

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ

№ 33 ' 17

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

Міністерство регіонального розвитку, будівництва
та житлово-комунального господарства України;
Академія будівництва України;
ДП "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва" (НДІБВ);
Київський національний університет
будівництва та архітектури (КНУБА);
ХК "Київміськбуд"; СП "Основа-Солсіф"; "Ізотоп" LTD (Ізраїль)

VI Міжнародна
науково-технічна конференція
присвячена 70-річчю ювілею ДП "НДІБВ"
та 80-річчю від дня народження
д.т.н., професора Балицького В.С.

"НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ"

Забезпечення експлуатаційної придатності об'єктів будівництва.

Проектування, будівництво, експлуатація.

Науково-технічний супровід.

24 – 26 травня 2017 р. м. Київ

УДК 69.05

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

Серія KB № 21943-11843ПР від 31.03.2016 р.

Наказ Міністерства освіти і науки України про реєстрацію фахового видання технічних наук
№ 515 від 16.05.2016

Науково-технічний журнал видається з 2001 року.

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

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

Редакційна колегія:

д.т.н., с.н.с. Галінський О.М. – головний редактор;

к.т.н., с.н.с. Григоровський П.Є. – заступник головного редактора;

д.т.н., проф. Назаренко І.І. (Україна);

д.т.н., проф. Адріанов В.П. (Україна);

д.т.н., проф. Білоконь А.І. (Україна);

д.т.н., проф. Вечеров В.Т. (Україна);

д.т.н., проф. Городецький О.С. (Україна);

д.т.н., проф. Гончаренко Д.Ф. (Україна);

д.т.н., проф. Долотов О.В. (США);

д.т.н., проф. Дорофєєв В.С. (Україна);

д.т.н., проф. Клованич С.Ф. (Польща);

д.т.н., проф. Кравчуновська Т.С. (Україна);

д.т.н., проф. Менейлюк О.І. (Україна);

д.т.н., проф. Михайленко В.М. (Україна);

д.т.н., проф. Млодецький В.Р. (Україна);

д.т.н., проф. Осипов О.Ф. (Україна);

д.т.н., проф. Пилипенко В.М. (Білорусь);

д.т.н., проф. Плоский В.О. (Україна);

докт. Радей Карел (Чехія);

д.т.н., проф. Радкевич А.В. (Україна);

д.т.н., проф. Савйовський В.В. (Україна);

д.т.н., проф. Тугай О.А. (Україна);

д.т.н., проф. Тонкачєєв Г.М. (Україна);

д.т.н., проф. Шатов С.В. (Україна);

д.т.н., проф. Шумаков І.В. (Україна);

д.т.н., проф. Шимановський О.В. (Україна);

д.т.н., проф. Файвусович О.С. (Україна).

Літературний редактор Колесник Н.В.

Комп'ютерна верстка Молодід О.О.

Мова видання: українська і російська.

Затверджено до друку Вченою радою інституту
протокол № 3 від 11.05.2017 р. № 33

Адреса редколегії збірника:

03110, МСП, Київ, проспект Лобановського (Червонозоряний), 51. Тел. 248-48-68

E-mail: conf-ndibv@ukr.net, vistavca@ukr.net

web: <http://ndibv.kiev.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.

УДК 624.15; 725

*Галінський О.М., д.т.н., с.н.с., директор,
Басанський В.О., зав. сект.,
Грубська Л.М., ст. наук., співр.,
ДП «НДІБВ», м. Київ*

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКІВ СТІЙКОСТІ СХИЛУ У ПРИБЕРЕЖНІЙ ЗОНІ В РАЙОНІ 9-ГО МКР. м. ІЛЛІЧІВСЬК

Запропонована зміна моделі розрахунку зсувонебезпечного схилу з внесенням прошарків ґрунтів з фізико-механічними характеристиками «плашка по плашці». Дана модель а порівнянні з базовою розрахунковою моделлю дає змогу більш реально оцінити поведінку схилу в разі активізації зсувних процесів.

Ключові слова: зсувонебезпечний схил, «плашка по плашці», активний зсув.

Використання узбережжя морів як рекреаційної зони вимагає раціонального планування і захисту від небезпечних геотехнічних явищ прибережної зони.

У межах Одеської області на прибережних схилах розповсюдженим явищем є формування зсувних процесів. Людська діяльність та початкові складні інженерно-геологічні умови є факторами щодо активізації цих процесів.

Аналіз формування та методи прогнозування активізації зсувних процесів на зсувонебезпечному схилі розглянуто на прикладі ділянки прибережної зони в районі 9-го мкр. в м. Іллічівськ.

На даній ділянці передбачається виконання заходів з інженерного захисту зсувонебезпечної ділянки.

Співробітниками ДП «НДІБВ» виконувався аналіз характеру зсувних процесів та їх активізації у останній період на даній території.

Рішення з інженерного захисту території направлені на стабілізацію прибережного рельєфу схилу, де фіксуються зсувні процеси.

Територія прибережного схилу має довжину 700 м та ширину 240-280 м без

врахування ширини існуючого пляжу. Перепад висот складає 40 м. В верхній частині ділянки на відм. 40,00 Б.С. розташоване плато.

Особливістю ділянки є забудова плато (котеджне містечко), розміщення на схилі діючих баз відпочинку «Райдужний» і «Квант» та широкого піщаного пляжу.

Для захисту цієї території в проєкті передбачено влаштування інженерних споруд.

Передбачені інженерні споруди включають: пальові утримуючі споруди, дренаж, дощова каналізація, вертикальне планування та транспортна розв'язка.

У геоморфологічному відношенні ділянка узбережжя належить крайній частині плато та приморському зсувному схилу.

В інженерно-геологічній будові плато приймають участь лісовидні суглинки та супісі загальною потужністю 20,0-23,5м. Консистенція ґрунтів від твердої та тугоплаткової – чергуються водонасичені та водороздільні шари. Загальна потужність водонасичених ґрунтів прибровочної частини плато складає 10-14 м до абс. відм. 17,0-17,5 м Б.С. На абс. відм. 15,0-17,00 м Б.С. лісовидні суглинки підстилаються червоно-бурими та буро-сірими верхнєпліоценовими глинами твердої та напівтвердої консистенції загальною потужністю близько 15,0 м. Нижче знаходяться відклади понтинного ярусу неогену в вигляді двох горизонтів вапняку потужністю по 1-2 м кожний, розділених між собою зелено-сірою глиною твердої та напівтвердої консистенції. Загальна потужність понтинних відкладень 7-11 м, нижче яких залягають меотичні глини з прошарками супісі та піску з відм. верху на абс. відм. - 7 м – -9 м Б.С.

У геологічній будові зсувного схилу беруть участь зсувні накопичення, тобто ґрунти плато, деформовані зсувним процесом, розбиті на зсувні блоки. Шари ґрунту не витримані за потужністю та простяганням, залягають на різних гіпсометричних рівнях, місцями деякі ІГЕ відсутні. В верхніх блоках схилу часто

порядок нашарування ІГЕ зберігається як на плато.

Гідрогеологічні умови на плато характеризуються наявністю двох водоносних горизонтів.

На початку 2015 року на ділянках схилу почались активні зсувні процеси, які призвели до суттєвих деформацій частини конструкцій інженерного захисту (підпірної стіни) та схилу в цілому.

У схилі сформувались декілька блоків зсувів здвигу-ковзання, а у верхній частині схилу сформувався зсув стискання.

В ході виконання робіт з аналізу ситуації, що виникла на схилі виконано ряд розрахунків з моделюванням в програмному комплексі Plaxis.

Розглядались такі основні розрахункові схеми:

1) Модель повторювала розташування ІГЕ, як вказано в звітах з інженерно-геологічних вишукувань.

2) У розрахунковий переріз були внесені зміни в розташуванні шарів ІГЕ, а саме внесені в місця ймовірного виникнення поверхонь ковзання прошарків ґрунту з характеристиками «плашка по плашці».

Такі зміни були внесені в ході аналізу даних інженерно-геологічних досліджень, за якими внаслідок людської діяльності, значних опадів у попередній період відбувалось значне накопичення води на

контакті водо упору з глин та нашарувань лесових ґрунтів.

Розрахункова модель з геологічною будовою, що наведена в звіті наведена на рис. 1.

Розрахункова модель з прошарками ґрунту зі зміненими характеристиками наведена на рис. 2.

Пластичні деформації, що виникають в ґрунтовому масиві за першою розрахунковою схемою наведено на рис. 3.

Пластичні деформації, що виникають в ґрунтовому масиві за другою розрахунковою схемою наведено на рис. 4.

За результатами розрахунків першої схеми схил залишається в стійкому стані. Суттєві напруження і деформації виникають тільки у верхній зоні схилу, що складений лесовими ґрунтами.

За результатами розрахунку другої схеми фіксуються значні деформації ґрунтового масиву всього схилу.

Відповідно метод прогнозування зсувних процесів з внесенням прошарків послаблених ґрунтів в ймовірні поверхні ковзання показує більш об'єктивну картину при розвитку активних зсувів.

Поверхні ковзання можуть бути зафіксовані при інженерно-геологічних дослідженнях, або у разі відсутності таких даних, спрогнозовано розрахунком визначення коефіцієнту стійкості схилу, як наведено на рис. 5.

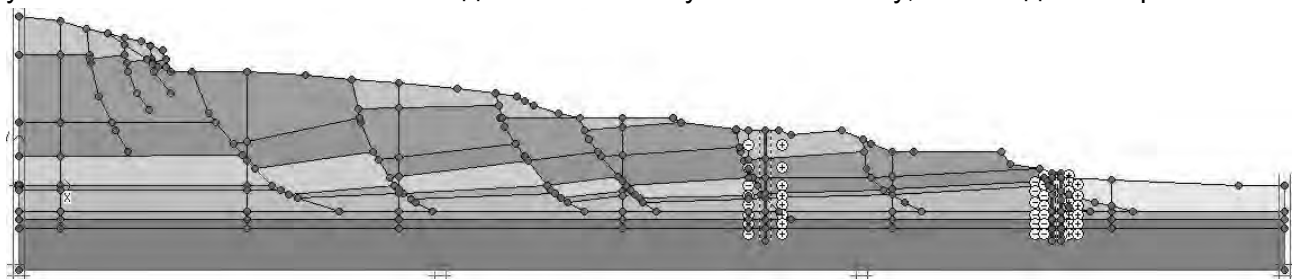


Рис. 1. Розрахункова модель схилу за даними звіту з вишукувань

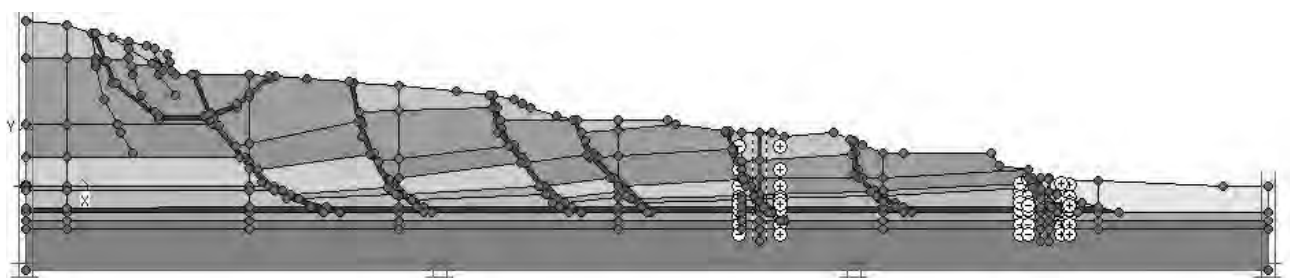


Рис. 2. Розрахункова модель схилу з додатковими прошарками послабленого ґрунту

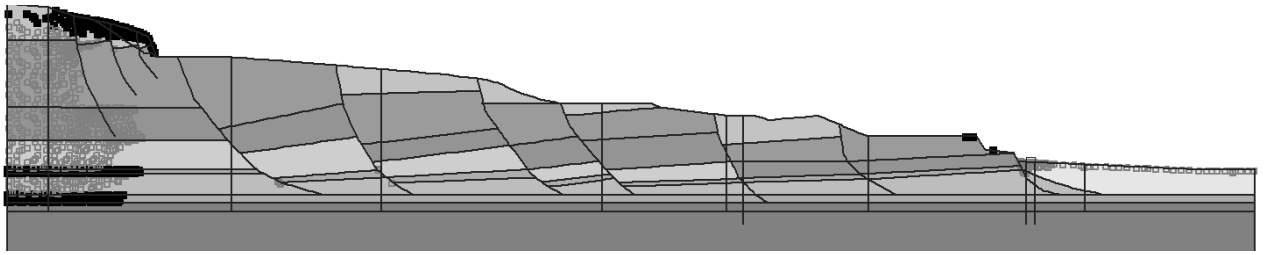


Рис. 3. Пластичні деформації, що виникають в ґрунтовому масиві за першою розрахунковою схемою

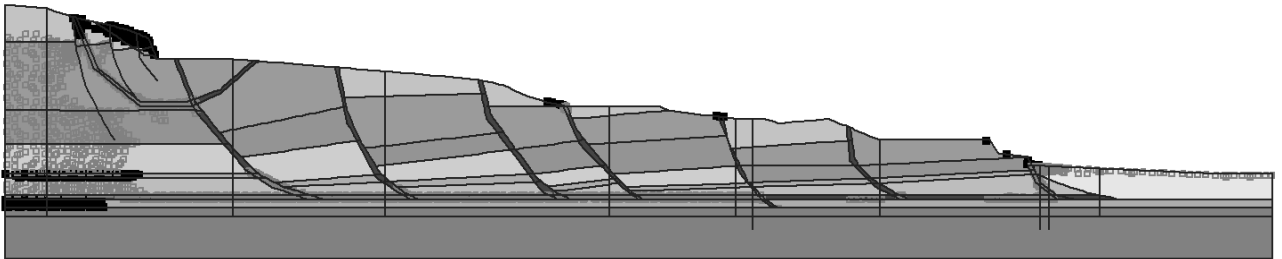


Рис. 4. Пластичні деформації, що виникають в ґрунтовому масиві за другою розрахунковою схемою

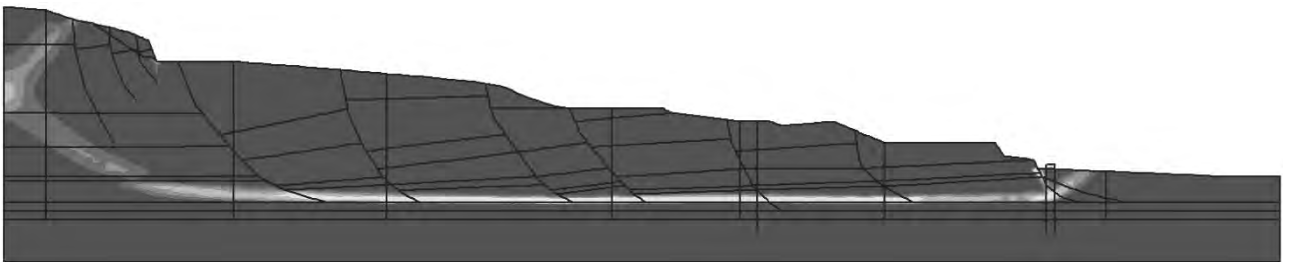


Рис. 5. Визначення ймовірної поверхні ковзання зсуву

За результатами розрахунків першої схеми схил залишається в стійкому стані. Суттєві напруження і деформації виникають тільки у верхній зоні схилу, що складений лесовими ґрунтами.

За результатами розрахунку другої схеми фіксуються значні деформації ґрунтового масиву всього схилу.

Відповідно метод прогнозування зсувних процесів з внесенням прошарків послаблених ґрунтів в ймовірні поверхні ковзання показує більш об'єктивну картину при розвитку активних зсувів.

Поверхні ковзання можуть бути зафіксовані при інженерно-геологічних дослідженнях, або у разі відсутності таких даних, спрогнозовано розрахунком визначення коефіцієнту стійкості схилу, як наведено на рис. 5.

Висновки:

- на даній ділянці берегової території внаслідок людської діяльності та активних опадів у попередній період відбулось значне зволоження контакту водоупору з глин та масиву лесових ґрунтів;

- відбулось формування поверхонь ковзання на контакті водоупору та верхніх нашарувань;

- розрахунок схилу з врахуванням прошарків з послабленими фізико-механічними характеристиками ґрунтів («плашка по плашці») є більш близьким до реальних явищ, що спостерігались на зсувонебезпечному схилі ділянки;

- запропонований метод дає змогу передбачити розвиток активних зсувних процесів на схилі, і в подальшому, передбачити заходи з інженерного захисту схилів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Двухстадийный проект. Противооползневые мероприятия в прибрежной зоне в районе 9 МКР в г. Ильичевске. Том 1. Пояснительная записка. Чертежи., Ильичевск, 2012 г.
2. Інженерно-геологічні умови майданчика в період розробки проектної документації 1992 та 2002 р. (ДП «Одессакоммунпроект»).
3. Інженерно-геологічні та гідрогеологічні вишукування в прибровочній зоні плато і верхньої частини схилу в 2011 році (ДП «Одессакоммунпроект»).
4. Противооползневые мероприятия в прибрежной зоне в районе 9 МКР в г. Ильичевске. Том «Инженерно-геологические на участке свайного ряда», ФЛП Марченко В.Г. Одесса, 2015 г.
5. Топографічна карта прибережної зони в районі 9 МКР в м Іллічівську 1992, 2002 та 2011 років.

REFERENCES:

1. Two-stage project. Anti-landslide measures in the coastal zone in the area around 9 MKR in the city of Ilyichevsk. Volume 1. Explanatory note. Drawings., Illichivsk, 2012.
2. Geotechnical site conditions during the design documentation 1992 and 2002 (SE "Odessakommunprojekt").
3. Geotechnical and hydrogeological research in the area of the plateau and the top of the hill in 2011 (SE "Odessakommunprojekt").

4. Anti-landslide measures in the coastal zone in the area around 9 MKR in the city of Ilyichevsk. Volume "Engineering and geological on the site of the pile series", FLP Marchenko VG Odessa, 2015

5. Topographic coastal zone in a region 9 MKR Ilyichevsk in 1992, 2002 and 2011.

АННОТАЦИЯ

Предложена модель расчета оползнеопасного склона с внесением слоев почвы с физико-механическими характеристиками «плашка по плашке». Данная модель а в сравнении с базовой расчетной модели позволяет более реально оценить поведение склона в случае активизации оползневых процессов.

Ключевые слова: оползнеопасный склон, «плашки по плашке», активное смещение.

ANNOTATION

A model for the calculation of landslide-prone slopes with the introduction of soil layers with physical and mechanical characteristics of the "die for die". This model as compared to the basic calculation model allows for a more realistic assessment of slope behavior in the event of activation of landslide processes. Method of forecasting landslides with the introduction of weakened soil layers in the probable surface of sliding shows a more objective picture of the development of active landslides.

Keywords: landslide slope, "die-cutting plate", active displacement.

УДК 624.131.2

*Григоровський П.Є., к. т. н., с.н.с.,
перший заступник директора
ДП «НДІБВ», м. Київ*

**МЕТОДОЛОГІЯ ОБҐРУНТУВАННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЗАСОБІВ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ БУДІВЕЛЬ,
СПОРУД І ТЕРИТОРІЇ ЗАБУДОВИ НА
ВСІХ ЕТАПАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ**

У статті наведено методологію обґрунтування ефективності технологій та засобів інструментального визначення параметрів будівель, споруд і території забудови на всіх етапах життєвого циклу, яка передбачає: встановлення загальних принципів формування системи діагностики технічного стану будівель; обґрунтування ефективності технологій та засобів інструментальних вимірювань; встановлення взаємовпливу організаційно-технологічних і організаційно-технічних показників вимірювань; визначення тривалості, періодичності та необхідних обсягів інструментальних обстежень; визначення ефективності вимірювальних систем з використанням моделей і методів забезпечення якості будівництва та діагностики технічного стану будівлі на всіх етапах життєвого циклу з використанням інтелектуальних інформаційних систем.

Ключові слова: інструментальні вимірювання, технологія та організація вимірювань, життєвий цикл будівель, будівництво, експлуатація, загрози пошкоджень, уразливість будинків, підтоплення.

Вступ. Забезпечення довготривалої експлуатації об'єкта будівництва є актуальна техніко-економічна проблема що потребує ефективних рішень на всіх етапах життєвого циклу, таких як: вишукувальні та проектні роботи,

підготовчий період, нульовий цикл, зведення наземної частини, експлуатація, періоди фізичного зносу та закінчення життєвого циклу або початок нового, за умови відновлення експлуатаційних властивостей об'єкта.

Дефекти та пошкодження будівельних об'єктів є наслідком негативних факторів, що існують на всіх етапах життєвого циклу, у зв'язку з чим виникає завдання забезпечення їх експлуатаційної придатності шляхом отримання інформації щодо технічного стану, діагностування та прийняття рішень з відновлення. Оцінка технічного стану будівель є одна з найбільш складних задач на ринку інтелектуальних систем оцінки і прийняття рішень, складність якої полягає у великій кількості чинників, що впливають на оцінку, які досить складно формалізувати.

Сутність наукової проблеми полягає в необхідності теоретичного обґрунтування системи концептуальних і теоретико-методологічних основ подовження терміну експлуатації, а також оптимізації організаційно-технологічних і техніко-економічних показників будівництва та експлуатації будівель, споруд і території забудови за рахунок застосування ефективних методів вимірювань для своєчасного одержання та використання достовірної інформації, необхідної та достатньої для забезпечення експлуатаційної придатності будівель і споруд на всіх етапах їх життєвого циклу.

Останні дослідження. Стан наукової проблеми в області технології і організації визначення параметрів будівель, споруд і території забудови в Україні, в цілому, відповідає світовому науково-технічному рівню. На цей час достатньо повно досліджено технічні, технологічні, організаційні, економічні аспекти в області будівництва та експлуатації будівель і споруд; відпрацьовані теоретичні та практичні засади системного раціонального використання методів вимірювання при контролі якості, сформульовані комплексні методологічні рішення щодо точності вимірювальних

робіт, на законодавчому рівні закріплені принципи метрологічної діяльності, мають широке охоплення дослідження в області вишукувальних робіт.

У той же час, теоретичні та прикладні дослідження в області технології інструментального визначення параметрів будівель, споруд та території забудови з врахуванням взаємозв'язку та взаємовпливу вимірювальних робіт з будівельними роботами та роботами з експлуатації будівель і споруд характеризуються своєю незавершеністю, оптимізація організаційно-технологічних рішень в цьому напрямку виконана недостатньо. Це стосується питань: досліджень в області визначення параметрів будівель, споруд і території забудови на етапах проектування, будівництва та експлуатації будівель і споруд як цілісної системи; розробки та обґрунтування наукових класифікацій систем вимірювання параметрів об'єктів для різних умов їх будівництва та експлуатації; розкриття природничо-наукової сутності, характеру і ступеня впливу специфічних факторів експлуатації на режими і параметри життєвого циклу; розробки процесів прогнозування технологічних параметрів з використанням об'єктивної інформації отриманої інструментальними методами на всіх етапах життєвого циклу; моделювання та оптимізації моделей технологічних систем, здатних забезпечувати стійке і ефективне виконання робіт з будівництва та експлуатації будівель і споруд в складних, динамічних умовах. Потребують подальшого розвитку теоретико-методологічні дослідження оптимізації організаційно-технологічних, організаційно-технічних та техніко-економічних показників будівництва і експлуатації будівель, споруд і території забудови за рахунок застосування ефективних методів вимірювань для своєчасного одержання та використання достовірної інформації, достатньої для забезпечення експлуатаційної придатності будівель і

споруд на всіх етапах їх життєвого циклу.

За результатами вивчення наукових джерел зроблені висновки щодо відсутності або **необхідності поглиблення розв'язання таких проблемних завдань:**

- встановлення загальних принципів формування системи діагностики технічного стану будівель на всіх етапах їх життєвого циклу;
- відсутність методології обґрунтування ефективності технологій та засобів інструментального визначення параметрів будівель, споруд і території забудови на всіх етапах життєвого циклу;
- адаптація методів визначення організаційно-технологічних показників для розрахунку ефективності систем вимірювання та технології їх застосування;
- визначення впливу організаційно-технічних показників на ефективність систем вимірювання та технологію їх застосування;
- визначення тривалості та періодичності інструментальних обстежень у складі витрат на експлуатацію вимірювальних систем
- встановлення необхідних обсягів інструментальних спостережень при експлуатації будівель і споруд
- обґрунтування витрат часу на виконання вимірювальних робіт на всіх етапах життєвого циклу будівельних об'єктів;
- відсутність єдиної методології для створення автоматизованої системи діагностики технічного стану будівель;
- відсутність інтегрованих моделей та методів моделювання процесів діагностики, які б дозволили забезпечити ефективне функціонування інформаційних технологій діагностики технічного стану будівель та високу точність прийняття експертних рішень щодо їх стану і прогнозування основних технічних характеристик їх функціонування в умовах впливу зовнішнього та внутрішнього середовищ;
- відсутність єдиної інформаційної бази даних, що дала б можливість

порівнювати результати обстежень, спостерігати динаміку старіння будівель, систематизувати висновки про їх стан.

Встановлено, що методи обґрунтування ефективності в будівництві достатньо вивчені [7], але вони призначені для визначення ефективності механізації. Питання обґрунтування ефективності технологій та засобів інструментального визначення параметрів будівель, споруд і території забудови на всіх етапах життєвого циклу вивчено недостатньо. Це об'єктивно призводить до недооцінки ролі вимірювальних робіт у складі технологічних процесів і, як наслідок, зниження експлуатаційної придатності будівельних об'єктів.

Виклад основного матеріалу. У статті наведені деякі результати досліджень щодо обґрунтування ефективності вимірювальних робіт при будівництві і експлуатації будівель і споруд. У відповідності до структурно-логічної схеми (дивись рис. 1) виконано наступні дослідження [3,6]:

- проаналізовано життєвий цикл будівель та методи його подовження; розглянуті основні загрози пошкодження будівель, споруд і території забудови; процеси вимірювань, як джерело отримання даних для діагностики їх технічного стану;

- розглянуті методи обстежень і діагностики технічного стану будівельних об'єктів, визначені загальні принципи забезпечення експлуатаційної придатності та безпеки будівельного об'єкта, проведено аналіз сучасних інформаційних технологій автоматизованої діагностики технічного стану будівель;

- розроблено методики обґрунтування ефективності технологій та засобів інструментального визначення параметрів будівель, споруд і території забудови, визначення організаційно-технологічних показників для розрахунку ефективності систем вимірювання та технології їх застосування, встановлено наявність впливу організаційно-технічних показників на ефективність систем вимірювання та

технологію їх застосування;

- за розробленими методиками визначено тривалість та періодичність інструментальних обстежень у складі витрат на експлуатацію вимірювальних систем та встановлено необхідні обсяги інструментальних спостережень при експлуатації будівель і споруд з врахуванням критерію уразливості;

- визначено особливості обґрунтування витрат часу на виконання вимірювальних робіт на всіх етапах життєвого циклу будівельних об'єктів;

- розроблено методологію визначення ефективності вимірювальних систем з використанням моделей і методів встановлення якості будівництва та діагностики технічного стану будівлі на всіх етапах життєвого циклу за допомогою інтелектуальних інформаційних систем.

У результаті встановлення **загальних принципів формування системи діагностики технічного стану будівель на всіх етапах їх життєвого циклу** проаналізовано життєвий цикл будівлі, як час від моменту обґрунтування необхідності її зведення до настання економічної недоцільності її подальшої експлуатації. Предметом дослідження є сама будівля з дефектами та пошкодженнями, що утворюються на всіх етапах її життєвого циклу, а також методи, моделі і заходи спрямовані на подовження життєвого циклу. Встановлено, що термін життя будівлі з врахуванням факторів її зношення залежить від якості вишукувальних робіт, проектування, будівництва, ефективності проведення робіт з діагностики та ремонтно-відновлювальних заходів.

На тривалість життєвого циклу будівлі впливають фактори загального характеру, технологічні та експлуатаційні фактори. Важливим фактором подовження життєвого циклу будівлі є ефективне виконання робіт з комплексної діагностики її технічного стану, тобто своєчасне та повне виявлення основних пошкоджень та дефектів будівлі, за результатами якого і приймається рішення про доцільність їх усунення.

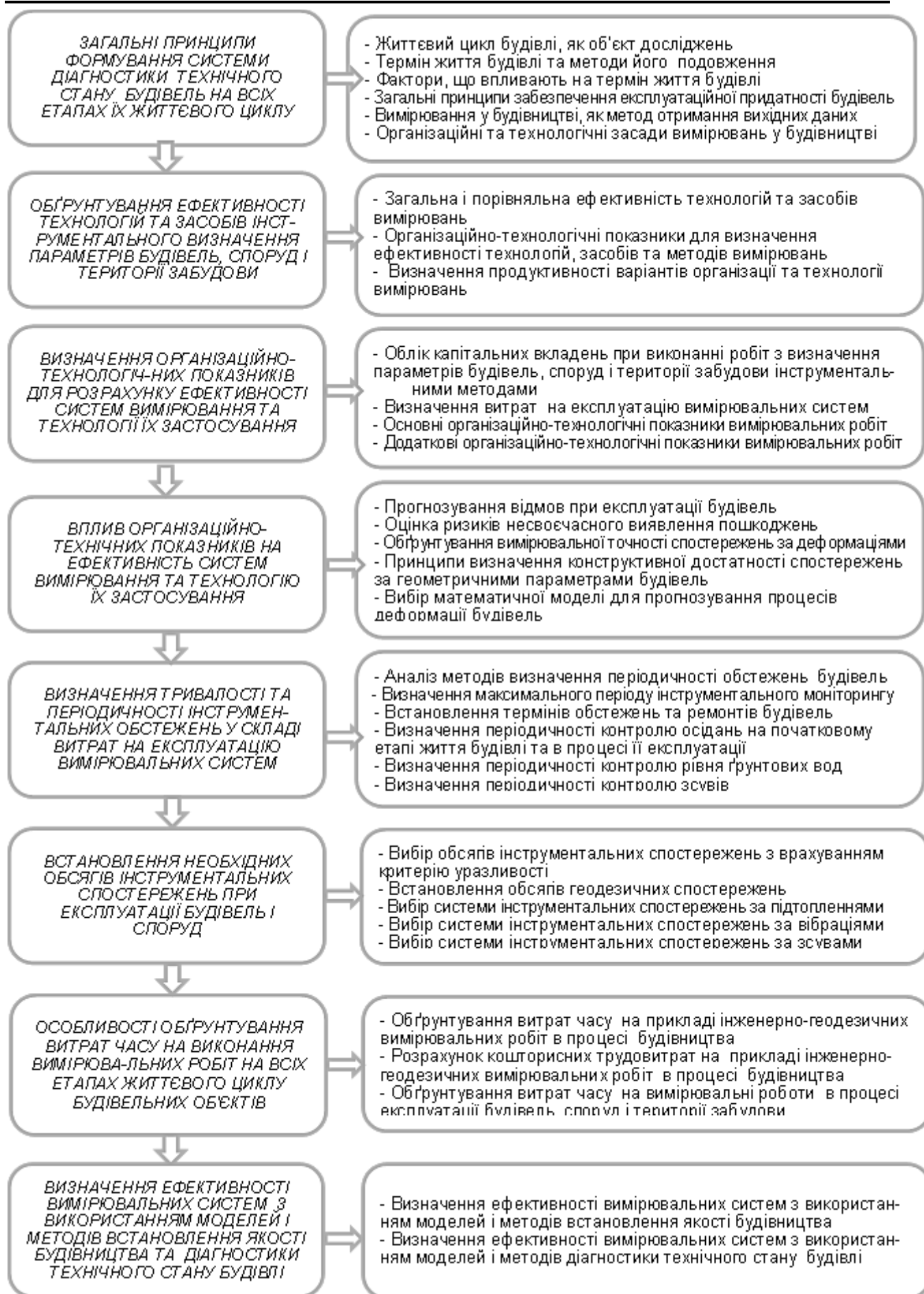


Рис.1 . Структурно-логічна схема досліджень

Нами проаналізовано основні загрози пошкоджень, дефектів та аварій [1,2,4,5]. Зазначено, що найбільші загрози викликаються раптовими проявами техногенних аварій, дія яких може не мати зовнішніх проявів.

Важливою складовою процесу отримання достовірної інформації про технічний стан будівлі є методи вимірювань при будівництві та моніторингу в процесі експлуатації.

Визначено загальні принципи забезпечення експлуатаційної придатності будівель, що забезпечуються заходами обстежень, моніторингу за ними протягом періоду експлуатації, прогнозування можливих пошкоджень та своєчасне усунення виявлених пошкоджень з врахуванням техніко-економічних чинників.

Розроблено основні вимоги до організації і технології робіт з визначення параметрів будівель, споруд і території забудови, що відносяться до законодавчо регульованої метрології.

Виконано короткий аналіз інтегрованих моделей і методів сучасних інформаційних технологій, таких як: експертні системи, нечіткі системи, нечіткі нейронні мережі або гібридні мережі, генетичні алгоритми, інформаційно-довідкова система, машинне навчання, інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень. Використання таких моделей і методів є нагальним питанням та передумовою розробки автоматизованої системи діагностики технічного стану об'єктів будівництва.

При розробці методики **обґрунтування ефективності технологій та засобів інструментального визначення параметрів будівель, споруд і території забудови** становлено, що існуючі методи обґрунтування ефективності в будівництві, як правило, призначені для визначення ефективності механізації. Вони обмежено застосовуються в області інженерних вишукувань.

Питання обґрунтування ефективності технологій та засобів інструментального визначення параметрів будівель, споруд і території забудови на всіх етапах

життєвого циклу вивчено недостатньо. Це об'єктивно призводить до недооцінки ролі вимірювальних робіт у складі технологічних процесів і, як наслідок, зниження якості робіт та експлуатаційної придатності будівельних об'єктів.

Розроблено методику обґрунтування ефективності технологій та засобів інструментального визначення параметрів будівель, споруд і території забудови, що базується на відомих методах обґрунтування ефективності в будівництві. Проаналізовано методи розрахунку загальної і порівняльної ефективності та організаційно-технологічних показників для визначення ефективності технологій, засобів та методів вимірювань.

Встановлено особливості визначення продуктивності для різних варіантів організації та технології робіт з використанням засобів та методів вимірювань, а також погодинних режимів робіт з інструментального визначення параметрів будівель, споруд і території забудови.

Проведено класифікацію видів і норм продуктивності робіт з визначення параметрів будівель, споруд і території забудови інструментальними методами.

Розроблено **методику визначення організаційно-технологічних показників для розрахунку ефективності систем вимірювання та технології їх застосування**. Встановлено, що витрати пов'язані з проведенням заходів щодо застосування технологій, засобів та методів вимірювання, включають витрати на придбання приладів, комплектів приладів та вимірювальних систем, вимірювального обладнання та оснастки, на їх виготовлення й модернізацію, на розробку та проектування методів вимірювання, створення й розширення виробничої бази технічної експлуатації, повірочних, ремонтних, вимірювальних лабораторій та метрологічних служб, на накопичення необхідних обігових коштів, тощо.

Проаналізовано склад трудовитрат та собівартості експлуатації вимірювальних

систем. Витрати на експлуатацію вимірювальних систем розподіляють на три групи за рівнем їх впливу на організаційно-технологічні показники: одноразові, річні та поточні експлуатаційні. Встановлено, що організаційно-технологічні показники, які розраховують для визначення ефективності технологій, засобів та методів вимірювання розподіляють за важливістю на основні й додаткові.

Основні показники носять загальний характер і найбільшою мірою при спільному обліку характеризують критерій ефективності. Основними організаційно-технологічними показниками вимірювальних робіт є розрахункова та фактична трудомісткість (собівартість) вимірювальних робіт, яка встановлюється за наявними даними про витрати праці та тривалість їх виконання.

Додаткові показники носять уточнюючий характер. Вони додатково характеризують критерій ефективності у тих випадках, коли потрібно врахувати вплив специфічних чинників, властивих відповідним етапам життєвого циклу, оскільки значною мірою впливають на продуктивність робіт з визначення параметрів будівель, споруд і території забудови інструментальними методами. Додаткові показники (фактори або чинники впливу) є важливими вихідними даними для розрахунку основних організаційно-технологічних показників вимірювальних робіт. Без їх врахування, аналізу та обчислення неможливо встановити основні організаційно-технологічні показники вимірювальних робіт, а саме розрахункову та фактичну трудомісткість, яка встановлюється за наявними даними про витрати праці та тривалість їх виконання. Тому, без наукового обґрунтування, аналізу та розробки методик визначення значень технічних, технологічних, організаційних, природних, техногенних та інших факторів впливу на трудомісткість вимірювальних робіт неможливо виконати порівняння варіантів за критерієм їх ефективності.

Розглянуто **вплив організаційно-тех-**

нічних показників етапу експлуатації будівель, споруд і території забудови на організаційно-технологічні показники вимірювальних робіт, ефективність систем вимірювання і технологію їх застосування. Наведено основні принципи попередження відмов, в основі яких лежить прогнозування зміни параметрів технічного стану будівель, споруд і території забудови, визначених за результатами вимірювальних робіт. Встановлено, що запобігання відмовам є головним завданням експлуатації, будівельних об'єктів. Втрата експлуатаційної придатності об'єктів відповідального призначення пов'язана з великими матеріальними втратами та можливими катастрофічними наслідками.

Проаналізовано можливість оцінки економічних ризиків при раптових проявах техногенних загроз (підтопленні, осіданні). Розглянуті принципи обґрунтування точності інструментального контролю за геометричними параметрами будівель та конструктивної достатності спостережень за ними. Проведено аналіз методів визначення періодичності обстежень технічного стану будівель. Встановлено принципи побудови математичних моделей прогнозування процесів деформації будівлі.

Методика **визначення тривалості та періодичності інструментальних обстежень у складі витрат на експлуатацію вимірювальних систем** базується на аналізі методів встановлення періодичності проведення обстежень будівель та максимального періоду інструментального моніторингу, визначені термінів обстежень та ремонтів будівель, встановленні періодичності контролю осідань початкового етапу життя будівлі та в процесі її експлуатації, визначенні періодичності контролю рівня ґрунтових вод та періодичності контролю за станом зсувів.

Розроблено методику **встановлення необхідних обсягів інструментальних спостережень при експлуатації будівель і споруд з врахуванням критерію уразливості.** Для оцінки ризику пошкодження

окрім виявлення можливих причин цього процесу запропоновано виконувати оцінку уразливості будівель, споруд та території забудови. Уразливістю запропоновано вважати інтегральну властивість будівлі втрачати експлуатаційну придатність в результаті виникнення пошкодження під впливом певного типу негативних факторів. Ступінь уразливості будівлі залежить від характеристик самої будівлі, характеристик та стану ґрунтової основи.

Методика базується на аналізі методів та виборі обсягів інструментальних спостережень при експлуатації будівель і споруд, встановленні обсягів геодезичних спостережень, виборі системи інструментальних спостережень за підтопленням, системи інструментальних спостережень за вібраціями, системи інструментальних спостережень за зсувами при експлуатації будівель і споруд з врахуванням критерію уразливості.

