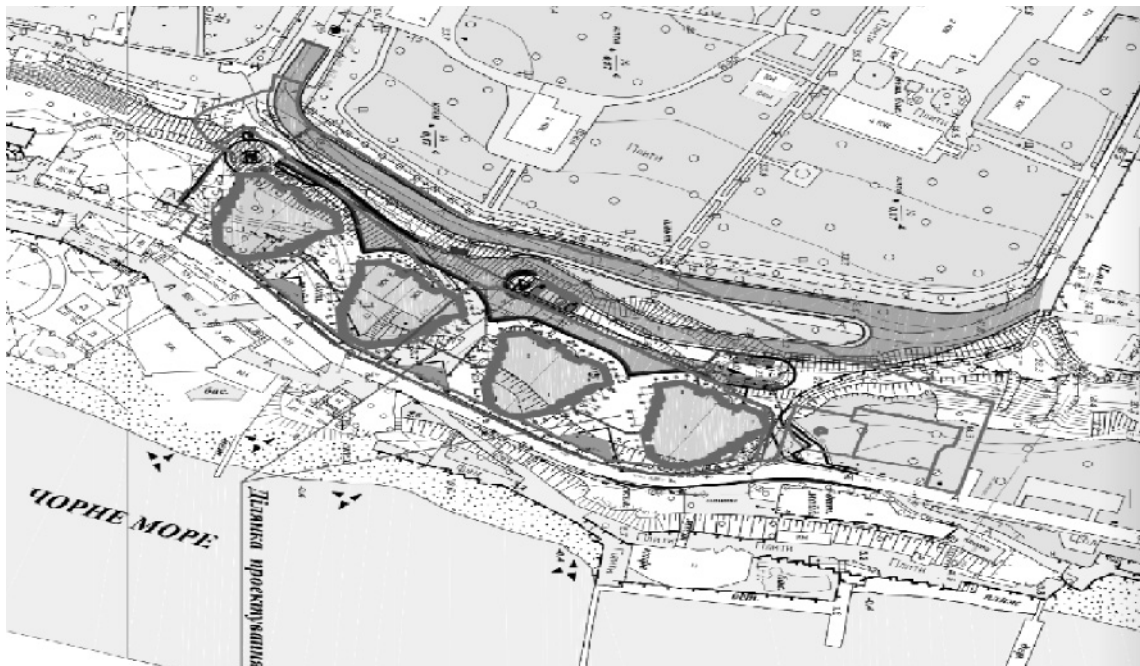


Рис. 2. Ситуаційний план

Таблиця 1. Розрахунки осідання ґрунтів за результатами лабораторних визначень (скв-23)

№ п/п	Глибина відбору моноліту, м	№ ПГЕ	Потужність шару, см	Початковий просадний тиск P_{st} , МПа	Відносна просадочність, ϵ_{s1}	Величина осідання S_{s1} , см	Відносна просадочність E_{s1} при навантаженнях МПа					
							0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
1	1,2	7	60	0,06	0,004	-	0,009	0,017	0,025	0,033	0,040	0,046
2	2,1	7	130	0,03	0,010	1,30	0,015	0,025	0,034	0,045	0,052	0,059
3	3,8	8	130	0,04	0,016	2,08	0,013	0,024	0,041	0,056	0,064	0,070
4	5,0	8	120	0,04	0,014	1,68	0,011	0,017	0,027	0,037	0,045	0,052
5	6,5	8	150	0,03	0,026	3,90	0,017	0,026	0,039	0,051	0,062	0,072
6	8,0	8	150	0,04	0,020	3,00	0,011	0,017	0,024	0,031	0,036	0,041
7	8,5	8	100	0,10	0,013	1,30	0,007	0,010	0,014	0,017	0,021	0,025
8	9,3	9	50	0,16	0,008	-	0,003	0,007	0,010	0,012	0,016	0,020
9	10,0	11	100	0,16	0,008	-	0,003	0,007	0,010	0,012	0,016	0,020
10	11,0	12	150	0,21	0,003	-	0,002	0,005	0,007	0,009	0,012	0,015
						$\Sigma S_{s1}=13,26$ см						

пробувань, встановлено, що лесові ґрунти ПГЕ (інженерно-геологічні елементи) – 7 і 8 мають просадні властивості від навантажень рівних власній ваги ґрунту при замочуванні (таблиця 1). А на глибині (-1,25) – (-8,3) м – водонасичене.

Лесові ґрунти ПГЕ – 9, 11, 12 не мають просадні властивості від навантажень рівних власній ваги ґрунту при замочуванні. Просадні властивості проявляються при додаткових навантаженнях (таблиця 1).

По отриманим результатам видно, що величина осідання при замочуванні, від власної ваги ґрунту, становить 13,26 см.

Потужність просадної товщі, від денної поверхні, без обліку шару №1 і №2, по даним скв.№ 23, становить 11,40-13,00м.

По типізації інженерно-геологічних умов ділянка вишукувань у межах лесового плато ставиться до II типу по просадочности.

Глибина рівня ґрунтових вод коливається від 9,60 до 10,90 м.

Для вибору ефективного методу зміцнення схилу необхідно було визначити склад ґрунтової води.

Методику випробування води використовували стандартну. На ділянці пробурена була шпара до 12,4 м і взяті проби ґрунтової води. На рис. 3 представлений



Рис. 3 Процес буріння шпари й узяття зразка для випробування води

ий фрагмент цього процесу. Для проб води застосовувалася тара із пластику, з герметичним ковпачком. Зберігався вихідний матеріал, для наступних аналізів, у спеціальному водяному розчині. Максимальний строк зберігання – два тижні.

Оптимальний обсяг води для проведення досліджень склав 3,5 дм³. При узятті зразків був складений акт, у якому вказуються причина аналізу і його призначення, визначаються показники для перевірки, відзначається місце й час забору рідини. Запах води обумовлений наявністю в ній речовин, що пахнуть, які попадають у неї природним шляхом і зі стічними водами.

Визначення заходу засноване на органолептичному дослідженні характеру й інтенсивності заходу води при 20 і 60 °С. Методика проведення випробування наступна:

1. 100 мл досліджуваної води при кімнатній температурі наливають у колбу місткістю 150 – 200 мл із широким горлом.
2. Накривають годинним склом або притертою пробкою, струшують обертовим рухом.
3. Відкривають пробку або зрушують годинне скло й швидко визначають характер і інтенсивність заходу.
4. Потім колбу нагрівають до 60° на водяній лазні й також оцінюють захід.
5. Запах води слід визначати в приміщенні, де повітря не має стороннього заходу. Бажане, щоб характер і інтенсивність заходу відзначали декілько дослідників.

Методика визначення жорсткості води. Метод заснований на утворі комплексних з'єднань трилона Б з іонами лужноземельних елементів. Визначення проводять титруванням проби розчином трилона Б при рН=10 у присутності індикатору. Найменша обумовлена твердість води – 0,1Ж.

Для проведення випробування необхідно наступне встаткування:

- дозатор лабораторний – автоматичний;
- колба конічна, обсягом 250 мл.;
- циліндр мірний, обсягом 100 см³;
- крапельниця для індикаторів – хромоген темно-синій;



дозатор, колба, циліндр

крапельниця

реактиви

Рис. 4. Засоби виміру, обладнання, реактиви

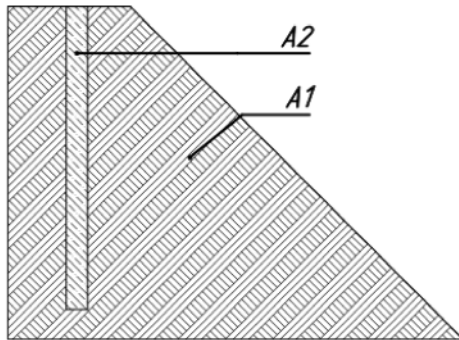
– піпетки мірні – 5 см³;
 – реактиви – аміачний буферний розчин. На рис. 4 представлені засоби для виміру й реактиви.

Послідовність проведення випробування води наступна. Пробу води обсягом 100 мл відміряємо в мірний циліндр і переливаємо у конічну колбу. У конічну колбу з водою додаємо аміачний буферний розчин. Для готування 500 см³ буферного розчину в мірну колбу місткістю 500 см³ поміщають 10 г хлориду амонію, додають 100 см³ бидистиллированої

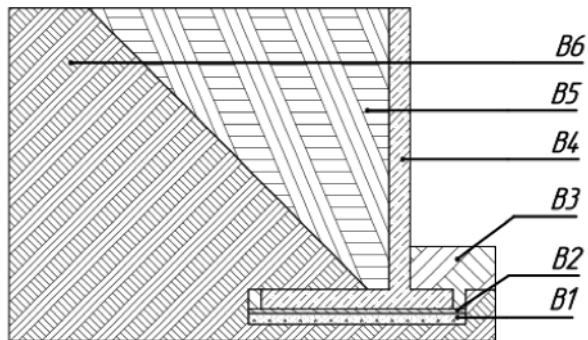
води для його розчинення й 50 см³ 25%-ного водного аміаку, ретельно перемішуємо й доводимо до мітки бидистиллированою водою.