Розроблено методологію **визначення ефективності вимірювальних систем з використанням моделей і методів встановлення якості будівництва та діагностики технічного стану будівлі на всіх етапах життєвого циклу за допомогою інтелектуальних інформаційних систем.**

При аналізі організаційно-технологічних показників робіт з технічної діагностики слід враховувати можливий взаємовплив робіт з будівництва або експлуатації об'єкта з операціями, що входять до складу робіт системи діагностики, а саме вимірювальних робіт, обстеження, спостережень, моніторингу та інших. Такий взаємовплив має місце на всіх етапах життєвого циклу будівлі.

Висновки. Методика дозволяє визначити ефективність вимірювальних систем з використанням моделей і методів контролю якості будівництва та врахування впливу вимірювальних робіт на строки будівництва. Визначення ефективності вимірювальних систем передбачено виконувати шляхом порівняння витрат на ремонтно-відновлювальні роботи будівлі,

що експлуатується з витратами на забезпечення інструментальних спостережень та моніторингу в процесі її експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика, 1980. – 263 с.
2. Дудкин Е.С. Динамическое воздействие от движения городского транспорта на здания и сооружения / Ползуновский вестник №1 – 2, 2007, С. 30 – 32.
3. Інтегровані моделі і методи автоматизованої системи діагностики технічного стану об'єктів будівництва: монографія. / В.М. Михайленко П.Є. Григоровський, І.В. Русан, О.О. Терент'єв – К: ЦП «Компринт», 2017. – 230 с.
4. Литвак Б.Г. Экспертная оценка и принятие решений. – М.: Патент, 1996. – 271 с.
5. Методические рекомендации по оценке риска и ущерба при подтоплении территорий. М.: 2001
6. Моделі і методи системи діагностики технічного стану будівель : монографія. / А.О. Білощицький, П.Є. Григоровський, О.О. Терент'єв – К: ЦП «Компринт», 2015. – 232 с.
7. Технология и механизация строительного производства (в двух частях). / Под ред. С. С. Атаева и С.Е. Канторера – М.: Высш. шк. 1983.

REFERENCES:

1. Beshelev, S.D., & Hurvych, F.H. (1980). Matematyko-statysticheskiye metody ékspertnykh otsenok. Moskva, Rossyya: Statystyka, 263. [in Russian].
2. Dudkin, Ye.S. (2007). Dinamicheskoye vozdeystviye ot dvizheniya gorodskogo transporta na zdaniya i sooruzheniya, Polzunovskiy vestnik: 1–2, 30 – 32. [in Russian].
3. Mikhaylenko, V.M., Hryhorovs'kyy, P.YE., Rusan, I.V. & Terent'yev, O.O. (2017). Intehrovani modeli i metody

avtomatyzovanoyi systemy diahnostryky tekhnichnoho stanu ob'yektiv budivnytstva: monohrafiya. – Kyiv, Ukrayina: TSP «Kompriynt», 230. [in Ukrainian].

4. Lytvak, B.H. (1996). Ékspertnaya otsenka y prynyatye reshenyy. Moscow, Russia: Patent, 271. [in Russian].

5. Методические рекомендации по оценке риска и ущерба при подтоплении территорий (2001). Moscow, Russia. [in Russian].

6. Biloshchyts'kyu, A.O., Hryhorovs'kyu, P.YE., & Terent'yev, O.O. Modeli i metody systemy diahnostryky tekhnichnoho stanu budivel' : monohrafiya. – Kyiv, Ukrayina: TSP «Kompriynt», 232. [in Ukrainian].

7. Ataev, S. S. & Kantorera, S.E. (Eds.). (1983). Tekhnolohyya y mekhanizatsyya stroytel'noho proyzvodstva (v dvukh chastyakh). Moscow, Russia: Vysshaya shkola, 271. [in Russian].

АННОТАЦІЯ

В статті приведена методологія обґрунтування ефективності технологій і засобів інструментального визначення параметрів будівель, споруджень і території застройки на всіх етапах життєвого циклу, яка передбачає: встановлення загальних принципів формування системи діагностики технічного стану будівель; обґрунтування ефективності технологій і засобів інструментальних вимірювань; встановлення взаємодії організаційно-технологічних і організаційно-технічних показателів вимірювань; визначення тривалості, періодичності і необхідних об'ємів інструментальних досліджень; визначення ефективності вимірних систем з

использованием моделей и методов обеспечения качества строительства и диагностики технического состояния зданий на всех этапах жизненного цикла с использованием интеллектуальных информационных систем.

Ключевые слова: инструментальные измерения, технология и организация измерений, жизненный цикл зданий, строительство, эксплуатация, угрозы повреждений, уязвимость домов, подтопления.

ANNOTATION

To the article methodology of ground of efficiency of technologies and facilities of instrumental determination of parameters of building, building and building territory is driven on all stages of life cycle, that provides for: establishment of general principles of forming of the system of diagnostics of the technical state of building; ground of efficiency of technologies and facilities of the instrumental measuring; establishment of cross-coupling of organizationally-technological and organizationally-technical indexes of measuring; determination of duration, periodicity and necessary volumes of instrumental inspections; determination of efficiency of the measuring systems with the use of models and methods of providing of quality of building and diagnostics of the technical state of building on all stages of life cycle with the use of intellectual informative systems.

Keywords: instrumental measuring, technology and organization of measuring, life cycle of building, building, exploitation, threats of damages, vulnerability of houses, underflooding.

УДК 721.01:624.012.3:681.3.06

**Максименко В.П., к.т.н., с.н.с.,
Марчук С.А., зав. отделом,
ГП «НИИСП», г. Киев,
Городецкий Д.А., к.т.н., с.н.с.,
Стрелец-Стрелецкий Е.Б., к.т.н., с.н.с.,
Медведенко Д.В., инж.
ООО «ЛИРА САПР», г. Киев**

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НОВОГО ВЫСОТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ ЗАСТРОЙКУ СИСТЕМОЙ ГРУНТ

Рассмотрены возможности системы ГРУНТ, предназначенной для определения параметров жесткости грунтового и свайного оснований. Приведены методы и реализованные алгоритмы вычисления осадок, кренов и перекосов существующих и проектируемых сооружений в соответствии с различными нормативными документами. Рассмотрены возможности системы ГРУНТ на реальном примере экспертной оценки влияния проектируемых новых высотных зданий на существующую окружающую застройку.

Ключевые слова: естественное основание, свайные фундаменты, неравномерные осадки, перекосы зданий.

АКТУАЛЬНОСТЬ. Строительство высотных сооружений оказывает сильное влияние на окружающую застройку и на подземные коммуникации. Это влияние вызвано большими осадками грунтовых оснований, вызванное необходимостью устройства глубоких котлованов для подземных паркингов и т.п. По данным Международного конгресса по высотному строительству СТБУН (США, 2009 [11]) для зданий высотой более 150м полная стабилизация осадок может продолжаться значительное время – от трех до пяти лет.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ.

Рассмотрим в качестве примера влияние на окружающую застройку трех новых высотных 36-и этажных зданий торгового-офисного и отельного комплекса с наземным паркингом по Воздухофлотскому просп. в г. Киеве (Рис.1 - Рис.5).

В нормативных документах по высотному строительству присутствует требование по определению зоны влияния нового строительства на деформированное состояние существующей застройки, в том числе и дополнительных осадок грунтового основания, кренов и перекосов [6] (Рис.1).

Максимальные допустимые дополнительные осадки грунтового основания существующих зданий от влияния высотного строительства приведены в табл. 4.3 ДБН В.2.2-24:2009 [6].

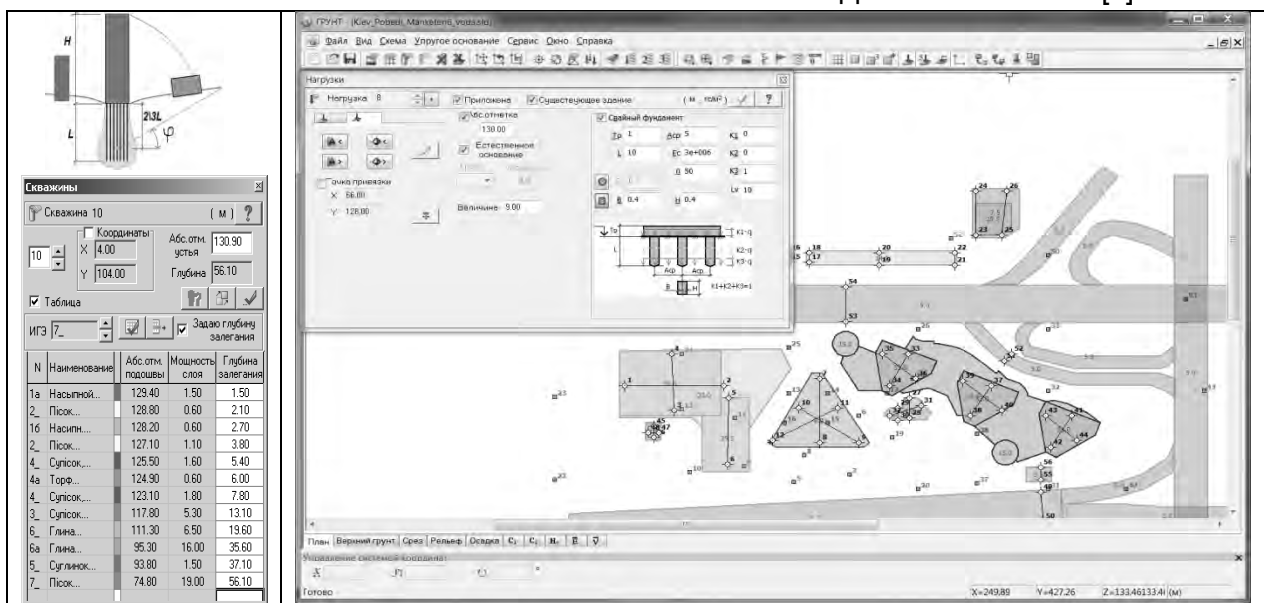


Рис.1 Схема нагрузок на основание от существующей застройки и отметки слоев грунта в скважине

Система «ГРУНТ» реализует вычисление параметров жесткости грунтового и свайного оснований в соответствии с моделями грунта Винклера и Пастернака. Для описания площадки строительства в графическом режиме задается база характеристик грунта (ИГЭ), указываются координаты и отметки устьев скважин, а также характеристики слоев грунта в каждой скважине (Рис. 1, Рис. 2).

На основании этих данных формируется пространственная модель грунта, а по отметкам устьев скважин выстраивается рельеф дневной поверхности и выполняется триангуляция на плане. При этом предполагается, что рельеф является достаточно гладким (Рис. 2). Контроль заданных параметров осуществляется с помощью отображения геологических разрезов, выстраиваемых вдоль отрезка прямой, проведенной в любом месте площадки строительства.

На площадке строительства располагаются произвольные полигональные контуры фундаментов и/или свайных ростверков проектируемых сооружений, а также контуры фундаментов существующих зданий. Задаются также параметры ростверков и количество свай (вес свай автоматически добавляется к заданным нагрузкам).

В пределах каждого контура задаются

нагрузки, прилагаемые в уровне отметки подошвы соответствующего фундамента (Рис.1, Рис.4). Нагрузки могут быть заданы и в произвольном месте площадки. Допускаются следующие виды нагрузок – сосредоточенные силы, равномерно распределенные нагрузки по всей области контура и равномерно распределенные нагрузки по произвольно очерченному контуру (штамп).

Внешняя нагрузка на свайный фундамент распределена по нескольким уровням вдоль длины свай, что дает возможность уточнять величину осадки. Полная нагрузка регулируется тремя коэффициентами. Коэффициент K_1 соответствует доле нагрузки, приходящей на уровень подошвы ростверка. Коэффициент K_2 соответствует доле нагрузки, действующей вдоль длины свай. Коэффициент K_3 соответствует доле нагрузки, приходящей на уровень пяты свай. Сумма этих коэффициентов должна быть равной единице.

Система ГРУНТ выполняет следующие операции:

- определение полей осадок грунтового и свайного оснований для существующих и проектируемых зданий в соответствии с заданными нагрузками и инженерно-геологическими условиями;

Характеристики грунтов													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	N
1	Номер	Усл.	Наименование грунта	Цвет	Модуль деформации тс/м*2	коэффициент Пуассона	Удельный вес грунта, тс/м*3	Коэффициент перехода ко 2 модулю деформации	Природная влажность, доли	Показатель текучести	Коэффициент водопроницаемости	Угол внутреннего трения, °	
2	ИГЭ	обозн.											
3													
4													
5													
6	1	1а	Насыпной супесок темно-сирый	8000	900	0.3	1.8	5	0.05	0	0.7	16	
7	2	1б	Насыпн. будів сміття з суглинцями в заповненні	8006	1000	0.3	1.86	5	0.39	0.66 W	0.79	17	
8	3	2	Пісок середньої крупності жовто-сирій	265EF	2600	0.3	1.99	5	0.2	0 W	0.6	32	
9	4	4	Супісок, темно-сирій, піщанистий м'яко пластичний	6800	2000	0.35	2.05	5	0.18	0.75	0.54	24	
10	5	4а	Торф бурзавато-сирій, насичений водою середньо розкладений 40%	38596	1300	0.42	1.97	5	0.4	0.75 W	0.61	31	
11	6	3	Супісок сирій жовто-сирій, пластичний	4663	2500	0.4	1.88	3	0.3	0.25	0.87	16	
12	7	6	Глина мергельна, блакитно-сіра, легка, пилувата, напівтверда	8917	6600	0.35	1.82	3	0.29	0.11	0.89	13	
13	8	6а	Глина, голубувато-сіра, важка, пилувата, напівтверда	30321	7000	0.38	1.89	2.5	0.32	0.12	0.91	12	
14	9	5	Суглинок (налінок), зелено-сирій, важкий, тугопластичний	2722E	2500	0.35	1.94	2	0.29	0.36	0.8	17	
15	10	7	Пісок зеленувато-сирій, мілкий, щільний з включ. середн. крупності	8377B	8000	0.28	1.9	2	0.18		0.6	33	
18													
19													
4													

Примечание: показатель текучести в программе ГРУНТ не используется

Рис. 2. Характеристики грунтов

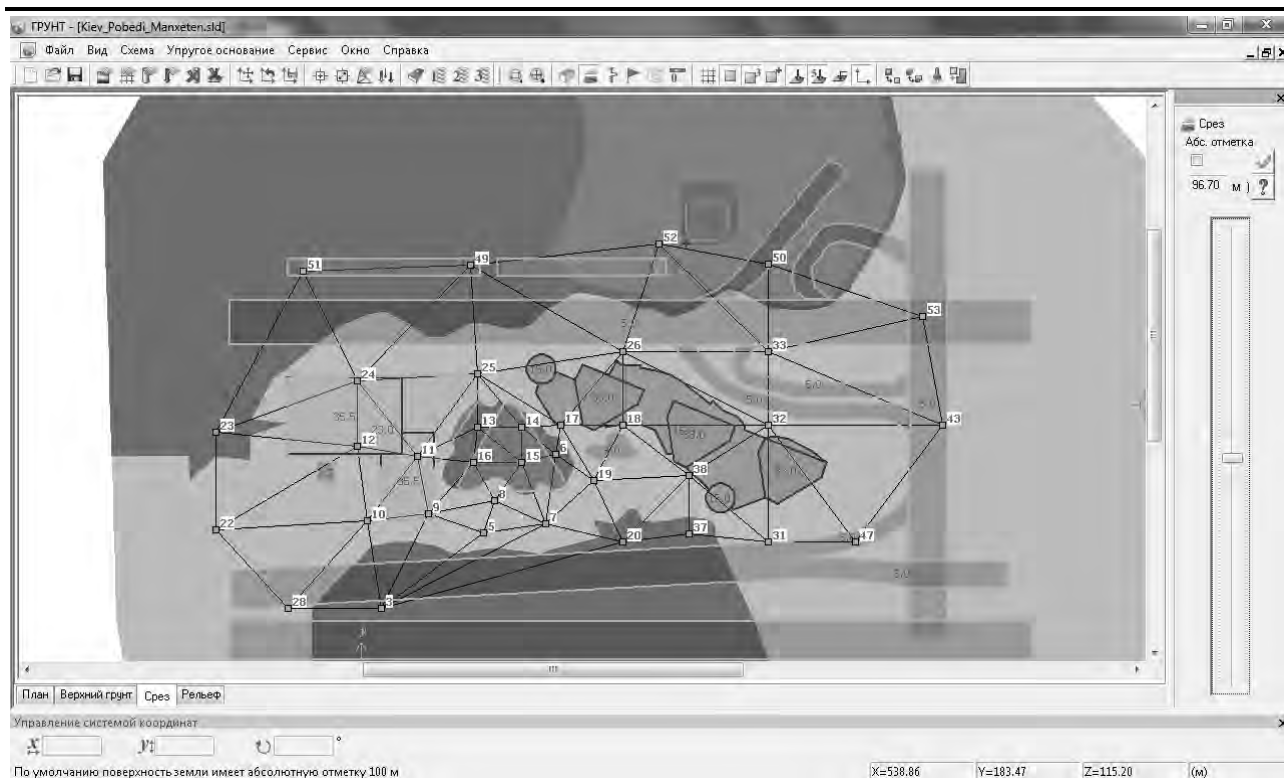


Рис. 3. Пространственная схема триангуляции грунта

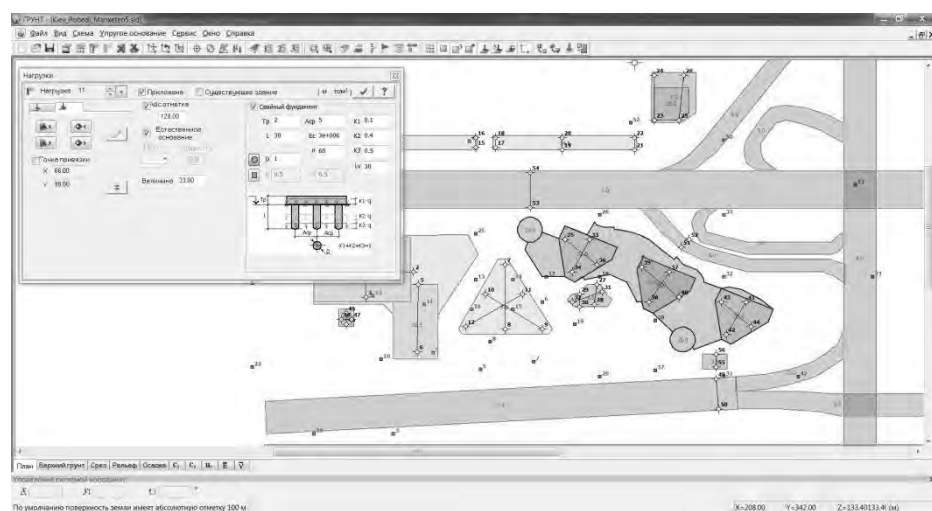


Рис. 4. Задание нагрузок на основание от нового строительства



- определение границы сжимаемой толщи в соответствии с условиями различных нормативов [1- 6];

- вычисление коэффициентов постели упругого (грунтового) основания C_1 и C_2 в соответствии с моделями грунта Винклера и Пастернака;

- вычисление разностей осадок, а также перекосов фундаментов существующих зданий с учетом влияния проектируемых сооружений.

Для выполнения вычислений производится триангуляция областей,

ограниченных заданными контурами. В узлах триангуляции, шагом которой можно управлять, вычисляются все необходимые параметры.

В соответствии с приложенными нагрузками определяются осадки грунта под проектируемыми фундаментами и свайными ростверками. При этом учитываются положения действующих в Украине и России норм по проектированию оснований зданий и сооружений и свайных фундаментов – ДБН В.2.1-10:2009, СНиП 2.02.01-83, СП

50-101-2004, СП 22.13330.2011 и СП 24.13330.2011 [1-6].

Вычисление осадок производится методом послойного суммирования с использованием схемы линейно-деформируемого полупространства (задача Буссинеска) [7] (Рис.5).

Достижение границы сжимаемой толщи H_c регулируется выполнением условия $\sigma_{zp} = k \cdot \sigma_{zg}$ с помощью задаваемого коэффициента глубины сжимаемой толщи k .

Вычисляются следующие слагаемые:

$$\begin{aligned} W_1 &= \sum_{i=1}^n (\sigma_{zp,i} - \sigma_{zy,i}) \cdot h_i \setminus E_i; \\ W_2 &= \sum_{i=1}^n \sigma_{zy,i} \cdot h_i \setminus E_{ei}; \\ W_3 &= \sum_{i=1}^n \sigma_{zp,i} \cdot h_i \setminus E_{ei} \end{aligned} \quad (1)$$

где E_i – модуль деформации i -го слоя грунта по ветви первичного нагружения;

E_{ei} – модуль деформации i -го слоя грунта по ветви вторичного нагружения; $E_{ei} = k_r E_i$, по умолчанию $k_r = 1.0$, может изменяться пользователем;

$\sigma_{zp,i}$ – напряжение в i -том слое грунта от внешней нагрузки;

$\sigma_{zy,i}$ – напряжение в i -том слое от собственного веса грунта, вынутаго из котлована;

n – количество подслоев грунта от подошвы фундамента до глубины сжимаемой толщи H_c .

Если собственный вес грунта на уровне подошвы больше среднего давления под подошвой, то осадка $S = 0.8 \cdot W_3$, иначе осадка $S = 0.8 \cdot (W_1 + W_2)$.

Для вычисления коэффициентов постели используются усредненные (в пределах зафиксированной глубины сжимаемой толщи H_c) значения приведенного модуля деформации E_g , коэффициента бокового расширения m_g , которые вычисляются по формулам:

$$E_g = \sum_{i=1}^n E_i h_i \setminus H_c; \quad m_g = \sum_{i=1}^n \nu_i h_i \setminus H_c \quad (2)$$

Коэффициент постели $C1$ вычисляется тремя методами.

Для методов 1, 2 коэффициент постели $C1$ вычисляется на основании усредненных значений E_g , m_g и $C1_2$ по модели Винклера:

$$C1_1 = E_g / [H_c (1 - 2m_g^2)]; \quad C1_2 = q / S \quad (3)$$

где q , S – среднее давление и осадка под подошвой фундамента.

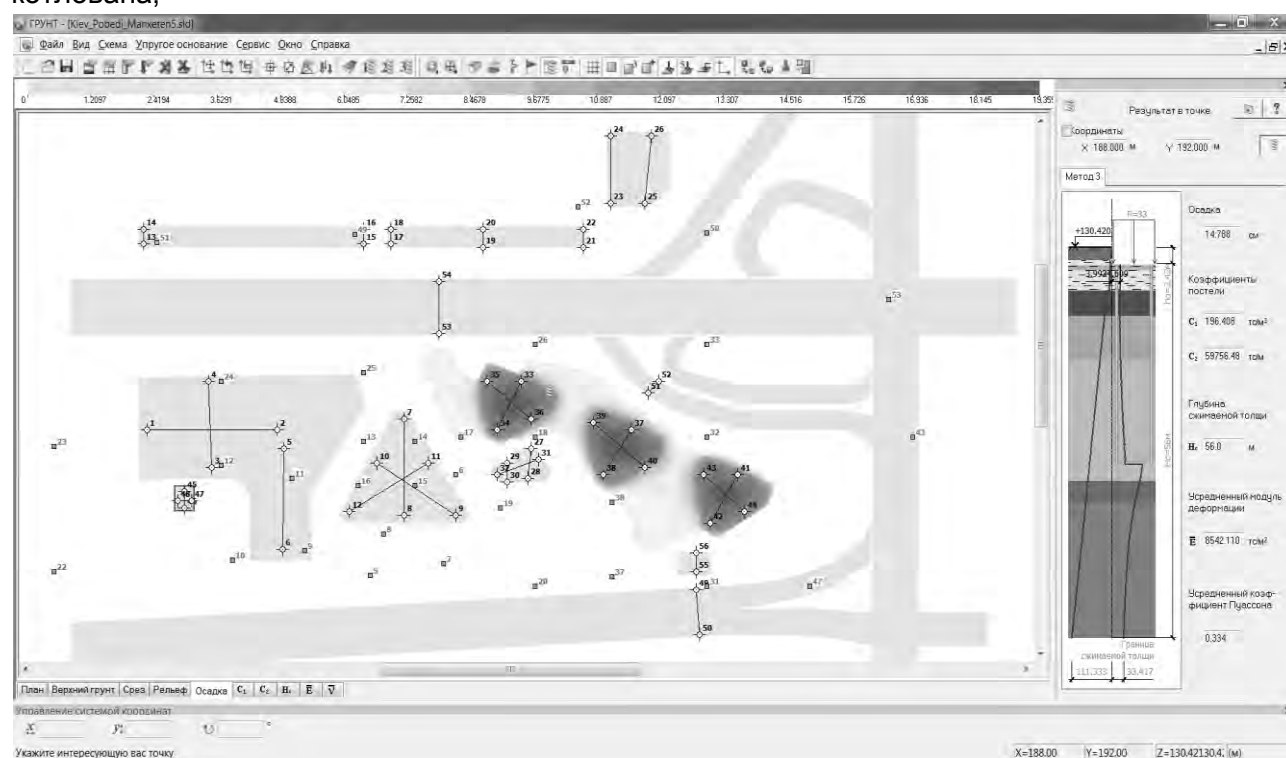


Рис. 5. Изополя осадок территории застройки

Для метода 3. Для определения коэффициента постели C_1 используется формула метода 1 с учетом нарастания модуля деформации грунта по глубине. При этом для определения усредненного модуля деформации E_{g3} вводится поправочный коэффициент u к величине модуля деформации i -того подслоя. Кроме того, принимается, что дополнительное вертикальное напряжение по глубине распределено равномерно. Поправочный коэффициент u изменяется от $u_1=1$ на уровне подошвы фундамента до $u_n=12$ на уровне уже вычисленной границы сжимаемой толщи. Принято, что коэффициент u изменяется по закону квадратной параболы:

$$E_{g3} = H_C / \sum_{i=1}^n \frac{h_i}{u_i E_i}; \quad u = \frac{1}{H_C^2} z^2 + 1 \quad (4)$$

Суть метода 3 изложена в работах [7, 8, 11] и состоит в том, что в действительности модуль деформации грунта по глубине нарастает. Не учет этого факта приводит к неоправданно завышенным значениям осадок, а, следовательно, и к заниженным значениям коэффициента постели C_1 .

Для методов 1 и 3 коэффициент постели C_2 вычисляется по формуле:

$$C_2 = C_1 H_C^2 (1 - 2m_g^2) \setminus [6(1 + m_g)] \quad (5)$$

Для метода 2 коэффициент постели C_2 не вычисляется.

По результатам работы программы выполняется построение полей осадок, границ сжимаемой толщи, коэффициентов постели Пастернака и Винклера. Выполняется построение эпюр вертикальных напряжений в любой точке приложенной нагрузки (Рис. 6).

Расчет осадки свайного фундамента, как условного, строго в соответствии с нормами выполняется при $K_1, K_2 = 0, K_3 = 1$. Если передача внешней нагрузка на свайный фундамент и основание разбита на несколько уровней, то эпюра напряжений от нее будет иметь ступенчатый вид, отражающий уровни приложения соответствующих долей нагрузки. Так на Рис. 6-б показан вариант эпюры вертикального напряжения при $K_1 = 0, K_2 = 0, K_3 = 1$ (условный фундамент с передачей всей нагрузки на острие свай). На Рис. 6-а показана эпюра вертикального напряжения при $K_1 = 0.05, K_2 = 0.9, K_3 = 0.05$. Причем, нагрузка по боковой поверхности по K_2 разбита еще на 10 подуровней (количество подуровней может изменяться по желанию пользователя), что характерно для висячих свай. На Рис. 6-в показана эпюра вертикального напряжения при $K_1 = 0.1, K_2 = 0.6, K_3 = 0.3$.

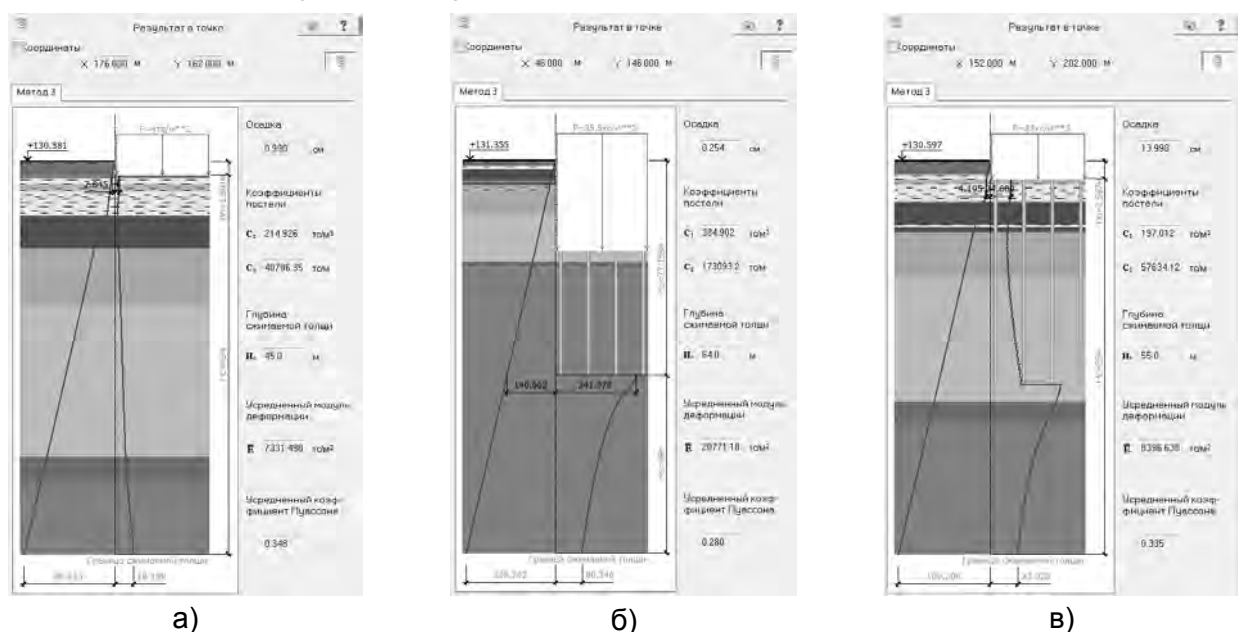


Рис. 6. Эпюра вертикального напряжения при различных нагрузках на основание:
а), б) - существующие здания; в) - новое строительство

По результатам вычисления осадок предоставляется возможность вычисления их разностей между существующими и проектируемыми фундаментами. Определяются также перекосы фундаментов существующих зданий, возникающие от проектируемых сооружений (Рис. 7). Перекосы вычисляются между парами точек, заданных пользова-

телем и выводятся в табличном виде.

Система ГРУНТ входит в состав программных комплексов как ЭСПРИ, ЛИРА-САПР и МОНОМАХ-САПР [9, 10]. Полученные дополнительные осадки и перекосы существующей застройки от влияния нового строительства приведены в сводной табл. 1.

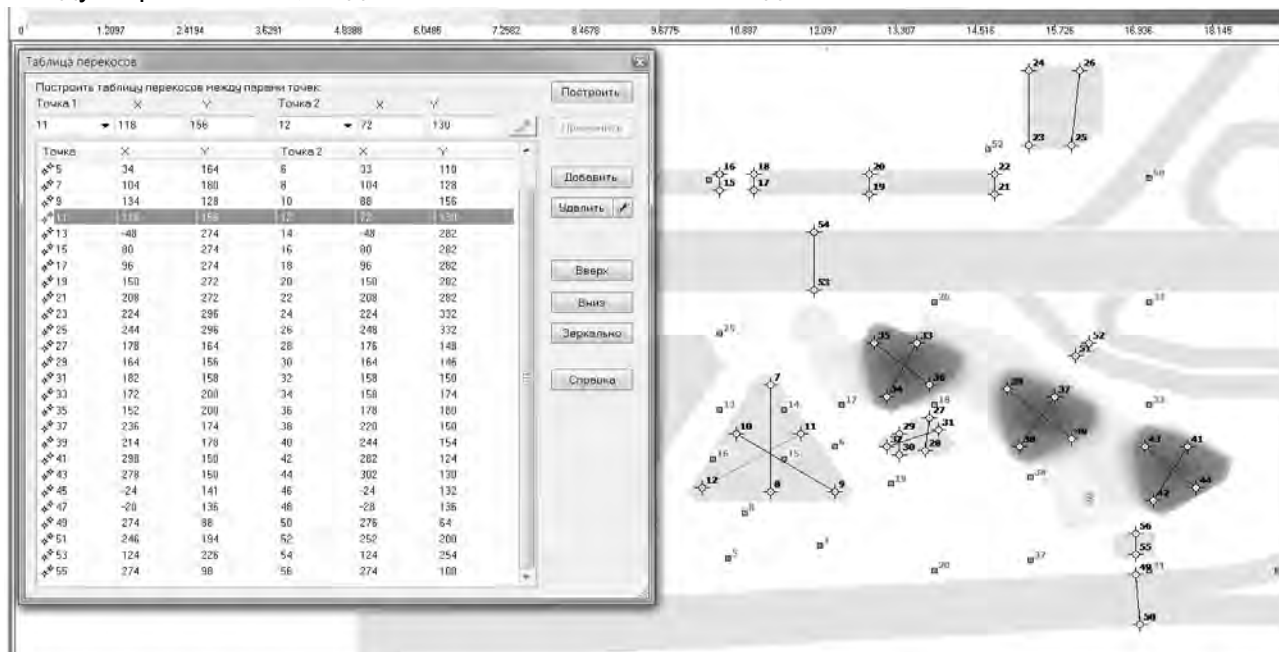


Рис. 7. Построение таблицы осадок и перекосов

Таблица 1

**Обобщенные результаты расчетов.
Дополнительные осадки и перекосы существующей застройки**

№	Наименование объектов	Расчетн. максимальные осадки S_{max} , см	Допустим. максимальные осадки $[S_{max}]$, см	Расчетн. максимальный перекося $\Delta S/L$	Нормативный $[\Delta S/L]$
1	Кирпичное 9-и этажное здание с цоколем без поясов по просп. Победы, 16 в Шевченковском районе г. Киева.	0,009	2	0.000004	0.001
2	Кирпичное 9-и этажное здание с цоколем без поясов по просп. Победы, 18 в Шевченковском районе г. Киева	0.003	2	-	0.001
3	Железобетонный 22-х этажный каркас с цокольными этажами Министерства Транспорта Украины по просп. Победы, 14 в Шевченковском районе г. Києва	0.0021	4	-	0.002
4	Кирпичное одноэтажное здание кафе "Макдональдс" без поясов по ул. Борщаговская, 2Б в Шевченковском районе г. Києва	1.086 2.693	2	0.000515 0.001674	0.001
5	Кирпичное 2-х этажное здание с цоколем и поясом жесткости здания «Палацу урочистих подій» по просп. Победы, 11 г. Києва	0.190 3.842	3	0.000353 0.000762	0.001
6	Одноэтажное здание с металлическим каркасом заправки WOG по просп. Победы, 116 г. Києва	0.170	4	-	0.001
7	Дорожное полотно по просп. Победы г. Києва	0.189	2	-	0.001
8	Дорожное полотно по ул. Борщаговская	0.103	2	-	0.001
9	Дорожное полотно по Воздухофлотскому просп.	0.006	2	-	0.001
10	Дополнительные осадки незаконченного строительства 27-и этажного монолитного каркаса АОВ "Tower Київ"	0.525	4	-	0.002

В результате расчетов, выполненных в системе «ГРУНТ», установлено, что наибольшие дополнительные деформации (осадки и крены) от влияния нового строительства получают здания кафе «Макдональдс» по ул. Борщаговской, 2-Б и «Палац урочистих подій» по просп. Победы, 11.

Институтом НИИСП в рамках работ по научно-техническому сопровождению нового строительства было выполнено обследование зданий кафе "Макдональдс" и «Палацу урочистих подій» с целью определения их реального технического состояния до начала строительства и для дальнейшего мониторинга. Институтом выполняется мониторинг технического состояния этих зданий инженерно-геодезическими методами и наблюдением за установленными на трещинах маяками.

Выводы: Система ГРУНТ позволяет производить экспертную оценку осадок, кренов и перекосов сооружений, как на естественном, так и на свайном основании и оценивать влияние проектируемых новых зданий на существующую окружающую застройку.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений. М., Стройиздат, 1985. – 40с.
2. СП 50-101-2004. Основания зданий и сооружений. М., ФГУП ЦПП, 2005. - 176с.
3. ДБН В.2.1-10:2009. Основи та фундаменти споруд. Мінрегіонбуд України. Київ, 2009.-107.с
4. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. М., 2011.- 166с.
5. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. М., 2011.- 85с.
6. ДБН В.2.2-24:2009 Проектування висотних житлових і громадських будинків. К., 2009, -133с.
7. Г.К. Клейн, А.Е. Дураев. Учет возрастания модуля деформации грунта с увеличением глубины при расчете балок

на сплошном основании. Гидротехническое строительство. 1971.- №7. с.19-21.

8. Н.А. Цытович. Механика грунтов. М., Госстройиздат, 1963.- 636с.

9. ЭСПРИ. Руководство пользователя. Учебное пособие. Под. ред. А.С. Городецкого. К., 2012. - 202с.

10. D. Gorodetsky, V. Maksymenko, D. Medvedenko, E. Strelets-Streletsky. New options in SOIL system to calculate subgrade moduli of soil and pile footings// Научно-технический журнал «Строительство. Building». ISSN 1512-3936. №3(30). Georgia, Tbilisi. 2013. с.12-17.

11. Evalution of the Scyscraper//Councill on Tall Buildings and Urban Habitat. CTBUH 40th Annivarsary 1969-2009/ Chicago, 2009.

REFERENCES:

1. SNIP 2.02.01-83. Bases of buildings and structures. M., Stroyizdat, 1985. 40p.
2. SP 50-101-2004. Bases of buildings and structures. M., FGUP, 2005, 176p.
3. DBN B.2.1-10:2009. Bases and foundations of buildings. Minregionbud Ukraine. Kyiv, 2009, 107p
4. SP 22.13330.2011. Bases of buildings and structures. Updated version of SNiP 2.02.01-83., M., 2011, 166p.
5. SP 24.13330.2011. Pile foundations. Updated version of SNiP 2.02.03-85. M., 2011, 85p.
6. DBN B.2.2-24:2009 Designing high-rise residential and public buildings. Minregionbud Ukraine. Kyiv., 2009, 133p.
7. Kleyn G.K., Durajev A.E.. Accounting for increasing soil deformation modulus with increasing depth in the calculation of beams on a continuous basis. Hydraulic engineering. 1971, №7. pp.19-21.
8. Zitovich N.A. Soil mechanics. M., Gosstroyizdat, 1963. 636p.
9. ESPRI. User guide. Textbook. Under. Ed. A.S. Gorodetsky. Kyiv, 2012. - 202p.
10. D. Gorodetsky, V. Maksymenko, D. Medvedenko, E. Strelets-Streletsky. New options in SOIL system to calculate subgrade moduli of soil and pile footings// Scientific and technical journal "Construction. Building". ISSN 1512-3936. №3(30). Georgia, Tbilisi. 2013. p.12-17.
11. Evalution of the Scyscraper//Councill on Tall Buildings and Urban Habitat. CTBUH 40th Annivarsary 1969-2009/ Chicago, 2009.

АНОТАЦІЯ

Розглянуті можливості системи ГРУНТ, для визначення параметрів жорсткості ґрунтового та свайного фундаментів. Приведені методи і реалізовані алгоритми визначення осадок, кренів і перекосів існуючих і запроектованих будівель у відповідності з існуючими нормативними документами. Розглянуті можливості системи ГРУНТ на реальному прикладі експертної оцінки впливу запроектованих нових висотних будівель на існуючу оточуючу забудову.

Ключевые слова: естественное основание, свайные фундаменты, неравномерны осадки, перекосы зданий.

ANNOTATION

The paper describes new options in SOIL system intended for computing stiffness parameters for natural and pile foundations. The paper presents methods and realized algorithms for computation of settlement, heeling and skew of existing structures and structures to be designed according to different building codes. Options of SOIL system are illustrated by a real example of expert evaluation: impact of new high-rise buildings on existing neighbouring structures

Keywords: natural foundation, pile foundations, uneven precipitation, skewed buildings.

УДК 69.05(075.8)

Шумаков И.В., д. т. н., проф.,
Микаутадзе Р.И., асп., Салия М.Г., к.т.н.,
доц., Ляхов И.И., асп.

ХНУСА, г. Харьков

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ В ОПТИМИЗАЦИИ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Оптимизация продолжительности работ при возведении подземных частей зданий приобретает особую актуальность с учетом требований к объектам уплотнительной городской застройки. В статье проанализированы основные методологические подходы и нормативные основы в данном сегменте строительной науки, идентифицированы факторы влияния на продолжительность работ, сформирована структура влияния факторов, отражающая принципы организационно-технологического проектирования.

Ключевые слова: городская застройка, подземная часть зданий, продолжительность, факторы влияния.

Актуальность темы. Современное строительство характеризуется интенсивным освоением подземного пространства. Без этого невозможно решать демографические, транспортные и эксплуатационные проблемы больших городов. Появляются многоэтажные подземные парковки, торговые центры, подземные дороги и развязки, подземные офисы. По данным ЮНЕСКО, 70% населения проживают в 400 городах-миллионниках. При этом, например, в агломерации Токио с населением до 40 млн. в каждом из зданий есть 3–4 подземных этажа [1]. Возведение подобных объектов в Украине – ближайшая перспектива, а прогнозирование продолжительности строительства, которое учитывает

современные требования, состояние отрасли и отдельных организаций, а также особые городские условия – сложная отраслевая проблема. Завершение строительства объекта в срок, равно как и неперевышение бюджета, без аварийных ситуаций в соответствии со строительными нормами – это параметры успешности любого строительного проекта. Существующие данные, характеризующие параметры строительно-монтажных работ, свидетельствуют про недостаточный уровень учета причин, приводящих к увеличению продолжительности строительства подземных частей гражданских зданий. Данное направление научных исследований в части методологических решений недостаточно разработано и является актуальным.

Анализ исследований и публикаций. Вопросам совершенствования организационно-технологических решений возведения подземных частей зданий посвящены труды многих ученых и инженеров. В исследованиях В. Г. Лернера [2] выдвинуты положения о том, что технологии подземного строительства неразрывно связаны с методическими подходами, принципами и методами освоения подземного пространства, с одной стороны, и с совокупностью активно воздействующих факторов – с другой. Иные исследователи изучали влияние комплексной механизации на параметры эффективности – большинство работ, связанных с расположением кранов на таких объектах, опирались на математические модели в попытке уменьшить продолжительность крановых процессов, что продемонстрировано в работах Z. Cheng, H. Amin, A. Nomam [3], C. M. Tam, K. L. Thomas [4], И. Б. Мудрого [5]. Параметры технологичности были объектом исследований И. Д. Иванейко [6]. Влияние подземных инженерных сетей и сооружений на технико-экономические показатели работ исследовал Д. А. Соловей [7], а методика

прогнозирования объемов строительно-монтажных работ с учетом сезонности, отраженная в работе Е. Г. Николаевой и А. С. Лубенец [8], частично может быть имплементирована в секторе возведения конструкций нулевого цикла. Однако не всегда авторы стремились к проработке методики учета факторов влияния на продолжительность данных работ и вопросы ее оптимизации при возведении подземных частей гражданских зданий исследованы недостаточно.

Целью данной статьи является идентификация и группировка факторов, влияющих на продолжительность возведения подземных частей гражданских зданий.

Задачи исследования: проанализировать научные и нормативные источники по изучаемой проблеме; выявить организационно-технологические факторы влияния на продолжительность работ; сформировать структуру влияния факторов, отражающую принципы организационно-технологического проектирования.

Основной материал и результаты. В настоящее время условия строительства в крупных городах таковы, что наиболее интенсивно строительные работы ведутся в центральной части. Это связано с рациональностью размещения объектов в районах с уже развитой инфраструктурой и с исторической психологией «престижности» объектов недвижимости в центральных районах города [1]. Такая тенденция, очевидно, и далее сохранится, и одним из доминантных параметров уплотнительной застройки будет продолжительность строительства.

В Украине продолжительность строительства объектов регламентирована стандартом [9], который заменил безусловно устаревшие «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений». Прежде всего, в данном стандарте сформирован тезис о том, что требуется учитывать положительный опыт и практические

навыки при возведении аналогичных объектов. Таким образом, автору проекта необходимо проводить сравнительный анализ уже реализованных объектов строительства с проектируемым объектом. Нужно отметить, что далеко не каждый проектный институт, а тем более частные проектные организации имеют положительный опыт проектирования и полную рабочую документацию проектов-аналогов. Что же касается подземных частей гражданских зданий, то здесь становится явной проблема отсутствия данных об аналогичных объектах для всех участников строительства.

В упомянутых новых нормах продолжительность определяется в зависимости от стадии проектирования. Так, на стадиях технико-экономического обоснования, технико-экономического расчета, эскизного проекта это выполняется по усредненным показателям продолжительности возведения наиболее распространенных типов объектов. Причем, особо следует заметить, что в структуре формирования итогового результата из 11 влияющих элементов (коэффициентов) большинство относится к подземной части зданий и они учитывают влияние:

- грунтов с особыми свойствами;
- опасных природных физико-геологических процессов;
- действий техногенных факторов;
- стесненных условий строительства;
- типа фундамента;
- соотношения объемов подземной и наземной частей здания;
- инженерных сетей на стройплощадке.

К усредненным показателям продолжительности строительства, приведенным в приложении (раздел «Жилые здания»), добавлены данные «заглубленное отдельно расположенное здание или встроенное помещение, которое используется как подземный гараж-стоянка или для других общественных или технических нужд»,

сформированные для шести классов в зависимости от общей площади (100, 200, 500, 1000, 1500, 2000 м²). При этом конструктивное решение данных объектов определено из монолитного железобетона, в т.ч. для стеновых конструкций, что, по нашему мнению, отражает тенденции современного строительства. На наш взгляд, требуется дальнейшая проработка данных с получением результатов, учитывающих архитектурно-планировочные решения (подземная этажность объектов); минимальное воздействие на сложившуюся геотехногенную структуру на участке строительства (методы ограждения глубоких котлованов, режимы грунтовых вод, строительство на техногенных участках); стесненность и директивную продолжительность строительства (уровень механизации, интенсивность производства работ, технологичность применяемых решений).

В утверждаемой части рабочего проекта продолжительность определяется по календарному плану проекта организации строительства (ПОС) в соответствии с технологически и организационно обоснованными и безопасными решениями по совмещению работ. Введенный в данных нормах параметр «директивная продолжительность строительства» может быть установлен заказчиком с учетом потребностей в сроках ввода в эксплуатацию (например, сдача объекта к чемпионату, конкурсу, фестивалю и т.п.), а также при неравномерности финансирования и использования ресурсов. Для гарантированного прогнозирования директивной продолжительности ПОС определяет особые условия (организационно-технологические решения и необходимые ресурсы, разбивка на пусковые комплексы) и особые (компенсационные) меры по обеспечению качества работ, безопасности, защиты окружающей среды и т.д.

Основными путями сокращения продолжительности строительства предусмотрены: применение поточных методов, индустриализация строительства (укрупненная сборка, высокая заводская готовность строительных изделий, конструкций и оборудования), высокая степень и комплексность механизации работ. При этом отраженный в п. 4.3.13 принцип оптимизации продолжительности в сетевой модели по «критическому пути» в части изменения сменности имеет ресурс лишь в одну смену (п. 4.2.2 определяет общий усредненный двухсменный режим). Вариативность увеличения численности рабочих и повышения степени механизации имеет перспективы лишь при больших размерах фронта работ (пристроенные объемы, стилобаты) (рис. 1), что является затруднительным для зданий башенного типа, особенно с интенсивной подземной этажностью.

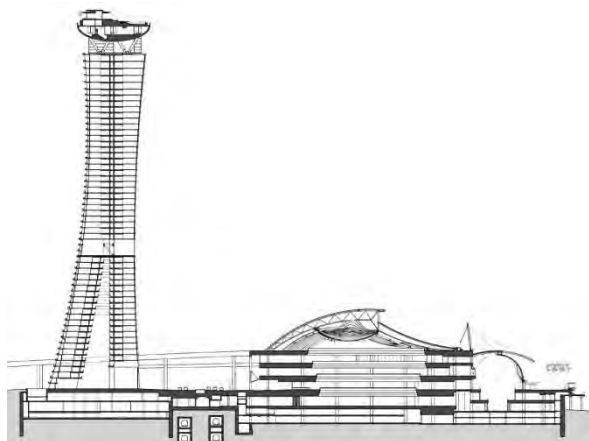


Рис. 1. Комплекс Marina Bay Sands в Сингапуре (соотношение площади наземной и подземной застройки 1:15)

Сложность в оптимизации продолжительности строительства подземных частей зданий обуславливается и низкой унификацией вариантов исполнения проектных и строительно-монтажных решений. В исследованиях [10], проведенных ранее, на основе формирования группы гидрогеологических исследований продемонстрированы результаты учета повышенной динамики режима подземных

вод. Мероприятия по инженерной подготовке территории будущей площадки влияют на продолжительность строительства, особенно в части прогнозирования надежности эксплуатации строительных дренажных систем. Низкая степень унификации решений в данном контексте может быть компенсирована широким диапазоном возможностей конструктивных решений и технологичностью таких систем.

При решении геотехнических задач подземного строительства часто возникают проблемы, которые ранее не анализировались. Для их решения обычно выполняют работы научно-технического сопровождения проекта специализированными научными организациями. При разработке проектов, предусматривающих применение новых технологий, на площадке должны быть организованы опытные специальные участки для уточнения технологических параметров производства работ, а специалистами-проектировщиками должны быть определены основные конструктивные и технологические требования. В грунте могут находиться нигде не зарегистрированные коммуникации, полости, старые фундаменты и подземные части снесенных строений, не выявленные в процессе изысканий прослойки слабых грунтов, валуны и т.д. В этом случае проектировщику приходится вносить в принятые проектные решения оперативные изменения или существенные корректировки. Иногда это выполняется на основании данных мониторинга, когда, например, фактические величины осадок рядом расположенных зданий достигают критических значений.

Необходимо отметить методики управления строительством, которые в свою очередь оказывают влияние на прогнозирование продолжительности возведения подземных частей зданий.

Наряду с устоявшимися методами управления следует упомянуть новые. Финский разработчик L. J. Koskela первым интегрировал принципы бережливого производства (Lean Principles), основанные в 1950-х гг. Тайити Оно в компании Toyota, в научную сферу строительства (Lean Construction). Целью предложенного является решение проблем строительства через поиск и применение системных методов снижения всех видов потерь при производстве работ [11]. Данное направление является сегодня относительно новым и малоизученным в Украине, хотя за рубежом оно активно развивается с середины 1990-х. Интенсивность исследований подтверждается внедрением новых методологических комплексов управления, повышающих эффективность строительства [12]. Так, британские разработки по сокращению сроков строительства жилья были объединены в национальную систему требований Modern methods of construction (MMC), основным направлением которой явилась индустриализация строительства: внедрение объемных или модульных конструкций, элементов, опалубок; применение панельных строительных конструкций; использование систем и компонентов с максимальной заводской готовностью. Хотелось бы отметить, что данные методологические «новшества» являются перелицованными и развитыми основами успешного осуществления жилищной политики бывшего СССР, где повышение степени сборности и темпы производства работ с учетом принципов поточности были интенсивным научным направлением. При этом безусловную актуальность имеют британские мероприятия по обеспечению качества конструкций и работ. Кроме того, среди факторов управленческого типа здесь идентифицированы геотехнические и гидрогеологические риски, логистические

риски с учетом наличия и размеров складских площадей на объекте, прогнозирование параметров механизации работ. На основе концепции MMC декларируется снижение продолжительности работ в 4 раза, а в монолитно-каркасном строительстве такое снижение предполагает применение крупнощитовых опалубок туннельного типа, несъемных теплоизоляционных опалубок.

В ходе исследований было установлено отсутствие консенсуса в научных и нормативных источниках по идентификации факторов влияния на плановую или фактическую продолжительность строительства. С учетом существующего положения авторами данной работы была выполнена идентификация и категоризация основных факторов, воплощенная в типологическую схему (рис. 2).

Анализ практики проектирования и производства работ при возведении подземных частей зданий указывает на разобщенность в решении проектных и производственных задач. Объективной причиной принятия несистемных решений при оптимизации продолжительности строительства подземных частей гражданских зданий является сложность формализации и расчета многих задач. Процесс выбора эффективных решений в данном научном сегменте должен демонстрировать комплексный подход с установлением закономерностей формирования решений, близких к оптимальным по критерию продолжительности.

Из вышеизложенного следует, что рационализация процесса принятия взаимозависимых проектных и производственных решений является основой оптимизации продолжительности возведения подземных частей гражданских зданий.



Рис. 2. Структура комплексного влияния факторов на продолжительность возведения подземных частей зданий

Выводы. На основе изложенного можно заключить, что накопленные знания по технологии и организации строительного производства позволяют разработать систему оптимизации продолжительности возведения подземных частей гражданских зданий. В качестве начальной стадии может быть рассмотрена предложенная структура комплексного влияния факторов на параметр продолжительности. Новые методики управления строительством требуют изучения и интеграции в Украине с учетом территориальной специфики. Для повышения эффективности обоснования сроков строительства, обобщения проблемных направлений и использования положительного опыта строительства становится актуальной разработка общегосударственной базы данных введенных в эксплуатацию объектов с утвержденной номенклатурой фиксируемых параметров для использования в качестве объектов-аналогов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Пономарев А. Б. Подземное строительство / А. Б. Пономарев, Ю. Л. Винников. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 262 с.
2. Лернер В. Г. Систематизация и обоснование технологий строительства городских подземных сооружений : дисс. ... канд. техн. наук : спец. 05.15.04 «Строительство шахт и подземных сооружений» / В. Г. Лернер. – М. : МГГУ, 2000. – 179 с.
3. Cheng Z. Path Re-Planning of Cranes Using Real-Time Location System / Z. Cheng, H. Amin, A. Homam // Automation and Robotics applications : Proc. 26th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, 2009. – P. 412–420.
4. Tam C. M. Genetic algorithm for optimizing supply locations around tower crane / C. M. Tam, K. L. Thomas // Construction engineering and management. –

2001. – Volume 127. – P. 315–321.

5. Мудрий І. Б. Технології спорудження фундаментів з урахуванням функціонального простору стрілових кранів : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / І. Б. Мудрий. – К. : КНУБА, 2011. – 190 с.

6. Іванейко І. Д. Технологічність ремонтно-будівельних робіт при спорудженні фундаментів стріловими кранами в умовах міської забудови / І. Д. Іванейко, І. Б. Мудрий // Теорія і практика будівництва : зб. наук. пр. / Відпов. ред. З. Я. Бліхарський. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2010. – Вип. 662. – С. 196–200.

7. Соловей Д. А. Влияние подземных инженерных сетей, коммуникаций и сооружений на технико-экономические показатели строительства / Д. А. Соловей // Науковий вісник будівництва : зб. наук. пр. – Харків : ХНУБА, ХОТБ АБУ, 2016. – Вип. 1(83). – С. 111–116. – Режим доступу: https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/1_83_2016/stroitel_1_83_2016_1_11_116.pdf (25.01.17). – Загл. с екрана.

8. Николаева Е. Г. Прогнозирование показателей строительной отрасли Украины с учетом сезонности / Е. Г. Николаева, А. С. Лубенец // Науковий вісник будівництва : зб. наук. пр. – Харків : ХНУБА, ХОТБ АБУ, 2015. – Вип. 3(81). – С. 208–212. – Режим доступу: https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/3_81_2015/anotacii_3_81_2015.pdf (25.01.17). – Загл. с екрана.

9. Визначення тривалості будівництва об'єктів : ДСТУ Б А.3.1-22:2013. – [Чинний від 2014-01-01] К. : Мінрегіон України, 2014. – 43 с. – (Національні стандарти України).

10. Шумаков И. В. Оптимизация проектных решений возведения подземных частей зданий с учетом требований инновационности [Электронный ресурс] / И. В. Шумаков // Актуальные проблемы архитектуры и строительства : мат. междунар. научно-практич. конф. (Благовещенск, 25 февраля

2014 г.). - Благовещенск : ДальГАУ, 2014. – С. 145–155. – Режим доступа : <http://izhendeev.nx0.ru/articles/2014/konf3.pdf> (20.01.17). – Загл. с экрана.

11. Koskela L. J. Moving-on-beyond lean thinking [Электронный ресурс] / L. J. Koskela // Lean Construction Journal. – 2004. – № 1. – p. 24–37. – Режим доступа : https://www.researchgate.net/publication/44389509_Moving_on_-_beyond_lean_thinking (15.12.16). – Загл. с экрана.

12. A guide to modern methods of construction [Электронный ресурс] / NHBC Foundation // IHS BRE Press on behalf of NHBC Foundation, 2006. – 34 p. – Режим доступа : <https://www.nhbcfoundation.org/wp-content/uploads/2016/05/NF1-A-Guide-to-Modern-Methods-of-Construction.pdf> (25.03.17). – Загл. с экрана.

REFERENCES:

1. Ponomarev, A.B. & Vinnikov, Yu.L. (2014). Underground construction. Perm, Russia : PNSPU, 262 [in Russian].

2. Lerner, V.G. (2000). Sistematizatsiya i obosnovanie tehnologiy stroitelstva gorodskih podzemnyih sooruzheniy [Systematization and substantiation of technologies for the construction of urban underground structures]. Candidate's thesis. Moscow : MGGU [in Russian].

3. Cheng, Z., Amin, H. & Homam, A. (2009). Path Re-Planning of Cranes Using Real-Time Location System. Proceedings from 26th International Symposium on Automation and Robotics in Construction «Automation and Robotics applications». (pp. 412–420).

4. Tam, C.M. & Thomas, K.L. (2001). Genetic algorithm for optimizing supply locations around tower crane. Construction engineering and management. 127, 315–321.

5. Mudryj, I.B. (2011). Tehnologii sporudzhennya fundamentiv z urahuvannyam funktsionalnogo prostoru strilovih kraniv [Technology of erecting foundations with the definition of the functional space of building

cranes]. Candidate's thesis. Kiev : KNUCEA [in Ukrainian].

6. Ivaneyko, I.D. & Mudryj, I.B. (2010). *Tehnologichnist remontno-budivelnih robot pri sporudzhenni fundamentiv strilovimi kranami v umovah miskoyi zabudovi* [Manufacturability construction works during the construction boom cranes foundations in terms of urban]. *Teoriya i praktika budivnitstva – Theory and practice of building*. Lviv, Ukraine : Lvivska politehnika, 662, 196–200 [in Ukrainian].

7. Solovey, D.A. (2016). Influence of underground engineering networks, communications and structures on technical and economic indicators of construction. Kharkiv, Ukraine : NVB. 1 (83), 111–116 [in Russian]. https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/1_83_2016/stroitel_1_83_2016_111_116.pdf

8. Nikolaeva, E.G. & Lubenets, A.S. (2015). Forecasting indicators of the construction industry in Ukraine taking into account seasonality. Kharkiv, Ukraine : NVB. 3 (81), 208–212 [in Russian]. https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/3_81_2015/anotacii_3_81_2015.pdf

9. Vznachennya trivalosti budivnitstva ob'ektiv [Determining the length of the construction of buildings]. (2014). DSTU B A.3.1-22:2013 from 1d January 2014. Kyiv : Minregion Ukraine [in Ukrainian].

10. Shumakov, I.V. (2014). *Optimizatsiya proektnyih resheniy vozvedeniya podzemnyih chastey zdaniy s uchetom trebovaniy innovatsionnosti* [Optimization of design solutions for the erection of underground parts of buildings with the requirements of innovation]. Proceedings from : Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Aktualnyie problemyi arhitekturyi i stroitelstva» – International scientific-practical conference «Actual problems of architecture and construction». (pp. 145–155).

Blagoveshchensk, Russia [in Russian]. <http://izhendeev.nx0.ru/articles/2014/konf3.pdf>

11. Koskela, L.J. (2004). Moving-on-beyond lean thinking. *Lean Construction Journal*. 1, 24–37. https://www.researchgate.net/publication/44389509_Moving_on_-_beyond_lean_thinking

12. A guide to modern methods of construction. (2006). NHBC Foundation. Amersham, GB : Buildmark House, 34 p. <https://www.nhbcfoundation.org/wp-content/uploads/2016/05/NF1-A-Guide-to-Modern-Methods-of-Construction.pdf>

АНОТАЦІЯ

Оптимізація тривалості робіт при зведенні підземних частин будівель здобуває особливу актуальність із урахуванням вимог до об'єктів сучасної міської забудови. У статті проаналізовані основні методологічні підходи й нормативні основи в даному сегменті будівельної науки, ідентифіковані фактори впливу на тривалість робіт, сформована структура впливу факторів, що відбиває принципи організаційно-технологічного проектування.

Ключові слова: міська забудова, підземна частина будівель, тривалість, фактори впливу.

ANNOTATION

Optimization of the duration of construction of the building's underground part becomes especially important in view of requirements to dense urban development. This article analyzes the main methodological approaches and regulatory foundations in this segment of construction science, identifies factors influencing the duration of construction, and outlines the structure of these factors' influence, which reflects the principles of organizational and technological design.

Keywords: urban development, underground part of buildings, duration, factors of influence.

УДК 691.694.012

Дорофєєв В.С., д.т.н., проф.,
Зінченко Г.В., асп., ОДАБА, м Одеса

ЧИСЕЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ ПОЧАТКОВУ СТАДІЮ РОБОТИ КОМПОЗИТИВ

У статті описані чисельні дослідження появи зародкових тріщин на межах включень у бетоні. Як відомо, бетони відносяться до композиційних будівельних матеріалів, властивості яких формуються у результаті складних процесів взаємодії початкових складових, з утворенням трансформованих в часі структур і внутрішніх поверхонь розділу здатні до утворення та розвитку технологічних тріщин. Технологічні тріщини матеріалу визначають пошкодженість конструкцій технологічними дефектами, що, у свою чергу, обумовлює їх експлуатаційну надійність. Кожен вид дефектів має власну історію розвитку і проходить певні етапи: від зародження до перетворення на тріщину, що безповоротно розвивається. Спрямована зміна початкової (технологічної) пошкодженості дозволить об'єктивніше оцінювати властивості матеріалу, змінювати його в необхідному напрямі та прогнозувати роботу матеріалу в конструкції з урахуванням умов її експлуатації.

Ключові слова: бетон, зародкові тріщини, напруга, розподіл напруги, пружні ядра

Вступ. Відомо, що до причин утворення тріщин на поверхні бетону відносять пластичну усадку [1, 2], яка відбувається протягом перших декількох годин після укладання, поки бетон ще знаходиться в пластичному стані. Вірогідність виникнення тріщин з цієї причини залежить від інтенсивності водовідокремлення і випару води від

бетонної суміші. Фізико-механічні властивості матеріалів (бетонів) значною мірою залежать від міри дефектності їх структури [3-5].

Аналіз останніх досліджень. Нижче розглядається початкова стадія роботи бетону в процесі формування цементного каменю і появи усадкової напруги, причому концентрація напруги відбувається на включеннях. Під включенням розумітимемо область зі зміненими властивостями. Це дозволяє використати співвідношення лінійної теорії пружності для кусочно-однорідного тіла без розривів і тріщин. Надалі досліджуватимемо тільки двовимірні розподіли напруги: плоский або плоский напружений стан. З одного боку, ці випадки широко поширені в практиці проектування, а з іншого, - для опису двовимірного напруженого стану в математичній теорії пружності розвинений виключно потужний математичний апарат - апарат теорій аналітичних функцій комплексного змінного, уперше застосованого Колосовим Г.В. і розвиненого Мусхелішвілі Н.І. [6] (рис 1).

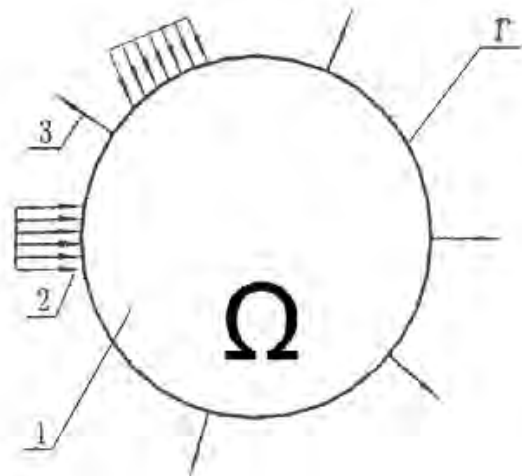


Рис. 1 Розрахункова модель однорідного матеріалу: 1 - однорідний матеріал з межею Γ ; 2, 3 - розподілене і зосереджене навантаження

Мета досліджень. Отримати чисельні результати, що характеризують початкову стадію роботи композитів для будь-яких характеристик матеріалів, форм включень та зовнішніх дій за допомогою апарату

теорій аналітичних функцій комплексного змінного.

Методика та результати досліджень. Рішення поставлених завдань зводиться до визначення двох функцій $\varphi(z)$ та $\psi(z)$ комплексного змінного $z=x+iy$. Компоненти напруженого стану виражаються через $\varphi(z)$ та $\psi(z)$ за допомогою співвідношень:

$$\begin{aligned}\sigma_x + \sigma_y &= 4\operatorname{Re} \varphi'(z) \\ \sigma_x - \sigma_y + 2i\tau_{xy} &= 2[\bar{z}\varphi''(z) + \overline{\psi'(z)}]\end{aligned}\quad (1)$$

$\operatorname{Re} \varphi'(z)$ – матеріальна частина аналітичної функції $\varphi(z)$. А переміщення:

$$2\mu(u - iv) = x\varphi(z) - z\overline{\varphi'(z)} - \overline{\psi(z)} \quad (2)$$

Визначення шуканих функцій здійснювалося за допомогою системи функціональних рівнянь:

$$\begin{aligned}\frac{x}{\mu}\varphi(t^{(m)}) - \frac{1}{\mu}[\bar{t}^{(m)}\overline{\varphi'(t^{(m)})} + \overline{\psi(t^{(m)})}] - \frac{x_0}{\mu_0}\varphi_m(t^{(m)}) + \\ + \frac{1}{\mu_0}[\bar{t}^{(m)}\overline{\varphi'_m(t^{(m)})} + \overline{\psi'_m(t^{(m)})}] = g(t^{(m)}); \\ g(t^{(m)}) = g_1(t) + ig_2(t); \\ t^{(m)} \in \Gamma^{(m)}; m = 0, 1, \dots\end{aligned}\quad (3)$$

Підкреслимо, що $g(t)$ задає величину зміщення, яку слід задати в точці $t^{(m)}$ ядра $\Omega^{(m)}$, щоб поєднати її з точкою $t^{(m)}$ елемента межі $\Gamma^{(m)}$ області Ω , коли остання знаходиться в недеформованому стані. Наприклад, у разі рівномірної усадки кругових пружних ядер початковим радіусом R у отворі одиничного радіусу $g(t^{(0)}) = (R-1)e^{i\theta}$, θ – полярний кут точки $t^{(0)}$ у системі координат, пов'язаній з центром отвору.

Окрім умов (3), для кожного елемента межі Γ повинні виконуватися умови рівноваги, які призводять до другого функціонального рівняння:

$$\begin{aligned}\varphi(t^{(m)}) + \bar{t}^{(m)}\overline{\varphi'(t^{(m)})} + \overline{\psi(t^{(m)})} - \varphi_m(t^{(m)}) - \\ - \bar{t}^{(m)}\overline{\varphi'_m(t^{(m)})} - \overline{\psi'_m(t^{(m)})} = 0\end{aligned}\quad (4)$$

Система рівнянь (3) и (4) сумісно з (2) надає змоги визначити $\varphi(z)$, $\psi(z)$, $\psi_m(z)$,

($m=0, 1, \dots, n-1$) по заданих $g(t)$ та умовам на нескінченності.

Максимальна тангенціальна напруга $\tau_{\max}$ і головна напруга σ_1 та σ_2 у точці z з Ω виражаються через комплексні потенціали $\varphi(z)$ и $\psi(z)$.

$$\tau_{\max} = [\bar{z}\varphi'(z) + \psi'_m z] \quad (5)$$

$$\sigma_1 = \varphi'(z) + \overline{\varphi'(z)} + [\bar{z}\varphi''(z) + \psi''(z)] \quad (6)$$

$$\sigma_2 = \varphi'(z) + \overline{\varphi'_1(z)} + [\bar{z}\varphi''_1(z) + \psi'_1 z] \quad (7)$$

В якості моделі, що описує розподіл напруги в композиті, розглядається нескінченне ізотропне пружне тіло з регулярним кільцем кругових включень. Тому їх можна представити як пружні ядра з рівними ефективними характеристиками. Пружні властивості матеріалів ядер і матриць відрізняються один від одного і описуються модулем пружності і коефіцієнтом Пуассона ν або константами Ляме λ та μ , які пов'язані з E та ν співвідношеннями:

$$\lambda = \frac{E\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)} \text{ та } \mu = \frac{E}{2(1-\nu)}.$$

Окрім них вводиться пружна постійна:

$$x = \frac{3-\nu}{1-\nu}$$

Досліджується розподіл напруги в композиті, обумовлений скачками переміщень на межах ядер. Тим самим моделюються усадкові явища, що відбуваються як в матеріалі матриці, так і в матеріалі ядер. Вважатимемо, що при будь-яких деформаціях тріщини між ядрами і матрицею не виникають, а центри тяжіння ядер співпадають з центрами тяжіння відповідних площин в матриці (рис. 2).

Позначимо Ω – перетин комплексної площини xOy з матрицею Ω_r ($r=0, 1, \dots, n-1$) – область, займана r – м Γ_r ($r=0, 1, \dots, n-1$) – межа між ядром Ω_r та областю Ω (рис.3).

При рішенні системи функціональних рівнянь, для циклічно симетричної області застосуємо загальний метод обліку симетрії середовища, розроблений М.Л. Буришкіним [7]. Початкове завдання розпадається на декілька узагальнених симетричних завдань.

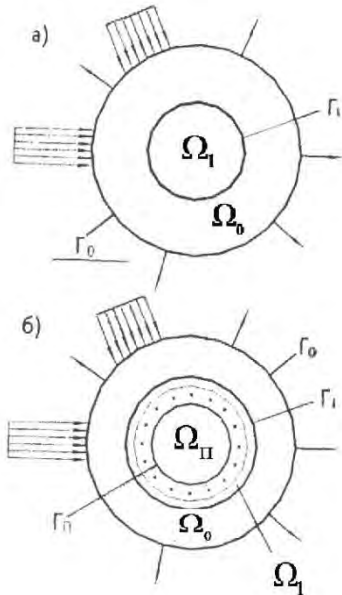


Рис. 2. Розрахункова модель неоднорідного матеріалу: а – наявність парної межі; б – випадок плавної зміни властивостей

Нехай система координат $x'Oy'$ отримана з xOy поворотом на кут τ . Тоді компоненти напружено-деформованого стану в новій системі координат визначаються співвідношеннями:

$$\begin{aligned}\sigma'_x + \sigma'_y &= 4\operatorname{Re}\phi'(z) \\ \sigma'_y - \sigma'_x + 2i\tau_{xy} &= 2[z\phi''(z) + \psi'(z)]e^{2i\theta} \\ 2\mu(U' - iV') &= [z\phi(z) - z\phi'(z) - \psi(z)]e^{-i\theta}\end{aligned}\quad (8)$$

Співвідношення (8) придатні для відшукування напруги і зміщень в полярній системі координат. у полярній системі координат. При цьому, $\sigma'_x = \sigma_r$, $\sigma'_y = \sigma_\theta$, $\tau_{xy} = \tau_{r\theta}$, $u' = u_r$, $v' = u_\theta$, θ – полярний кут.

Функцію $\phi(z)$ та $\psi(z)$, що описує напружено-деформований стан матриці Ω , відшукуватимемо у вигляді:

$$\phi(z) = \phi^*(z) + \bar{\phi}(z), \quad \psi(z) = \psi^*(z) + \bar{\psi}(z),$$

де: $\phi(z)$ та $\psi(z)$ описує напружено-деформований стан без отворів під дією навантажень, прикладених на нескінченності, а $\phi^*(z)$ та $\psi^*(z)$ збурювання, що вноситься отворами і зникає на нескінченності.

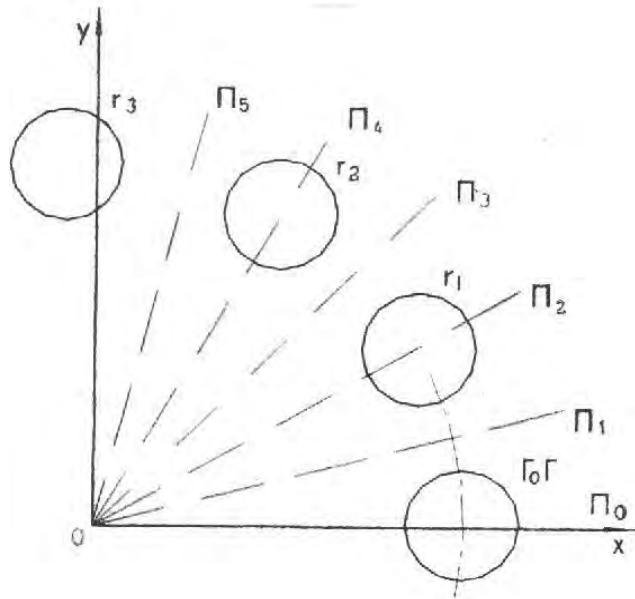


Рис. 3. Модель розрахунку з регулярним кільцем кругових включень

Для площини, що випробовує розтягування зусиллями P уздовж осі Ox :

$$\phi(z) = P_z/4; \quad \psi(z) = -P_z/2$$

Рішення узагальненої циклічної задачі зводиться до знаходження функцій:

$$\Phi^{(p)}(z), \psi^{(p)}(z), \phi'_{vp}(z), \psi'_{vp}(z), \quad \text{з рівнянь:}$$

$$\begin{aligned}\phi_{vp}(t) + t\overline{\phi'_{vp}(t)} + \overline{\phi_{vp}(t)} - \phi_{vp}^{(e)}(t) - t\overline{\phi_{vp}^{(e)}(t)} - \\ - \overline{\phi_{vp}^{(e)}(t)} = P_{vp}(t); \\ \chi\phi_{vp}(t) - \frac{1}{\mu}\left[t\overline{\phi_{vp}^{(e)}(t)} + \overline{\psi_{vp}(t)}\right] - \frac{\chi}{\mu_1}\phi_{vp}^{(e)}(t) + \\ + \frac{1}{\mu_1}\left[t\overline{\phi_{vp}^{(e)}(t)} + \overline{\psi_{vp}^{(e)}(t)}\right] = g_{vp}(t); t \in \Gamma_0\end{aligned}\quad (9)$$

Приймаючи

$$\begin{aligned}\Phi^{(p)}(z) = \sum_{k=1}^{\infty} a_{kp}(z-e)^{-k}; \quad \psi^{(p)}(z) = \sum_{k=1}^{\infty} b_{kp}(z-e)^{-k} \\ \phi_{kp}^{(e)}(z) = \sum_{k=1}^{\infty} A_{kp}(z-e)^k; \quad \psi^{(e)}(z) = \sum_{k=1}^{\infty} B_{kp}(z-e)^k\end{aligned}$$

Методом рядів (7) система (9) зводиться до нескінченної системи лінійних рівнянь алгебри відносно невідомих коефіцієнтів a_{kp} , b_{kp} , A_{kp} , B_{kp} ($k=1,2,\dots$, $p=1,2$), яка вирішується методом редукції.

Оскільки спочатку прийнято, що структура конструкцій складається із структурних елементів різного масштабного рівня [3], то можна припустити, що під дією зовнішніх дій у бетоні на одному з рівнів неоднорідностей відбуваються структурні зміни. Це викликає локальні зміни властивостей матеріалів конструкції. В зв'язку з цим можна допустити, що в тілі виникла область Ω_1 , властивості якої відрізняється від властивостей матеріалів області Ω_0 (рис. 2а). Тоді область Ω_1 можна розглядати як включення в Ω_0 . Напружений стан складеного тіла описуватиметься двома параметрами комплексних функцій $\varphi_0(z)$ і $\psi_0(z)$ ($z \in \Omega_0$) – для основного матеріалу і $\varphi_1(z)$ та $\psi_1(z)$ ($z \in \Omega_1$) – для включення.

На межі контакту повинні виконуватися умови рівноваги і умови безперервності переміщень.

$$\overline{\varphi_0(t)} + \bar{t} \varphi_0'(t) + \psi_0(t) = f(t), (t \in \Gamma_0) \quad (10)$$

$$\overline{\varphi_0(t)} + \bar{t} \varphi_0'(t) + \psi_0(t) = \overline{\varphi_1(t)} + t \varphi_1'(t) + \psi_1(t), (t \in \Gamma_0) \quad (11)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\chi_0}{\mu_0} \varphi_0(t) - \frac{1}{\mu_0} [t \varphi_0'(t) + \psi_0(t)] = \\ & = \frac{\chi_0}{\mu_0} \varphi_1(t) - \frac{1}{\mu_1} [t \varphi_1'(t) + \psi_1(t)]; (t \in \Gamma_1) \end{aligned} \quad (12)$$

У формулах (10) - (12) передбачається наявність межі між основним матеріалом і включенням. У разі плавної зміни властивостей (на макрорівні) період можна описати декількома концентричними контурами, між якими властивості матеріалу передбачаються однаковими (рис. 2б). У цьому випадку вводиться $(n+1)$ пара комплексних функцій, де φ_0 і ψ_0 описують напружений стан нового матеріалу, φ_i та ψ_i ($i=1, 2, \dots, n-1$) – напружений стан концентричних областей Ω_i , а φ_n та ψ_n – напружений стан внутрішнього ядра. Усі ці функції можуть бути знайдені з системи рівнянь аналогічно (10)-(12), у яких умови рівноваги і безперервності записуються для кожного контуру.

При заданих стрибках зміщень стани об'єкту визначаються шістьма

параметрами: пружними характеристиками матеріалу матриці χ та μ , матеріалу ядер χ_0 та μ_0 і геометричними параметрами області n та a . В ході розрахунків фіксувалися параметри матеріалів матриці ($\chi=2, \mu=0,4$), що відповідає одиничному модулю пружності і коефіцієнту Пуассона 0,3, і в широкому діапазоні мінялися n, a, χ_0, μ_0 . Аналіз числових результатів показує, що при $0,01 < \mu/\mu_0 < 1,00$ розподіл напруги на основному контурі мало відрізняється від рівномірного з інтенсивністю $\sigma = 2\mu / (2\mu - 1)$. Характер розподілу напруги на суміжному контурі визначається величиною $\chi/\chi_1 > 1$ картина розподілу напруги на суміжному контурі така ж, як у разі однакових матеріалів площини і ядер, а при $\chi/\chi_1 > 1$ епюра σ_θ на контурі Γ_0 змінює знак.