До цього складу додаємо 7 крапель хромогену для одержання рожевого забарвлення. Для готування 100 см³ розчину індикатора в склянку місткістю 100 см³ поміщаємо 0,5 г індикатора еріохром чорний Т, додаємо 20 см³ буферного розчину, ретельно перемішуємо й додаємо 80 см³ етилового спирту.

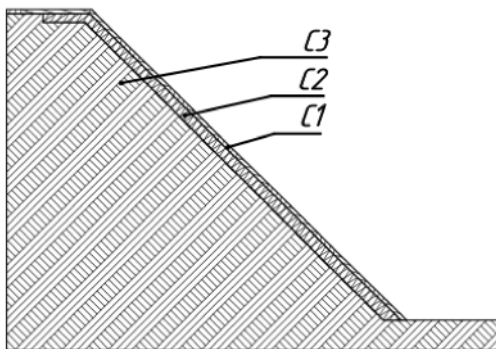
Після цього починаємо титрувати. Трилон Б ви-



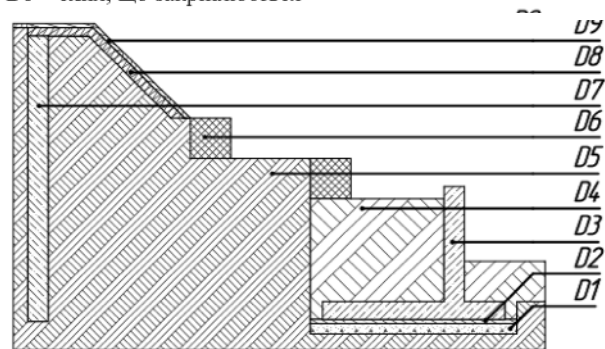
а Захист схилу від розмивання
 А1 – схил, що закріплюється;
 А2 – стіна в ґрунті



б Утримування висоти схилу
 В1 – щебенева подушка;
 В2 – бетонна підготовка;
 В3 – зворотня засипка;
 В4 – підпірна стіна;
 В5 – засипка схилу з дренажем;
 В6 – схил, що закріплюється



с Зміцнення схилу
 С1 – родючий шар;
 С2 – геозакріплення;
 С3 – схил, що закріплюється



д Комбіновані методи
 D1 – щебенева подушка;
 D2 – бетонна підготовка;
 D3 – підпірна стіна;
 D4 – засипка схилу з дренажем
 D5 – схил, що закріплюється;
 D6 – габіони;
 D7 – стіна в ґрунті;
 D8 – геозакріплення;
 D9 – родючий шар.

Рис. 6. Традиційні структурні схеми зміцнення схилів

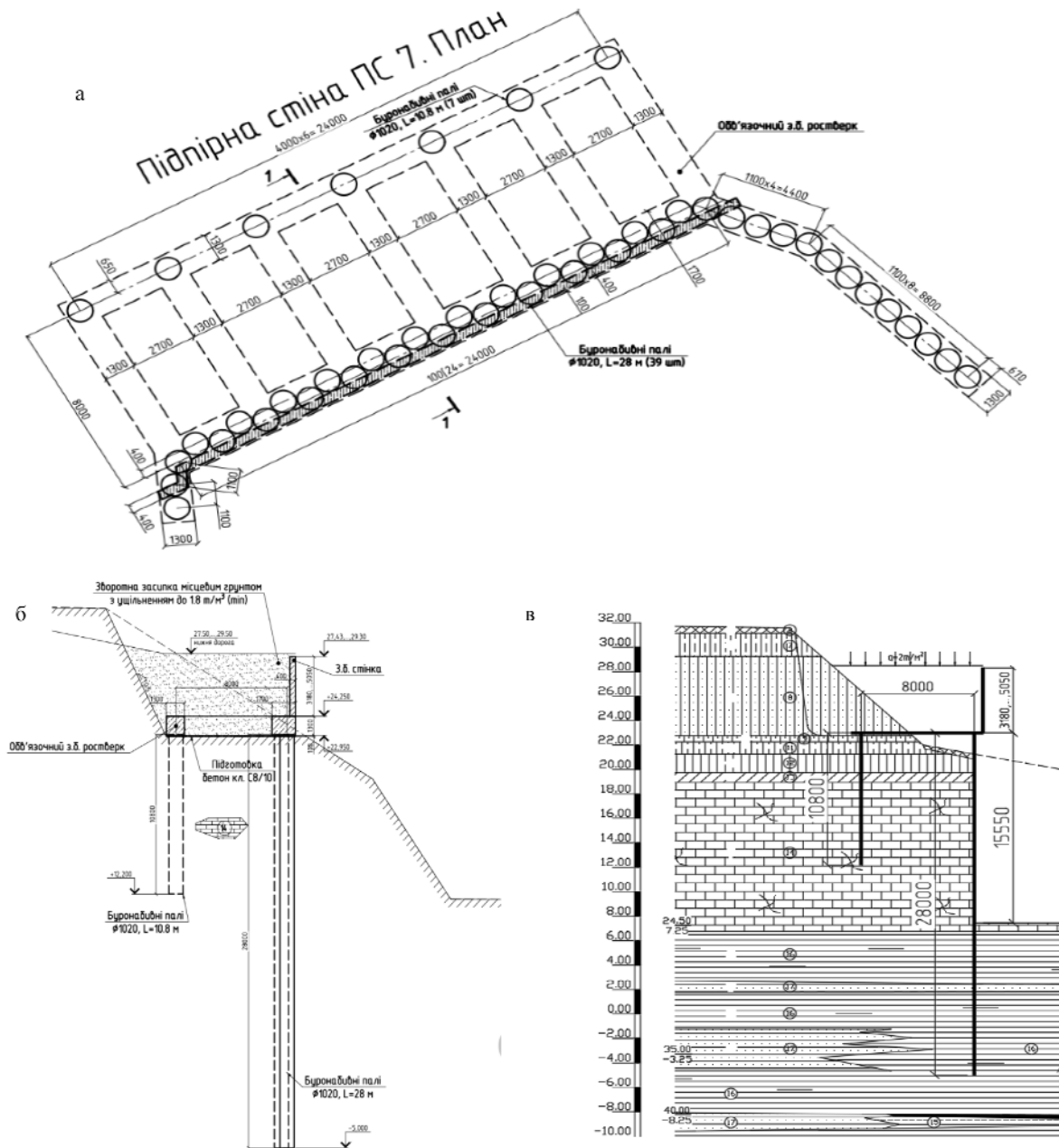


Рис. 7 План і розріз підпірної стіни: а) план підпірної стіни; б) розріз підпірної стіни; в) схема підпірної стіни ПС 7 з урахуванням перспективних планів з благоустрою ділянки

сушуємо при 80°C протягом двох годин, зважуємо 9,31 г, поміщаємо в мірну колбу місткістю 1000 см³, розчиняємо в теплій 60°C бидистиллированої воді й після охолодження розчину до кімнатної температури доводимо до мітки бидистиллированою водою. Установку поправочного коефіцієнта до концентрації розчину трилона Б, приготовленого з навішення, проводимо по розчину сульфату магнію. Включаємо дозатор. Табло дозатора виводимо на режим 0.

Розчин трилона Б на початку титрування додаємо досить швидко при постійному перемішуванні. Потім, коли колір розчину починає мінятися, розчин трилона Б додаємо повільно. Еквівалентної крапки досягаємо при зміні фарбування, коли колір розчину перестає мінятися при додаванні крапель розчину трилона Б. Фарбування кольору стає синім. На рис. 5 представлені фото-фрагменти процесів проведення випробування води.

Титрування проводимо на тлі титрованої контрольної проби. В якості контрольної проби можна використовувати трохи перетітовану аналізовану пробу. За результат приймаємо середньоарифметичне значення результатів не менше двох визначень. Значення коефіцієнта поправки дорівнює 1,00±0,03.

Знімаємо показання й записуємо їх для обробки результатів.

Обробка результатів твердості води Ж, визначається по формулі

$$Ж = (M \cdot F \cdot K \cdot V_{Tr}) / V_{Pr}, \quad (1)$$

де M – коефіцієнт перерахування, рівний 2-С_{Tr};

С_{Tr} – концентрація розчину трилона Б, моль/м³ (ммоль/дм³), як правило M = 1);

F – множник розведення вихідної проби води при консервуванні (F = 1);

К — коефіцієнт виправлення до концентрації розчину трилона Б;

Коефіцієнт виправлення К до концентрації розчину трилона Б розраховують по формулі

$$K=10/V, \quad (2)$$

де V — обсяг розчину трилона Б, витрачений на титрування, см³

10 — обсяг розчину іонів магнію, см³.