Порівняння максимальних значень σ_θ на Γ_0 та Γ_1 дає можливість зробити висновок про малий взаємний вплив суміжних ядер при $10^{-2} < \mu/\mu_0 < 10^2$.

Таким чином, при аналізі причин розвитку технологічних тріщин цілком адекватною моделлю може служити нескінченна площа з одним включенням. Оскільки, в процесі розвитку тріщина йде з меж контакту, то для опису процесу розвитку тріщини допустимо прийняти як модель однорідну площину, на однорідний напружений стан якої накладається поле напруги, що породжується самою тріщиною.

Як приклад на рис. 4 зображені епюри напруги σ/μ на контурах кільця з п'ятьма абсолютно жорсткими ядрами. Коефіцієнт Пуассона матеріалу матриці прийнятий 0,3. Лінії 1 і 2 відповідають значенням ширини перемички між отворами, відповідно, $a=0,3$ та $a=0,7$. Штриховою лінією показана одинична епюра об'єкту.

У ході обчислень фіксувалися параметри матеріалу матриці ($\chi=2, \mu=0,4$), що відповідає матеріалу з одиничним модулем пружності і коефіцієнтом Пуассона 0,3. У широких межах змінилися геометричні параметри конструкції n та a і параметри χ_0 та μ_0 матеріалу ядер.

Характерні епюри σ_θ наведені на рис. 5.

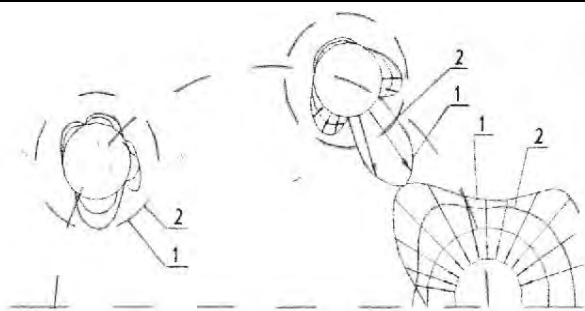


Рис. 4. Епюри напруги на контурі кільця :
1 – ширина перемички між отворами $a=0,3$;
2 – ширина перемички між отворами $a=0,7$

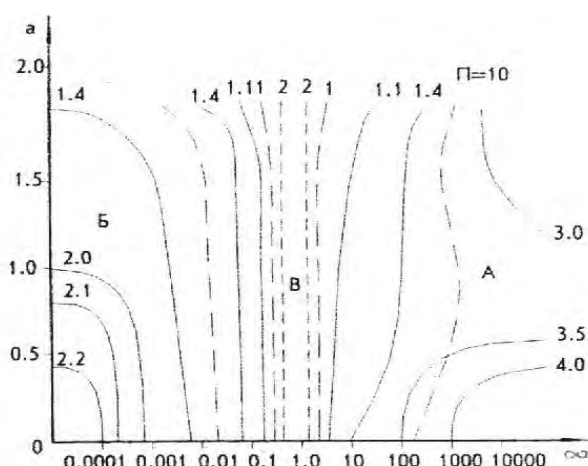


Рис. 5. Номограма коефіцієнта концентрації напруги при розтягуванні нескінченної площини: А – розтягування площини з кільцем отворів; Б – те ж, з кільцем абсолютно жорстких ядер; В – розтягування суцільної площини.

Практично в усіх випадках максимальна концентрація напруги досягається на основному контурі. Лінії рівня коефіцієнта концентрації напруги $k = \sigma_r / p$ залежно від властивостей матеріалу і геометричних параметрів області зображені на рис. 5.

Велика кількість параметрів ускладнює використання таблиць в практичних обчисленнях. Проте, дане завдання має три прості випадки: А – розтягування площини з кільцем отворів, Б – з кільцем абсолютно жорстких ядер, В – розтягування суцільної площини.

Висновки.

1. Проведений чисельний експеримент дав можливість зробити висновок, що при

твердненні грубогетерогенних матеріалів (бетонів) виникає нерівномірне поле деформацій, яке призводить до концентрації напруги на межі включень і появи зародкових тріщин.

2. При аналізі причин розвитку технологічних тріщин адекватною моделлю може служити нескінченна площа з одним включенням.

3. При зовнішніх діях на бетон на мікро- та макро-рівнях і внаслідок усадкових явищ в ньому на межах включень виникає концентрація напруги, яка може перерости в тріщини. Початкові (технологічні) тріщини залежать від складу бетону, інтенсивності водовідокремлення і випару води [2] і можуть досягати ширини розкриття 2 мм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Руководство для проектировщиков к еврокоду 2 : Проектирование железобетонных конструкций : Общие правила и правила для зданий : EN 1992-1-1 : перевод с английского / Э. В. Биби, Р. С. Нараянан. – Изд. 2. – М., 2013. – 291 с.
2. Соломатов В. И. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / В. И. Соломатов, В. С. Дорофеев, В. Н. Выровой, А. В. Сиренко. – К. : Будівельник, 1991. – 144 с.
3. Beeby A. W. Concrete in the Oceans: cracking and Corrosion. Report №2 : CIRIA Underwater Engineering Group. – London, 1978.
4. Laboratory studies and calculations on the influence of chloride-induced corrosion of steel in concrete / P Schiessl and M. Ranpach // AC Materials Journal. 94. – 1997. – p. 56-62.
5. Мусхелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости / Н. И. Мусхелишвили. – М.: Наука, 1976. – 707 с.
6. Бурышкин М. Л. Эффективный метод решения задач термоупругости для дисков циклической структуры / М. Л. Бурышкин, Э. А. Тропп, В. П. Шупта // АН СССР, ФТН А.Р. Йоффе, 1336. – Л., 1989.

REFERENCES:

1. Bibi, E. V., & Narayanan, R. S. (2013). The manual for designers to Eurocode
- 2 : The design of reinforced concrete constructions: General rules and rules for buildings : EN 1992-1-1. Moscow, Russia. [in Russian]. 2. Solomatov, V. I., Dorofeev, V. S., Virivoi, V. N., & Sirenko, A. V. (1991). The composite building materials and constructions of lowered material consumption. Kyiv, Ukraine : A builder, 144
3. Beeby, A. W. (1978). Concrete in the Oceans: cracking and Corrosion. Report №2: CIRIA Underwater Engineering Group. London, England.
4. Schiessl, P., & Ranpach M. (1997). Laboratory studies and calculations on the influence of chloride-induced corrosion of steel in concrete. AC Materials Journal. 94, 56-62.
5. Mushelishvili, N. I. (1976). Some basic tasks of mathematical theory of elasticity. Moscow, Russia : Science, 707
6. Burishkin, M. L., Tropp, E. A., & Shupta, V. P. (1989). The effective method of the rmoelectricity solving tasks for the disks of cyclic structure. ASUSSR, Leningrad, 1336.

АННОТАЦИЯ

В статье описаны численные исследования появления зародышевых трещин на границах включений в бетоне. Как известно, бетоны относятся к композиционным строительным материалам, свойства которых формируются в результате сложных процессов взаимодействия исходных составляющих, с образованием трансформируемых во времени структур и внутренних поверхностей раздела способные к образованию и развитию технологических трещин. Технологические трещины материала определяют поврежденность конструкций технологическими дефектами, что, в свою очередь,

предопределяет их эксплуатационную надежность. Каждый вид дефектов имеет собственную историю развития и проходит определенные этапы: от зарождения до превращения в необратимо развивающуюся трещину. Направленное изменение начальной (технологической) поврежденности позволит более объективно оценивать свойства материала, изменять его в требуемом направлении и прогнозировать работу материала в конструкции с учетом условий её эксплуатации.

Ключевые слова: бетон, зародышевые трещины, напряжение, распределение напряжения, упругие ядра.

ANNOTATION

In the article numerous investigations of germinal cracks appearance on the boundaries of inclusion into concrete are highlighted. As we know, concretes refer to composite building materials, the properties of which are formed as a result of complex processes of original composites interaction, with forming of the transported in time structures and the inner surfaces of a section capable to technological cracking formation and development. Technological cracking of a material defines the damage of constructions by technological defects that, in its turn, predetermine their reliability for exploitation. Each kind of defects has its own history of development and passes through the definite stages: from the germination to the turning into an irreversible developing crack. The directed change of the initial (technological) damage allows to appreciate the material's property more objectively, to change it in the required direction and to forecast the material's work in the construction, taking into account the conditions of its exploitation.

Keywords: concrete, embryonic cracks, tension, distribution of tension, resilient kernels.

УДК 624.014

**Гибаленко А.Н., д.т.н., доц.,
Гибаленко В.А., к.т.н., доц.,
Приазовський державний технічний
університет, м. Маріуполь**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ
ДЛЯ ПРОДЛЕНИЯ РЕСУРСА
КОНСТРУКЦИЙ ПРИ УСТАНОВЛЕННОМ
УРОВНЕ КОРРОЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ**

Сформульовані вимоги підтвердження відповідності показників якості та надійності засобів і методів протикорозійного захисту металоконструкцій на основі розробленого реєстраційного та розрахунково-вимірювального методів контролю визначальних параметрів корозійної стійкості. Виконані дослідження дозволяють здійснювати оцінку відповідності на основі експериментальних характеристик ОПКС. Створені передумови для конструктивного регулювання корозійної захищеності будівельних об'єктів. Визначено послідовність науково-технічного супроводу вибору ОПКС за заданим рівнем корозійної небезпеки.

Ключові слова: технічний стан, протикорозійний захист, корозійна небезпека, конструктивне рішення.

Постановка проблемы. Реализация задач технической диагностики коррозионного разрушения (ТДКР) и обоснование расчетных ситуаций по признакам коррозионной опасности обеспечивает формирование эксплуатационных характеристик для выявления остаточного ресурса систем противокоррозионной защиты конструкций (СПЗК) и разработку мер программы обеспечения надежности (ПОН). Стратегия обслуживания промышленных объектов по фактическому состоянию включает процессный подход к управлению ресурсами построением системы учета и функционального контроллинга, анализа рисков, регулирования технологической безопасности

производственных фондов (рис. 1).

Анализ последних исследований и публикаций. Реализация процессного подхода к управлению технологической безопасностью на объектном уровне направлена на совершенствование средств и методов противокоррозионной защиты, продление ресурса с учетом показателей живучести и обоснование мер ПОН [1, 2,]: Разработка программы основывалась на результатах контроля состояния противокоррозионного покрытия несущих конструкций (стропильные фермы, прогоны, горизонтальные и вертикальные связи) здания главного корпуса обогатительной фабрики. Контроль состояния покрытия выполнен согласно нормативным требованиям [3, 4, 5].

Формование цели статьи. Целью работы является создание предпосылок для конструктивного регулирования коррозионной защищенности строительных объектов и определить последовательность научно-технического сопровождения выбора определяющих параметров коррозионного состояния по заданному уровню коррозионной опасности на основе проектной спецификации мер первичной и вторичной защиты от коррозии.

Изложение основного материала. В результате технического аудита коррозионного состояния выполнена оценка показателей внешнего вида, состояния подготовки поверхности и противокоррозионного покрытия металлических конструкций: стропильные фермы и прилегающие к ним прогоны под профнастил, горизонтальные и вертикальные связи (рис.2).

Контроль состояния подготовки поверхности выполнялся на основе визуального осмотра металлоконструкций, подготовленных к окраске с использованием технологии гидроструйной очистки. При этом осуществлялся контроль состава работ по подготовке поверхности к нанесению покрытия: удаление с подготавливаемой поверхности дефектных слоев старой краски, продуктов коррозии, солевых загрязнений, пылевых отложений и т.д.;

обеспыливание; сушка. Группы ремонтно-пригодности конструкций (табл. 1) определяют возможность и сроки восстановления технического ресурса в зависимости от режима функционирования объекта. Категория дефекта или повреждения определяется согласно требований [6]. Уровень

уязвимости оценивается в баллах в зависимости от категории дефекта и группы ремонтнопригодности конструкций: нулевой (О) – 0 баллов; низкий (Н) – от 1 до 2 баллов; средний (С) – от 3 до 5 баллов; высокий (В) — от 6 до 8 баллов.

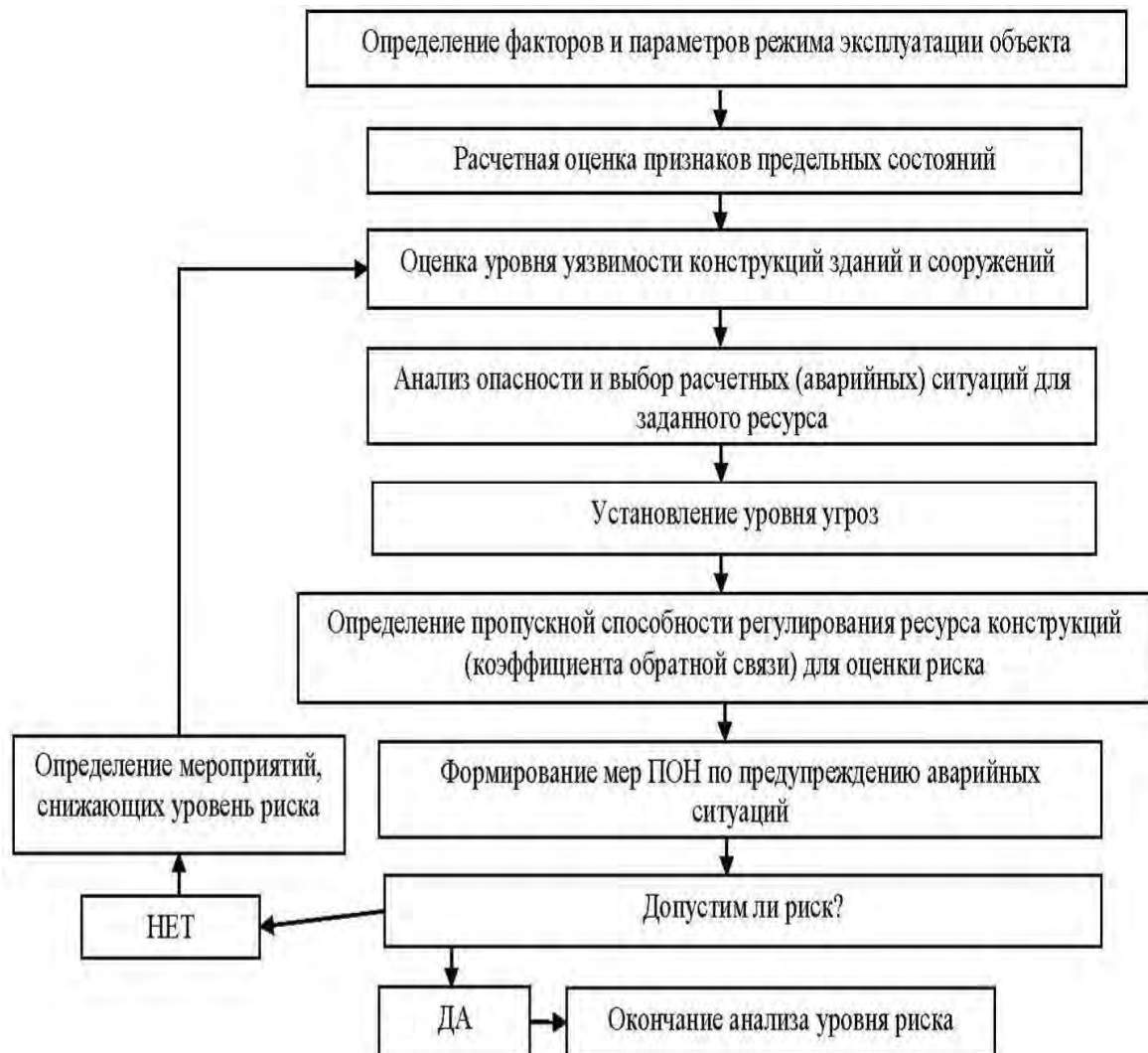
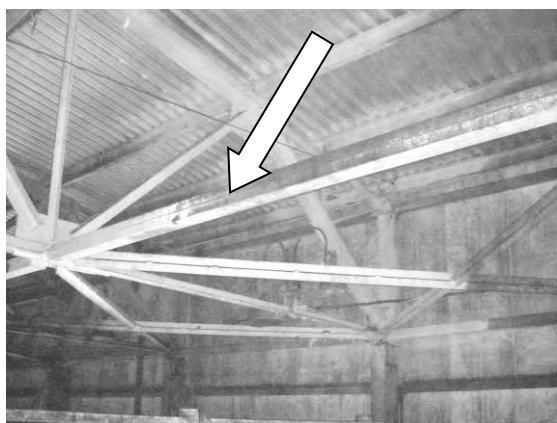
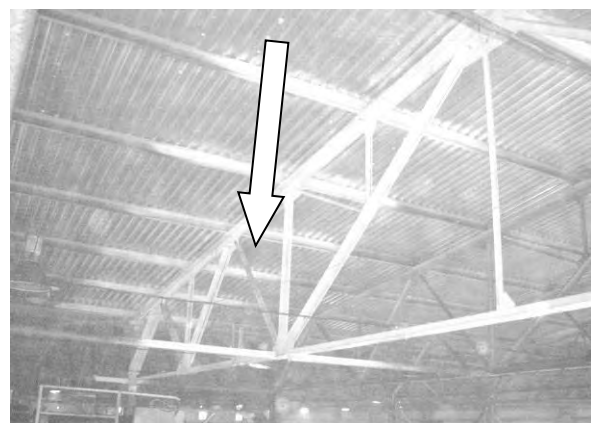


Рис. 1. Схема управления уровнем риска



а)



б)

Рис. 2. Участки контроля: а - элементов связей, б –решетки

Таблица 1

Уровень уязвимости конструкций

Категория дефекта или повреждения	Группа ремонтпригодности			
	I	II	III	IV
А	6-8	—	-	-
Б	-	3-5	-	-
В	-	-	1-2	-
О (не выявлены)	-	-	-	0

Группа ремонтпригодности определяет вид контроля и сроки проведения работ по повышению работоспособности стальных конструкций. Процедура отбора образцов СПЗК на основе материала «Интерсил 670 ХС ТСП» для определения качества исследуемых образцов в условиях главного корпуса ОФ выполнена в соответствии с регламентными процедурами подтверждения соответствия с обеспеченностью необходимым испытательным оборудованием и измерительными приборами. Результаты контроля состояния металлоконструкций после подготовки поверхности в характерных зонах конструкций перед нанесением противокоррозионного покрытия приведены в табл. 2. В результате выполненных исследований ТДКР определено качество защитных противокоррозионных покрытий в характерных точках зон, в которых установлен показатель АЗ (обобщенная

оценка защитных свойств) по [7].

На основании аудита проведен контроль качества окрашенной поверхности: по внешнему виду, по показателям адгезии, по толщине покрытия (с использованием магнитного метода). Определены основные положения системы мониторинга, оценки, контроля и надзора, определения характеристик рисков при продлении ресурса на основе современных информационных технологий построения и анализа баз данных, определяющих эксплуатационные характеристики конструкций, зданий и сооружений (рис.2).

Выводы. Обоснована методика диагностики и мониторинга производственных объектов за расчетным сроком службы, включающая статистический контроль дефектов и повреждений стальных конструкций, определение уровня уязвимости и угроз, ремонтпригодности при обслуживании объектов по фактическому состоянию.

Проектирование мер защиты от коррозии по критерию коррозионной опасности позволяет обеспечивать требования надежности строительных металлоконструкций на основе расчетных положений метода предельных состояний и решать задачи по управлению технологической безопасностью в течение установленного срока службы строительных объектов:

Таблица 2

Состояние подготовленной поверхности металлоконструкций

№ точки зоны эксплуатации	Описание конструктивного элемента	Степень очистки ИСО 8501-1
1	Нижний пояс ферм	Sa2 1/2
2	Верхний пояс ферм	Sa2
3	Раскосы и стойки решетки ферм	Sa2
4	Связи по поясам ферм	Sa2 1/2

Таблица 3

Определения обобщенного показателя защитных свойств

№ точки	Характеристика точки	Показатель АЗ
1	Нижний пояс ферм	0,95...0,98
2	Решетка (стойки и раскосы)	0,90...0,97
3	Верхний пояс ферм	0,95...0,98

Примечание: нормируемый показатель Аз = 1.



Рис. 2. Организационно-методическая схема построения информационно-аналитической базы данных (ИАБД) «Ресурс»

- выявлять отклонения от требований действующих нормативных документов по защите конструкций от коррозии;

- оценивать соответствие показателей качества, конструктивной приспособленности и технологической рациональности проектных решений противокоррозионной защиты заданному уровню коррозионной опасности;

- определять требования к выбору материалов и систем защитных покрытий металлоконструкций согласно классификационным признакам [5, табл.13, прил. К, Л]

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Korolov V. Design criteria of reliability and safety in the design of corrosion protection of structural steel / V. Korolov, Y. Vysotsky, Y. Filatov / EUROCORR-2014. The European Corrosion Congress «Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications». – Pisa, Book of Abstracts. 2014,. – 88 p.
2. Гибаленко А. Н. Мониторинг остаточного ресурса металлоконструкций

в коррозионных средах / А. Н. Гибаленко // Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво. – П. : ПолтНТУ, 2015. – Вип. 3 (45). – С. 110 – 116.

3. ДБН В.1.2-14-2008. Загальні принципи забезпечення надійності та безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. [Текст]: – Мінрегіон України. – 30 с.

4. ДСТУ Б В.2.6-186:2013 Настанова щодо захисту будівельних конструкцій будівель та споруд від корозії. – Введ. 2014-01-01. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 45 с.

5. ДСТУ Б В.2.6-193:2013 Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проектування. [Текст]: – Мінрегіон України. – 74 с.

6. ДБН 362-92. Оценка технического состояния стальных конструкций эксплуатируемых производственных сооружений. [Текст]: Мінрегіон України. – Київ, 2014. – 199 с.

7. ГОСТ 9.407-84 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Методы оценки внешнего вида». – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 17 с.

REFERENCES:

1. Korolov V. (2016). Design criteria of reliability and safety in the design of corrosion protection of structural steel. The European Corrosion Congress «Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications». (p. 88). Pisa. Italy [in English].
2. Gibalenko A. N. (2015) Monitoring of residual resource steel in corrosive environments. Industry engineering, construction, issue. 3 (45). 110–116. [in Russian].
3. General principles maintenance of reliability and safety buildings, building structures and foundations. (2008). DBN V.1.2-14-2008. Kyiv, Ukraine: State building standards, 30.
4. Installation for the protection of constructions and structures from corrosion. (2013). DSTU B V.2.6–186:2013 Kyiv, Ukraine: State building standards, 45.
5. Protection of metal structures against corrosion. Requirements for the design. (2014) DSTU B V.2.6-193:2013. Kyiv, Ukraine: State building standards, 74.
6. Technical state assessment of steel being constructions being in service. (2017) DBN B V.2.6-210:2016. Kyiv, Ukraine: State building standards, 84.
7. Unified system of corrosion and ageing protection. Paint coatings. Method of appearance rating. (1985) GOST 9.407-84 «ЕСЗКС. Moscow, Standartinform, 17.

АННОТАЦИЯ

Сформулированы требования подтверждения соответствия показателей качества и надежности средств и методов противокоррозионной защиты металлоконструкций на основе разработанного регистрационного и

расчетно-измерительного методов контроля определяющих параметров коррозионной стойкости.

Выполненные исследования позволяют осуществлять оценку соответствия на основе экспериментальных характеристик ОПКС. Созданы предпосылки для конструктивного регулирования коррозионной защищенности строительных объектов. Определена последовательность научно-технического сопровождения выбора ОПКС по заданному уровню коррозионной опасности.

Ключевые слова: техническое состояние, противокоррозионная защита, коррозионная опасность, конструктивное решение.

ANNOTATION

The research contains the conformity conditions of quality and reliability tools and methods of corrosion protection of steel structures which are designed on the basis of the registration and measurement methods for monitoring corrosion resistance parameters. Coefficients are set on the experimental studies results of the corrosion resistance- primary and secondary protection during tests with fragments-samples and protective coatings according to the corrosive environments parameters. Sequence of the scientific and technical support for the choice of parameters of corrosion resistance for a given level of corrosion hazard on the basis of the design specification of primary and secondary measures of protection.

Keywords: technical condition, corrosion protection, corrosion risk, a constructive solution.

УДК 728.98

Тонкачєєв Г. М., д.т.н., проф.,
Чєбанов Т. Л., асп., КНУБА, м.Київ

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ДЕМОНТАЖУ- МОНТАЖУ ТЕПЛИЦЬ В УМОВАХ РОЗОСЕРЕДЖЕНОГО БУДІВНИЦТВА

Наведено умови будівництва збірно-розбірних теплиць в районах накопичення джерел енергії – запаси сміття і дрів. Названо показники для забезпечення опалення теплиць на протязі року. Розглядаються можливі конструктивні варіанти та технології влаштування нульового циклу та металевого, оцинкованного каркасу з огорожею. Визначення (перебір) основних технічно-економічних показників дозволяє рекомендувати раціональний спосіб виконання робіт. З урахуванням організаційних чинників, перебезування, умови фінансування (придбання).

Розглянуто умови використання збірно – розбірних теплиць в розосереджених місцях знаходження потенціальних запасів енергоносіїв – сміттєзвалища міст та заготовка і переробка деревини. Визначена та наведена схема оптимізації організаційно-технологічних рішень.

Ключові слова: збірно-розбірні теплиці, енергоносії, демонтажно-монтажні роботи, оптимізація прийняття рішень.

Актуальність. На сучасному етапі розвитку держави важливим є пошук джерел енергії для опалення взагалі та теплиць, зокрема. Навколо міст зростають сміттєзвалища. В лісових господарствах північно-центральных регіонів є значні запаси дров для опалення.

Рівень забезпечення населення вітчизняною вітамінною продукцією (томат, огірок, перець тощо) на протязі року є надзвичайно низьким. Площі теплиць складають, за різними оцінками, до 10-15% від нормативних показників. Високим є

рівень імпорту продуктів харчування.

Останні дослідження. Питання експлуатації, будівництва та реконструкції теплиць, інших споруд із легких металевих конструкцій, вивчаються науковцями в Національному університеті біоресурсів та природокористування [1], КНУБА [2, 3, 4], РУП “Інститут овочівництва” АН Республіки Білорусь [5] Білоруському державному аграрному технічному університеті [6], РГАУ-МСХА ім. К. А. Тімерязєва [7], спеціалістами окремих фірм та компаній, зокрема: Агромір (м. Мінськ) [6], АІК (м. Київ) [8], Фіто (м. Москва) [9] тощо. Розглянуто та досліджено ряд оригінальних конструктивно-технологічних рішень. Демонтаж-монтаж теплиць, їх передислокація в місця наявності покладів енергоносіїв, практично не вивчалися. Ці питання пов’язані з тематикою досліджень кафедри технології будівельного виробництва КНУБА «Розробка ефективних технологій зведення каркасних збірних і збірно-монолітних будівель та споруд, створення системи пристроїв і способів їх здійснення».

Мета статті. Розробити алгоритм (схему) вибору раціональної технології демонтажу-монтажу збірних теплиць, а також організаційних питань їх передислокації. При цьому розглядаються об’єми сміття на звалищах та запасів дрів (і відносно енергоносіїв), технології промислового вирощування овочів (вид та кількість їх типорозмірів) і відповідно об’ємно-планувальні рішення споруд, здатних до модифікації. А також відстань перебезування складових елементів мобільного тепличного господарства.

Виклад основного матеріалу. В роботі авторів [10] показано перспективи використання мобільних збірно-розбірних теплиць в сучасних умовах. Можливі обсяги використання біогазу на сміттєзвалищах, а також запасів дров для опалення теплиць.

Запропоновано відповідні площі теплиць в залежності від чисельності населення в містах України, зокрема в Донецькій та Львівській областях. Наведено можливі об’єми заготовки дрів

на прикладі Житомирського ОУЛМГ.

Зроблено висновок, що об'єми запасів сміття, та відповідно, біогазу, а також деревини дозволяють розглядати теплиці площею від 0,25 до 3,0 гектарів.

Місця складування (переробки) сміття та дров характеризуються значними об'ємами, а також розосередженістю та складністю подальшого використання.

Розглянемо це питання на прикладі міст Львівської обл.. Відомо, що саме в цьому регіоні є багато проблем із збиранням, складуванням та переробкою сміття.

Без обласного центру м. Львів (чисельність 730.000 чоловік), від тридцяти до ста тисяч чоловік мешкає в містах області – Дрогобичі (76.800 чоловік), Червоноград (67900 чоловік), Стрий (59800 чоловік) та Самбір (37.800 чоловік). Відстань між ними складає близько 100-150 км.

Схема вибору технології та організації будівництва збірно-розбірних теплиць наведена на рис. 1.

На першому етапі визначають можливий об'єм річної переробки сміття та

відповідно об'єм біогазу для опалення теплиць. Річна потужність біогазу R_3 (більше чи менше умовного показника 600 тисяч кубічних метрів) визначає відповідну площу теплиць – більше чи менше 0,5 га.

На наступному етапі визначають промислову технологію вирощування овочів в теплицях та їх вид. Зокрема, це томати, огірки, перець з розсадою, а також салати та пряні рослини. У теплицях, що розглядаються є можливість вирощувати одну культуру (монокультура), дві культури, три тощо. Ця інформація є визначальною на цьому етапі. Вона диктує вибір об'ємно-планувальних та конструктивних рішень теплиць.

При існуючих конструктивних особливостях теплиць (прольоти – 8,0; 9,6; 10; 12; 12,8 м; крок колон – 2,5; 3,0; 4,0; 4,5; 5,0 м; висота від 4,0 до 7,0 м тощо) планувальні рішення або створення так званого «контур теплиці», в першу чергу, враховують параметри (розміри) будівельного майданчику, згідно звіту по геодезії.

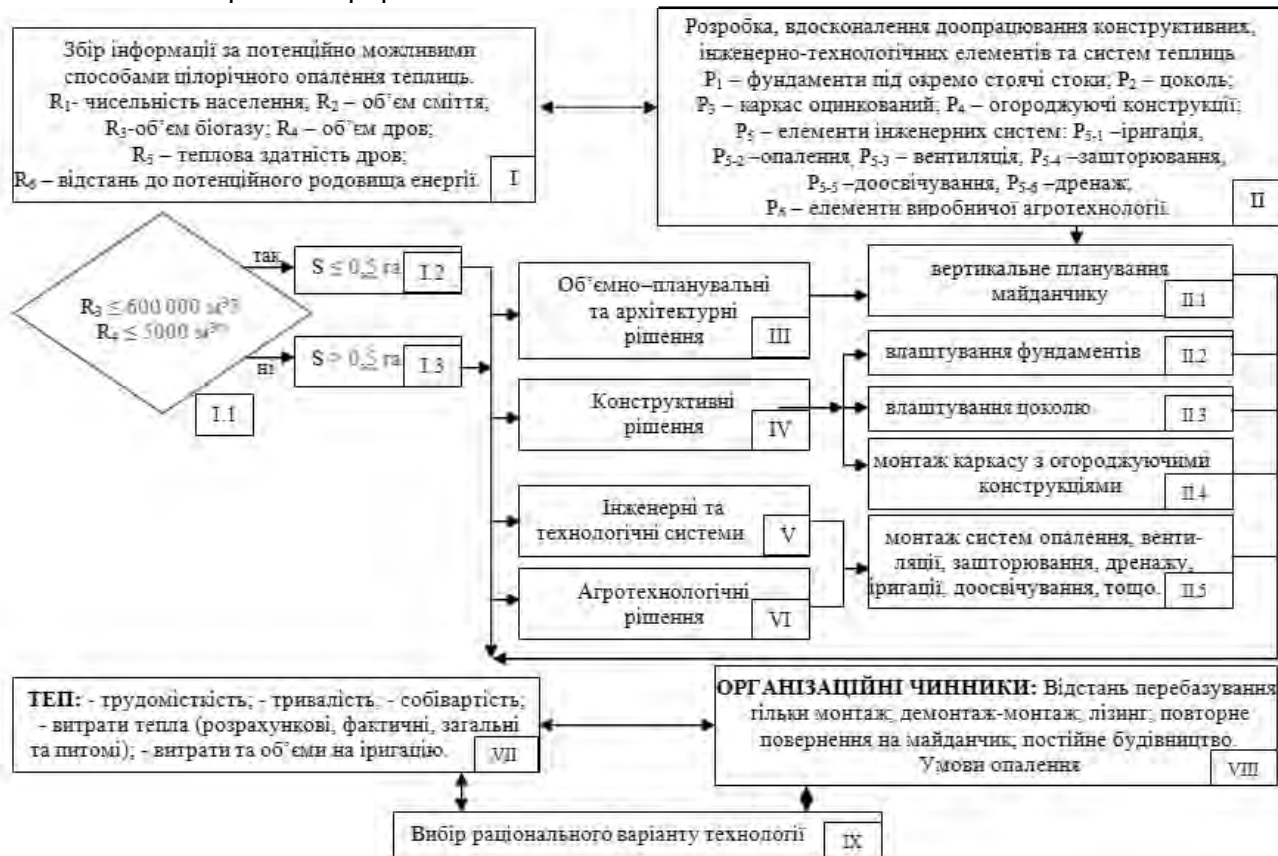


Рис. 1. Схема вибору раціональної технології будівництва теплиць

Кількість та види рослин та задані площі їх вирощування в теплиці визначають кількість відділень, що утворюються відповідними жорсткими системами-перегородками, в'язевими блоками, шляхами сполучень кожного відділення з сервісною зоною тощо. А також, в подальшому, враховуються при проектуванні (розділені) відповідних інженерних та технологічних систем. Таких як вентиляція, зашторювання, ірригація, збирання та очищення дренажних стоків, доосвічування тощо.

Названі вище умови впливають на вибір

технології демонтажно-монтажних робіт.

Конструктивне виконання та технологію влаштування елементів нульового циклу вибирають в такій послідовності (рис.2).

Визначальним є інженерно – геологічні характеристики ґрунтів відповідно до звіту з геології конкретної місцевості. Для роботи на розосереджених об'єктах по технологіях демонтажу-монтажу конструкцій привабливим є використання металевих гвинтових та збірних малорозмірних паль, що влаштовуються методом вдавлювання.

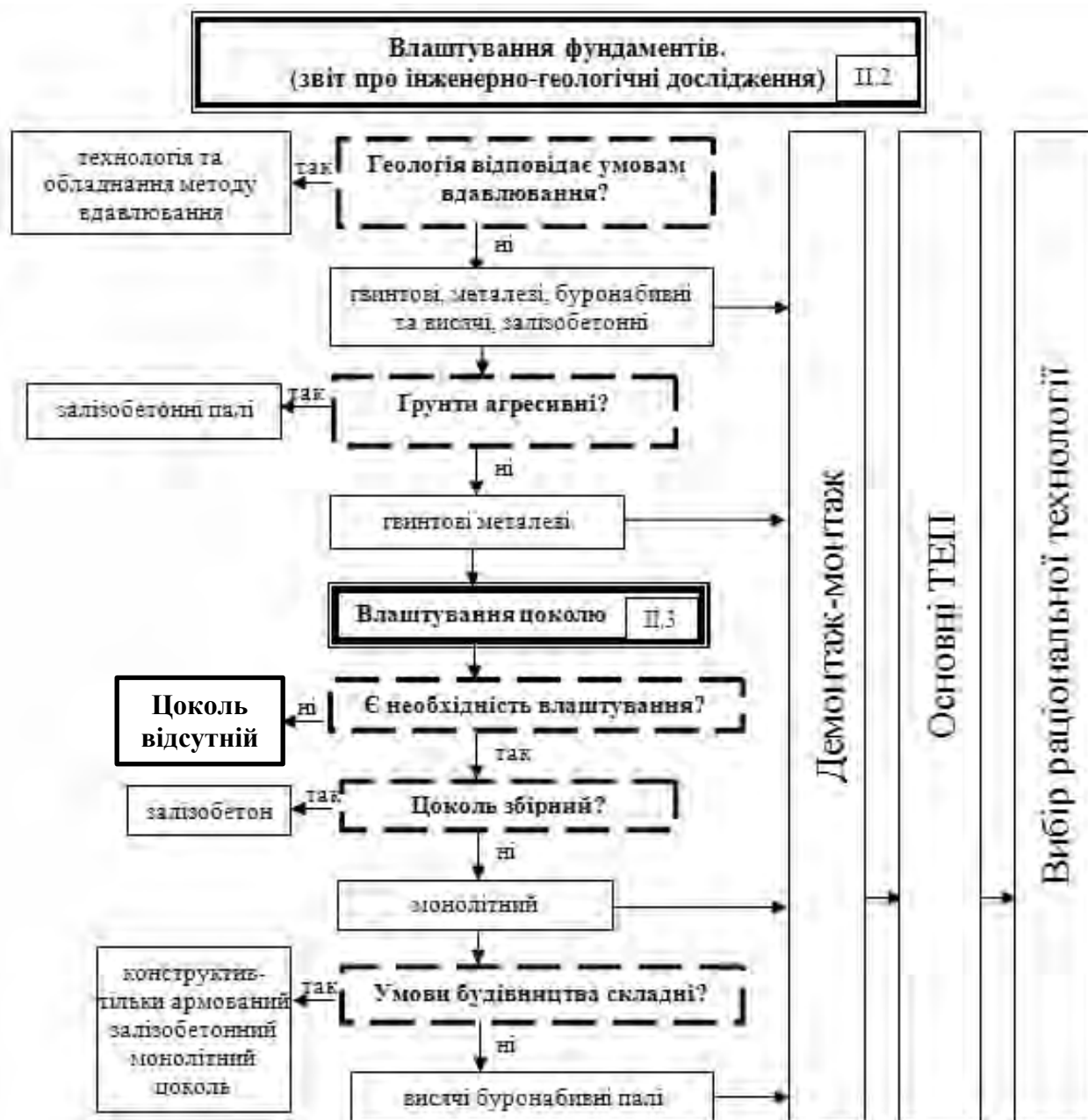


Рис. 2. Схема вибору конструкції та технології влаштування нульового циклу теплиць (розглядати спільно з рис. 1.)

В окремих випадках, в складних умовах, використовують монолітні буронабивні палі з вмонтованими анкерами.

Схожі задачі вирішують при виборі конструктивного виконання цоколя. В окремих випадках по узгодженню з замовником, плівкові теплиці влаштовують без цоколя.

Технологічним для умов розосередженого будівництва є використання під цоколь збірних залізобетонних плит різних розмірів. В окремих випадках (геологія) збірний цоколь монтують по буронабивним палям різного конструктивного виконання.

Конструктив надземної частини каркасу також можна влаштувати за різними технологіями. Розглянемо такі технології – організаційні схеми робіт:

- монтаж з використанням вантажопідйомного обладнання (легкі крани та засоби оснастки для монтажу каркасу, пересувні (по лотках) помости для монтажу спеціальної плівки, допоміжні пристосування для монтажу технологічного та інженерного обладнання тощо). Застосовують драбини, люльки тощо;

- використання спеціальної платформи, запропонованої авторами [11]. Не передбачає використання помостів, люльок тощо;

- монтаж з широким використанням стаціонарних помостів, підйомників, ручних засобів праці тощо.

Крім того, вивчають умови опалення теплиць. Від котельної у складі пересувного тепличного комплексу; існуюча котельня; забезпечується спеціалізованою енергопостачальною організацією тощо.