V_{тр} — обсяг розчину трилона Б, витрачений на титрування, см³;

V_{пр} — обсяг проби води, узятій для аналізу, см³;

За результат виміру ухвалюють середньоарифметичне значення результатів двох визначень. Прийнятність результатів визначень оцінюють виходячи з умови:

$$|Ж_1 - Ж_2| < g, \quad (3)$$

де g — межа повторюваності (див. таблицю 1);

Ж₁ і Ж₂ — результати визначень по, °Ж.

Якщо розбіжність між двома результатами перевищує встановлене значення, то визначення твердості води повторюють.

Результат хімічного аналізу води в районі Аркадії показав наступне. Лабораторні проби були взяті — 2; № водопункта — Скв.№ 16; глибина узяття проби — 12,4 м.; прозорість — вода прозора; кольоровість — 200; запах — без запаху; осад — великий осад ґрунту; хімічний склад: жорсткість загальна — 19,0 моль/дм³; лужність гідрокрбонату — 7,5 моль/дм³; РН — 6,5. Вода слабоагресивна за змістом хлоридів до арматур з/б конструкцій при періодичному змочуванні.

Для запобігання зсуву на розглянутій території розглянемо наступні структурні схеми (див. рис. 6).

Розглянемо кожний з методів закріплення на предмет ефективності використання в наших умовах. Варіант а — Захист схилу від розмивання. Область застосування даного методу є міцні ґрунти з відсутністю ґрунтових вод. Якщо роботи доводиться виконувати у водонасичених нестійких ґрунтах, то іноді виникає необхідність у додатковому зміцненні стін траншеї. Недоліки цього методу полягають у

тому, що якщо в ґрунті сильні підземні плинні, пухкий ґрунт, а також знаходження напівзруйнованої кам'яної кладки на ділянці і т.д. — використання цього методу недоцільно.

b — Утримання висоти схилу. У цьому випадку утримання ґрунту виконується за допомогою підпірної стіни. "Укріплювальні" — стримують ґрунтові маси від сповзання. Такі конструкції зводять, коли ухил пагорба перевищує 8°. З їх допомоги проводиться організація горизонтальних майданчиків, тим самим розширюють корисний простір.

c — Зміцнення схилу. На схилах з ухилом більш 15° можна висаджувати зелені насадження.

d — Комбінований метод. У цьому випадку використовують кілька варіантів конструкцій для утримання ґрунту.

Проведений аналіз традиційних методів і умов будівництва показав, що не один із традиційних способів повністю не задовольняє умовам будівництва. Тому було прийнято рішення розробити індивідуальний проект інженерних заходів забезпечує безпечну експлуатацію зсув-небезпечного схилу, протяжність якого становить 490 м. На рис. 7 показаний розроблений план і розріз підпірної стіни.

Підпірна стінка складається із двох елементів: буронабивних паль і монолітної залізобетонної стінки. Палі розташовані у два ряди в шаховому порядку. Товщина підпірної стінки 400 мм. Розрахунки виконані методом кінцевих елементів за допомогою програмного комплексу "Ліра-Сапр 2018". За отриманими результатами цей варіант виявився найбільш прийнятним для даного ділянки.

Висновки:

Аналіз умов будівництва й способів зміцнення схилів показав, що традиційні способи не можуть повністю задовольнити вимоги замовника.

Реалізація розробленого індивідуального проекту зсув-небезпечного схилу дозволить забезпечити безпечну експлуатацію берегової зони в районі Аркадії м. Одеси.

Література

1. ISO 6059:1984, NEQ. Якість води. Визначення сумарного вмісту кальцію та магнію комплексометричним методом. — 8 с.
2. ISO 7980:1986, NEQ. Якість води. Визначення вмісту кальцію і магнію. Спектрометричний метод атомної абсорбції
3. ДСТУ ISO 6059:2003 Якість води. Визначення сумарного вмісту кальцію та магнію. Титрометричним методом з використанням етилендіамінтетраоцтової кислоти
4. ТЕХНІЧНИЙ ЗВІТ по інженерно-геологічними умовами, ділянки проектування комплексу адміністративних будівель та допоміжних споруд цивільного призначення, для розвитку інфраструктури відпочинку за адресою м.Одеса, Приморський район, пляж Аркадія, Одеса, 2018 — 38 с.
5. ГОСТ 24481-80 ВОДА ПИТНА. ВІДБІР ПРОБ
6. Галушко В.О., Колодяжна І.В. Способи укріплення штучно зведених площ. Збірка тез доповідей другої науково-практичної конференції "Проблеми та перспективи розвитку будівельного комплексу м. Одеси" — Одеса: ОДАБА, 2018 — С. 21
7. Галушко В.О., Уваров Д.Ю., Уварова А.С. Житлове будівництво на схилах зі складними ґрунтовими умовами. Збірка тез доповідей 74-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу академії. Одеса — 2018 — С. 8
8. Галушко В.О., Колодяжна І.В. Сучасні способи укріплення схилів. Збірка тез доповідей 74-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу академії. Одеса — 2018 — С. 15
9. Галушко В.О., Галушко О.М., Колодяжна І.В., Уваров Д.Ю., Уварова А.С. Сучасні способи укріплення ґрунту проти зсуву. Науково-технічний збірник "БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО" Випуск № 65, Київ — 2019 — С.32 — 40
10. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти : учебник / Л. Н. Шутенко, А. Г. Рудь, О. В. Кичаєва і др.; под. ред. Л. Н. Шутенко; Харків. нац. ун-т гор. хоз-ва ім. А. Н. Бекетова. — Харків : ХНУГХ ім. А. Н. Бекетова, 2015. — 501 с.

11. С.А. Марчук, О.М. Чернухін Підвищення надійності гідроізоляції підземних споруд за допомогою дренажів глибокого закладання. Сучасні способи укріплення ґрунту проти зсуву. Науково-технічний збірник "БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО" Випуск № 65, Київ – 2019, С. 45 – 51

Reference

1. ISO 6059:1984, NEQ. Yakist vody. Vyznachennia sumarnoho vmistu kaltsiiu ta mahniuu kompleksometricheskim metodom. – 8 s.
2. ISO 7980:1986, NEQ. Yakist vody. Vyznachennia vmistu kaltsiiu i mahniuu. Spektrometrychnyi metod atomnoi absorbtsii
3. DSTU ISO 6059:2003 Yakist vody. Vyznachennia sumarnoho vmistu kaltsiiu ta mahniuu. Tytrometrychnym metodom z vykozystanniam etylendiamintetraotstovoi kysloty
4. ТЕКhNICHNYI ZVIT po inzhenerno-heolohichnymy umovamy, dilianky proektuvannia kompleksu administratyvnykh budivel ta dopomizhnykh sporud tsyvilnoho pryznachennia, dlia rozvytku infrastruktury vidpochynku za adresoiu m.Odesa, Prymorskyi raion, pliazh Arkadiia, Odesa, 2018 - 38 c.
5. HOST 24481-80 VODA PYTNA. VIDBIR PROB
6. Halushko V.O., Kolodiazhna I.V. Sposoby ukriplennia shtuchno zvedenykh ploshch. Zbirka tez dopovidei druhoi naukovopraktychnoi konferentsii «Problemy ta perspektyvy rozvytku budivelnogo kompleksu m. Odesy» - Odesa: ODABA, 2018 – S. 21
7. Halushko V.O., Uvarov D.Iu., Uvarova A.S. Zhytlove budivnytstvo na sklonakh zi skladnymy hruntovymy umovamy. Zbirka tez dopovidei 74-yi naukovotekhnichnoi konferentsii profesorsko-vykladatskoho skladu akademii. Odesa – 2018 – S. 8
8. Halushko V.O., Kolodiazhna I.V. Suchasni sposoby ukriplennia skhyliv. Zbirka tez dopovidei 74-yi naukovotekhnichnoi konferentsii profesorsko-vykladatskoho skladu akademii. Odesa – 2018 – S. 15
9. Halushko V.O., Halushko O.M., Kolodiazhna I.V., Uvarov D.Iu., Uvarova A.S. Suchasni sposoby ukriplennia hruntu proty zsuvu. Naukovotekhnichnyi zbirnyk "BUDIVELNE VYROBNYTSTVO" Vypusk № 65, Kyiv – 2019 – S.32 - 40
10. Mekhanyka hruntov, osnovanyia y fundamenty : uchebnyk / L. N. Shutenko, A. H. Rud, O. V. Kychaeva y dr.; pod. red. L. N. Shutenko; Kharkov. nats. un-t hor. khoz-va ym. A. N. Beketova. – Kharkov : KhNUHKh ym. A. N. Beketova, 2015. – 501 s.
11. S.A. Marchuk, O.M. Chernukhin Pidvyshchennia nadiinosti hidroizoliatsii pidzemnykh sporud za dopomohoiu drenazhiv hlybokoho zakladannia. Suchasni sposoby ukriplennia hruntu proty zsuvu. Naukovotekhnichnyi zbirnyk "BUDIVELNE VYROBNYTSTVO" Vypusk № 65, Kyiv – 2019, S. 45 - 51

В.О. Галушко, д. т. н., доцент, ORCID 0000-0001-5744-0486; **О.И. Менеилок**, д.т.н., професор, ОГАСА, ORCID: 0000-0002-1007-309X; **И.О. Менеилок**, к.т.н., ХНУСА, ORCID: 0000-0001-7075-2898; **Д.Ю. Уваров**, аспирант ОГАСА, ORCID: 0000-0002-3591-342X

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД УКРЕПЛЕНИЯ ОТКОСОВ В РАЙОНЕ АРКАДИИ г. ОДЕССЫ

Аннотация. Массовое строительство зданий и сооружений в советское время привело к тому, что города разрослись и территории под застройку занимались вблизи балок, водоемов на берегах рек и морей. Несвоевременные ремонты трубопроводов, постепенное заполнение балок и сглаживания рельефа местности, и как следствие подъем уровня грунтовых вод часто приводили к возникновению оползней. На основе анализа литературных источников и инженерных решений составлена классификация способов укрепления оползне-опасных склонов. В качестве примера была рассмотрена береговая зона в г. Одессе в районе Аркадии. При выборе эффективного метода при укреплении склона определили характеристики почвы и состав грунтовых вод. После получения результатов были рассмотрены структурные схемы, и выбран эффективный метод укрепления.

Ключевые слова: оползнеопасные склоны, закрепления склонов, состав грунтовых вод.

V. Galushko, ORCID 0000-0001-5744-0486; **O. Meneiluk**, ORCID: 0000-0002-1007-309X; **I. Meneiluk**, ORCID: 0000-0001-7075-2898; **D. Uvarov**, ORCID: 0000-0002-3591-342X

CHOICE OF AN EFFECTIVE METHOD OF STRENGTHENING IN THE AREA M. ODESSA'S ARCADIA

Abstract. The massive construction of buildings and structures in Soviet times led to the fact that the city expanded. As a result, the territories for new development were occupied near beams, ponds on the banks of rivers and seas. Untimely repairs of pipelines, the gradual filling of beams and smoothing of the terrain, as a result, an increase in the level of groundwater is obtained and often led to landslides. Based on the analysis of literary sources and engineering solutions, a classification of ways to strengthen landslide-hazardous slopes is compiled. As an example, the coastal zone in Odessa was considered in the region of Arcadia. When choosing an effective method for strengthening the slope, soil characteristics and groundwater composition were determined. After obtaining the results, structural schemes were considered and an effective method of strengthening was chosen.

Key words: landslide hazardous slopes, slope fixation, groundwater composition

А.В. Томашевський,

аспірант кафедри комп'ютерних технологій будівництва, ORCID: 0000-0001-5960-2100

Національний авіаційний університет, м. Київ

АНАЛІЗ МЕТОДИК КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ І РОЗРАХУНКУ АРМУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ, ПІДСИЛЕНИХ РЕБРАМИ

Анотація. У статті пропонується огляд застосовуваних в Україні методик комп'ютерного моделювання та розрахунку армування залізобетонних плит, підсилені ребрами. Розглядаються основоположні гіпотези і допущення представлених методик, аналізується можливість втілення вимог нормативних документів у автоматизованих розрахунках. За результатами чисельних експериментів підтверджується наявність зв'язку між характером розподілу нормальних напружень у перерізі елемента ребра та шириною зони плити, що включається в роботу ребра на згин. Наголошується необхідність розробки універсальної методики розрахунку таких конструкцій, придатної до втілення в сучасних програмних комплексах на основі методу скінченних елементів, що реалізують технологію інформаційного моделювання будівель (BIM).

Ключові слова: монолітне ребристе перекриття; залізобетонна ребриста плита; розрахунок армування; метод скінченних елементів.

Постановка проблеми

Залізобетонні плити, підсилені ребрами, набули широкого використання в практиці проектування. До конструкцій такого типу можна віднести монолітні ребристі перекриття, збірні залізобетонні ребристі плити, залізобетонні плити, підсилені сталевими ребрами тощо. Спільною рисою таких конструкцій є те, що їх можна віднести до комбінованих будівельних систем, в яких елементи за рахунок взаємного розташування і способу кріплення працюють сумісно, компенсуючи недоліки один одного, перетворюючи систему на єдине ціле та підвищуючи ефективність роботи конструкції в цілому.

Існують окремі рекомендації для розрахунку та підходи до комп'ютерного моделювання вищевказаних конструкцій, проте розробка узагальнюючої методики, придатної до застосування в сучасних системах автоматизованого проектування, є досі актуальним питанням.

Метою роботи є виконання огляду й критичного аналізу відомих в Україні методик комп'ютерного моделювання і розрахунку залізобетонних ребристих плит, виділення їхніх переваг й недоліків, визначення доцільності їхнього застосування в сучасних автоматизованих розрахунках

Методика ручного розрахунку залізобетонних плит, підсилені ребрами

Класична методика ручного розрахунку монолітних залізобетонних плит, підсилені ребрами, як статично невизначуваних систем ґрунтується на методі граничної рівноваги. Згідно з даним методом руйнування конструкції відбувається за рахунок надмірного росту загальних незворотних деформацій без повного руйнування будь-якої частини конструкції. Деформаціями конструкцій до моменту вичерпання їхньої несної здатності нехтують [0, с. 11].

Плити монолітних ребристих перекриттів розрізняють за принципом роботи залежно від співвідношення їхніх прольотів у взаємно перпендикулярних напрямках та схеми розташування опор, поділяючи їх на балкові, тобто такі, що працюють в одному напрямку, та на оперті по контуру, що працюють як системи плоских трикутних або трапецієподібних сегментів, поєднаних

між собою пластичними шарнірами [0, с. 425].

Другорядні балки розраховують як багатопрольотні нерозрізні, шарнірно оперті на головні балки, завантажені рівномірно розподіленим навантаженням. Обвідну епюру моментів в них будують в залежності від співвідношення між постійним та тимчасовим навантаженням на балки. Головні балки розраховують подібним чином, але навантаження приймають у вигляді зосереджених сил, що прикладаються в місцях спирання другорядних балок. Розрахункові зусилля в головних балках обчислюють як в пружній системі залежно від розрахункової схеми та різних комбінацій тимчасового навантаження. Розрахункові перерізи балок приймають тавровими в тих точках, де плита перебуває в стиснутій зоні, та прямокутними, де робота плити в розтягнутій зоні умовно не враховується.

Розрахункові зусилля в елементах монолітних ребристих перекриттів визначають з урахуванням пластичних деформацій. В основі цього підходу покладено припущення про утворення зі збільшенням навантаження в статично невизначуваних системах пластичних шарнірів, кожен з яких призводить до зниження статичної невизначуваності системи на один ступінь. Поява пластичних шарнірів призводить до перерозподілу згинальних моментів, що обчислюється статичним чи кінематичним способом. У загальному випадку сума прольотного моменту та половин опорних моментів для прольоту нерозрізної балки завжди дорівнює прольотному моменту в аналогічній однопрольотній балці. Тобто співвідношення опорних і прольотних моментів не впливає на несучу здатність статично невизначуваної системи в цілому, а лише обумовлює порядок утворення пластичних шарнірів. Поява пластичних шарнірів у залізобетонних конструкціях зумовлена текучістю розтягнутої арматури та утворенням зон надмірних деформацій бетону з тріщинами. Отже, розрахункові зусилля в елементах монолітного ребристого перекриття визначаються з огляду на вид армування (зварні рулонні сітки, жорсткі плоскі сітки або в'язана арматура) та бажану для проектувальника схему розподілу моментів [0, с. 430].