Далі вивчають та враховують організаційні задачі – задані директивні терміни будівництва, кількість працюючих, відстань перебазування обладнання та конструкцій тощо. Важливо знати – теплиця будується як постійна споруда чи підлягає передислокації.

Показники виконання робіт визначають, оптимізують та рекомендують найбільш раціональний.

Висновки:

1. Розроблено методику вибору раціональної технології демонтажу-монтажу теплиць при розосередженості об'єктів та джерел енергозабезпечення.

2. Виявлено основні чинники, що впливають на визначення основних об'ємно-планувальних та конструктивних рішень та способів їх будівництва.

3. Запропоновано технологію монтажу теплиць пересувним комплексом

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Іваненко П.П. Закритий ґрунт [Текст] / П.П. Іваненко, О.В. Приліпка. - К. : Урожай, 2001. - 360 с.

2. Теплицы и тепличные хозяйства / Г.Г. Шишко, В.А. Потапов, Л.Т. Сулима, Л.С. Чебанов : Справ. [Под. ред. Г.Г. Шишка] - К.: Урожай, 1993. - 424 с.

3. Руденко А.А. Технология реконструкции теплиц: автореф. ... канд. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технология и организация строительства» / А. А. Руденко. - Киев: КИСИ, 1992. - 29 с.

4. Іваненко П.Ф. Разработка и совершенствование технологии строительства теплиц: автореф. ... канд. техн. наук : спец. 05.23.08 «Технология и организация строительства» / П.Ф. Іваненко. - Киев: КИСИ, 1988. - 22 с.

5. Овощеводство защищенного грунта / А.А. Аутко, Г.И. Гануш, Н.Н. Долбик. - Мн.: Вэвэр, 2006. - 320 с.

6. Аутко А.А. В мире тепличного производства [Текст] / А.А. Аутко, Д.Л. Вольфсон. - Мн.: Перемога, 2016. - 448 с.

7. Майборода П.М. Организация строительства тепличных комбинатов [Текст] / П.М. Майборода, Н. П. Белоус.-М.: Стройиздат, 1975. - 105 с.

8. Алиев Э.А. Овощеводство и цветоводство защищенного грунта [Текст] / Э.А. Алиев, Л.С. Гиль. - К.: Урожай, 1990. - 254 с.

9. Соколов Н.С. Технологии пятого поколения [Текст] / Н.С. Соколов // Теплицы России. - 2015. - № 1. - С. 22-24.

10. Чебанов Т.Л., Рябошук Ю.О.,

Мальований Ю.В. Область рационального использования технологии строительства мобильных теплиц. – Будівельне виробництво, № 62/1, 2017, с.121-127.

11. Заявка на корисну модель України № 201702647 «Спосіб монтажу покриття плівкової теплиці», винахідники: Тонкачев Г.М., Чебанов Т.Л. Зареєстровано 21.03.2017.

REFERENCES:

1. Ivanenko, P.P., & Prilypka, O.V., (2001). Protected soil. Kyiv, Ukraine: Urozhay, 360.

2. Shishko, G.G., Potapov, V.A., Sulyma, L.T., & Chebanov, L.S., (1993). Greenhouses and greenhouse complexes. Kyiv, Ukraine: Urozhay, 424.

3. Rudenko, A.A. (1992). Tehnologiya rekonstrukcii teplic [Technology of greenhouses reconstruction]. Extended abstract of candidate's thesis. Kyiv: KNUCA [in Russian].

4. Ivanenko, P.P. (1988). Razrabotka i sovershenstvovanie tehnologii stroitel'stva teplic [Development and improvement of greenhouse technology]. Extended abstract of candidate's thesis. Kyiv: KNUCA [in Russian].

5. Autko, A.A., Ganush, G.I., & Dolbik, N.N. (2006). Vegetable growing of protected ground. Minsk, Belarus: Vever, 320.

6. Autko, A.A., & Vol'fson, D.L., (2016). In the world of greenhouse production. Minsk, Belarus: Peremoga, 448.

7. Mayboroda, P.M., & Belous, N.P., (1975). Organization of construction of greenhouse complexes. Moscow, Russia: Stroyizdat, 105.

8. Aliyev, E.A., & Gil', L.S., (1990). Vegetable growing and floriculture of protected ground. Kyiv, Ukraine: Urozhay, 254.

9. Sokolov, N.S. (2015). Tehnologii pyatogo pokoleniya [Technologies of the fifth generation]. Teplitsi Rossii – Greenhouses of Russia, 1, 22-24. [in Russian].

10. Chebanov, T.L., Ryaboschuk, Yu.O., & Malyovaniy, Yu.V. (2017). Oblast' racional'nogo vikoristannya tehnologii budivnictva mobil'nih teplit' [Area rational use of construction technology mobile greenhouses]. Budivel'ne virobnitstvo –

Construction production, 62/1, 121-127. [in Ukrainian].

11. Tonkacheev, G.M., & Chebanov, T.L. (2017). Zayavka na korisnu model' Ukraini № 201702647 Sposib montazhu pokrittya plivkovoï teplitsi [Application for Utility Model Ukraine № 201702647 Mounting cover greenhouses] [in Ukrainian].

АННОТАЦИЯ

Приведены условия строительства сборно – разборных теплиц в районах наличия запасов энергии – мусора и дров. Названы показатели для обеспечения отопления теплиц в течение года. Рассмотрены возможные конструктивные варианты и технологии устройства нулевого цикла и оцинкованного, металлического каркаса с ограждением. Определение (перебор) основных технико-экономических показателей позволяет рекомендовать рациональный способ выполнения работ, с учетом организационных показателей – перебазировка, условия финансирования (покупки).

Ключевые слова: сборно-разборные теплицы, энергоносители, демонтажно-монтажные работы, оптимизация принятия решений.

ANNOTATION

The conditions for the construction of collapsible greenhouses in areas where there are energy reserves - garbage and firewood are given. The indicators for the heating of greenhouses during the year are named. The possible design variants and technologies of the device of the zero cycle and the zined, metal framework with a fencing are considered. The definition (enumeration) of the main technical and economic indicators allows us to recommend a rational way of performing the work, taking into account the organizational indicators - relocation, financing terms (purchase).

Keywords: collapsible greenhouses, energy carriers, dismantling and assembly works, optimization of decision-making..

УДК 614.842

**Цапко Ю.В., д.т.н., с.н.с.,
Кравченко А.В., Цапко О.Ю.,
КНУБА, м. Київ**

**ВПЛИВ ДОДАВАННЯ ГІДРАТУ
АЛЮМІНІЮ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ
ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ОРГАНО-
МІНЕРАЛЬНИМ ПОКРИТТЯМ**

Визначено ефективність застосування гідроксиду алюмінію у вогнезахисній композиції. Для цього були проведені дослідження щодо визначення спучувальної здатності, за показниками втрата маси і температури димових газів. При довготривалій дії високої температури на покриття забезпечується необхідна стійкість. Наявність 4 % гідрату алюмінію у покритті призводить до зниження вартості та підвищення вогнестійкості покриття.

Ключові слова: вогнестійкість, покриття, наповнювачі, спучення, температура, втрата маси.

Постановка проблеми. Капітальне будівництво та реконструкція існуючих об'єктів цивільного, промислового та спеціального призначення, пов'язане з використанням деревини, яка чутлива до впливу високої температури, тобто здатністю зберігати функціональні властивості в умовах експлуатації.

З урахуванням цих проблем прийнято нормативні документи, які вимагають при проектуванні конструкції з деревини враховувати їх стійкість проти термічного ушкодження, а також проводити захисне оброблення будівельних матеріалів спеціальними засобами. Сутність захисту деревини тлумачиться в гальмуванні процесів термічного розкладу компонентів, зниження константи швидкості реакцій та енергія активації, ізолювання від дії полум'я і доступу кисню.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сьогодні існує два способи

вогнезахисту деревини. Перший – це просочення антипіренами, частіше за все на основі неорганічних солей [1-3]. При зволоженні деревини вогнезахисні речовини розчиняються у вологому середовищі і поступово вимиваються на поверхню, а тоді з часом вогнезахисний ефект знижується [4, 5]. Засіб на основі кислот не має суттєвої проблеми вимивання під дією зміни вологості деревини, але проникаючи в глибину структури деревини і взаємодіючи з клітчатого, знижує міцнісні параметри. Тому цей засіб небезпечно використовувати для відповідальних несучих конструкцій. Другий засіб – це нанесення на поверхню деревини покриття на органічному чи неорганічному в'язучому. Засіб на органічному в'язучому має підвищене димоутворення і виділення токсичних речовин, тому його використання небезпечно.

Тому у останній час набули поширення покриття, що здатні до утворення на поверхні будівельної конструкції теплоізоляційного шару, який у значній мірі знижує процеси передачі тепла до матеріалу.

Сучасні методи вогнезахисту будівельних конструкцій базуються на використанні покриттів, що спучуються, які являють собою складні системи органічних і неорганічних компонентів, при тривалій дії полум'я здатні до поступового вигорання і відповідно зниження вогнестійкості конструкції, що потребує додавання до них речовин, здатних утворити більш стійкий шар пінококсу.

Метою роботи є дослідження ефективності вогнезахисту деревини органо-мінеральним покриттям при додаванні гідрату алюмінію та встановлення оптимальної концентрації.

Виклад основного матеріалу. Для підвищення ефективності вогнезахисту деревини було використано покриття на органічному в'язучому, газоутворювачів, пірофору та мінеральних наповнювачів. Проведені дослідження за ГОСТ 12.1.044

[6] з визначення групи горючості деревини, обробленої запропонованим покриттям.

Суть методу випробувань експериментального визначення групи важкогорючих та горючих твердих речовин і матеріалів згідно з [6] полягає у впливі на зразок, що розташований в керамічній трубі установки ОТМ, полум'я пальника із заданими параметрами (температура газоподібних продуктів горіння на виході з керамічної труби становить $200^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$). Під час проведення експериментальних досліджень фіксується максимальний приріст температури газоподібних продуктів горіння (Δt) та втрата маси зразка (Δm). За результатами випробувань матеріали класифікуються як:

- важкогорючі – $\Delta t < 60^{\circ}\text{C}$ та $\Delta m < 60\%$;
- горючі – $\Delta t \geq 60^{\circ}\text{C}$ чи $\Delta m \geq 60\%$.

Горючі матеріали поділяються в залежності від часу (τ) досягнення максимальної температури газоподібних продуктів горіння на:

- важкозаймисті – $\tau > 240$ с;
- середньої займистості – $30 \text{ с} \leq \tau \leq 240$ с;
- легкозаймисті – $\tau < 30$ с.

Результати досліджень з визначення втрати маси зразків (Δm , %) та приросту максимальної температури газоподібних продуктів горіння (Δt , $^{\circ}\text{C}$) необробленої деревини та вогнезахисної покриття наведено на рис. 1, 2.

Дослідження показали, що при нанесенні покриття (витратою у межах $260 \pm 5 \text{ г/м}^2$) з додаванням гідроксиду алюмінію в кількості 2 % та 8 % вогнезахисна деревина відноситься до матеріалів середньої займистості. Така кількість покриття не забезпечує необхідного шару і потребує збільшення товщини. При початковій температурі газоподібних продуктів горіння $T = 200^{\circ}\text{C}$, при дії полум'я пальника на вогнезахисний зразок № 1 та 3, температура газоподібних продуктів горіння становила $T \leq 260^{\circ}\text{C}$, що забезпечує важкогорючі властивості.

Враховуючи неоднорідність матеріалу (деревини) для встановлення доцільності застосування мінеральних добавок запропоновано провести дослідження механізму роботи покриття.

Для встановлення ефективності застосування гідроксиду алюмінію для покриттів проведено випробування коефіцієнту спучення зразків покриття за методикою [7, 8]. Результати отриманих даних наведено в табл. 1.

Як видно з табл. 1 найбільш ефективно спучується базове покриття, яке складається з полі фосфату амонію, меламіну, пента-еритриту і в'язучого на основі полівініл-ацетатної дисперсії. Додавання гідроксиду алюмінію в певній мірі знижує коефіцієнт спучення, але утворює на поверхні покриття тугоплавкі з'єднання, які не вигорають та утворюють теплостійкий шар.

У результаті проведених експериментальних досліджень встановлено (Рис. 3), що введення гідроксиду алюмінію до складу покриття в кількості 2-8 % у певній мірі знижує коефіцієнт спучення від 30 до 18, але для покриття, що містить 4% встановлено підвищення ефективності вогнезахисту деревини, а саме зниження втрати маси зразків та температури димових газів за рахунок утворення на поверхні вогнезахисного шару термостійких сполук при взаємодії гідроксиду алюмінію з поліфосфатом амонію.

Висновки. Таким чином, застосування гідроксиду алюмінію у вогнезахисній композиції забезпечує необхідний рівень захисту деревини від термічного впливу за необхідної його кількості 4 %, що призводить до зниження вартості та підвищення ефективності покриття. В подальших дослідженнях планується дослідити інші види наповнювачів, їх властивості і вплив на вогнезахисну ефективність деревини у вогнезахисних органо-мінеральних покриттях.

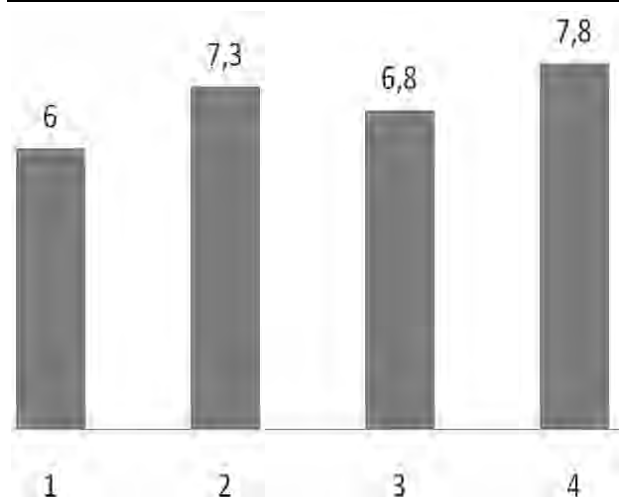


Рис. 1. Результати втрати маси зразків покриття після вогневих випробувань Δm , % з кількістю гідроксиду алюмінію в покритті: 1 – 0%, 2 – 2%; 3 – 4%, 4 – 8%.

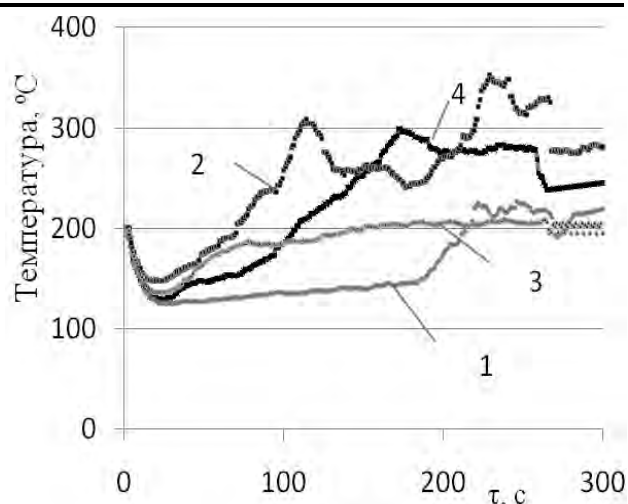


Рис. 2. Динаміка наростання температури димових газів при випробуваннях вогнезахисної деревини з кількістю гідроксиду алюмінію в покритті: 1 – 0%, 2 – 2%; 3 – 4%, 4 – 8%.

Таблиця 1

Коефіцієнт спучування покриття після випробування

Зразок покриття	Товщина покриття, мм	Температура печі, °C	Коефіцієнт спучення, після випробувань
База	0,2	500	30,1
База + 2 % Al(OH) ₃	0,2	500	29,0
База + 4 % Al(OH) ₃	0,2	500	20,4
База + 8 % Al(OH) ₃	0,2	500	18,0

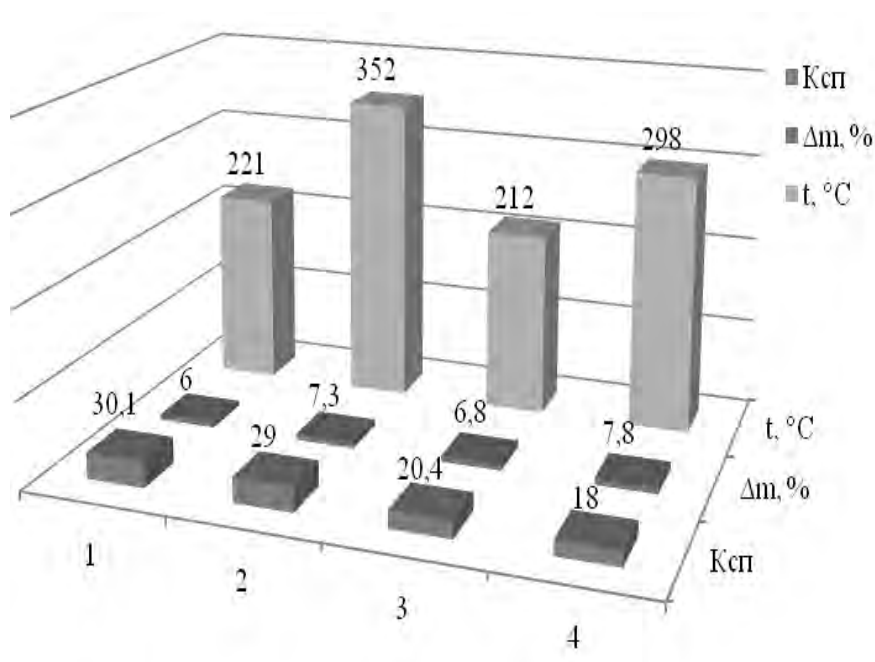


Рис. 3. Показники основних властивостей зразків покриття з кількістю гідроксиду алюмінію в покритті: 1 – 0%, 2 – 2%; 3 – 4%, 4 – 8%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Тичино Н. А. Особенности практического применения огне и биозащитных средств для пропитки древесины / Н. А. Тичино. // Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. – 2002. – №6. – С. 38–43.

2. Леонович А. А. Химический подход к проблеме снижения пожароопасности древесных материалов / А. А. Леонович. // Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. – 1996. – №3. – С. 10–14.

3. Бут В. П. Новый подход к огнебиозащите изделий из целлюлозы / В. П. Бут, В. М. Жартовский, Ю. В. Цапко, О. Г. Барило. // Пожаровзрывобезопасность. – 2004. – № 5. – С. 31–32.

4. Жартовский В. М. Профілактика горіння целюлозовмісних матеріалів, Теорія та практика / В. М. Жартовский, Ю. В. Цапко. // УкрНДІПБ МНС України. – 2006. – 256 с.

5. Романенков И. Г. Огнезащита строительных конструкций / И. Г. Романенков, Ф. А. Левитес. // Стройиздат. – 1991. – 320 с.

6. ГОСТ 12.1.044–1989. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов, Номенклатура показателей и методы их определения. – Из-во стандартов, 1990. – 143 с.

7. Патент на корисну модель 11355 Україна, МПК G01N 23/00. Пристрій для визначення кінетики спучування вогнезахисного покриття / [Цапко Ю.В., Кривенко П.В., Гузій С.Г. і ін.]; Заявл. 12.05.2016; Опубл. 10.02.2017; Бюл. № 3. – 3 с.

8. Патент на корисну модель 11356 Україна, МПК C09K 15/02; E04B 1/92. Експрес-метод визначення кінетики спучування вогнезахисного покриття / [Цапко Ю.В., Кривенко П.В., Гузій С.Г. і ін.]; Заявл. 12.05.2016; Опубл. 10.02.2017; Бюл. № 3. – 3 с.

Pozharovzryivoopasnost veschestv i materialov, Moskow, Russia: VNIPO, 6, 38–43. [in Russian]

2. Leonovich, A.A. (1996) Himicheskiy podhod k probleme snizheniya požaroopasnosti drevesnyih materialov [The chemical approach to the problem of reducing the fire hazard of wood materials]. Pozharovzryivoopasnost veschestv i materialov, Moskow, Russia: VNIPO, 3, 10–14. [in Russian]

3. But, V.P., Zhartovskiy, V.M., Tsapko, Yu.V., Barilo, O.G. (2004). Noviy podhod k ognеbiozaschite izdeliy iz tsellyulozyi [A new approach to the flame retardant protection of cellulose products]. Pozharovzryivobezopasnost, Moskow, Russia: VNIPO, 5, 31–32. [in Russian]

4. Zhartovskiy, V.M., Tsapko Yu.V. (2006) Profilaktika gorinnya tselyulozovmisnih materialiv [Prevention burning cellulose materials]. Teoriya ta praktika, Kiyv, Ukraine: UkrNDIPB MNS Ukrayini, 256 c. [in Ukrainian]

5. Romanenkov, I.G., Levites, F.A. (1991). Ognеzaschita stroitelnyih konstruksiy [Fire protection of building constructions] Moskow, Russia: Stroyizdat, 320 c. [in Russian]

6. Pozharovzryivoopasnost veschestv i materialov. Nomenklatura pokazateley i metody ih opredeleniya [Fire and explosion hazard of substances and materials. Nomenclature of indicators and methods for their determination]. (1990). GOST 12.1.044–1989 from 12-d Decemder 1989. Moskow, Russia: Iz-vo standartov. [in Russian]

7. Tsapko Yu.V., Krivenko P.V., Guziy S.G., Tsapko O.Yu., Kravchenko A.V., Nikolaenko M.V. Pristriy dlya viznachennya kinetiki spuchuvannya vognеzahisnogo pokrittya [The device for determining the swelling kinetics fire-proof coatings]. Patent UA, no 11355, 2017. [in Ukrainian]

8. Tsapko Yu.V., Krivenko P.V., Guziy S.G., Tsapko O.Yu., Kravchenko A.V., Nikolaenko M.V. Ekspres-metod viznachennya kinetiki spuchuvannya vognеzahisnogo pokrittya [Rapid method of determination of the kinetics of swelling fire-proof coatings]. Patent UA, no 11356, 2017. [in Ukrainian]

REFERENCES:

1. Tyichino, N.A. (2002) Osobennosti prakticheskogo primeneniya ognе i biozaschitnyih sredstv dlya propitki drevesinyi [Features of the practical application of fire and biosecurity means for impregnating wood].

АННОТАЦИЯ

Определена эффективность применения гидроксида алюминия в огнезащитной композиции. Для этого были проведены исследования по определению вспучивающей способности, по показателям потеря массы и температуры дымовых газов. При длительном действии высокой температуры покрытие обеспечивает соответствующую устойчивость. Наличие 4% гидрата алюминия в покрытии приводит к снижению стоимости и повышению огнестойкости покрытия.

Ключевые слова: огнестойкость, покрытия, наполнители, вспучивание, температура, потеря массы.

ANNOTATION

The essence of the protection of wood is explained in the inhibition of the processes of thermal decomposition of components, the decrease in the rate constant of reactions and the activation energy, insulation from the effects of flame and access to oxygen. Modern methods of fire protection of building structures are based on the use of intumescent coatings. They are complex systems of organic and inorganic components and, with prolonged exposure to a flame, are capable of gradual burning out. This helps reduce the fire resistance of the structure and requires the addition of substances that can form a more stable layer of coke. When the flame of the burner is exposed to a flameproof sample, the coating provides a hard-to-fire property. The efficiency of aluminum hydroxide in a flame retardant composition is determined. To this end, studies have been carried out to determine intumescent capacity, in terms of mass loss and flue gas temperature. With prolonged exposure to high temperature, the coating provides adequate stability. The presence of 4% aluminum hydrate in the coating reduces the cost and increases the fire resistance of the coating.

Keywords: fire resistance, coatings, fillers, swelling, temperature, weight loss.

УДК 693.98

Менейлюк О.І., д.т.н., проф.,
Черепашук Л.А., асп.
Федоренко П.П., д.т.н., с.н.с.
ОДАБА, м.Одеса

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Запропоновано ефективні конструктивно-технологічними рішення зведення багат шарових огорожувальних конструкцій будівель і споруд. В роботі представлені результати досліджень нових технологій. Суть цих технологій полягає у використанні незнімних опалубок з енергоефективних матеріалів. Їх новизна підтверджена позитивним рішенням на видачу патентів і обґрунтована в описі. Наведено результати порівняння нових технологій зведення енергоефективних огорожувальних конструкцій з традиційними за 6 показниками.

Ключові слова: нові енергоефективні технології, огорожувальні конструкції, незнімна опалубка.

Вступ. Перспективним напрямом розвитку будівництва є підвищення енергоефективності огорожувальних конструкцій, оскільки більшість тепловтрат, (від 40 до 70 %), відбувається саме через них [1; 2]. У зв'язку з цим, найбільш простим і раціональним способом економії енергії на опалення є збільшення теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій шляхом використання багат шарових конструкцій, в тому числі з використанням незнімної опалубки. Адже сучасне будівництво полягають в отриманні максимально теплого будинку максимально швидко, максимально дешево, міцно і надійно.

Останні дослідження. Аналіз вимог нормативних документів по теплоізоляції будівель [3] показав, що основним критерієм для оцінки енергоефективності

огорожувальних конструкцій є опір теплопередачі. В роботах Парути В.А., Бринзіна Е.В., Морозова Н.В., Середи С.Ю. висвітлюються дослідження енергоефективних будівель [4] з використанням в якості огорожувальних конструкцій економічних матеріалів з високим термічним опором. В якості таких матеріалів використовується автоклавний газобетон. Проте використання штучних виробів при улаштуванні стіни впливає на трудомісткість та вартість, що не розглядалась у роботах. Останнім часом, почали здійснюватися дослідження спрямовані на улаштування багатoshарових огорожувальних конструкцій [5]. У даному конструктивному рішенні підвищується теплоізоляція та мінімізуються температурні містки. Експлуатаційним терміном служби огорожувальних конструкцій визначається довговічність будівлі в цілому, у зв'язку з цим, особливу увагу слід приділяти опоряджувальним роботам.

Тому розвиток нових технологій характеризується великою потребою в доступному і швидкому будівництві, що відповідає сучасним вимогам комфортності проживання, а головне має низьку трудомісткість та вартість.

Метою роботи є розробка та дослідження нових технологій зведення огорожувальних конструкцій.

Основний матеріал. У нашій роботі представлені результати досліджень нових технологій. Суть цих технологій полягає у

використанні незнімних опалубок з енергоефективних матеріалів. Новизна запропонованих технологій підтверджена позитивними рішеннями на видачу патентів і обґрунтована в їх описі [6; 7].

Основні характеристики цих технологій наступні.

Суть технології по Варіанту 1 (Рис.1) полягає в забезпеченні жорсткості і стійкості конструкції стіни завдяки монолітним залізобетонним стійкам-колонам, розташованим по периметру стіни з певним кроком [6]. Вони знаходяться в середині теплоізоляційного матеріалу, який виконує роль незнімної опалубки для влаштування колон і стін. Описане технологічне рішення дозволяє повністю закрити в тілі теплоізоляційного матеріалу залізобетонні стійки-колони. Таким матеріалом для цього варіанта служить екструдований пінополістирол. Дане рішення дозволяє виключити виникнення «містків холоду». Технологічний процес зведення зовнішніх стін починається з влаштування арматурних каркасів 1 залізобетонних стійок-колон 2. Для фіксації незнімної опалубки з пінополістиролу 3, з фундаменту виконуються випуски арматури 4 по периметру стін. Також із арматурного каркаса 1 залізобетонних стійок-колон 2 влаштовують фіксуючі елементи з арматури 5. Далі йде заливка залізобетонних стійок-колон 2. У цьому випадку, немає необхідності чекати затвердіння бетону стійок-колон, для їх розпалублення.

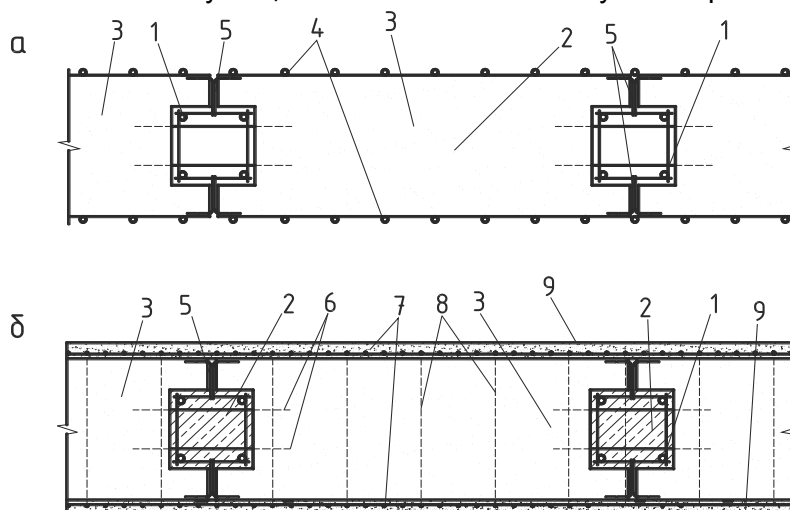


Рис. 1 Конструкція стіни по Варіанту 1
а) схема пристрою каркаса і опалубки конструкції; б) готова конструкція
1-каркас з / б стійок-колон; 2- з / б стійки-колони; 3-незмінна опалубка з пінополістиролу; 4-випуски арматури з фундаменту; 5-фіксуючі елементи з арматури; 6-випуски арматури з каркаса з/б стійок-колон; 7-арматурна сітка; 8-з'єднувальні елементи; 9-токрет-бетон

Основна перевага Варіанту 1 полягає в тому, що загальну несучу здатність конструкції забезпечує спільна робота стійок-колон і монолітного диска перекриття.

Технологія зведення будівель і споруд по Варіанту № 2 (Рис. 2) характеризується тим, що внутрішній монолітний шар багатошарової стінової конструкції має арматурний просторовий каркас 1 [7]. Як і в попередньому варіанті, він разом з бетоном 2 буде нести і приймати основні навантаження. В якості незнімної опалубки використовується екструдований пінополістирол 3, як ефективний теплоізоляційний матеріал. Для фіксації незнімної опалубки в проектному положенні з фундаменту виконуються випуски арматури 4 по периметру стін. Обидва шари незнімної опалубки з пінополістиролу 3 армовані сітками 5 і з'єднані між собою арматурними стрижнями z-подібної форми 6 утворюючи єдину конструкцію. Така форма стрижнів дозволяє полегшити з'єднання армуючої сітки 5, що знаходиться на поверхні пінополістирольних плит 3. Сітка забезпечує додаткову стійкість плит при їх монтажі і заливці залізобетонного шару 2.

Особливості технологій по варіантах 1 та 2 дозволяють скоротити терміни улаштування огорожувальних конструкцій. Вони виключають використання дрібноштучних матеріалів при облицюванні. В якості облицювання служить шар торкрет-бетону з обох сторін теплоізоляційного матеріалу (Рис. 1, б; поз.9, Рис. 2, б; поз.7). Основна їхня перевага полягає в тому, що обидва шари торкрет-бетону армовані сітками (Рис.1, б; поз.7, Рис. 2, б; поз.5) і з'єднані між собою елементами в горизонтальному

виконанні (Рис.1, б; поз.8, Рис.2, б; поз.6) утворюючи єдину конструкцію. Застосування торкрет-бетону дозволяє підвищити пожежну безпеку [8]. Такий вид облицювання забезпечує безшовну естетичну поверхню стін будівлі. При цьому значно скорочуються трудові і матеріальні витрати на влаштування огорожувальних конструкцій. Немає необхідності в застосуванні спеціальної техніки [9; 10]. При використанні описаних технологій зведення огорожувальних стін в незнімної опалубки, в порівнянні зі звичайною скорочується час на опалубні роботи та утеплення будівлі. Ще однією особливістю є можливість проводити роботи при низьких температурних значеннях.

В якості варіантів для порівняння прийняті різні технології зведення огорожувальних конструкцій з однаковим опором теплопередачі і близькими експлуатаційними властивостями. Опір теплопередачі для кожного варіанта розрахований за формулою (1) і відповідає встановленим вимогам нормативних документів [3].

$$R = \delta / \gamma, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт} \quad (1)$$

де, R -опір теплопередачі; δ -товщина матеріалу, м; γ -коефіцієнт теплопровідності матеріалу стін, Вт/м $\cdot$ °C.

Тому товщина і вага 1 м² огорожувальної конструкції різні. Ефективність варіантів визначалася по 3 критеріях (4, 5, 6 таблиці 1): 1-вартість 1 м² стіни, 2-трудомісткість зведення 1 м² стіни та 3-корисна площа внутрішніх приміщень при зовнішніх розмірах будівель 10x10 м.

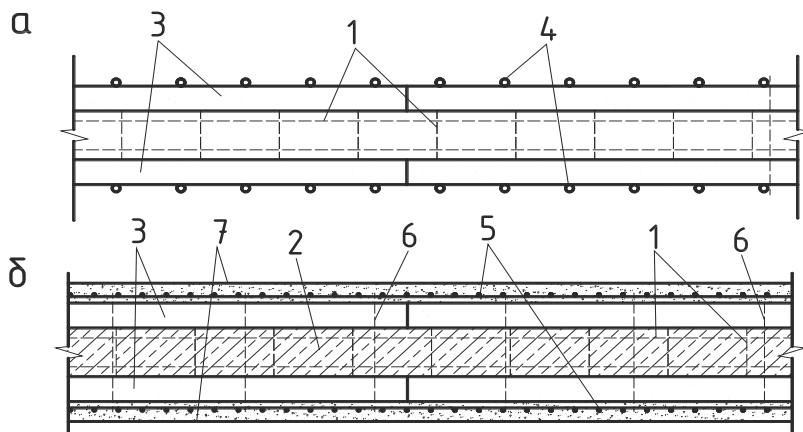


Рис. 2. Конструкція стіни по Варіанту 2

а) схема пристрою каркаса опалубки конструкції;

б) готова конструкція

1-каркас з / б шару; 2- з / б шар; 3-незмінна опалубка з пінополістиролу; 4-випуски арматури з фундаменту; 5-арматурна сітка; 6-фіксуючі елементи z-подібної форми; 7-торкрет-бетон

Таблиця 1

Порівняння нових технологій зведення енергоефективних огорожувальних конструкцій з традиційними

№ п/п	Найменування технології-зведення Критерій оцінки	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4
		По патенту №1	По патенту №2	Керамічна цегла	Газо- або пінобетон
1	2	4	6	8	10
1	Товщина стін, мм	310	260	500	345
2	Опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	3,32	3,3	3,26	3,15
3	Вага 1 м^2 стін, кг	125	380	733	205
4	Вартість 1 м^2 стін, грн	1839	1490	2318	2069
5	Трудомісткість зведення стін, люд.год/ м^2	14,7	8,7	18,8	15,7
6	Корисна площа внутрішніх приміщень	88,36	90,25	81	84,64

Результат порівняння нових технологій зведення енергоефективних огорожувальних конструкцій з традиційними за 6 показниками представлені в таблиці 1.

У результаті досліджень ми визначили, що найбільш енергоефективною стіноюю конструкцією є стіна по Варіанту №2. Вона має досить високі теплотехнічні показники при невеликій товщині. Отже, монолітна стіна в незнімній опалубці товщиною в 250 мм (50 мм пінополістирол, 150 мм залізобетон і 50 мм пінополістирол), має опір теплопередачі, що дорівнює $3,3 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Якщо порівняти з традиційною технологією зведення огорожувальних конструкцій, наприклад, з цегли, то для досягнення опору теплопередачі в $3,3 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ необхідно звести стіну в 1,5 цегли і додатково утеплити шаром пінополістиролу товщиною не менше 80 мм, у результаті чого отримуємо стіну товщиною в 500 мм. У зв'язку з цим, використання таких технологій дозволяє збільшити корисну площу внутрішніх приміщень на 11,5%, знизити масу огорожувальних конструкцій майже в 2 рази. А головне, зменшується трудомісткість і вартість зведення 1 м^2 будівлі.

Такі технології можуть бути широко застосовані як при будівництві житлових, так і господарських та виробничих будівель.

Висновок. Найефективнішою технологією зведення огорожувальних конструкцій є Варіант №2, який полягає в улаштуванні внутрішнього монолітного шару у незнімній опалубці із пінополістиролу. Вартість зведення 1 м^2 такої стіни дорівнює 1490 грн, трудомісткість – 8,7 люд.-год, а корисна площа внутрішніх

приміщень на 11,5% більше в порівнянні з цегляною стіною. Невелика вага конструкцій полегшує їх монтаж і вимоги до фундаментів та основ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Ограждающие конструкции с использованием бетонов низкой теплопроводности (основы теории, методы расчёта и технологическое проектирование): Научное издание/ [Ю.М. Баженов, Е.А. Король, В.Т. Ерофеев, Е.А. Митина]. – М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2008 – 320 с.
2. Маляренко В.А. Основы теплофизики будівель та енергозбереження [Текст] / В.А. Макаренко -Харків: «Видавництво САГА», 2006. – 482 с.
3. ДБН В.2.6-31:2006 «Теплоізоляція будівель». Київ, -2006. -8 с.
4. Парута В.А. Ограждающие конструкции энергоэффективных зданий из автоклавного газобетона [Текст] / В. А. Парута, Е. В. Брынзин // Научный журнал «Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века», №2, 2014, с.45-47.
5. Голова Т.А. Строительство энергоэффективных малоэтажных зданий с многослойной конструкцией «Сельская стена» // Universum: Технические науки : электрон. науч. журн. 2015, № 7 (19).
6. Заявка № u2016 10621 Україна, МПК (2016.01) E04B1/00, E04B 1/76 (2006.01), E04C 2/26 (2006.01). Багатошарова огорожувальна стінова конструкція[Текст] / Менейлюк О.І., Черепашук Л.А. Заяв. 21.10.16.
7. Заявка № u2016 10618Україна, МПК E04C 2/34 (2006.01). Багатошарова стіновапанель [Текст] / Менейлюк О.І., Черепашук Л.А.Заявл. 21.10.2016.

8. Денисова А.П. Многослойная стена малоэтажного здания / А.П. Денисова, Т.А. Емельянова // Наука: XXI век. – 2012. – № 1(17). – С. 53–59.

9. Технология возведения зданий и сооружений: [учеб. для строит. вузов] / В.И. Теличенко, О.М. Тереньтьев, А.А. Лapidус. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Высш. шк., 2004. – 446 с.: ил.

10. Технология монолитного бетона и железобетона : [учебное пособие для строительных вузов] / Н. И. Евдокимов, А. Ф. Мацкевич, В. С. Сытник. - М.: Высш. школа, 1980г. — 335с.

REFERENCES:

1. Yu.M. Bazhenov, E.A. King, V.T. Erofeev, E.A. Mitin. (2008). Fencing structures using concretes of low thermal conductivity (the basis of the theory, methods of calculation and technological design): Scientific publication. Moscow, Russia: Publishing House of the Association of Construction Universities, 320.

2. Malyarenko V.A. (2006). Fundamentals of Thermal Physics of buildings and energy efficiency . Kharkov, Ukraine: "Publishing SAGA", 482.

3. Thermal insulation of buildings. (2006). DBN V.2.6-31:2006. Kyiv, Ukraine: State building standards ,8.

4. Paruta V. (2014). Agragamee design of energy efficient buildings of autoclaved aerated concrete [Text] / V. Paruta, E. Bryksin // Scientific journal "Construction materials, equipment, technologies of XXI century", №2, 45-47.

5. Golova T. A. (2015). The Construction of energy efficient low-rise buildings with multi-layered design of the "village wall" // Universum: Technical Sciences : electron. scientific journal, № 7 (19).