Перелічені розрахункові схеми елементів монолітного ребристого перекриття є певною ідеалізацією,

необхідною для переходу від розглядання дійсної роботи просторових конструкцій до аналізу їхньої роботи за плоскими розрахунковими схемами. Класична методика також певною мірою враховує нелінійні властивості залізобетону за рахунок введення пластичних шарнірів. Однак можна виділити наступні обставини, що ставлять під сумнів доцільність застосування даної розрахункової методики в сучасних, у тому числі автоматизованих, розрахунках:

– Поділ плит перекриттів на балкові та оперті по контуру є умовним та може бути виконаний лише для прямокутних в плані плит, завантажених рівномірно розподіленим навантаженням, при ортогональному розташуванні ребер. Методика також може бути застосована лише для плоских плит. Слід зазначити, що сучасні будівлі все частіше мають нестандартні конструктивні схеми з довільним розташуванням отворів та ребер плит, а навантаження не завжди можна прийняти рівномірно розподіленими по всій площі плит.

– Неможливо чітко виділити головні та другорядні балки, тобто визначити які елементи є опорами для інших елементів, адже у багаторазово статично невизначуваних системах кожен елемент вносить свій вклад у загальну жорсткість конструкції.

– Розрахунок ведеться на одну комбінацію навантажень, у той час як надійний та водночас економічний розрахунок армування слід проводити з урахуванням багатьох розрахункових сполучень навантажень і зусиль.

– Призначення ефективної ширини полиці таврового перерізу балки вимагає певного теоретичного обґрунтування.

– Для розрахунку армування визначаються лише згинальні моменти та поперечні сили за наближеною методикою. Вплив поперечних ребер, згинальні моменти в яких повинні прикладатись як крутні моменти в поздовжніх ребрах, не враховується.

– Ребра вважаються шарнірними нерухомими опорами для плити, у той час як в дійсності ребра поєднані з плитою жорстко та набувають певного прогину.

Методики комп'ютерного моделювання залізобетонних плит, підсилені ребрами

У сучасних автоматизованих розрахунках, що базуються на методі скінчених елементів (МСЕ) використовуються одновимірні (стержні), двовимірні (оболонки) та тривимірні (об'ємні тіла) скінчені елементи. Розрахунок конструкцій з використанням об'ємних тіл дозволяє висвітлити характер розподілу внутрішніх зусиль в елементах конструкцій, що може бути використано в дослідницьких задачах. Проте в практиці проектування за умови, що розрахункові схеми містять значну кількість скінчених елементів, для яких необхідно виконувати автоматизовані розрахунки армування, застосовують переважно скінчені елементи просторових стержнів і оболонок. При цьому першочерговим питанням стає спосіб моделювання жорсткості ребра та його поєднання з плитою, а також вплив цих чинників на результати підбору армування в ребрах і плитах.

Моделювання ребра елементами оболонок. Ребро плити може бути змодельоване за допомогою оболонок скінчених елементів. Елементи ребра можуть бути розташовані перпендикулярно (рис. 1, а) або паралельно площині плити, являючи собою локальне потовщення плити на місці ребра (рис. 1, б). При тако-

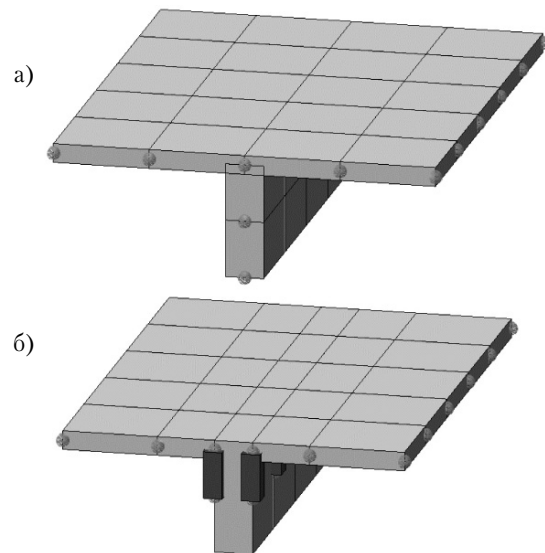


Рис. 1. Моделювання ребра елементами оболонок:
а – з розташуванням перпендикулярно плиті;
б – з розташуванням у площині плити

му підході вирішується задача суцільності скінченно-елементної моделі, адже розподіл внутрішніх зусиль та деформацій в оболонкових елементах плити та ребер, поєднаних вузлами, відбувається рівномірно вздовж граней скінчених елементів. Однак на етапі конструювання такий підхід викликає певні труднощі. Так, арматура в згинному елементі має бути розташована переважно біля коротких граней поперечного перерізу, а не розподілена рівномірно по площі бічних граней, як це впливає зі способу конструювання оболонок елемента. Таким чином, внутрішні зусилля й переміщення, одержані в результаті розрахунку на міцність, хоча й відповідають певною мірою дійсній роботі конструкції, не можуть бути застосовані для розрахунку армування.

Моделювання ребра стержнем таврового перерізу. Ребро плити може бути змодельоване як стержень таврового перерізу (рис. 2). Такий підхід дозволяє врахувати вплив жорсткості плити на переміщення й внутрішні зусилля в стержневому елементі, а також правильно виконати конструювання ребра як згинного стержневого елемента за умови, що арматура буде розташована лише в межах стінки тавра. Поздовжня вісь елемента ребра знаходиться в площині плити. Ексцентриситет, що виникає між нейтральною площиною плити та поздовжньою віссю ребра, враховується самим перерізом елемента: товщина полиці тавра відповідає товщині плити, стінка тавра повторює обрис поперечного перерізу прямокутної балки. Стержневий елемент сприймає мембранну (полицю, що моделює частину плити, включену в роботу ребра) й згинну групи зусиль, елементи плити – лише згинну. Слід зазначити, що така модель призводить до підвищення і загальної жорсткості системи, і навантаження від власної ваги конструкції при його автоматичному розрахунку та вимагає коригувань інженера для одержання більш точних результатів. Полиця тавра в цьому випадку дублює плиту, тобто ця частина конструкції враховується двічі. Однак таке припущення можна вважати прийнятним, оскільки мембранна група зусиль сприймається плитою із значним запасом. Окремим

завданням постає визначення ширини полиці тавра, що вводиться в розрахунок. Існують об'єктивні чинники, що обмежують ширину полиці перерізу та можуть бути враховані інженером при моделюванні: отвори та зовнішні межі плити, сусідні ребра та вертикальні елементи, що виступають опорами для перекриття. Окрім них, ширина полиці при розрахунку обмежується також певною робочою (ефективною) величиною, визначення якої пропонується за відповідними нормативними документами з проектування залізобетонних конструкцій. Передбачається, що в межах цієї величини розподіл мембранних напружень можна вважати рівномірним.

Згідно СНіП [0, п. 3.16] ефективна ширина полиці визначається з урахуванням прольоту елемента, товщини плити, наявності або відсутності поперечних та інших поздовжніх ребер. З аналізу вимог випливає, що ширину полиці пропонується призначати тим більшою, чим більшим є співвідношення між товщиною плити та повною висотою прямокутного перерізу ребра, тобто чим більшим є потенційний вклад полиці в загальну роботу перерізу. Втілення даних норм в автоматизованих розрахунках пов'язане з певними труднощами, адже скінченно-елементна модель в такому разі повинна бути доповнена інформацією про топологію конструктивної схеми, яку вона відображає, а також поняттям "поздовжнє" та "поперечне" ребро мають бути надані чіткі визначення для схем з неортогональним розташуванням ребер.

У Єврокоді [0, п. 5.3.2.1] та ДБН [0, п. 5.3.2.1] пропонується визначати робочу ширину полиці з урахуванням прольотних відстаней елемента, що вимірюються між точками з нульовими моментами в елементі. Припущення про зв'язок між точками нульових моментів у балці та величиною ділянки плити, що включається в її роботу, вимагає додаткової перевірки. Застосування даного підходу в автоматизованих розрахунках передбачає визначення окремих форм перерізів (і як наслідок — армування) для кожного із розрахункових сполучень навантажень оскільки епюра моментів в елементі змінюватиметься. Такий підхід також не може бути застосований при автоматизованому розрахунку армування за розрахунковими сполученнями зусиль.

Моделювання ребра стержнем прямокутного перерізу, розміщеним з ексцентриситетом відносно плити. З точки зору відображення дійсної форми конструкції в скінченно-елементній розрахунковій схемі найбільш вдалим буде моделювання ребра плити за допомогою стержневого елемента прямокутного перерізу, що з певним ексцентриситетом пов'язаний з елементами плити. Ексцентриситет формується за допомогою жорстких вставок або абсолютно жорстк-

их тіл (EI ??), принципом яких є забезпечення відповідності переміщень вузлів елементів плити та відповідних поєднаних з ними вузлів гнучкої частини стержневого елемента.

Ребро може бути змодельоване стержнем повної висоти, включно з товщиною плити (рис. 3, а), або в своїх дійсних розмірах — як прямокутний брус, що знизу прилягає до плити (рис. 3, б). У першому випадку, як і для стержня таврового перерізу, частина конструкції дублюється.

Моделювання поєднання елементів з ексцентриситетом призводить до появи в елементах плити та стержні мембранної групи зусиль. Отже, плита має бути змодельована скінченними елементами типу "оболонка" для сприйняття відповідних зусиль. Елемент ребра в такому разі одержує поздовжню силу. Розрахунок в лінійній постановці задачі за першою групою граничних станів дає задовільні результати внутрішніх зусиль, що певною мірою відображають дійсну роботу конструкції. Однак поява в елементі ребра значного поздовжнього зусилля може призвести до того, що при автоматизованому підборі армування (особливо за методом розрахункових сполучень зусиль) такий елемент буде законструйований як позацентрово розтягнутий (позацентрово стиснутий), а не згинний [0].

Моделювання ребра стержнем прямокутного перерізу, розміщеним з ексцентриситетом відносно плити, з перерахунком зусиль. Оскільки елемент ребра завідомо розглядається як згинний, то для правильного автоматизованого підбору армування можна виконати в ньому перерахунок внутрішніх зусиль з метою уникнення поздовжнього зусилля. Декілька таких методів були запропоновані О. С. Городецьким [0, с. 25]. Ребро пропонується розраховувати як елемент прямокутного перерізу, а конструювати як тавровий елемент, що сприймає лише зусилля згину. Ширина полиці тавра (тобто частина плити, що включається в роботу ребра) визначається на основі співвідношень зусиль в прямокутному перерізі.

Перший підхід ґрунтується на припущенні, що мембранні сили плити, які зрівноважують нормальну силу в стержні $N_{ст}$, розподілені рівномірно в полиці тавра, а їхня рівнодіюча прикладена в центральній площині плити, у місці поєднання стержня жорсткою вставкою h_b з плитою. Можемо розрахувати балковий момент M_b в елементі ребра за формулою (1):

$$M_b = M_{ст} + N_{ст} \bullet \bullet \bullet h_b \quad (1)$$

Зважаючи на нерівномірний розподіл згинального моменту M_c та поздовжньої сили N_c по довжині балки, рекомендується для визначення балкового моменту брати їхні осереднені значення в суміжних перерізах скінченних елементів. Поперечну силу в елементі можна розрахувати за формулою (2) як суму

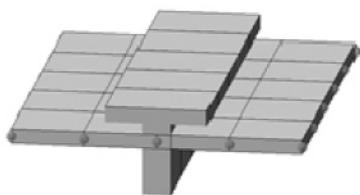
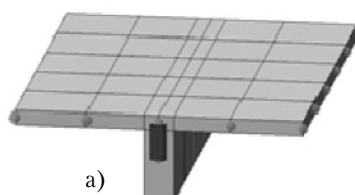
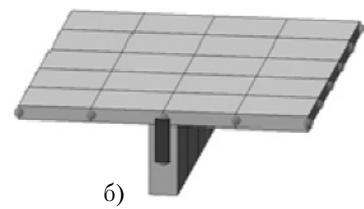


Рис. 2. Моделювання ребра тавровим стержнем



а)



б)

Рис. 3. Моделювання ребра стержнем прямокутного перерізу з ексцентриситетом: а — з перетином плити; б — з примиканням до плити

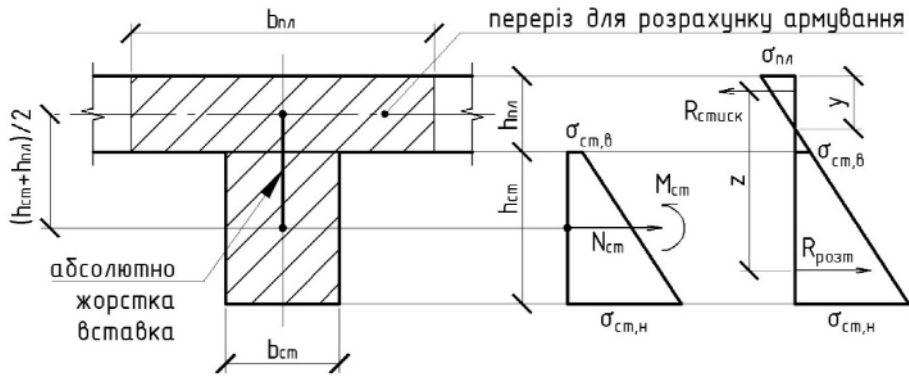


Рис. 4. Схеми до перерахунку внутрішніх зусиль

відповідних внутрішніх зусиль у скінченному елементі стержня $Q_{ст}$ та елементах плити $Q_{пл, i}$, що увійшли до утвореного таврового перерізу:

$$Q = Q_{ст} + Q_{пл, i} \quad (2)$$

Для визначення ширини полиці $b_{пл}$ тавра за формулою (3) в елементі пропонується прийняти, що в граничному стані перерізу напруження в полиці дорівнюватимуть розрахунковій міцності бетону на стиск R_b :

$$b_{пл} = N_{ст} / (b_{пл} \cdot R_b) \quad (3)$$

Оскільки припущення про розподіл напружень в плиті та про рівність цих напружень розрахунковій міцності бетону на стиск є достатньо грубими, другий підхід ґрунтується на побудові епюр нормальних напружень в перерізах елемента по їхній вертикальній центральній осі симетрії (рис. 4). Згідно з гіпотезою плоских перерізів пропонується розрахувати нормальні напруження на рівні нижньої грані ребра $\sigma_{ст,н}$ та на рівні стику ребра з плитою $\sigma_{ст,в}$ та екстраполювати напруження в зону плити $\sigma_{пл}$ за формулою (4):

$$\sigma(z) = -z \cdot M_{ст} / I_{ст} + N_{ст} / A_{ст} \quad (4)$$

Далі визначається величина та положення рівнодіючих напружень в стержні та плиті з умови рівноваги рівнодіючих напружень розтягу $R_{розт}$ та стиску $R_{стиск}$ в елементі ($R = 0$). Балковий момент визначається за формулою (5) як добуток рівнодіючої напружень розтягу чи стиску в перерізі елемента на плече z між цією парою сил. Ефективна ширина полиці тавра $b_{пл}$, що вводиться в розрахунок, приймається такою, що забезпечує рівномірний розподіл визначених напружень у плиті. Вона визначається з виразу рівнодіючої напружень в зоні плити за формулою (6):

$$M_б = R_{розт} \cdot z \quad (5)$$

$$b_{пл} = R_{стиск} / (0,5 \cdot \sigma_{пл} \cdot y) \quad (6)$$

Зауважимо, що вказані підходи пропонують виконувати лише перерахунок зусиль, що описують роботу стержневого елемента в площині, однак робота з площини та кручення елемента залишаються поза увагою. Для ребристих плит з ортогональним розташуванням балок це можна вважати справедливим, якщо припустити, що балкові зусилля з площини та кручення будуть сприйняті плитою та перпендикулярними балками. Щоб досягти такого ефекту при розрахунку за МСЕ, інженерів необхідно знизити відповідні жорсткісні характеристики елементів розрахункової схеми.

Чисельні експерименти

Розглянемо результати чисельних експериментів, виконаних за допомогою програмного комплексу ЛІРА-САПР [8]. Розрахункова схема, що моделювалася, (рис. 5) представлена плитою розмірами 6 x 6 м у плані і товщиною 0,2 м, що вільно лежить на двох опорах та підперта посередині ребром розмірами 0,3 x 0,4 м. На плиту прикладене вертикальне рівномірне розподілене навантаження 1,5 тс/м², власною вагою елементів нехтуємо.

Розрахункова схема була змодельована за наведеними вище методиками в кількох варіантах, з граничним розміром скінченного елемента 0,5, 0,25, 0,1 та 0,05 м. У якості контрольної застосовано модель, виконану з об'ємних скінчених елементів кубічної форми з розміром 0,05 м. Для моделювання застосувалися скінченні елементи типу просторовий стержень (№ 10), просторова оболонка (№ 40) та просторовий об'ємний елемент (№ 36). Усім елементам були надані такі властивості матеріалів: модуль Юнга 3 x 10⁶ тс/м² та коефіцієнт Пуассона 0,2.