6. Menelylyuk A. I., Cherepashchuk L. A. (2016). Application № u2016 10621. IPC (2016.01) E04B1/00, E04B 1/76 (2006.01), E04C 2/26 (2006.01). Multilayer enclosing wall structure. Ukraine. Stated 21.10.2016.

7. Menelylyuk A. I., Cherepashchuk L. A. (2016). Application № u2016 10618. IPC E04C 2/34 (2006.01). Layered stonepanel. Ukraine. Stated 21.10.2016.

8. Denisova A. P. (2016). Multi-Layered wall of maloetazhnogo / A. Denisova, T. Emelyanova // Science: XXI century, № 1(17), 53-59.

9. Telichenko V. S., Terentev O. M., Lapidus A. A. (2004). Technology erection of buildings and structures: [proc. for the builds. universities], [second ed., Rev.]. Moscow, Russia: High school, 446..

10. Evdokimov N. S., Matskevich A. F., Sytnik V. S. (1980). The technology of monolithic concrete and reinforced concrete : [study guide for building universities]. Moscow, Russia: High school, 335.

АННОТАЦИЯ

Предложены эффективные конструктивно-технологическими решения возведения многослойных ограждающих конструкций зданий и сооружений. В работе представлены результаты исследований новых технологий. Суть этих технологий заключается в использовании несъемных опалубок из энергоэффективных материалов. Их новизна подтверждена положительным решением на выдачу патентов и обоснована в описании. Приведены результаты сравнения новых технологий возведения энергоэффективных ограждающих конструкций с традиционными по 6 показателям.

Ключевые слова: новые энергоэффективные технологии, ограждающие конструкции, несъемная опалубка.

ANNOTATION

Solutions of construction of the multilayer protecting structures of buildings and constructions are proposed effective constructive and technology. In work, results of researches of new technologies are provide. The essence of these technologies consists in use of fixed timberings from energy efficient materials. Their novelty is confirmed with the positive decision on patent grant and proved in the description. Results of comparison of new technologies of construction of the energy efficient protecting designs with traditional on 6 indicators are given.

Keywords: the new energy efficient technologies protecting designs, a fixed timbering.

УДК 628.253

Гончаренко Д. Ф., д.т.н., проф.,
Бондаренко Д. А., к.т.н.,
ХНУСА, г. Харьков

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ СМОТРОВЫХ ШАХТ И КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТОННЕЛЕЙ В г. ХАРЬКОВ

Рассмотрены вопросы ремонта и восстановления смотровых шахт на канализационных тоннелях глубокого заложения. Приведены технические и технологические решения с использованием профилированного полиэтилена, армированных шлаколитых панелей, керамического кирпича, нанесения защитных покрытий. Показаны преимущества и недостатки представленных технологий, а также примеры их практического применения.

Ключевые слова: канализационные тоннели, смотровая шахта, ремонт, полиэтилен, шлаколитая панель, керамический кирпич.

Постановка проблемы. В современных условиях стоимость строительства колодцев и смотровых шахт составляет до 25% стоимости водоотводящей сети, поэтому их устройству и поддержанию в исправности необходимо уделять особое внимание. Большинство смотровых шахт и канализационных тоннелей глубокого заложения в городах Украины построены в 1970–1980-е годы и эксплуатируются уже более 25–35 лет [1]. В Харькове действующие шахтные стволы на канализационных коллекторах глубокого заложения в основном имеют глубину до 20 м, 15 стволов – глубину 21–53 м, в Киеве эксплуатируются смотровые шахты, глубина которых достигает 90 м. Основные требования, предъявляемые к смотровым шахтам и колодцам: герметичность, прочность конструкции, коррозионная и химическая стойкость, длительный срок службы и надежность, низкие затраты на

техническое обслуживание, простота возведения и безопасная эксплуатация [2, 3].

Анализ последних исследований и публикаций. Большинство смотровых шахт на самотечных коллекторах Харькова было построено в 1970–1980 годы – в период, когда отсутствовали нормативы их количества на определенную длину коллектора. Позже эта величина была регламентирована СНиП 2.04.03-85, согласно которому смотровые шахты и колодцы на канализационных сетях всех систем надлежит предусматривать:

- в местах присоединений трубопроводов;
- в местах изменения направления и диаметров трубопроводов, уклонов;
- на прямых участках, в зависимости от диаметра труб, на расстояниях: 150 мм – 35 м, 200–450 мм – 50 м, 500–600 мм – 75 м, 700–900 мм – 100 м, 1000–1400 мм – 150 м, 1500–2000 мм – 200 м, свыше 2000 мм – 250–300 м.

На отдельных участках коллектора водоотведения глубокого заложения в Харькове, длина которых на сегодня составляет 54 км, расстояние между смотровыми шахтами составляет до 1 км и более.

В результате чего в настоящее время возникла острая необходимость в разработке технических, технологических и организационных решений, повышающих долговечность эксплуатации смотровых шахт.

В процессе эксплуатации на несущие конструкции смотровых шахт воздействуют различные деформационно-силовые факторы: статические нагрузки от толщи настилаемого грунта, массы зданий и сооружений на поверхности, динамические воздействия наземного транспорта и др. Кроме перечисленного, отрицательно влияют утечки промышленных стоков, фильтрация подземных вод, химическая агрессия подземной водной среды, воздействующие на материал обделки шахтных стволов и др. [2].

Как показали исследования [2–7], разрушение конструкций смотровых шахт

стволов канализационных тоннелей происходит по следующим причинам: проникновение внутрь конструкций поверхностных вод; статические и динамические нагрузки, создаваемые грузовым транспортом; отклонение от норм и погрешности при выполнении строительных работ; плохое качество поверхности стен шахт; агрессивная биологическая среда; оседание почвы. В результате подтопления шахт образуются сырые пятна, появляется плесень, грибок и, в конце концов, происходит разрушение стен шахт вследствие коррозии бетона [2-4].

Цели и задачи исследований.

Всевозможные дефекты в конструкциях смотровых шахт канализационных тоннелей могут возникать как во время строительства, так и при их эксплуатации. Если причины, приведшие к их формированию, не были вовремя устранены, то в период эксплуатации шахт процесс разрушения конструкций усугубляется. В связи с этим актуальной задачей является своевременное выявление и ликвидация причин и факторов, приводящих к разрушению. Необходимость в проведении ремонтно-восстановительных работ возникает при воздействии на металлические и бетонные конструкции совокупности неблагоприятных условий, вызывающих их частичные повреждения, деформации или полное разрушение [5].

Результаты исследований.

В настоящее время для ремонта железобетонных конструкций систем водоотведения существует множество различных составов. В качестве антикоррозионного покрытия внутренней поверхности конструкций смотровых шахт используются составы «Акватрон-6», «Хурех», «Структурит 300», «Кальматрон» и другие. Однако эти методы эффективны на ранней стадии коррозионного разрушения стен шахтных стволов. Исследования, проведенные в Харькове, показали, что во многих случаях проектная толщина стен шахты 500 мм в результате

разрушения уменьшается до 250–300 мм. Примером может служить разрушение конструкций смотровой шахты, представленной на рис. 1 [3].



Рис. 1. Разрушение обделки смотровой шахты под действием коррозии (проектная толщина 500 мм, после удаления коррозии 285 мм)

Ученые и проектировщики совместно с эксплуатационными организациями Харькова на протяжении многих лет занимаются разработкой технологий ремонта и восстановления конструкций смотровых шахт как с использованием традиционных, так и современных полимерных материалов и конструкций [6, 7]. Интерес представляют технологии ремонта и восстановления с применением профилированного полиэтилена, армированных шлаколитых панелей и керамического кирпича. С помощью ребристого полиэтилена на сетях водоотведения Харькова выполнен ремонт более десяти шахтных стволов. При этом предусматривалось заводское изготовление железобетонных панелей, наружная поверхность которых облицовывалась ребристым полиэтиленом. Поскольку адгезия между полиэтиленом и бетоном отсутствует, ребра, заложенные в бетонную толщу, являются опорами, а сама пленка работает по схеме неразрывной балки с пролетами, ширина которых равняется расстоянию между ребрами с равномерно разделенной нагрузкой [8-10].



Рис. 2. Обеспечение сцепляемости бетона и полиэтилена

Данное конструктивное решение предусматривает применение профилированного полиэтилена при трех степенях разрушения обработанного слоя железобетонных стен: первый – защитный бетонный слой полностью разрушен, арматура не оголена; второй – защитный бетонный слой разрушен, арматура оголена; третий – бетон разрушен на глубину больше толщины защитного слоя, при этом площадь поперечного сечения арматуры уменьшилась. В зависимости от степени разрушения разработаны следующие конструктивные решения восстановления стен: защитное пленочное покрытие; монолитный железобетон с ребристым полиэтиленовым покрытием и сборный железобетон, который имеет профилированное полиэтиленовое покрытие [10].

При применении полиэтиленовых листов принимались во внимание такие требования:

- анкерные ребра полиэтиленовых листов в покрытиях размещаются только вертикально, чтобы исключить образование пустот;
- полиэтиленовые листы изготавливаются в заводских условиях и с габаритами, обеспечивающими минимальное количество швов;
- демонтажное укрупнение элементов на строительной площадке выполняется в зависимости от технологии ремонта [2].

Технологическая схема выполнения работ предусматривает очищение поверхности стен, разрушенных коррозией. После подготовки стен производится монтаж цельносекционных блоков (рис. 3). Зазор между смонтированными секциями и стенами ствола заполняется бетоном, затем монтируются последующие секции. Заканчивается монтаж секций свариванием стыков профилированного полиэтилена (рис. 4). Плиты покрытия шахтного ствола изготавливались с нанесением на внутреннюю поверхность профилированного полиэтилена, который в данном случае рассчитан на восприятие гидростатического давления атмосферных осадков. Вода, которая может проникать через бетонную толщину стен, стекает по заплечному зазору через отводной шланг в тоннель. По верхнему и нижнему пленочному покрытию устанавливаются прижимные шины, включающие диффузию агрессивных газов в заплечный зазор (рис. 5) [2].

К преимуществам технологии ремонта и восстановления шахтных стволов с использованием ребристого полиэтилена можно отнести его высокую стойкость к химически агрессивным воздействиям растворов многочисленных сред в диапазоне Рн от 2 до 12 при температуре до 50 °С, а также значительный срок эксплуатации (50 и более лет).



Рис. 3. Подготовленные к монтажу цельносекционные блоки



Рис. 4. Сваривание стыков профилированного полиэтилена



Рис. 5. Шахта после восстановления панелями, облицованными ребристым полиэтиленом

Весьма эффективным является также применение технологии облицовки разрушенных коррозией стен шахтных стволов панелями из шлакокаменного литья, получаемого из отходов ферросплавной промышленности Украины [11, 12]. Проведенные лабораторные испытания образцов из шлакокаменного литья показали, что данный материал является кислото- и щелочестойким, так как значения коэффициентов кислото- и щелочестойкости составляют 0,992 и 0,991 и превышают требуемое значение 0,8 (в соответствии с ГОСТ 25246-82 «Бетоны химически стойкие. Технические условия»). Такие панели не имеют недостатков, присущих железобетонным панелям, облицованным полиэтиленом [12].

В соответствии с разработанными

технологическими и организационными решениями ремонтно-восстановительных работ, была обустроена строительная площадка смотровой шахты № 8 Немышлянского коллектора Харькова (рис. 6). Облицовка стен шахтного ствола выполнялась снизу вверх отдельными заходками, равными высоте монтируемой панели [2, 3].

Технологический цикл производства облицовочных работ состоял из четырех основных последовательно выполняемых операций: установка анкеров и направляющего крепежного профиля; монтаж армированных шлаколитых панелей; заполнение бетонной смесью засекционного пространства; покрытие стыков плит модифицированным эпоксидным полимером или полиуретаном.



Рис. 6. Общий вид обустроенной строительной площадки смотровой шахты в процессе монтажа шлаколитых панелей

Для достижения прочности и долговечности конструкций, бетонируемых в несъемной опалубке-облицовке (в нашем случае это армированная шлаколитая панель), необходимо обеспечить надежное сцепление с ней бетонной смеси, укладываемой в межстенное пространство. В некоторых случаях требуется равнопрочность шва-контакта между опалубочной (облицовочной) панелью и бетоном массива. Одной из конструктивных мер, способствующих повышению адгезии, является устройство шероховатой активной поверхности, анкерующих выпусков и змеек [2, 3].

Проведенные исследования состояния шахтных стволов из мелкоштучных керамических изделий, которые построены в 1914 г. в Харькове по ул. Грековской, позволили сделать вывод о высокой стойкости керамических изделий к агрессивным воздействиям на сетях водоотведения [11, 12].

Для ремонта стен смотровой шахты, разрушенных коррозией, на канализационном коллекторе по ул. 17-го Партсъезда в Харькове была разработана технология облицовки стен керамическим кирпичом. В соответствии с разработанным проектом, конструкции смотровой шахты восстанавливались путем установки дополнительного арматурного каркаса и бетонирования стены, где в качестве вяжущего использовался

сульфатостойкий цемент. При этом процессу бетонирования стен предшествует кирпичная кладка толщиной в половину керамического кирпича марки 100 на растворе из сульфатостойкого цемента, которая также выполняет роль несъемной опалубки. Технологический процесс ремонта шахтного ствола включает следующие этапы: демонтаж плит покрытия; очистка стен от продуктов коррозии; монтаж полиэтиленовых труб диаметром 1500 мм длиной 7 м в боковых отводах коллектора; инъектирование пространства между старыми и новыми трубами сульфатостойким бетоном на мелком заполнителе; дополнительное армирование поврежденных коррозией стен; поэтапная кладка стен в $\frac{1}{2}$ кирпича; бетонирование межстенного пространства [2, 10].

При бетонировании использовался бетон класса В 15 на сульфатостойком цементе М500 на мелком заполнителе. В технологическом процессе восстановления стен особое внимание уделялось набору прочности кирпичной кладки и монолитного бетона в межстенном пространстве. Кладка стены в полкирпича выполнялась на высоту не более 1 м и заанкеривалась за предварительно установленную и закрепленную к стенам арматуру. На рис. 7 показана готовая к перекрытию восстановленная стена смотровой шахты [2].



Рис. 7. Вид восстановленной смотровой шахты

Одним из методов восстановления шахтных стволов является метод нанесения защитных антикоррозионных покрытий. В качестве антикоррозионных применяют покрытия окрасочные, мастичные, шпаклевочные, наливные, оклеечные, гуммированные, на основе жидких резиновых смесей [7].

Облицовку шахтных стволов выполняют из штучных кислотоупорных материалов, камнелитых, шлакоситалловых и углеграфитовых изделий на химически стойких вяжущих.

По конструкции покрытия делят на однослойные, многослойные и комбинированные.

При восстановлении шахты №10 коллекторного канализационного тоннеля 761-го микрорайона Харькова использован метод восстановления внутренней изоляции при помощи рубашки из торкрет-бетона с армированием композитной стеклопластиковой арматурой. Схема армирования рубашки представлена на рис. 8.

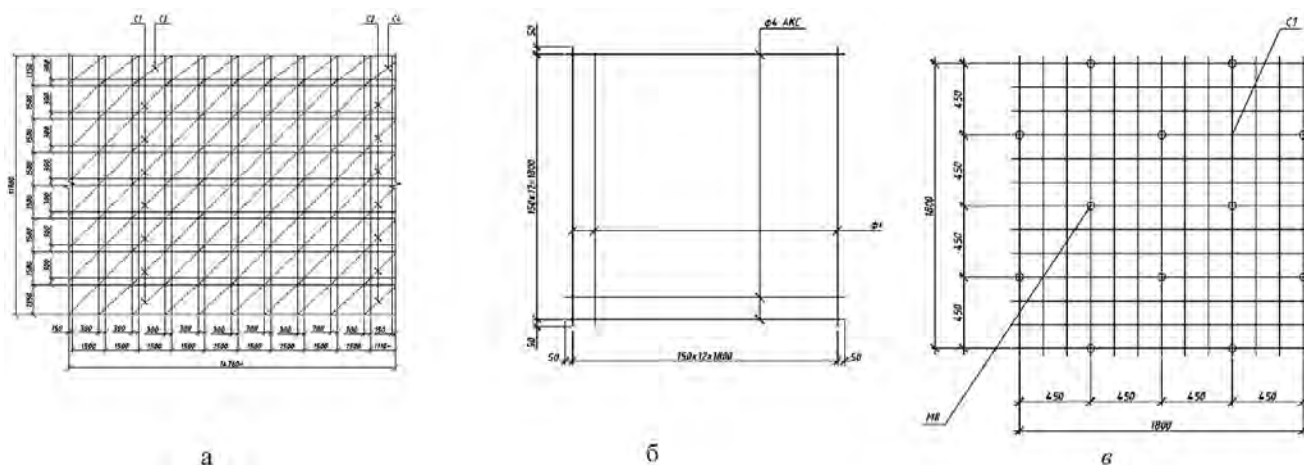


Рис. 8. Схема армирования рубашки: а – развертка внутренней поверхности шахты; б – сетка C1; в – схема крепления сетки C1

Выполнено крепление к внутренней поверхности шахты сеток армирования из стеклопластиковой композитной арматуры (АКС) Ø4 мм, с шагом в продольном и поперечном направлении 150 мм. Материал арматуры – стеклоровинг, связанный полимером на основе эпоксидной смолы. Сетки выполнены размером 1800×1800 мм. Крепление сеток выполнено с помощью распорных анкеров М8 расположенных в шахматном порядке с шагом 900 мм.

Перед устройством рубашки усиления выполнена предварительная подготовка внутренней поверхности шахты – поверхность очищена от неплотного и частично разрушенного слоя бетона до неповрежденной. Проведение подготовки позволяет улучшить сцепление наносимого слоя торкрет-бетона с внутренней поверхностью шахты. Выполнение очистки поверхности показано на рис. 9, а.

Для восстановления шахты понадобилось 80 сеток. Расход арматуры Ø4 АКС на восстановление шахты №10 составил

4255 п.м., 85 кг. Сетки, смонтированные на внутренней поверхности шахты, представлены на рис. 9, б и в.

После нанесен слой торкрет-бетона класса С25/30 на сульфатостойком цементе. Общая толщина слоя торкрет-бетона составляет 60 мм. Такое покрытие позволяет защитить конструкции смотровой шахты от коррозии в сильноагрессивной среде. Нанесение торкрет-бетона показано на рис. 9, г.

Для уникальных условий, в которых эксплуатируется рассмотренная шахта, не было возможности применить другие методы восстановления в связи с конструктивными, эксплуатационными и техническими параметрами.

Выводы.

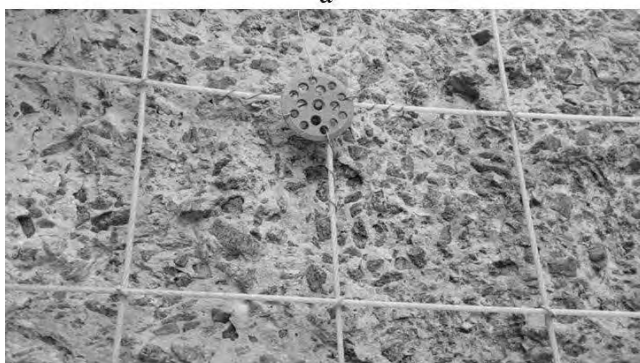
Полученный в последние годы опыт ремонта и восстановления смотровых шахт на коллекторах глубокого заложения свидетельствует о высокой эффективности применяемых при этом технологий с использованием конструкций из различных защитных материалов.



а



б



в



г

Рис. 9. Работы по восстановлению шахты №10:

а – подготовка внутренней поверхности шахты; б, в – смонтированные сетки из стеклопластиковой композитной арматуры; г – нанесение торкрет-бетона

Смотровые шахты являются одними из важнейших элементов подземных коммуникаций сетей водоотведения, поэтому выбор оптимальной технологии их ремонта и восстановления является актуальной задачей. Высокую эффективность показали технологии облицовки разрушенных стен шахтных стволов с использованием профилированного полиэтилена, армированных шлаколитых панелей, керамического кирпича и нанесения защитных покрытий. Перечисленные технологии реконструкции и восстановления обладают рядом преимуществ:

- облицовка профилированным полиэтиленом позволяет повысить срок эксплуатации до 50 лет и более, так как полиэтилен отличается высокой химической стойкостью при работе в агрессивных средах;
- шлаколитые панели не имеют недостатков, присущих железобетонным панелям, покрытым полиэтиленом, при облицовке ими трудозатраты ниже по сравнению с облицовкой кирпичом;
- облицовка керамическим кирпичом позволяет снизить материальные затраты на ремонт и увеличить срок эксплуатации шахтных стволов;
- нанесение защитного покрытия с применением бетона на сульфатостойком цементе и стеклопластиковой композитной арматуры позволит обеспечить нормальную эксплуатацию шахты в течении 20 лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Alexei Garmash, Dmitrii Bondarenko, Gennadii Zubko, Dmitrii Goncharenko. On renovation of the destroyed tunnel sewer collector in Kharkiv // World Journal of Engineering, 2016. – Vol. 13 Iss: 1, PP. 72-76.
2. Гончаренко Д.Ф. Технология ремонта и восстановления шахтных стволов на сетях водоотведения глубокого заложения: [Текст] / Д.Ф. Гончаренко, И.В. Коринько, Д.А. Бондаренко // Водоснабжение и санитарная техника. – Москва, 2012. – Вып. 6. – С. 51-55.
3. Гончаренко Д.Ф. Выбор конструктивных и технологических

решений строительства смотровых шахт на действующих сетях водоотведения глубокого заложения: [Текст] / Д.Ф. Гончаренко, Д.Ю. Олейник, Д.А. Бондаренко // Вода и экология: проблемы и решения. – СПб: ЗПО «Водопроект-Гипрооммунводоканал Санкт-Петербург», 2014. – Вып. 4. – С. 59–68.

4. Гончаренко Д.Ф. Стан облицовання шахтних стволів каналізаційних колекторів і способи їх ремонту: [Текст] / Д.Ф. Гончаренко, І.В. Коринько, Г.О. Санков // Будівництво України. – Київ, 1997. – Вип. 12. – С. 10-12.

5. Орлов А.М. Защита строительных конструкций и технологического оборудования от коррозии: Справочник строителя: [Текст] / А.М. Орлов. – М: Стройиздат, 1991. – 304 с.

6. Гончаренко Д.Ф. Ремонт и восстановление канализационных сетей и сооружений: [Текст] / Д.Ф. Гончаренко, И.В. Коринько. – Харьков: Рубикон, 1999. – 369 с.

7. Гончаренко Д.Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения: [Текст] / Д.Ф. Гончаренко. – Харьков: Консум, 2008. – 400 с.

8. Гончаренко Д.Ф. Ремонт зруйнованих газовою корозією шахтних стволів на каналізаційних мережах Харкова: [Текст] / Д.Ф. Гончаренко, І.В. Коринько, С.С. Піліграмм // Будівництво України. – Київ, 2000. – Вип. 2. – С. 23-25.

9. Гончаренко Д.Ф. Разработка технологии возведения защищенных от коррозии шахтных стволов на действующих канализационных коллекторах глубокого заложения: [Текст] / Д.Ф. Гончаренко, Д.Ю. Олейник // Наук. вісн. будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2014.– Вип. 76. – С. 52–55.

10. Гончаренко Д.Ф. Особенности возведения коррозионностойких шахтных стволов глубокого заложения на действующих сетях водоотведения: [Текст] / Д. Гончаренко, Д. Олейник, В. Кайдалов // MOTROL. – Commission of motorization and energetics in agriculture: Polish Academy of sciences. – Lublin, 2014. – Vol. 16. – № 6. – P. 3-10.

11. Гончаренко Д.Ф. Восстановление несущей способности конструкций смотровой шахты с использованием мелкоштучных изделий: [Текст] / Д.Ф. Гончаренко, О.В. Кичаева, А.В. Убийвовк, В.В. Запорожец // Наук. вісн. будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТБ АБУ, 2009. – Вип. 55. – С. 83–92.

12. Гончаренко Д.Ф. Обеспечение надежного крепления армокриолитовых плит при ремонте смотровых шахт сетей водоотведения: [Текст] / Д.Ф. Гончаренко, В.А. Воблых, О.В. Кичаева, В.А. Вороненко // Наук. вісн. будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТБ АБУ, 2006. – Вип. 35. – С. 95–102.

REFERENCES:

1. Garmash, A., Bondarenko, D., Zubko, G., & Goncharenko, D. (2016). On renovation of the destroyed tunnel sewer collector in Kharkiv. *World Journal of Engineering*. (Vol. 13), (pp. 72–76).

2. Goncharenko, D., Korin'ko, I., Bondarenko, D. (2012). Technology of repair and restoration of mine shafts on drainage networks of deep laying. Moscow, Russia: *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika*. (Vol. 6), pp. 51–55.

3. Goncharenko, D., Olejnik, D., Bondarenko, D. (2014). The choice of constructive and technological solutions for the construction of inspection mines on existing deep-water drainage networks. SPb, Russia: «Vodoproekt-Giprokommunvodokanal Sankt-Peterburg». (Vol. 4), pp. 59–68.

4. Goncharenko, D., Korin'ko, I., Sankov, G. (1997). State shafts lining sewers and repair methods. Kyiv, Ukraine: *Budivnitstvo Ukraïni*. (Vol. 12), pp. 10–12.

5. Orlov, A., (1991). Protection of building structures and process equipment against corrosion. Moscow, Russia: *Strojizdat*, 304.

6. Goncharenko, D., Korin'ko, I. (1999). Repair and restoration of sewer networks and structures. Kharkiv, Ukraine: *Rubikon*, 369.

7. Goncharenko, D., (2008). Operation, repair and restoration of water disposal networks. Kharkiv, Ukraine: *Konsum*, 400.

8. Goncharenko, D., Korin'ko, I., Piligramm, S. (2000). Repair damaged by corrosion gas shafts for sewer networks Kharkov. Kyiv, Ukraine: *Budivnitstvo Ukraïni*. (Vol. 2), pp. 23–25.

9. Goncharenko, D., Olejnik, D. (2014). Development of the technology of erecting

corrosion-protected shafts in existing deep-seated sewers. Kharkiv, Ukraine: *Nauk. visn. Budivnitstva*. (Vol. 76), pp. 52–55.

10. Goncharenko, D., Olejnik, D., Kajdalov, V. (2014). Features of the construction of corrosion-resistant shafts of deep laying on the existing sewerage networks. Lublin, Poland: *MOTROL*. (Vol. 16), pp. 3–10.

11. Goncharenko, D., Kichaeva, O., Ubijvovk, A. (2009). Restoring the bearing capacity of the construction of the inspection shaft using small pieces. Kharkiv, Ukraine: *Nauk. visn. Budivnitstva*. (Vol. 55), pp. 83–92.

12. Goncharenko, D., Voblykh, V., Kichaeva, O. (2006). Providing reliable fixing of armoric-iron plates during repair of inspection mines of sewerage networks. Kharkiv, Ukraine: *Nauk. visn. Budivnitstva*. (Vol. 35), pp. 95–102.

АНОТАЦІЯ

Розглянуто питання ремонту та відновлення оглядових шахт на каналізаційних тунелях глибокого залягання. Наведено технічна та технологічні рішення з використанням профільованого поліетилену, армованих шлаколитих панелей, керамічної цегли, нанесення захисного покриття. Показано переваги та недоліки представлених технологій, а також приклади їх практичного застосування.

Ключові слова: каналізаційні тунелі, оглядова шахта, ремонт, поліетилен, шлаколита панель, керамічна цегла.

ANNOTATION

Inspection shafts are important objects in the water disposal networks and are exposed to strong influence of destructive processes. The technical and technological solutions using profiled polyethylene, reinforced slag cast panels, ceramic bricks and protective coating, were presented. The advantages and disadvantages of the proposed technologies as well as examples of their practical application were demonstrated. Implementation of works on reconstruction and strengthening an emergency section of inspection shafts without reducing its capacity.

Keywords: sewer tunnels, inspection shaft, repair, polyethylene, slag cast panel, ceramic bricks.

UDC 624.04

Hladyshev H.M., Ph.D; Associate Prof.
Hladyshev D.H., Ph.D, Associate Prof.
Lviv National Polytechnic University;
Research design firm «Rekonstrproekt»,
Lviv

**THE METHOD OF DETERMINING THE
 SEQUENCE OF CONSTRUCTION WITH IN
 THE AREA OF OLD HOUSING SYSTEM IN
 LVIV**

Operation of the old buildings of the Lviv city is close to a century conditional term. These buildings have long been subject to examination to continue the period of efficient service of housing. The actual estimate of technical buildings condition of the old building under standardized gradation is necessary to determine the direction of their reconstruction. The authors propose to start examination using the geodesic method. It allows you to quickly determine the actual spatial deformations of individual buildings in a group of buildings with bases.

Keywords: survey, technical condition, deformation

Analysis of recent research and publications. According to existing regulations under a constructive safety [1] buildings that are located in the area of a long-established low-rise dense old housing system has long been subject to inspection by their technical condition into the fixed normative terms [2], and certainly if the sites for new construction are in direct proximity to the dense old housing system, to determine the possibility of adverse effect of new construction on the existing old housing system and vice versa [3, 4, 5].

To the situated ones in the conditions of dense housing system there should be classified the following buildings, in the foundations of which the areas of stress and displacement, defined for the independent located objects, intersect. These cases include the construction of multisection homes which are built in turns. The construction of each stage, section or more sections should be seen as the construction of a new facility near the existing one.

The houses with numbers: 28, 30, 32, 34 in the Dzherelna Street, and their wings, and 9, 11, 13 in the Pid Dubom Street and their wings (Fig. 1 - 3) are in the conditions of the old dense housing system of Lviv.

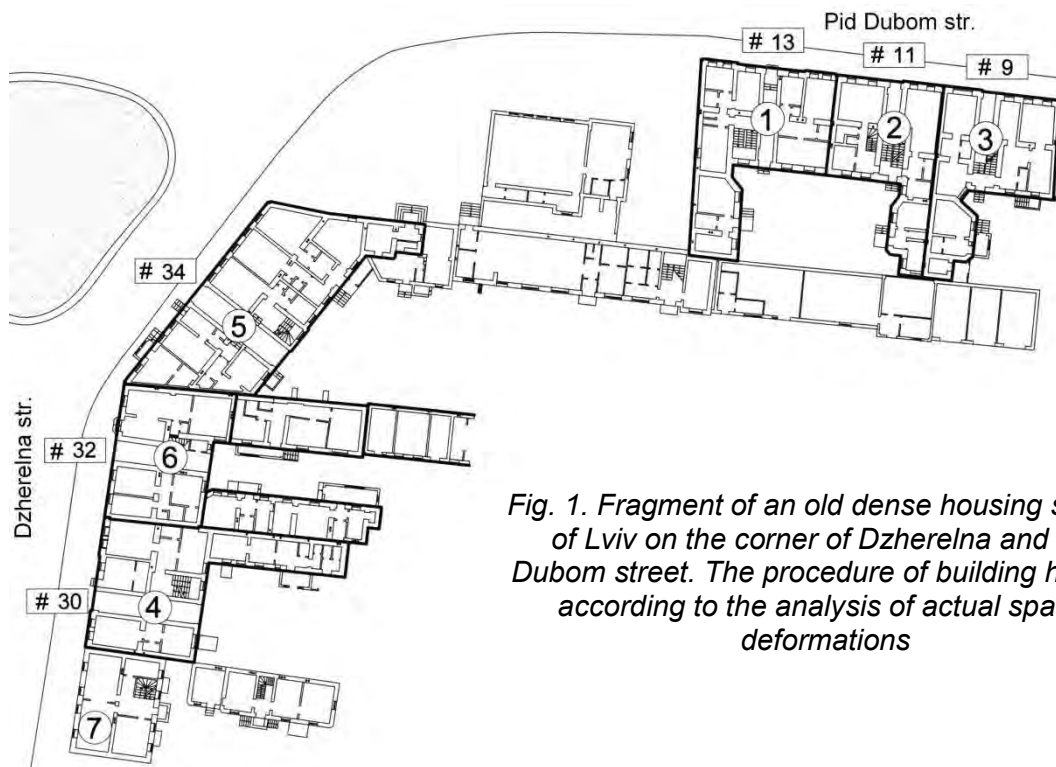


Fig. 1. Fragment of an old dense housing system of Lviv on the corner of Dzherelna and Pid Dubom street. The procedure of building houses according to the analysis of actual spatial deformations



Fig. 2. A group of four buildings # 9, 11, 13, 17, 17 in the street Pid Dubom (left - right)



Fig. 3. A group of four buildings # 34, 32, 30, 28 (left - right) in the street Dzerelna

Considered homes on the site of the old housing system have not been specifically designed for force arising from the interaction with the substrate.

Geological and engineering conditions of the area are complicated by the presence of backfills (EGE-1) capacity from 1.8 to 5.3 m and the average decomposed peat (EGE-2) with a capacity of 0.3 to 2.9 m with $E=1.24/2.23$ MPa. The area is characterized by flooding. Peat has large differential compressibility, which flows slowly over time, variability and anisotropy of strength characteristics, deformability, filtering and changing them in the process of basis consolidation. Underlying peat layer is tight ductile clay (EGE- 3) $E=11$ MPa, with layers of semisolid clay, with the admixture of organic matter, bluish - gray, gray. Difficulty category of engineering and geological conditions of the territory - II (Annex F [6]).

Research has shown that material of the walls has sufficiently high strength of bricks $f_b=10$ MPa and very low strength of dilution $f_m=0,5$ MPa, which does not provide sufficient strength for masonry of bandaged and unbandaged seams in difficult geological and engineering conditions of the construction site.

Smooth metal shreds which sometimes were constructively injected into horizontal masonry joints cannot preserve the original spatial rigidity of brick backbone of buildings in the complex engineering and geological conditions of the considered fixed area.

As to building code [3] stress distribution of pressure under the foundation at any point of half-space is calculated by the formula (E.5 [3]) or by using the corner points method (D.7 [3]). At that, the scheme of distribution of vertical stress at the base of the foundations of the linearly deformable half-space model

should be used (Fig. E.2 [3]).

In determining the interference of pressure p under the base of foundations of related group of considered buildings by the method described in rules [3], a significant amount of stress calculations to build additional pressure diagrams and linking stress with the deformation for analysis and determining the sequence of construction within the considered area of old housing system should be done.

In addition, according to subsection 3.11.13 [3], the calculation of bases of existing objects according to foundation deformation for the second group of limiting states are performed in all cases if they are exposed to the impact zone of new construction including extensions, add-ins and inserts between existing buildings. Calculations of subsidence of the foundations of the building, taking into account the impact of those buildings located nearby, must be performed taking into account the mutual influence. These calculations are performed using the design scheme in a linearly deformed half-space and layers summation method.

Subsidence of S foundation of the house is calculated by the formula (E.1 [3]) in which to diagrams of additional stresses on the basis, the impact stresses from the foundations of the house and the foundations of adjacent buildings are given.

In calculating the foundations as to base deformations, the average pressure under the base of foundation should not exceed its calculated resistance of soil foundation R .

The aim and objectives of research

The aim is to develop methodology that during the test enables to quickly determine the actual spatial deformation of grouped buildings in the old housing system with the bases.

The aim of research is to obtain experimental results that characterize the deformed state of separate buildings and their foundations within dense housing system, and according to which we can estimate the order of the sequence of construction of buildings through the analysis of their interaction within this group of buildings without their prior theoretical calculation.

The main material

The authors propose to begin a survey using the geodesic method [8], which will allow to quickly determine the actual spatial deformations of grouped buildings together with the bases in the old building of Lviv.

The evaluation of technical condition of the brick frames of buildings was made as their separate part, which can be identified by the main functional and constructive characteristics according p.4.15 [4].

To determine the parameters of the actual deformation of the walls of the residential buildings main facades (Fig. 1, 2, 3) using the geodetic method the following steps are needed:

1. For the measurements to select the points of the elements of the buildings facades where for the time of exploitation the possible cosmetic repairs did not change the original look of facades and could not increase the deposition of repair materials significantly;

2. To measure the actual vertical displacements relatively to the horizontal plane, which accompanied the old buildings from the time of construction till the detailed examination, in 80÷90 years of exploitation;

3. To perform the analysis of actual spatial deformations of groups of old buildings by the determined deformations of each for the determination of construction's sequence within the area of the old dense housing system.

At the beginning of survey, the vertical displacements of the basis under the foundations relatively the conditional zero

level were fixed by geodetic measurements.

The analysis of the actual spatial deformations of groups of old buildings according to the determined deformations for each building is performed.

If a design object is not specifically designed to force arising from the interaction with the base and job design value alone is not installed.

The limit values of compatible deformations of the bases, foundations and structure are allowed according to the table I.1 [3], if the construction of the object are not specifically intended for the the efforts arising during the interaction with the basis and in the ask of designing the meaning s_u are not determined separately.

The following are the values obtained in comparison with their normative limit level.

According to these measurements the difference of subsidences ΔS of end walls in the plane of facade of all examined buildings can be determined. The determined actual values of subsidence differences ΔS practically exceed the limit values $S_u = 120$ mm, which are given in the Table I.1 [3] for the multistory frameless buildings with bearing walls from brick masonry without reinforcement. Therefore, the actual values ΔS according to separate buildings are defined:

- with numbers: 34, 32, 30 in Dzherelna str.–161 mm, 122 mm, 119 mm;
- with numbers: 9, 11, 13 on Pid Dubom street– 111 mm, 124 mm, 118 mm.

The lurches of foundations of "i" in planes of facade walls of buildings are defined by the formula, $i=\Delta S/L$, exceed the limit values $i_u=0,005$, recorded in the normative documents [3, 4, 5, 6, 7, 9]. Thus, the value $\Delta S/L$, according to the separate buildings:

- with numbers: 34, 32, 30 in Dzherelna str. – $161/26790=0,006$, $122/15630=0,00781$, $119/15200=0,00783$;
- with numbers: 9, 11, 13 in Pid Dubom str. – $111/13625=0,00815$, $124/12310=0,0101$, $118/15820=0,0746$.

The relative differences of subsidences $(\Delta s/L)_i$ of end walls, perpendicular to the facades of buildings exceed in 3÷5 times the

limit values $(\Delta s/L)_u = 0,0020$ of recorded normative documents in the table I.1 [3]. Therefore, the values $(\Delta S/L)_i$ according to separate buildings are:

- with numbers: 34, 32, 30 in Dzherelna str. – $161/26790 = 0,006$, $122/15630 = 0,00781$, $119/15200 = 0,00783$;
- with numbers: 9, 11, 13 in Pid Dubom str. – $111/13625 = 0,00815$, $124/12310 = 0,0101$, $118/15820 = 0,0746$.

The limit values of relative deflection «-f» of the buildings in the table I.1 of the normative document [3] are $f_u = 0,5 \times (\Delta s/L)_u = 0,5 \times 0,002 = 0,001$. Therefore, the values $-f_i = 0,5 \times (\Delta S/L)_i$ exceed 5,7 times the limit values $-f_u$ according to the wall of the building's facade:

- with number 32 in Dzherelna str. – $89/15630 = -0,0057$;

The limit values of relative deflection «+f» of the buildings in the table I.1 of the normative document [3] are $+f_u = 0,25 \times (\Delta s/L)_u = 0,25 \times 0,002 = 0,0005$.