Були розраховані прогини плити над ребром по-

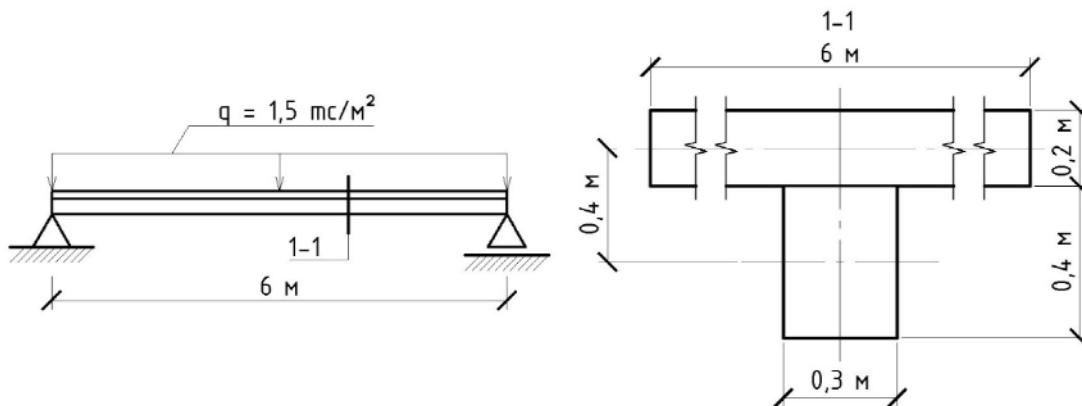


Рис.5. Розрахункова схема до чисельних експериментів

Таблиця 1. Результати чисельних експериментів

Номер варіанта моделі	Метод моделювання ребра	Розмір SE, м	Прогин плити, мм	Згинальний момент, тс·м			Ширина полиці розрахункового перерізу, м
				у перерізі елемента	за спрощеною методикою	за нормальними напруженнями	
1.1	Оболонка товщиною 0,3 м перпендикулярно плиті	0.50	3.110				
1.2		0.25	3.322				
1.3		0.10	3.386				
1.4		0.05	3.396				
2.1	Оболонка товщиною 0,6 м паралельно плиті	0.50	3.337				
2.2		0.25	3.342				
2.3		0.10	3.340				
2.4		0.05	3.340				
3.1	Тавр з полицєю 1,2 × 0,2 м та стінкою 0,3 × 0,4 м	0.50	3.440	26.873			
3.2		0.25	3.443	26.790			
3.3		0.10	3.442	26.751			
3.3		0.05	3.442	26.747			
4.1	Прямокутник 0,3 × 0,6 м, що перетинає плиту	0.50	3.229	14.283	27.538		
4.2		0.25	3.224	14.110	27.484		
4.3		0.10	3.218	14.044	27.457		
4.4		0.05	3.218	14.037	27.455		
5.1	Прямокутник 0,3 × 0,4 м, що примикає до плити	0.50	3.377	4.572	27.063	30.135	1.612
5.2		0.25	3.335	4.360	27.143	30.878	2.056
5.3		0.10	3.317	4.289	27.155	31.181	2.252
5.4		0.05	3.315	4.280	27.157	31.226	2.280
6	Об'ємні скінченні елементи	0.05	3.381			26.081	1.500

середині прольоту та зусилля у відповідному перерізі ребра в статичній лінійній постановці задачі. Для стержневих елементів прямокутного перерізу з метою визначення балкового згинального моменту, був виконаний перерахунок зусилля за спрощеною методикою (формула (1)) та за методом визначення нормальних напружень у перерізі (формули (4) – (6)). Результати наведені в таблиці 1.

Щоб визначити зусилля в ребрі в моделі з об'ємних скінченних елементів, скористаємося розрахунком навантажень на фрагмент схеми. Таким фрагмен-

том буде набір вузлів та елементів у відповідному перерізі плити та ребра. Згинальний момент у цьому перерізі можна визначити як суму добутків вузлових реакцій в елементах на відстань по вертикалі між відповідним вузлом та центром ваги перерізу. Розрахунковим перерізом ребра, що працює сумісно з плитою буде тавр, при цьому постає питання про обмеження ширини його полиці. На рис. 6 наведена залежність між шириною полиці таврового перерізу та одержаним згинальним моментом.

Як бачимо, величина моменту зростає нелінійно

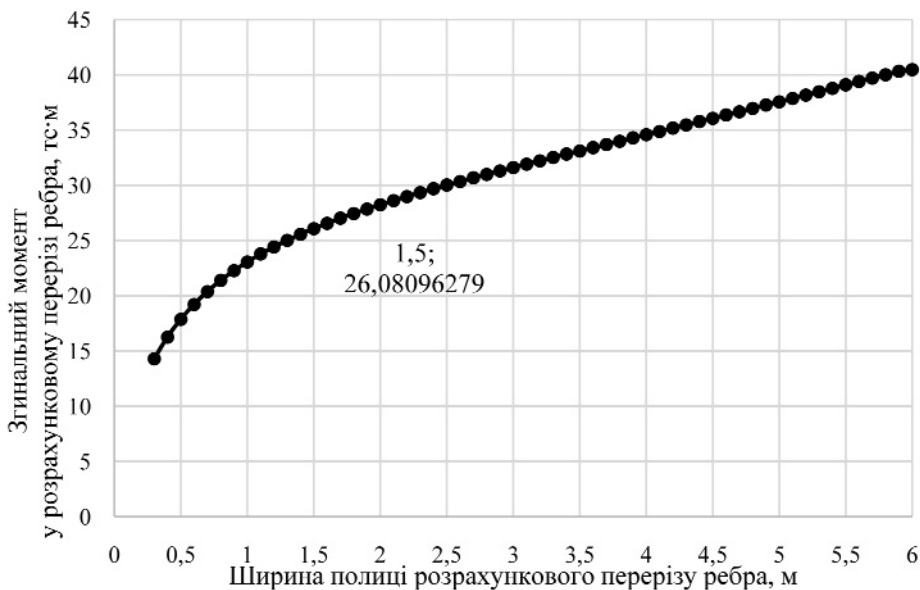


Рис. 6. Залежність згинального моменту від ширини полиці розрахункового перерізу ребра

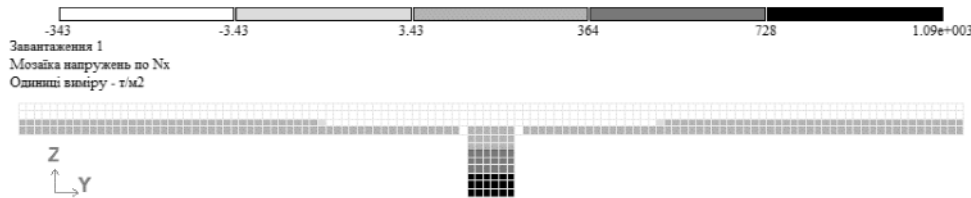


Рис. 7. Нормальні напруження в перерізі плити та ребра

до певної точки на графіку, після чого залежність стає фактично прямою. Можна припустити, що ця точка й обмежує зону сумісної роботи плити та ребра. В умовах поставленої задачі ця точка приблизно відповідає ширині полиці плити 1,5 м та величині моменту 26,081 тс / м. При аналізі нормальних напружень в скінченних елементах, що утворюють розрахунковий переріз, також видно, що ця точка знаходиться в тому діапазоні, де плита переходить в режим симетричної роботи по товщині (рис. 7).

Висновки

та перспективи подальших досліджень

У ході аналізу методик розрахунку армування залізобетонних плит, підсиленних ребрами, були одержані наступні висновки:

- Існуючі в Україні методики ручного розрахунку та комп'ютерного моделювання таких конструкцій містять значну кількість припущень та інженерних умовностей. Це пов'язано з необхідністю спрощення розрахункових схем конструкцій складних комбінованих будівельних систем, елементи яких працюють взаємопов'язано.

- Впровадження класичної методики ручного розрахунку, а також вимог застосовуваних на території СНД нормативних документів в автоматизовані розрахунки за МСЕ є недоцільним.

- Розглянуті методики комп'ютерного моделювання залізобетонних плит, підсиленних ребрами, дають подібні результати, однак кожна з них містить власні недоліки, що призводить до труднощів при застосуванні їх у практиці сучасного будівельного

проектування.

- Застосування методики моделювання ребра за допомогою стержня прямокутного перерізу, розміщеного відносно плити з ексцентриситетом, з подальшим перерахунком зусиль за нормальними напруженнями в перерізі ребра є доцільним у практиці проектування. Цей підхід є найбільш економічним з точки зору МСЕ. Однак при цьому існує потреба в додатковому теоретичному обґрунтуванні та експериментальному підтвердженні положень про роботу елемента з площини та на кручення. Також поза увагою залишається вплив ребра на внутрішні зусилля й армування елементів плити.

- Дослідження розрахункових моделей з об'ємних скінченних елементів підтвердило наявність зв'язку між характером розподілу нормальних напружень в елементах та шириною зони плити, що включається в роботу ребра на згин.

- Необхідна розробка узагальнюючої методики комп'ютерного моделювання та розрахунку таких конструкцій на основі МСЕ, що дозволила б максимально автоматизувати процес: мінімізувати обсяг вихідних даних, виключити необхідність створення проміжних розрахункових моделей або виконання проміжних ручних розрахунків. Така методика має ґрунтуватися на автоматизованому аналізі взаємовпливу елементів комбінованих будівельних систем. Необхідно визначити спільні принципи роботи взаємопов'язаних конструктивних елементів, щоб мати можливість застосовувати ці принципи для розрахунку конструкцій комбінованих будівельних систем різних класів.

Література

1. *Руководство по расчету статически неопределимых железобетонных конструкций / Научно исследовательский институт бетона и железобетона Госстроя СССР (НИИЖБ). Москва : Стройиздат, 1975. 192 с.*
2. *Залізобетонні конструкції : Підручник / А. Я. Барашиков, Л. М. Буднікова, Л. В. Кузнецов та ін. ; за ред. А. Я. Барашикова. Київ : Вища школа, 1995. 591 с. : іл.*
3. *СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. Москва : ЦИТП Госстроя СССР, 1989. 80 с.*
4. *ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1992-1-1:2004, IDT). Вид. оф. [Чинний від 2013-07-01]. Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012. 301 с.*
5. *ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Вид. оф. [На заміну СНиП 2.03.01-84*; чинний від 2011-06-01]. Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. 73 с.*
6. *Скорук Л. Поиск эффективных расчетных моделей ребристых железобетонных плит и перекрытий // CADmaster. 2004. № 3. С. 78-83.*
7. *Городецкий А. С., Батрак Л. Г., Городецкий Д. А., Лазнюк М. В., Юсипенко С. В. Расчет и проектирование конструкций высотных зданий из монолитного железобетона (проблемы, опыт, возможные решения и рекомендации, компьютерные модели, информационные технологии). Киев : Факт, 2004. 106 с. : ил.*
8. *Барабаш М. С. Компьютерное моделирование процессов жизненного цикла объектов строительства : Монография. Киев : Сталь, 2014. 301 с.*

References

1. *Guidelines for the calculation of statically indeterminate reinforced concrete structures. NIIZhB. Moscow, Stroizdat, 1975.*
2. *A. Ya. Barashikov, L. M. Budnikova, L. V. Kuznetsov, Reinforced concrete structures. Kyiv, Vyscha shkola, 1995.*
3. *SNiP 2.03.01-84*. Concrete and reinforced concrete structures. Moscow: TsITP Gosstroya SSSR, 1989.*

4. DSTU-N B EN 1992-1-1:2010. Eurocode 2. Design of reinforced concrete structures. Part 1-1. General rules and regulations for structures (EN 1992-1-1:2004, IDT). Kyiv, Ministry of Regional Development of Ukraine, 2012.
5. DBN V.2.6-98:2009. Concrete and reinforced concrete structures. General rules. Kyiv, Ministry of Regional Development of Ukraine, 2011.
6. L. Skoruk. "Search for effective design models for ribbed reinforced concrete slabs and floors", CADmaster, vol 3, pp. 78-83, 2004.
7. A. S. Gorodetskiy, L. G. Batrak, D. A. Gorodetskiy, M. V. Laznyuk, S. V. Yusipenko. Calculation and design of structures of high-rise buildings from reinforced concrete (problems, experience, possible solutions and recommendations, computer models, information technology).. Kyiv, Fakt, 2004.
8. M. S. Barabash. Computer simulation of construction objects' life cycle processes : Monograph. Kyiv: Stal, 2014. 301 p.

А. В. Томашевский

аспирант кафедры компьютерных технологий строительства, ORCID: 0000-0001-5960-2100
Национальный авиационный университет, г. Киев

**АНАЛИЗ МЕТОДИК КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЁТА АРМИРОВАНИЯ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ, УСИЛЕННЫХ РЁБРАМИ**

***Аннотация.** В статье предлагается обзор применяемых в Украине методик компьютерного моделирования и расчета армирования железобетонных плит, усиленных рёбрами. Рассматриваются основополагающие гипотезы и допущения представленных методик, анализируется возможность воплощения требований нормативных документов в автоматизированных расчётах. По результатам численных экспериментов подтверждается наличие связи между характером распределения нормальных напряжений в сечении элемента ребра и шириной зоны плиты, включающейся в работу ребра на изгиб. Отмечается необходимость разработки универсальной методики расчета таких конструкций, пригодной к воплощению в современных программных комплексах на основе метода конечных элементов, реализующих технологию информационного моделирования зданий (BIM).*

***Ключевые слова:** монолитное ребристое перекрытие, железобетонная ребристая плита, расчет армирования, метод конечных элементов.*

A. V. Tomashevskiy

graduate student of the department of computer technology of construction, ORCID: 0000-0001-5960-2100
National Aviation University, Kyiv

**PROBLEMS OF COMPUTER STRUCTURAL ANALYSIS AND REINFORCEMENT CALCULATION
TECHNIQUES OF REINFORCED CONCRETE RIBBED SLABS**

***Abstract.** This paper proposes an overview of computer structural analysis and reinforcement calculation techniques of reinforced concrete ribbed slabs that are used in Ukraine. It considers the fundamental hypotheses and assumptions of these techniques and analyzes the possibility of implementation of the building codes' requirements into automated calculations. Numerical experiments confirm the existence of a relationship between the normal stress distribution pattern in the rib's cross section and the width of the slab zone, which participates in the rib's bending. We conclude the need to develop a generalizing methodology of FEM structural analysis for such structures, which could be implemented in modern FEM-analysis packages implementing building information modelling technology (BIM).*

***Keywords:** monolithic ribbed overlap, reinforced concrete ribbed slab, reinforcement calculation, finite element method.*

Зміст

Звіт про першу міжнародну конференцію, що відбулася 13–14 березня 2019 року. "Застосування нових матеріалів і технологій захисту, гідроізоляції, укріплення конструкцій об'єктів спеціального призначення підвищеної надійності"	3
УХВАЛА першої міжнародної науково-технічної конференції: "Застосування нових матеріалів і технологій захисту, гідроізоляції, укріплення конструкцій об'єктів спеціального призначення підвищеної надійності"	5
Програма Міжнародної науково-технічної конференції «Застосування нових матеріалів і технологій захисту, гідроізоляції, укріплення конструкцій об'єктів спеціального призначення підвищеної надійності»	6
О.І. Гармаш СВІТОВИЙ ДОСВІД ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ВЛАШТУВАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙ В УКРАЇНІ	7
О.І. Гармаш ОСНОВНІ ПОМИЛКИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ І ВИКОНАННІ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ЧАСТИН БУДИНКІВ І СПОРУД	12
П.Є. Григоровський, О.В. Мурашова РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ВПЛИВУ НОВОГО БУДІВНИЦТВА НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ ПРИДАТНІСТЬ БУДІВЕЛЬ ПРИЛЕГЛОЇ ЗАБУДОВИ	16
Д. Ф. Гончаренко, И. А. Менейлюк ВИБОР ТЕХНОЛОГІЇ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ПУТЄМ МНОГОКРИТЕРІАЛЬНОГО АНАЛІЗА	22
Н.В. Шарикіна ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕМОНТУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ	28
П.Є. Григоровський, В.О. Басанський, Л.М. Грубська АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ВСТАНОВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНИХ СХИЛІВ	35
П.Є. Григоровський, С. В. Іносов, В. Ю. Луценко, Л. Г. Соболевська, А.О. Вольтерс КЛІМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КИЄВА СТОСОВНО ПРОЦЕСУ ТРІЩИНОУТВОРЕННЯ БЕТОНУ І ЙОГО МОНІТОРИНГУ	43
В.А. Пашинський, В.А. Настоящий, В.В. Дарієнко, Г.Д. Портнов, Є.О. Томаченко ВИКОРИСТАННЯ МОНОЛІТНОГО ПІНОБЕТОНУ ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ	54
С.М. Марчук, О.М. Чернухін, В.М. Хоменко ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОНАННЯ РОБІТ НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ ТЕХНІЧНОЇ ПІДЛОГИ З СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ	58
В.О. Галушко, О.І. Менейлюк, І.О. Менейлюк, Д.Ю. Уваров ВИБІР ЕФЕКТИВНОГО МЕТОДУ ЗМІЦНЕННЯ СХИЛУ В РАЙОНІ АРКАДІЇ М. ОДЕСИ	61
А.В. Томашевський АНАЛІЗ МЕТОДИК КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ І РОЗРАХУНКУ АРМУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ, ПІДСИЛЕНИХ РЕБРАМИ	68

ДП НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Науково-технічний збірник "БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО" Випуск № 69

Формат 60x90 1/8. Папір офсетний. Друк офсетний.

Ум.-друк арк. ХХХ. Наклад 100 прим. Замовлення ХХХ. Ціна договірна

ДП "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва"

03110, МСП, Київ, пр. В. Лобановського, 51