Therefore, the values $+f_i = 0,25 \times (\Delta S/L)_i$ exceed 3÷6 times the limit values $+f_u$ according to the walls of facades of separate buildings:

- with numbers: 34, 30 in Dzherelna str. – $85/26790 = 0,0032$, $19,2/15200 = 0,00126$;
- with numbers: 9, 11, 13 in Pid Dubom str. – $5/13625 = 0,00037$, $12/12310 = 0,001$, $30/15820 = 0,0019$.

According to p. 2.1 [6], during the analysis of the buildings and foundations condition the actual “deformations of foundation's bases” should be considered, which are divided into the following types: subsidence S , mm; the difference of subsidences ΔS , mm; inclination i , mm / m; the curvature (convexity, concavity) p 1/km, the radius of curvature $R = 1/p$, km.

The results of crack formations, measurements of vertical deformations of the main facades of residential buildings groups number 9, 11, 13 of old dense housing in Lviv on the Pid Dubom street and characteristic geometric parameters and it's deformations are shown in Fig. 4, and the indicators of deformation are shown in Fig. 5.

The results of crack formations, measurements of vertical deformations of the main facades of residential buildings groups number 34, 32, 30 of old dense housing in Lviv in the Dzherelna street and characteristic geometric parameters and it's deformations are shown in Fig. 6, and the indicators of deformation are shown in Fig. 7.

According to the obtained characteristic geometrical parameters of buildings deformations we can analyze:

- the nature and consequences of the transfer of loads from the buildings on foundations;
- the schemes of the actual development of the basis deformations for the time of survey taking into account the additional deformations of the bases of the existing facilities from effects of adjacent sequentially adjoined to a semi-detached or embedded into groups buildings.

The analysis of outlines of the fixed vertical deformation of the old buildings showed that for an objective approach, the approximation of the received data by the equations of different orders should be used. It is necessary to analyze and select from the entire set of equations of approximating experimental vertical displacements those, which have the biggest correlation dependency between research and theoretical data, describe and characterize more logically the deformed state of the separate building, and therefore the groups of buildings within the old dense housing system.

Conclusions

Accomplished survey showed that projects of the foundations of built homes that are located in dense old housing system conditions did not provide for maintaining performance qualities of existing structures located along the surrounding area. Therefore, the negative impact of the unregulated order on the construction was manifested in fixed deformations during the test.



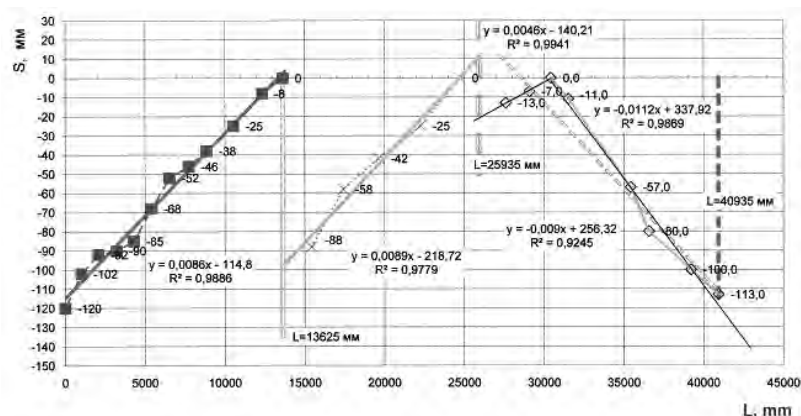
#9 – $i=0.00815$; $+f=5\text{mm}$;
 $R=10,29\text{km}$

#11 – $i=0.0101$; $-$
 $f=12\text{mm}$; $R=1,53\text{km}$

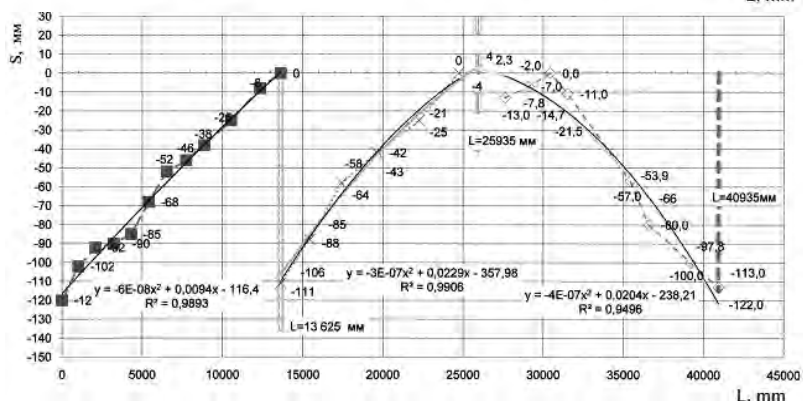
#13 – $i=0.0746$; $+f=30\text{mm}$;
 $R=0,99\text{km}$

Fig. 4. Picture of crack formations on the main facade of the group of residential buildings of old buildings located in Lviv in Pid Dubom Str.

a



b



c

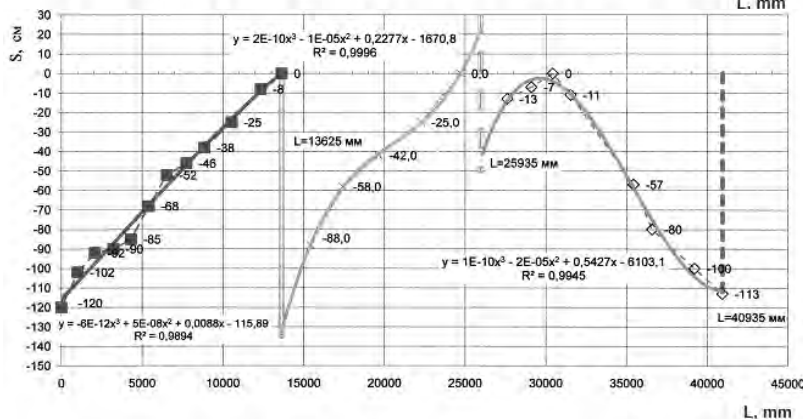
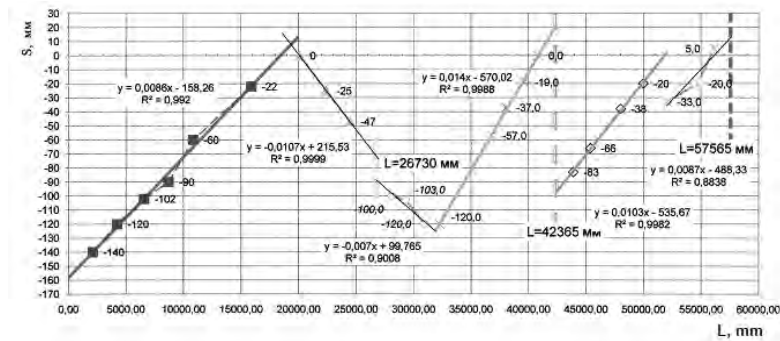


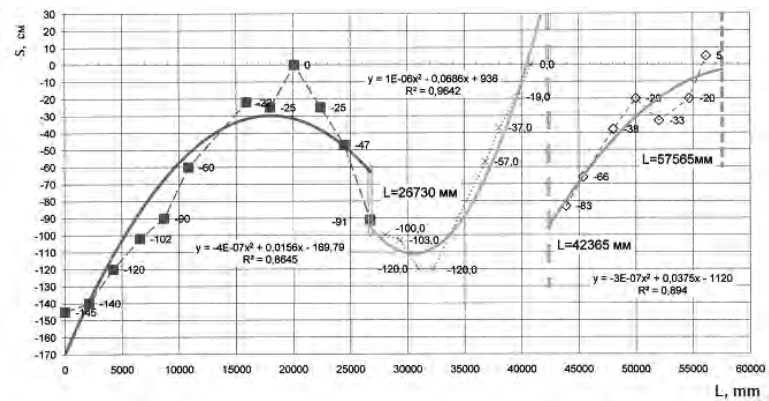
Fig. 5. Recorded deformed states of the main facades # 9, 11, 13, which are approximated by equations of different orders, that are listed below: a - the general directions of slope and break point; b - integral values of the radii of curvature; c - the value of the radii of curvature in plots of facades, procedure for the construction as to the shape of the graphs of approximation equations



a



b



c

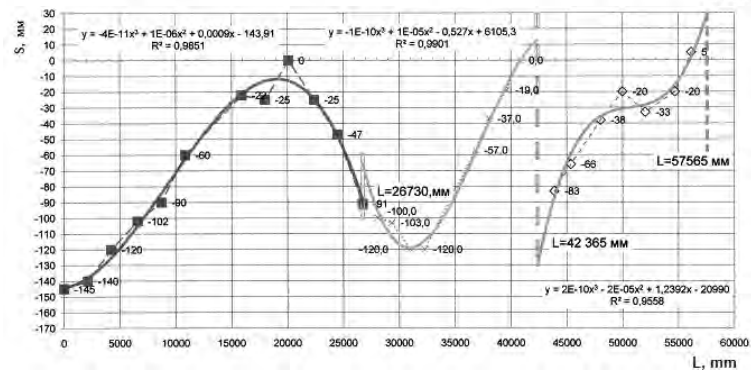


Fig. 7. Observed deformed state of the main facades of buildings # 34, 32, 30, which are approximated by equations of different orders, that are listed below: a – general directions of slope sections of the facades, the point of fracture and places of vertical mixings of the facade sections; b – integral meanings of the radii of curvature; c - meanings of the radii of curvature in sections of facades, procedure for the construction of graphs of approximation equations and characteristics of facades

According to information received in the real conditions by geodetic methods with the help of the indicators of spatial deformation of group of buildings of the old housing system,

we can determine the order of their construction.

The integral method of approach to determine the actual deformed patterns of

buildings interference and foundations to determine the actual technical condition of their frame does not need at the early stages the test of prior determination of calculated distribution of vertical normal tensions in terms of the plan and depth of the base.

Lengthy theoretical calculations fade into the background. They can be used to specify the design schemes "base-foundation-building" in obtaining complete information on structures and foundations required for calculation of the surveyed area of the old housing system according to given [3] techniques.

The values of spatial wall deformations of considered buildings together with a base excess the limit values for objects that are not adapted to the perception of uneven deformation of foundations [3].

REFERENCES:

1. Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnykh ob'ektiv. Zahalni pryntsypy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel, sporud, budivelnykh konstruktsii ta osnov [System ensure the reliability and safety of construction projects. General principles of reliability and constructive safety of buildings, constructions, building structures and foundations]. (2009). *DBN V.1.2-14-2009 from 1st December 2009*. Kiev: Building norms of Ukraine [in Ukraine].
2. Nakaz Derzhzhylkomunhospu Ukrainy vid 17.05.2005 r. № 76 "Pravyla utrymannia zhytlovykh budynkiv ta prybudynkovykh terytorii" [The order of the State housing and communal services dated 17.05.2005 № 76 "Rules of detention houses and adjoining areas"]. (2005, 17 May) [in Ukraine].
3. Osnovy ta fundamenty sporud. Osnovni polozhennia proektuvannia [Bases and foundations of buildings. General design]. (2009). *DBN V.2.1-10-2009 from 1st July 2009*. Kiev: Building norms of Ukraine [in Ukraine].
4. Pravyla obstezhen, otsinky tekhnichnoho stanu ta pasportyzatsii vyrobnychkh budivel i sporud [The rules of surveys, technical condition assessment and certification of industrial buildings and structures]. (1999). *NPAOP 45.2-1.01-98 Lost power from 1st January 2015*. Kiev: The state legislative act of Ukraine [in Ukraine].
5. Normatyvni dokumenty z pytan obstezhennia, pasportyzatsii, bezpechoi ta nadiinoi ekspluatatsii vyrobnychkh budivel i sporud [Regulations regarding examination, certification, safe and reliable operation of industrial buildings and structures]. (2003) [in Ukraine].
6. Zakhyst vid nebezpechnykh heolohichnykh protsesiv. Budynky ta sporudy na pidrobliuvanykh terytoriiakh i prosidaiuchykh gruntakh [Protection from hazardous geological processes. Buildings and structures on undermined territories and collapsible soils]. (2000). *DBN V.1.1-5-2000 from 1st July 2000*. Kiev: Building norms of Ukraine [in Ukraine].
7. Zakhyst vid nebezpechnykh heolohichnykh protsesiv, shkidlyvykh ekspluatatsiinykh vplyviv, vid pozhezhi. Budivnytstvo u seismichnykh raionakh Ukrainy [Protection from dangerous geological processes, harmful operational effects from fire. Construction in seismic regions of Ukraine]. (2007). *DBN V.1.1-12:2006 from 2nd January 2007*. Kiev: Building norms of Ukraine [in Ukraine].
8. Systema zabezpechennia tochnosti heometrychnykh parametriv u budivnytstvi. Heodezychni roboty u budivnytstvi [The system of ensuring precision of geometrical parameters in construction. Geodetic works in construction]. (2010). *DBN V.1.3-2:2010 from 1st September 2010*. Kiev: Building norms of Ukraine [in Ukraine].
9. Konstruktsii budynkiv i sporud. Kamiani ta armokamiani konstruktsii. Osnovni polozhennia [Construction of houses and buildings. Stone and reinforced masonry structures. The main provisions of the]. (2011). *DBN V.2.6-162:2010 from 1st September 2011*. Kiev: Building norms of Ukraine [in Ukraine].

АНОТАЦІЯ

Експлуатація старої забудови міста Львова наближена до умовного сторічного терміну. Ці будівлі вже давно підлягають обстеженню для можливого продовження терміну їх експлуатації. Класифікація ознак технічного стану будівель необхідна для визначення напрямку їх реконструкції. Перший і найсуттєвіший вплив на стан будівель дають нерівномірні деформації основ під їх фундаментами. Автори пропонують почати обстеження з використання геодезичного методу. Він дає можливість швидко визначити фактичні просторові деформації окремих будівель в групі будинків разом з основами.

Ключові слова: обстеження, технічний стан, деформації

АННОТАЦИЯ

Эксплуатация старой застройки города Львова приближена к условному столетнему сроку. Эти здания уже давно подлежат обследованию для возможного продления срока их эксплуатации. Классификация признаков технического состояния зданий необходима для определения направления их реконструкции. Первое и самое существенное влияние на состояние зданий дают неравномерные деформации оснований под их фундаментами. Авторы предлагают начать обследование с использованием геодезического метода. Он дает возможность быстро определить фактические пространственные деформации отдельных зданий в группе домов вместе с основаниями.

Ключевые слова: обследование, техническое состояние, деформации.

УДК: 624.154.5

Менейлюк О.І., д.т.н., проф.,
Петровський А.Ф., к.т.н., проф.,
Бабій І.М., к.т.н., доц.,
Борисов О.О., к.т.н., доц.,
Кирилюк С.В., к.т.н.,
ОДАБА, м. Одеса

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ
ІН'ЄКЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ**

Розглянуто розробку нової технології для захисту підземного простору від техногенних забруднень. Основу технології складає використання штучних протифільтраційних екранів з недефіцитних матеріалів та невеликих фінансових витрат. Проаналізовано математичне моделювання процесів ін'єктування ґрунту, фільтрацію, тиск та розповсюдження розчину.

Ключові слова: захист підземного простору, розробка технології, протифільтраційний екран, математичне моделювання, ін'єктування ґрунту.

Актуальність. Для захисту підземного простору від техногенних забруднень, що виникли внаслідок улаштування могильників з різного виду відходами, необхідно використовувати штучні протифільтраційні екрани. В якості таких екранів найбільш перспективні ті з них, для створення яких не потрібне використання дефіцитних матеріалів та великих фінансових витрат. Це, перш за все, різновиди природних глинистих матеріалів і матеріалів на основі цементу. Їх застосовують для створення цементно-глинистих горизонтальних екранів в основі різних могильників і ям складування відходів. Але попри свою відносно невелику вартість цементні екрани не можуть відповідати всім вимогам, що застосовують до протифільтраційних екранів, особливо для відповідальних споруд. Тому для вирішення окремих питань слід застосовувати матеріали, які

зможуть відповідати вимогам, згідно з проектною документацією. У свою чергу ці матеріали на основі акрилату характеризуються значною вартістю. Тому, у першу чергу при їх використанні, необхідно замислюватися про оптимальну їх витрату.

Останні дослідження. Для теоретичного обґрунтування процесу моделювання проникності ґрунту при турбулентній фільтрації рідини виконувався попередній експеримент із застосуванням прозорої труби.

Візуальне спостереження за поширенням рідини в модельному піску при різному часі ін'єктування показало наступне:

1) при ін'єктуванні в модельний ґрунт, розчин через деякий час проявився на деякій відстані від сопла ін'єктора.

2) подальше нагнітання призвело до того, що розчин ін'єкції, ущільнивши пісок на деякій відстані, поступово почав заповнювати простір поблизу сопла ін'єктора.

3) зазначено, що з віддаленням від сопла ін'єктору спостерігається відфільтровування води від пігментних частинок.

Мета. Проаналізувати та встановити оптимальні параметри витікання рідини з отворів ін'єктора. Змоделювати механізм розповсюдження ін'єкційного розчину.

Основний текст. Остаточний вибір способу захисту повинен здійснюватися з урахуванням, перш за все, ефективності роботи екрану як геохімічного бар'єру, а також можливості його технічної реалізації. Ефективність екранування визначається властивостями матеріалу екрану, елементним складом і видом відходів. Оцінити її можна тільки шляхом розрахунку гранично-допустимого часу експлуатації екрану.

При математичному моделюванні процесів ін'єктування ґрунту першочерговим є завдання вивчення проникаючої здатності пористого середовища. При одній і тій же пористості,

але в різних типах ґрунтів проникаюча здатність різна. Здатність пористого середовища пропускати рідину характеризується проникністю. Її визначення пов'язане з основним законом руху рідини в пористому середовищі, який називається законом Дарсі.

Основне співвідношення теорії фільтрації називають законом фільтрації. Він встановлює зв'язок між вектором швидкості фільтрації і полем тиску, яке викликає фільтрацію.

Перші дослідження фільтрації рідини в пористих середовищах проведені французькими інженерами Дарсі і Дюпюї, роботи яких поклали початок теорії фільтрації [1]. При вивченні руху води через піщані фільтри встановлена експериментальна залежність:

$$Q = k_{\phi} \frac{\Delta H}{L} F \quad (1)$$

де Q – об'ємна витрата рідини через фільтр довжиною L і площею поперечного перерізу F ; ΔH – різниця напорів; $\frac{\Delta H}{L}$ – гідравлічний ухил; k_{ϕ} – коефіцієнт фільтрації (коефіцієнт пропорційності), представляє собою швидкість фільтрації при гідравлічному ухилі, що дорівнює одиниці. Коефіцієнт фільтрації має розмірність швидкості.

Об'ємна витрата нестисливої рідини при усталеній фільтрації за законом Дарсі в однорідному круговому пласті визначається за формулою Дюпюї:

$$Q = \frac{2\pi kh(p_k - p_c)}{\eta \ln(R_k/R_c)}, \quad (2)$$

Де h – товщина пласта;

R_c , R_k – відповідно радіуси свердловини та контуру пласта;

p_c , p_k – відповідно тиск у свердловині і тиск на контурі пласта.

Якщо $p_c > p_k$, то свердловина буде проявляти з дебітом Q , а при $p_c < p_k$ – поглинати.

Величина $\frac{kh}{\eta}$ називається

гідропровідністю пласта.

Величина $\frac{Q}{(p_k - p_c)}$ при $p_c < p_k$ називається коефіцієнтом продуктивності свердловини.

Проаналізувавши вищенаведене, представляло інтерес визначення виду фільтрації в піщаному ґрунті при ін'єкції, тобто ламінарна або турбулентна. Оскільки ці види фільтрації описуються різними законами.

Відповідно до закону Дарсі, швидкість ламінарної фільтрації можна виразити рівнянням:

$$W = K_\phi I \quad (3)$$

де, K_ϕ – коефіцієнт фільтрації ґрунту, I – гідравлічний градієнт, який визначається з виразу:

$$I = \frac{P_1 - P_2}{h} \quad (4)$$

Вивченню коефіцієнта фільтрації присвячені роботи багатьох дослідників. У теорії фільтрації відомі математичні вирази, виведені Зельгеймом, Алланом Газена, Зауербреєм I.I., Замариним Є.А., Крюгером, Донатом. При лабораторних дослідженнях фільтраційних властивостей ґрунтів цей показник обчислюється з виразу:

$$K_\phi = \frac{864h}{tT} f \left[\frac{S}{H_0} \right] \quad (5)$$

де h – висота зразка ґрунту в трубі, см; 864 – переводний коефіцієнт з см/с в м/доба; t – час падіння рівня води, с; $T = (0,7 + 0,03T_\phi)$ – температурна поправка в умовах фільтрації води при температурі 10°C; T_ϕ – фактична температура води під час дослідів; S – спостережуване падіння рівня води в п'єзометр, яке відраховується від початкового рівня, см; H_0 – початковий тиск, см; $f = \left[\frac{S}{H_0} \right]$ – безрозмірний коефіцієнт, який визначається за таблицями.

Однак, при нагнітанні рідини в ґрунт для утворення протифільтраційних екранів відбувається хаотичне перемішування ґрунту з розчином. Тому, перш за все, необхідно змодельовати та уявити механізм розповсюдження ін'єкційного розчину. Це дасть змогу зробити висновки

відносно можливого радіусу поширення розчину та відповідно і його об'єму. На ці характеристики впливають самі параметри технологічного процесу ін'єктування, такі як час та тиск нагнітання.

Для виконання головного завдання – проникнення ін'єкційного розчину максимально в товщу ґрунту, зіткнення частинок ґрунту і розчину не повинні викликати значного переміщення частинок і їх ущільнення, а також необхідно уникнути умов, при яких частинки стикаються при зустрічному русі. Для цього необхідно забезпечити рух частинок в одному напрямку і при цьому забезпечити їх зіткнення і зміну орієнтування. Це можливо здійснити в турбулентному потоці, при якому рідина здійснює несталий безладний рух по складних траєкторіях. При цьому швидкість в кожній точці потоку хаотично змінюється [2, 3]. Головною умовою виникнення турбулентності при течії в'язких рідин є переважання сил інерції при досить великих швидкостях руху. Критерієм оцінки виду течії є число Рейнольдса $Re = \rho v l / \eta = v / \nu$, де v і l – характерні швидкість і лінійний розмір, а ρ , η , ν – щільність, динамічна і кінематична в'язкість рідини [2]. При цьому завжди існує таке критичне число Рейнольдса, $Re_{кр}$, при якому здійснюється турбулентний потік, $Re > Re_{кр}$.

Наведене вище рівняння (3) – лінійний закон фільтрації (закон Дарсі), відповідно до якого залежність між вектором швидкості і градієнтом тиску лінійна. У ряді випадків при фільтрації рідини спостерігаються відхилення від лінійного закону. Межу застосовності закону Дарсі пов'язують з деяким критичним значенням числа Рейнольдса $Re_{кр}$. Число Re може бути визначено за формулами:

Щелкачова:

$$Re = \frac{10}{m^{2.3}} \times \frac{w\sqrt{k}}{\nu}, (Re_{кр} = 1 \dots 12); \quad (6)$$

Міллєнщикова:

$$Re = \frac{w\sqrt{k}}{m^{1.5}\nu}, (Re_{кр} = 0,02 \dots 0,29), \quad (7)$$

де ν – кінематична в'язкість рідини.

Загальний вигляд рівняння нелінійного закону фільтрації:

$$w = -c \left(\frac{dp}{dx} \right)^{\frac{1}{n}}, \quad (8)$$

де $\left(\frac{dp}{dx} \right)$ – градієнт тиску; c – коефіцієнт пропорційності; n – показник закону фільтрації. При $n = 2$ отримуємо нелінійний закон фільтрації Краснопольського.

Узагальнена двочленна формула нелінійних законів фільтрації:

$$i = aw + bw^2, \quad (9)$$

де i – гідралічний нахил; a , b – коефіцієнти, що визначаються експериментально.

Широке поширення отримала емпірична залежність, яка узагальнює нелінійні закони фільтрації, яка називається двочленною формулою Форхгеймера:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{\mu}{k} w + \beta \frac{\rho}{\sqrt{k}} w^2, \quad (10)$$

де β – експериментальна константа пористого середовища.

Таким чином, на основі досліджень вчених, та виведених ними закономірностей можливо зробити наступні висновки: у турбулентному потоці частки періодично стикаються одна з одною в зонах перетину траєкторій, в зонах можливих завихрень і в зонах змінних швидкостей руху сусідніх потоків за схемами, наведеними на рис. 1.

Це пов'язано з тим, що при середній швидкості турбулентного потоку струменя V_c на кожну частку можуть впливати мікропотоки, кожен зі своєю абсолютною швидкістю $V_{1c} \neq V_{2c}$. У разі нерівності мас частинок, що контактують, $m_1 \neq m_2$, кожна з них набуває власний момент кількості руху $V_1 \times m_1 \neq V_2 \times m_2$. Крім того, омивання частинок потоками струменя з різною швидкістю над і під часткою, викликає перепад тисків, індивідуальний для кожної частки в агрегаті, і прагне закрутити частку навколо центру ваги. З урахуванням того,

що в рідкому середовищі сили міжчасткових взаємодій можуть зменшитися на порядок [4, 5, 6, 7], сукупні гідродинамічні впливи приведуть до зсуву часток одна відносно одної. Багаторазові гідродинамічні впливи на частинки повинні привести до руйнування контакту між ними. В результаті, в турбулентному потоці кожну частинку системи ґрунту слід розглядати як вільну частку і враховувати при технологічних розрахунках.

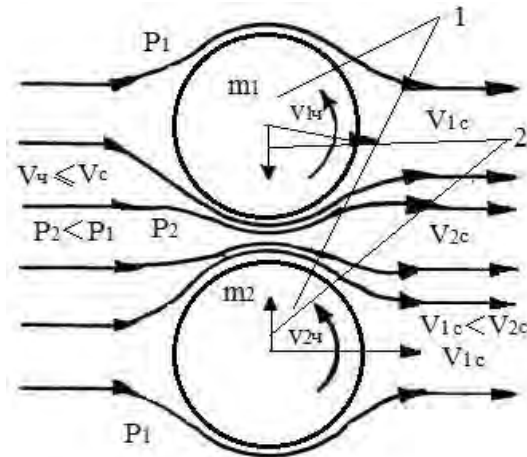


Рис. 1. Схема взаємодії часток в турбулентному потоці при їх русі сусідніх потоках: 1 – частинки ґрунту; 2 – сили гідродинамічного притягування часток; $V_{ч}$ – середня швидкість потоку; V_1 , V_2 – абсолютні швидкості вихрових "ниток"; m_1 , m_2 – маса частинок; P_1 , P_2 – тиск

Аналіз літературних даних [2] показав, що при витіканні рідини з отворів ін'єктору швидкість по довжині течії безперервно падає з одночасним підвищенням тиску і поблизу часток виникає протилежно спрямований напрямок течії. Це викликає мимовільне виникнення поверхні розриву, що веде до утворення вихорів, рис. 2.а. При цьому вихори що утворюються, забезпечують досить складні траєкторії руху поза частинками ґрунту, рис. 2.б.

Сумісна дія конфузорового характеру течії в горизонтально розташованій трубі з примусово утвореною дифузоровою течією за її межами, викликає горизонтальне переміщення шарів рідини з утворенням вихрових зон і призводить до досить складних траєкторій частинок, що часто перетинаються, рис. 2.б.

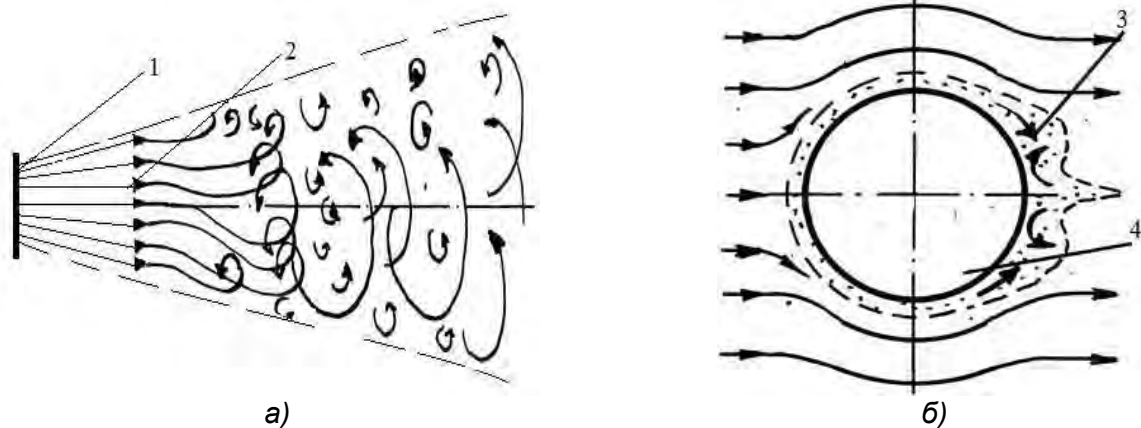


Рис. 2. Схеми виникнення турбулентного потоку при виході струменю з отвору ін'єктора (а), за часткою ґрунта (б)

1 – отвір ін'єктору; 2 – горизонтальна складова турбулентного потоку; 3 – зона виникнення вихорів поза часткою; 4 – частка ґрунту

Якщо припустити, що в процесі руху частинок в таких складних потоках, відбувається їх обертання, то при кожному черговому зіткненні частинок розчину з частинками ґрунту може відбуватися уповільнення їх переміщення, що уповільнює процес розтікання рідини. Для забезпечення якомога тривалішого періоду розтікання необхідно вибрати оптимальні час і тиск ін'єкції. Це необхідно для уникнення передчасного утворення ущільненого ґрунту безпосередньо в затрубному просторі.

Висновки.

1. Встановлено що на радіус поширення розчину впливають такі параметри як час та тиск нагнітання.

2. У результаті моделювання встановлено що потік є турбулентним. Це обумовлює більш тривалий період розтікання рідини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Басниев К. С., Подземная гидромеханика / Учебник для вузов / К. С. Басниев, И. Н. Кочина, В. М. Максимов. – М.: Недра, 1993. – 416 с.
2. Романенко П. Н. Гидродинамика и теплообмен в пограничном слое / П. Н. Романенко. – М.: Энергия, 1974. – 464 с.
3. Шейкин А. Е. Структура, прочность и трещиностойкость цементного камня / А. Е. Шейкин – М.: Стройиздат, 1974. – 192 с.
4. Амелина Е. А. Сцепление

разнородных частиц на воздухе и в жидкости / Е. А. Амелина, В. В. Яминский, Р. З. Сюнаева, Е. Д. Щукин // Коллоидный журнал. – 1982. – № 4. – С. 640 – 644.

5. Урьев Н. Б. Высококонцентрированные дисперсные системы / Н. Б. Урьев. – М.: Химия, 1980. – 320 с.

6. Урьев Н. Б. Коллоидные цементные растворы / Н. Б. Урьев, И. С. Дубинин. – Л.: Стройиздат, 1980. – 192 с.

7. Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии / Ю. Г. Фролов. – М.: Химия, 1982. – 400 с.

REFERENCES:

1. Basniev K. S., Kochina I. N., Maksimov V. M. (1993). Underground hydromechanics. Textbook for high schools. Moscow, Russia: Nedra, 416.
2. Romanenko P. N. (1974). Hydrodynamics and heat transfer in the boundary layer. Moscow, Russia: Energia, 464.
3. Sheikin A. E. (1974). Structure, strength and crack resistance of cement stone. Moscow, Russia: Stroizdat, 192.
4. Amelina E. A., Yaminsky V. V., Sunaeva R. Z., Shchukin E. D. (1982). Coupling of dissimilar particles in air and in a liquid. Colloid Journal. № 4. 640 – 644.
5. Uryev N. B. (1980). Highly concentrated disperse systems. Moscow, Russia: Chemistry, 320.
6. Uryev N. B., Dubinin I. S. (1980). Colloidal cement mortars. Leningrad, Russia: Stroizdat, 192.

7. Frolov Yu. G. (1982). Course of colloid chemistry. Moscow, Russia: Chemistry. 400.

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена разработка новой технологии для защиты подземного пространства от техногенных загрязнений. Основу технологии составляет использование искусственных противодиффузионных экранов с недефицитных материалов и небольших финансовых затрат. Проанализированы математическое моделирование процессов инъецирования грунта, фильтрацию, давление и распространения раствора.

Ключевые слова: защита подземного пространства, разработка технологии, противодиффузионный экран, математическое моделирование, инъецирование грунта.

ANNOTATION

Considered the development of new technologies for the protection of underground space from man-made pollution. The basis of the technology is the use of synthetic geomembrane material with no deficit and no large financial costs. Compared to the use of natural varieties of clay, cement and materials based on acrylate. Powered modeling of soil permeability in filtering liquids. Analyzed the mathematical modeling of soil injection, filtration, pressure and distribution solution.

Keywords: protection of underground space, technology development, geomembrane, Mathematical Modeling, soil injection.

УДК 621.873:551.557

Пашинський В.А., д.т.н., проф.,
Карпушин С.О., к.т.н., доц.,
ЦНТУ, м. Кропивницький
Карюк А.М., к.т.н., доц.,
ПолтНТУ, м. Полтава

ДОЦІЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОГОРОДЖЕНЬ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ В УМОВАХ УКРАЇНИ

Розроблена методика визначення доцільного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій за критерієм мінімуму річних приведених витрат на опалення. Для кліматичних умов двох температурних зон України отримані та виражені аналітично залежності доцільного опору теплопередачі стін, суміщених покрівель, горищних перекриттів та перекриттів над підвалами від вартості теплової енергії. Отримані результати вказують на необхідність збільшення опору теплопередачі в умовах зростання вартості енергоносіїв.

Ключові слова: огорожувальні конструкції, опір теплопередачі, енергозбереження.

Постановка проблеми. Огорожувальні конструкції цивільних будівель проектується за мінімально необхідним опором теплопередачі, який встановлено чинними нормами проектування. Зростання вартості теплової енергії, яке відбувається останнім часом, призводить до збільшення витрат на опалення, що можна компенсувати зменшенням втрат тепла за рахунок поліпшення теплових характеристик огороджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огорожувальні конструкції будівель в Україні повинні відповідати вимогам норм [1], котрі встановлюють мінімально необхідні значення опору теплопередачі залежно від виду

конструкції та температурної зони, у якій споруджується будівля. Нова редакція цих норм, яка набула чинності з травня 2017 року, не містить принципових змін в частині мінімально необхідного опору теплопередачі огорожень. В огляді [2] показано, що встановлені нормами [1] значення опору теплопередачі загалом близькі до норм багатьох європейських країн (Польща, Словачія, Литва, Німеччина та інші), але в країнах Північної Європи (Швеція, Фінляндія) встановлені значно вищі вимоги до теплових характеристик. Директивою ЄС [3] від 2010 року заплановане поетапне зростання теплових характеристик огорожень на період до 2021 року. У роботі [4] запропоновано визначати оптимальний опір теплопередачі за критерієм мінімуму приведених витрат на опалення. На прикладі стін житлових будівель доведена необхідність збільшення опору теплопередачі при зростанні вартості теплової енергії.

Завданням даної роботи є виявлення доцільного опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій цивільних будівель, який забезпечує мінімум річних приведених витрат на опалення в умовах України, та його залежностей від вартості теплової енергії.

Об'єктами дослідження є огорожувальні конструкції цивільних будівель:

- зовнішня несуча стіна з керамічної цегли товщиною 510 мм, внутрішньої штукатурки товщиною 20 мм, фасадної теплоізоляції з пінополістиролу та зовнішнього опоряджувального шару на цементній основі;
- суміщена покрівля із залізобетонних пустотних плит, шару ніздрюватого бетону марки D 400 та рулонної гідроізоляції з руберойду;
- горищне перекриття із залізобетонних пустотних плит, стяжки товщиною 20 мм та мінераловатних плит;
- перекриття над неопалюваним підвалом із залізобетонних пустотних плит, стяжки товщиною 20 мм, лінолеуму на

теплоізоляційній основі, екструзійних плит з пінополістиролу та зовнішнього захисного шару.

Різні види теплоізоляційних матеріалів вибрані відповідно до їх звичного використання в конструкціях, а також з метою аналізу різних співвідношень теплопровідності та вартості цих матеріалів. Теплові характеристики описаних конструкцій вказані в таблиці 1, де наведене мінімально допустиме значення опору теплопередачі $R_{0,min}$ для обох температурних зон України за [1] та значення опору теплопередачі R_H несучої частини огорожувальної конструкції (без шару теплоізоляції та зовнішнього оздоблювального шару) в $m^2 \cdot K / Bt$.

Товщина теплоізоляційного шару визначається теплотехнічним розрахунком за [1] для ряду значень опору теплопередачі R_0 в межах від $2 m^2 \cdot K / Bt$ до $12 m^2 \cdot K / Bt$ з урахуванням наведеного в таблиці 1 опору теплопередачі несучих конструкцій.

Методика вибору доцільного опору теплопередачі базується на аналізі річних приведених витрат на опалення, які враховують початкову вартість $1 m^2$ конструкції (капітальні видатки) та вартість тепла, яке втрачається через $1 m^2$ огороження (поточні витрати) і обчислюються за формулою:

$$P = Q \times C_T + \left(\frac{C_H}{T_H} + \frac{C_Y}{T_Y} \right), \quad (1)$$

де Q – втрати тепла через огороження протягом опалювального періоду;

C_T – вартість теплової енергії (ціна однієї гікалорії тепла);

C_H і C_Y – вартості одного квадратного метра несучої конструкції та утеплення;

T_H і T_Y – встановлені терміни експлуатації несучої конструкції та утеплення.

Досвід розрахунків за (1) показує, що збільшення опору теплопередачі обумовлює зростання вартості утеплення огорожувальної конструкції, але зменшує щорічні втрати тепла. У результаті залежність приведених витрат (1) від опору теплопередачі огорожувальної конструкції має мінімум, який і визначає оптимальне

значення опору теплопередачі.

Вихідні дані, необхідні для обчислення приведених витрат за формулою (1), встановлені за вказівками нормативних документів [1, 5], а також за результатами теплотехнічних і кошторисних розрахунків.

Втрати тепла через один квадратний метр огорожувальної конструкції протягом опалювального періоду дорівнюють

$$Q = 0,0000206 \frac{G_{оп}}{R_0} \Gamma_{кал}, \quad (2)$$

де $G_{оп}$ – кількість градусо-днів опалювального періоду за даними [5];

R_0 – заданий опір теплопередачі огорожувальної конструкції.

Вартість тепла C_T (ціна однієї гікалорії) встановлюється постановами Уряду для кожної з областей України. При визначенні оптимального опору теплопередачі розглядалися можливі значення вартості тепла в межах від 600 грн/Гкал до 2400 грн/Гкал.

Вартість огорожувальних конструкцій встановлена в результаті виконання локальних кошторисних розрахунків у середовищі програмного комплексу АВК з урахуванням цін на матеріали кінця 2016 року. Вартість одного квадратного метра несучих конструкцій C_H є незмінною величиною, вказаною в таблиці 2, а вартість утеплення C_Y описана залежностями від заданого опору теплопередачі огорожувальної конструкції, наведеними в таблиці 2.

Термін експлуатації несучих

конструкцій житлових і громадських будівель прийнятий рівним $T_H=100$ років. Виходячи з вимог норм [1], характеристик використаних теплоізоляційних матеріалів та реальних можливостей їх заміни у процесі експлуатації будівель, у подальших розрахунках прийняті терміни експлуатації утеплення $T_Y=100$ років для суміщеної покрівлі, $T_Y=50$ років для перекриття над підвалом і $T_Y=25$ років для стін та горищного перекриття.

Приклад оптимізації утеплення суміщеної покрівлі виконаний для умов м. Кропивницький. З урахуванням $G_{оп}=3553$ градусо-доби та наведених вище інших вихідних даних збудовані залежності приведених витрат (1) від опору теплопередачі покрівлі при різних вартостях теплової енергії. З рис. 1 видно, що з ростом вартості теплової енергії C_T оптимальне значення опору теплопередачі, яке дає мінімум приведених витрат, зростає від $6,2 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$ при $C_T=1000$ грн/Гкал до $9,4 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$ при $C_T=2200$ грн/Гкал.

Зображена на рисунку 2 залежність оптимального опору теплопередачі покрівлі від вартості теплової енергії описується аналітичним виразом

$$R_{опт} = A \sqrt{C_T}, \quad (3)$$

де C_T – вартість теплової енергії у грн/Гкал;

A – коефіцієнт апроксимуючої залежності, який згідно з рисунком 2 для суміщеної покрівлі в умовах м. Кропивницький дорівнює 0,19.

Таблиця 1

Теплові характеристики огорожувальних конструкцій

Огорожувальні конструкції	Необхідний опір теплопередачі $R_{0,min}$	Опір теплопередачі несучої конструкції R_H
Зовнішня стіна	3,3 – 2,8	1,06
Суміщена покрівля	5,35 – 4,9	0,34
Горищне перекриття	4,95 – 4,5	0,29
Перекриття над підвалом	3,75 – 3,3	0,32

Таблиця 2

Цінові характеристики огорожувальних конструкцій

Огорожувальні конструкції	Вартість 1 кв. м. несучої конструкції (C_H), грн/м ²	Вартість 1 кв. м. утеплення (C_Y), грн/м ²
Зовнішня стіна	756,00	$C_Y = 82,14 \times R_0 - 88,57$
Суміщена покрівля	632,00	$C_Y = 183,62 \times R_0 - 61,82$
Горищне перекриття	431,00	$C_Y = 35,45 \times R_0 + 18,48$
Перекриття над підвалом	792,00	$C_Y = 150,48 \times R_0 - 12,52$

Рисунок 2 та формула (3) показують, що опір теплопередачі суміщеної покрівлі, який в [1] встановлений рівним $R_{0,min}=5,35$, відповідає вартості теплової енергії $C_T=838$ грн/Гкал. При сучасній ціні близько 1400 грн/Гкал опір теплопередачі суміщеної покрівлі слід збільшити до $7,1 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Рекомендації щодо вибору доцільного опору теплопередачі огорожень цивільних будівель розроблені за результатами аналогічних розрахунків з урахуванням 4000 градусо-днів опалювального періоду для першої та 3200 градусо-днів для другої температурної зони України згідно з [5]. Залежності доцільного опору теплопередачі огорожень усіх видів від вартості теплової енергії описується формулою (3) з коефіцієнтами, наведеними в табл. 3.

Розрахунки за формулою (3) показують, що при сучасних цінах на будівельні матеріали та вартості теплової енергії опір теплопередачі розглянутих огорожувальних конструкцій доцільно збільшити в 1,3-2,5 рази порівняно з мінімально необхідними значеннями, встановленими в нормах [1]. Згідно з

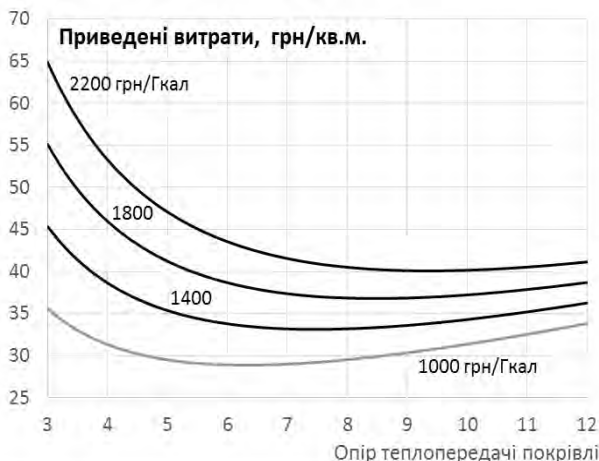


Рис. 1 Залежність приведених витрат від вартості теплової енергії та опору теплопередачі покрівлі

формулою (3), подальше зростання вартості тепла повинно приводити до зростання доцільних опорів теплопередачі огорожувальних конструкцій. Однак зростання вартості теплової енергії обумовить ріст цін на будівельні матеріали, при виробництві яких ця енергія також використовується. Тому доцільні значення опору теплопередачі залишаться близькими до визначених за (3) на сьогоднішній день.

Висновки:

1. Виходячи з критерію мінімуму приведених витрат на опалення, для обох температурних зон України отримані залежності доцільних значень опору теплопередачі стін, суміщених покрівель, горищних перекриттів та перекриттів над підвалами цивільних будівель від вартості теплової енергії.

Виконаний аналіз вказує на доцільність подальшого підвищення мінімально необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій цивільних будівель в умовах зростання вартості енергоносіїв.

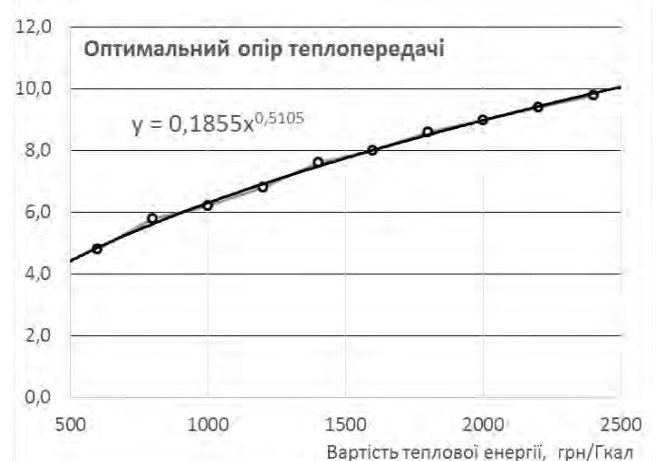


Рис. 2 Залежність оптимального опору теплопередачі покрівлі від вартості теплової енергії

Таблиця 3

Коефіцієнти А для формули (3)

Вид огорожувальної конструкції	Коефіцієнти А для температурних зон згідно норм [1]	
	першої	другої
Зовнішні стіни	0,16	0,14
Суміщені покриття	0,21	0,19
Перекриття над неопалюваним підвалом	0,17	0,15
Перекриття неопалюваних горищ	0,24	0,21

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. (зі зміною № 1 від 2013 року). – К., 2006. – 66 с.

2. Энергозбереження в будівлях. // Електронний журнал енергосервісної компанії "Екологічні системи". – 2012. – № 4. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.journal.esco.co.ua/2012_4/art133.htm.

3. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. // Official Journal of the European Union. – 2010. – L 153, S. 13-35. Режим доступу: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:en:PDF>

4. Карюк А.М., Кошлатий О.Б. Теплотехнічні характеристики стін цивільних будівель в умовах зростання вартості енергоносіїв. – Будівництво України. – 2015. – № 5. – С. 12–14.

5. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К., 2010. – 101 с.

REFERENCES:

1. Konstruktsii budynkiv i sporud. Teplova izoliazia budivel. (zi zminoiu № 1 vid 2013 roku) [Construction of buildings and structures. Thermal insulation buildings (amended №1 from 2013 year)]. (2006). DBN B.2.6-31:2006. Kyiv: Ukraine [in Ukrainian].

2. (2012). Enerhozberezhennia v budivliakh. [Energy efficiency in buildings]. Elektronnyi zhurnal enerhoservisnoi kompanii "Ekolohichni systemy" – Electronic Journal ESCO "Ecological systems", 4. Retrieved from http://www.journal.esco.co.ua/2012_4/art133.htm [in Ukrainian].

3. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. // Official Journal of the European Union. – 2010. – L 153, S. 13-35. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:en:PDF>

4. Kariuk A. (2015). Thermal characteristics of walls civilian buildings in the fake of rising energy costs / A. Kariuk, O. Koshlatyi // Construction Ukraine, 5, 12-14 //

5. Zakhyst vid nebespechnykh heolohichnykh protsesiv, shkidlyvykh ekspluataziinyh vplyviv, vid pozhezhi. Budivelna klimatologia [Protection from dangerous geological processes operating hazardous effects of fire. Construction climatology]. (2010). DSTU-H B.1.1-27:2010. Kyiv: Ukraine [in Ukrainian].

АННОТАЦИЯ

Разработана методика определения целесообразного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций по критерию минимума годовых приведенных затрат на отопление. Для климатических условий двух температурных зон Украины получены и выражены аналитически зависимости целесообразного сопротивления теплопередаче стен, совмещенных кровель, чердачных перекрытий и перекрытий над подвалами от стоимости тепловой энергии. Полученные результаты указывают на необходимость увеличения сопротивления теплопередаче в условиях роста стоимости энергоносителей.

Ключевые слова: ограждающие конструкции, сопротивление теплопередаче, энергосбережение.

ANNOTATION

The method of determining the appropriate heat transfer resistance of walling for the criteria of minimum annual heating costs are developed. For the climatic conditions of the two temperature zones of Ukraine received and analytically described dependencies of reasonable heat transfer resistances of the walls, combined roofs, attic floors and overlapping of the basements from the cost of thermal energy. Obtained results pointing to needs of increasing heat transfer resistance in terms of increasing energy costs.

Keywords: walling, heat transfer resistance, energy saving.

УДК: 624.15

**Терновий В.І., к.т.н., проф.,
КНУБА, м. Київ**

ГІДРАВЛІЧНИЙ СПОСІБ ПРИГОТУВАННЯ БІТУМНОЇ ЕМУЛЬСІЇ

З врахуванням ювілею НДІБВ в статті викладено фрагмент сумісних досліджень покрівельних технологій НДБВ, ІТТФ та КНУБА виконаних 20 років тому. Автор приймав участь у дослідженні якості бітумної емульсії для мастичних покрівель. Запропоновано новий гідравлічний спосіб виготовлення емульсії на основі дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ) у дисперсну систему розробленого у НДІ теплофізики. Викладено основи способу ДІВЕ та принципову схему установки. Приведено результати експериментальних досліджень диспергаторів установки для уточнення їх конструктивних рішень і параметрів технології виготовлення емульсії. Надано технічні параметри виготовленої експериментальної промислової установки та показники ефективності емульсії. Наукові розробки передано до Укрбудмеханізації для впровадження їх у будівельне виробництво але ця ефективна технологія не реалізована хоча актуальна і сьогодні.

Ключові слова: бітумна емульсія, гідравлічна установка, імпульси енергії, висока якість емульсії, ефективність технології.

Постановка проблеми. Сьогодні в Україні важливо розвивати виробничу сферу, збільшувати кількість робочих місць та виготовляти конкурентну продукцію. Це положення відноситься і до будівельної галузі, яка споживає велику кількість продукції вітчизняного і зарубіжного виробництва. Зарубіжні якісні матеріали дорогі, а виробництво якісних вітчизняних із-за недостатніх інвестицій збільшується повільно. На початку

незалежності України бітумну емульсійну мастику виготовляли методом малопродуктивного високов'язкого емульгування бітуму [1, 2], а якість її вимагала покращення. Під тиском якісних зарубіжних мастичних матеріалів виготовлення вітчизняної не конкурентної мастики майже повністю згорнулось. Отже, відновлення мастичних покрівель на основі вітчизняних матеріалів нового покоління задача актуальна.

Формулювання цілі статті. Доречно, у зв'язку з ювілеєм НДІБВ, викласти у цій статті результати широких досліджень двадцятилітньої давності з удосконалення технології влаштування покрівель, в тому числі і мастичних, на плоских дахах. Ці дослідження виконував тимчасовий творчий колектив із співробітників НДІБВ, НДІ Технічної Теплофізики НАНУ та кафедри Технології будівельного виробництва КНУБА протягом 1992 - 1997 рр. Організаторами таких досліджень були відомі вчені А. П. Баглай, О. І. Гармаш О. А. Корчинський та М. Г. Ярмоленко. Автор цієї статті був відповідальним виконавцем напрямку досліджень мастикових покрівель

Виклад основного матеріалу. В основу досліджень виготовлення бітумної емульсії (пасти) – основи покрівельних мастик було покладено розроблений в Інституті технічної теплофізики НАН України принципово новий метод процесу перемішування [3, 4] – метод дискретно-імпульсного введення енергії в рідинне середовище (ДІВЕ). За цим методом до об'єму дисперсної системи енергію вводять дискретними короткими імпульсами за допомогою пневмопульсатора або створюють апарати, в яких енергія меншої величини ніж у інших змішувачах вводиться у невелику частину об'єму дисперсної системи, яку прокачують через проточний кавітатор.

Кавітація – це динамічний процес у рідині, яка рухається у трубі з перепонами. Від різких знижень тиску вода може кипіти навіть за низької температури,

а у нашому випадку це значно підсилюється зустріччю води з гарячим бітумом. Кипіння супроводжується виділенням пари і повітря, які створюють бульбашки, що розширюються і змикаються (лопають) створюючи гідроудари на часточки бітуму і диспергують (подрібнюють) їх. Ці кавітаційні процеси значно підсилюють процеси перемішування, емульгування і диспергування.

Пробні лабораторні експерименти показали, що цим способом можна готувати бітумну емульсію (пасту з використанням глиняного емульгатора). Опираючись на теоретичні дослідження О. А. Корчинського у Інституті технічної теплофізики була виготовлена експериментальна установка з двома трубчастими проточними кавітаторами.

У диспергаторі I-го ступеня – це металева трубка діаметром 40 мм, довжиною 30 см, в середині сосно встановлено вершиною назустріч потоку рідин конусоподібне тіло. У ньому капельки розігрітого до температури 150°C бітуму попередньо подрібнюються і змішуються з водною суспензією глиняного емульгатора, температура якої біля 70°C . Суспензію слід подавати по осі диспергатора у оточенні потоку бітуму. Ці рідини подають з однаковим тиском з різних ємностей за допомогою двох насосів трубами діаметром 30 мм.

У диспергаторі II-го ступеня - це трубка діаметром 17 мм, довжиною 40 см, можна встановити на відстані 50 мм до трьох металевих діафрагм з різними отворами.

На експериментальному облаштуванні НДІБВ і ІТТФ з використанням обох диспергаторів були виконані дослідження з метою виявлення залежностей розміру міцели (крапельки бітуму у глиняній оболонці) емульсії від:

- температури суспензії емульгатора за температури бітуму $110 - 150^{\circ}\text{C}$;
- діаметра отвору в діафрагмах за сталої температури компонентів;
- форми диспергатора II ступеня.

Крім того виявлено вплив форми диспергатора II ступеня на гідравлічний тиск в системі перед диспергатором.

У дослідженнях використовували диспергатори з параметрами описаними вище. У диспергаторі II ступеня з отвором у діафрагмі 2 мм форма диспергатора мала 4 різновиди: F1 - одна діафрагма на вході; F2 – дві діафрагми на відстані 50 мм; F3 – три діафрагми на відстані 50 мм; F4 – дві діафрагми на відстані 100 мм.

Результати експериментальних досліджень наведено на рисунках 1-3.

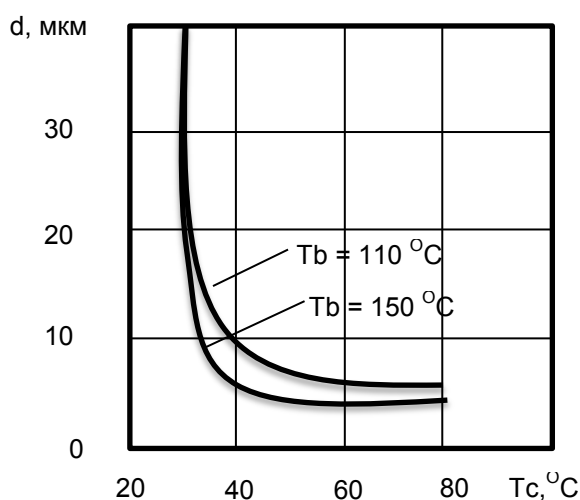


Рис. 1. Залежність діаметра міцели (d) від температури суспензії (T_c) емульгатора за вказаної температури бітуму (T_b)

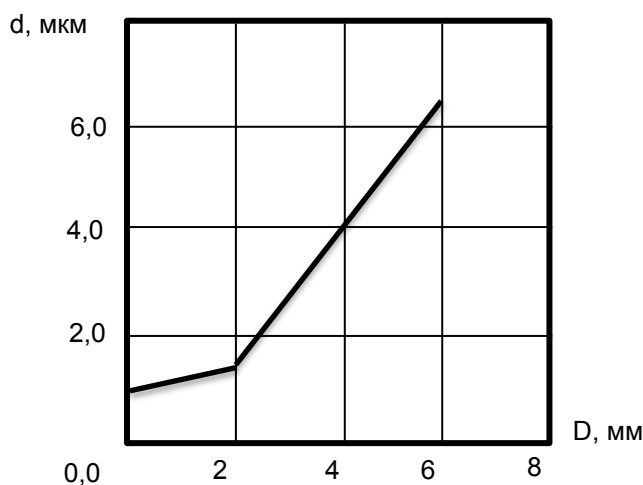


Рис. 2. Залежність діаметра міцели (d) від діаметра отвору в діафрагмі (D)

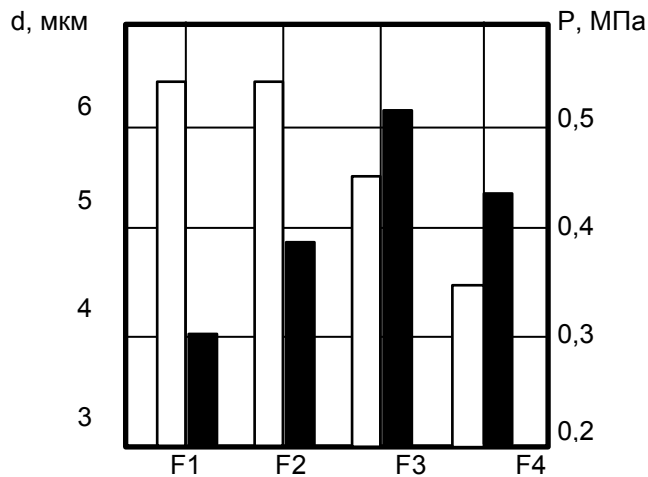


Рис. 3. Діаграми впливу форми диспергатора на діаметр міцели (d – не затушовані) та на тиск в системі (P – затушовані): F1 – F4 – форма диспергатора (див. текст)

За результатами досліджень були визначені конструктивні параметри диспергатора II ступені – 2 діафрагми на відстані 100 мм з отвором діаметром 4 мм та технологічні параметри: температура бітуму – 150°C , температура суспензії емульгатора – 70°C , тиск у гідросистемі перед диспергатором II – ступеня 0,40 – 0,45 МПа.

Ці дослідження дозволили запроєктувати і виготовити експериментальний промисловий зразок установки для приготування бітумної емульсії з глиняним емуль-

гатором. Принципова схема установки приведена на рисунку 4. Подальші виробничі випробування дозволили уточнити деякі конструктивні рішення, виявити раціональні режими її роботи та скласти інструкцію до її використання.

Технічні характеристики установки наступні:

- продуктивність – $3 \text{ м}^3 / \text{год}$;
- сумарна потужність електродвигунів – 9 кВт;
- габаритні розміри: довжина 1900 мм, ширина 1480 мм, висота 420 мм;
- маса установки – 152 кг;

У новому методі емульгування бітуму використано 4% масових частин бентонітової глини з Черкаського родовища без додаткового збагачення і без комплексного емульгатора із глини та азбесту в об'ємі 12 % масових частин. Нова бітумна емульсія мала розмір крапельок бітуму 3 – 10 мкм, а у існуючій в той час 10 – 30 мкм. Для приготування бітумної емульсії за новою технологією витрати енергії скорочено на 20%.

Для виготовлення покрівельної бітумноемульсійної мастики в емульсію з постійним перемішуванням добавляють пиловидний мінеральний наповнювач (у співвідношенні масових частин – паста : наповнювач – 8:2) та воду.

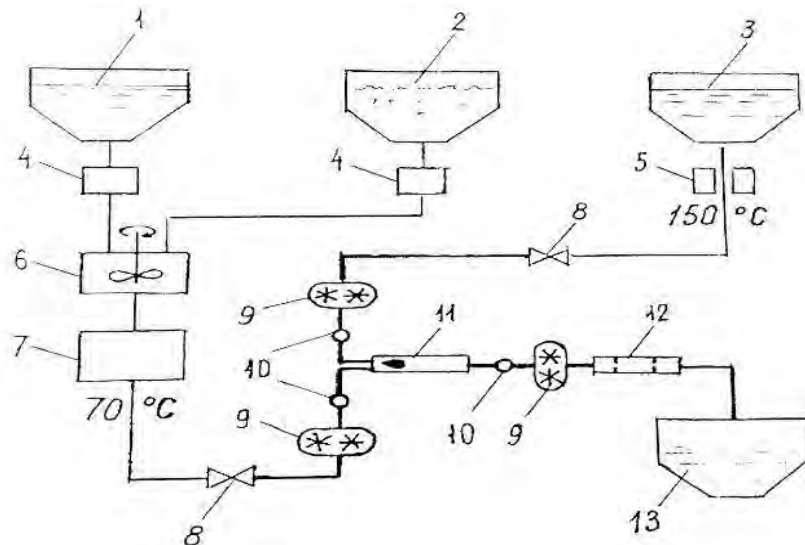


Рис. 4. Принципова схема установки для приготування бітумної емульсії (пасту): 1 – вода; 2 – глиня; 3 – бітум; 4 – дозатори; 5 – догрів бітуму; 6 – змішувач суспензії емульгатора; 7 – резервуар з глинистою суспензією; 8 – регулювальні крани; 9 – шестерінчасті насоси; 10 – манометри; 11 – кавітатор I ступеня; 12 – диспергатор-емульгатор II ступеня; 13 – бітумна емульсія (паста)

За результатами досліджень було опубліковано більше 10 наукових статей, наприклад, [5, 6], захищено кандидатську дисертацію [7] та передано наукові розробки у об'єднання Укрбудмеханізація для виробничого впровадження нової технології виготовлення бітумної емульсії. Проте тривала економічна нестабільність в Україні не сприяла впровадженню цієї революційної забутої технології у будівельне виробництво.

Висновки:

1. Дослідження вказують на перспективність та ефективність приготування бітумної емульсії методом ДІВЕ, розробку якого у 90-их роках ХХ ст. оцінено Державною премією України в області науки і техніки.

2. Основні переваги емульгатора нового типу полягають в тому, що:

- зменшуються витрати енергії на приготування емульсії;
- економиться сировина для емульсії якісним диспергуванням;
- можна використати сировину з меншим ступенем підготовки.

3. Будівельні технології з новою бітумною емульсією ефективні за рахунок зменшення її вартості та підвищення якості покриттів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Проектирование и устройство кровель и гидроизоляции на основе битумных эмульсионных паст и мастик на твердых эмульгаторах: РСН 295 – 88. – К.: НИИСП Госстроя УССР, 1989. – 60 с.
2. Паста и мастика битумная эмульсионная на твердых эмульгаторах. РСТ УССР 5027 – 89. – К.: НИИСП Госстроя УССР, 1990, - 25 с.
3. Долінський А. А. Принципи дискретно-імпульсного вводу енергії та його використання у технологічних процесах // Вісник АН УРСР. – 1984. – № 1. – С. 39-47.
4. А. С. 1263281 СССР, МКИ В01Д11/04. Массообменное устройство. / А. А. Долинский, А. А. Корчинский, А. А. Конфорович, И. В. Палиенко, П. И.

Кузьменко (СССР). – №3879931/31; заявлено 08.04.85; опубликовано 15.10.86, Бюл. №38. – 4с.

5. Эффективная технология приготовления битумной эмульсионной мастики / [Ярмоленко Н.Г., Баглай А.П., Корчинский А.А., Терновы В.И.] // Строит. производство, К.: АП НИИСП, 1993. вып. 33. С. 38 - 42.

6. Терновы В. И. Исследование гидравлического способа эмульгирования битума. / Терновы В. И., Корчинский А. А., Хафиз Ф. // Строительное производство. К.: АП НИИСП, 1997. - вып. 38. - С. 18 – 23.

7. Хафиз Ф. Технология устройства кровель из битумно-эмульсионных безасбестных мастик: автореф. дис. на здобуття наук. ст. канд. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / Хафиз Ф. – К., 1997, – 20с.

REFERENCES:

1. Projektirovaniye i ustroystvo krovel' i gidroizolyatsiy na osnove bitumnykh emul'sionnykh past i mastik na tverdykh emul'gatorakh: RSN 295-88. (1989). Kiyev: NIISP Gosstroya USSR, 60. [in Russian].
2. Pasta i mastika bitumnaya emul'sionnaya na tverdkh emul'gatorakh. RST USSR 5027-89. (1990). Kiyev: NIISP Gosstroya USSR, 25. [in Russian].
3. Dolins'ky, A. A. (1984). Pryntsypy dyskretno-impul'snoho vvodu enerhiyi ta yoho vykorystannya u tekhnolohichnykh protsesakh. Visnyk Akademiyi nauk URSR: 1, 39-47. [in Ukrainian].
4. Dolinskiy, A. A., Korchinskiy, A. A., Konforovich, A. A., Paliyenko, I. V. & Kuz'menko, P. I. (1986). Massoobmennoye ustroystvo A. S. 1263281 SSSR, MKI V01D11/04. №3879931/31. Byuleten': 38, 4. [in Russian].
5. Yarmolenko, N.G., Baglay, A.P., Korchinskiy, A.A., & Ternovyy V.I. (1993). Effektivnaya tekhnologiya prigotovleniya bitumnoy emul'sionnoy mastiki. Stroitel'noye proizvodstvo: 33, 38 - 42. [in Russian].

6. Ternovyy, V. I., Korchinskiy, A. A., & Khafiz F. (1997). Issledovaniye gidravlicheskogo sposoba emul'girovaniya bituma Stroitel'noye proizvodstvo: 38, 18 – 23. [in Russian].

7. Khafiz, F. (1997). Tekhnologiya ustroystva krovel' iz bitumno-emul'sionnykh bezasbestnykh mastik. Extended abstract of Doctor's thesis. Kiyev: KNUSA. [in Russian].

АННОТАЦИЯ

Отмечая юбилей НИИСП в статье изложен фрагмент исследований кровельных технологий коллективом из работников НИИСП, ИТТФ и КНУБА выполненных 20 лет назад. Автор принимал участие в исследованиях улучшения качества битумной эмульсии для устройства мастичных кровель. Предложено принципиально новый гидравлический метод изготовления битумной эмульсии с глиняным эмульгатором (пасты) для изготовления кровельной мастики. Изложена физическая суть метода Дискретно импульсного введения энергии (ДИВЕ) в жидкую дисперсную среду разработанного в НИИ теплофизики НАН Украины. Описаны конструкции предложенных проточных диспергаторов-эмульгаторов при помощи которых можно реализовать метод ДИВЕ в проектируемой гидравлической установке. Показана принципиальная конструктивная схема предложенной установки. Изложены результаты экспериментов выполненных для выявления оптимальных конструктивных решений диспергаторов, температуры расплавленного битума и водной суспензии эмульгатора, а также давления жидкой среды. Приведены

технические показатели изготовленной экспериментальной промышленной установки и эффективность предложенного способа изготовления и применения эмульсии. Отмечено, что научные разработки в 1997 г. были переданы Укрстроймеханизации для внедрения в строительное производство. Эти разработки не были реализованы из-за длительной экономической нестабильности в Украине, но они актуальны и сегодня.

Ключевые слова: битумная эмульсия, гидравлическая установка, импульсы энергии, высокое качество эмульсии, эффективность технологии.

ANNOTATION

Given the anniversary NIISP with the article fragment joint research roofing technologies NDBW, ITTF Institute and KNUBA made 20 years ago. The author participated in the study quality bitumen emulsion mastic for roofs. The proposed new hydraulic method of manufacturing emulsion on the basis of discrete-pulse energy input (DVI) in the disperse system developed in the Institute of Thermophysics. The fundamentals of the way DUE and concept installation. The results of experimental studies of dispersants installation to clarify their design decisions and parameters in the fabrication of the emulsion. The technical parameters produced an experimental industrial installation and the efficiency of the emulsion. Research and development transferred to Ukrbudmontazh for implementation in the construction industry but this effective technology is not implemented though is still relevant today.

Keywords: bituminous emulsion, hydraulic installation, energy pulses, high quality emulsion efficiency technologies.

UDC 624.048-033.26:621.651

Podelnik M., B., Master of Science, National University of Water Management and Natural Resources Use, Rivne, Ukraine

Saiyouri N., Doctor of Ecole Centrale de Paris, Professor, Institute of Mechanics and Engineering, Bordeaux, France

THE PHASE FIELD REGIME OF A GROUTING MODEL

The sophisticated grouting model based on the convection dispersion equation is used. Its set up corresponds to the standard laboratory test. For different sets of input data, it is checked numerically that the ratio of the distance covered by the injection front to the width of the zone of the transition from the soil with the maximal value of cement concentration in the liquid phase to the one where this concentration is negligible increases with time at sufficiently high injection pressure. Besides, the numerical evidence that in situ two-dimensional model of the permeation grouting based on a problem with a free moving boundary is relevant is produced.

Keywords: Phase field model, Convection dispersion equation, Grouting, Transition zone width, In situ conditions.

Introduction. Several decades are an ordinary duration of a large construction project. Often at the start of such the undertaking there is need in constructing a tunnel in a ground that is not going to experience heavy loads subsequently. In such the case before the excavation it is worthwhile to stabilize it to make sure that the shaft will not crash by the end of the project due to additional weight trees will create. In this case, the permeation grouting should be used to reduce the cost through preserving the structure of the treated soil. In this technique, cement grout is injected in soil at pressure that does not ruin the structure of the treated ground. It is expensive and time consuming. Its regime is determined by the evolution of the cement concentration distribution in space. Hence, modeling this

evolution is research that has a great value. Cement grout consists of particles. The small ones can deposit on the walls of the pores and pore throats. However, these particles can be large enough to get stuck in the pore throats [1]. Therefore, mathematical description of the cement grout propagation in the soil is not trivial. There are a lot of papers such as [2] and [3] that shed light on various issues that arise during the construction of this description through comparing the results of the model calculations with the ones of laboratory measurements. However, respective models are problems in which initial conditions do not conform to the boundary ones. It gives rise to the significant waste of computer resources that occurs during the search of numerical solutions [4]. Since they contain regions of high gradients which positions depend on time [2, 3], it is not feasible to estimate the truncation error through analysis of numerical solutions. Therefore, in the above mentioned papers there is significant uncertainty in the input data which allows neglecting the truncation error. However, it makes the above mentioned comparison to be not informative [5]. Nevertheless, in the recent research [4], the sophisticated grouting model based on the convection dispersion equation is developed. In this model initial conditions conform to the boundary ones. As for its set up, it corresponds to the standard laboratory test. In it, a cement grout is injected at a constant pumping rate in the base of a vertical tube opened at the top and filled with water saturated sand [2], [3]. In the reference [3], the injection pressure reaches 8 bars and it is assumed that at such the pressure the structure of the grouted sand is not ruined. The fact that results of numerical calculations according to the permeation grouting model [3] are in agreement with the ones of the respective laboratory measurements verifies this assumption. Moreover, if this technique is used to treat dry chalk, then the injection pressure can be as high as 12 bars [6]. M. Demchuk and N. Saiyouri performed rough estimates that indicate that at such the values of the injection pressure, permeation grouting can be modeled by a problem with a free moving boundary [7].

M. Demchuk has recently obtained numerical solutions of 2-dimensional problems of the latter class which set ups correspond to *in situ* grouting. In each of

these set ups, it is assumed that either a long trench or a round bore-hole is made under injector foundation. The astringent infiltrate is injected in such the injector at the constant pressure p_0 . In each case, the injection front (the curve Γ_4 on Figure 1) is a free surface and its evolution in time and space needs to be found. First, M. Demchuk obtained solutions choosing the initial position of the injection front as close to Γ_3 as a modern computer allows, however, according to *in situ* conditions [8]. Nevertheless, later he showed that such the choice of the initial position of the injection front gives rise to inappropriateness of adoption of the continuum approach. Moreover, as a remedial measure he offered to assume that the initial position of the injection front is the one of the free surface after 120 seconds of the evolution calculated according to the model [8]. This modification gave rise to only 3 % decrease in the injection time. As for the final injection front positions and their uncertainties, the modification does not influence them [9], [10].

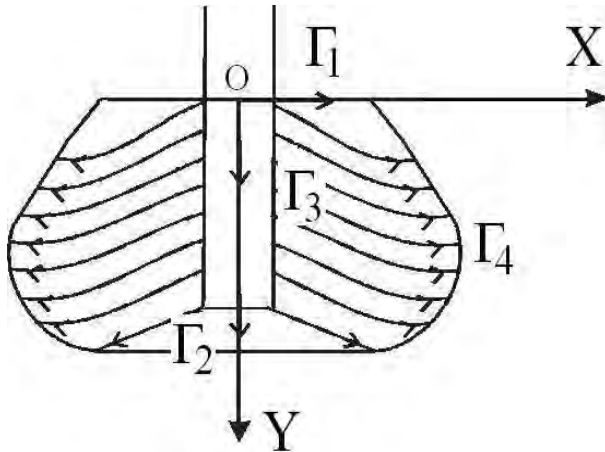


FIG. 1. The stabilized domain.

The aim of this work consists in checking numerically that starting from some moment of time one can model the evolution of the cement concentration spatial distribution during grouting using a problem with a free moving boundary. We conduct the numerical experiment in the frameworks of the calculation # 1 [9] and the sophisticated grouting model [4] based on the convection dispersion equation.

Numerical Results.

In what follows,

$$\varepsilon'_1(t_0) = \frac{\varepsilon_1(t_0 + \tau) - \varepsilon_1(t_0)}{\tau} \quad (1)$$

where $\tau \ll t_0$ and $\varepsilon_1(t_0)$ is uncertainty in the final injection front position obtained in the framework of the calculation #1 [9] when one assumes that the initial position of the injection front is the location of the free surface after time equal to t_0 elapses since the beginning of the evolution calculated according to the model [8]. From Table 1, it follows that there is the sharp threshold in the dependence $\varepsilon'_1(t_0)$ when $22\text{sec} < t_0 < 44\text{sec}$.

Since in the recent research [9] $t_0 = 120\text{sec}$, one can conclude that it is appropriate to use a problem with a free moving boundary to model the evolution of the cement concentration spatial distribution in the case of the calculation # 1 [9].

TABLE 1

The dependence of ε'_1 on t_0 .

t_0 (sec)	ε'_1 , %/sec
22	0.116
44	0.0175
66	0.0172
90	0.0169
104	0.0168
114	0.0166

As for the sophisticated grouting model [4], in what follows, the threshold value is the one which order of magnitude is one order of magnitude greater than the truncation error. We define the width of the transition zone as the distance between the point at which the cement concentration is equal to the difference between its maximal value and the threshold value and the point at which this concentration is equal to the threshold value. As for the position of the injection front, we assume that it corresponds to the point at which the cement concentration is two times smaller than its maximal value. The estimation of the truncation error is cumbersome because the solutions of the grouting models based on the convection dispersion equation contain regions of high gradients which positions depend upon time and not known in advance. In this work, we estimate the truncation error as described in [5]. The

calculations are performed for two sets of the input parameters. In the first set, the pumping rate, the length of the tube, and the number of the grid nodes in the spatial direction equal to $1.5 \cdot 10^{-6}$ m³/sec, 0,7 m, and 501 respectively [5] whereas in the second one they are equal to $1.2 \cdot 10^{-5}$ m³/sec, 5 m, and 4001. As for the diameter of the tube, the injection times, and the characteristics of the treated soil, their values are taken from the reference [5]. The values of the small parameters and the large ones introduced in the model to guarantee that the initial conditions conform to the boundary ones are the same functions of the number of the grid nodes in the spatial direction that are used in the reference [5]. In both cases, the time increment is equal to 0.005 sec. The results of numerical calculations for two sets of input data are presented in Tables 2 and 3 respectively. From Tables 2 and 3, it follows that the ratio of the transition zone width to the distance covered by the injection front decreases with time and that at a fixed injection time the higher the rate is, the smaller the ratio is.

TABLE 2

The numerical results for the case of the first set of input data

Injection Time (sec)	Ratio	Absolute Error
100	2.31	0.18
250	1.65	0.19
400	1.46	0.15

TABLE 3

The numerical results for the case of the second set of input data

Injection Time (sec)	Ratio	Absolute Error
100	1.24	0.11
250	0.82	0.07
400	0.66	0.05

Conclusion. In this work, it is checked numerically that modeling cement concentration spatial distribution evolution with the help of the problem that belongs to the class of problems with free moving boundaries is appropriate in the case of one of the calculations presented in [9]. Besides, in this work we produce the numerical evidence that the sophisticated grouting model [4] of the standard laboratory test becomes the phase field one at sufficiently high injection pressure.

REFERENCES:

1. M. M. Sharma and Y. C. Yortsos, American Institute of Chemical Engineers Journal 33(10), 1636-1643 (1987).
2. F. Bouchelaghem and L. Vulliet, International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics 25(12), 1195-1227 (2001).
3. O. Chupin, N. Saiyouri, and P. -Y. Hicher, Transport in Porous Media 72(2), 227-240 (2008).
4. M. B. Demchuk, Scientific Notes of NaUKMA 125, 46-51 (2011).
5. M. B. Demchuk, Scientific Notes of NaUKMA 151, 149-155 (2013).
6. C. Waren and I. Tromans, "Geotechnical Aspects of the Strood and Higham Tunnel Relining and Refurbishment," Proc. 10th Congress of the International Association for Engineering Geology and the Environment – Engineering Geology for Tomorrow's Cities (IAEG2006); September 6-10, 2006, Nottingham, United Kingdom. CD-ROM paper, Paper No. 46, 13 pp.
7. M. Demchuk and N. Saiyouri, "Modeling Cement Distribution Evolution During Permeation Grouting" in A. Fassò and A. Pollice (Editors), Proceedings of the GRASPA2015 Conference, Bari, 15-16 June, 2015. Special issue of GRASPA Working Papers. ISSN 2037-7738.
8. A. P. Vlasjuk and M. B. Demchuk, Scientific Bulletin of Chelm. Section of Mathematics and Computer Science No 1, 211-222 (2007).
9. M. B. Demchuk, Mathematical Machines and Systems No 3, 170-177 (2013).
10. M. B. Demchuk and O. G. Nakonechnyi, "Verifications of Results of Numerical Modelling of Real Scale Permeation Grouting" in Geotechnics of Roads and Railways, edited by H. Brandl and D. Adam, Proceedings of the 15th Danube-European Conference on Geotechnical Engineering, Novographic Druck GmbH, Vienna, 2014, pp. 659-664.

АНОТАЦІЯ

Використано детальну модель нагнітання, основу на рівнянні конвективної дисперсії. У ній постановка задачі відповідає стандартному лабораторному дос-

лідженню. Для різних наборів вхідних параметрів, перевірено чисельно, що відношення відстані, пройденої фронтом нагнітання, до ширини зони переходу від області максимальної концентрації цементу в рідкій фазі до області нульової такої концентрації зростає з плином часу за достатньо великого тиску нагнітання. Крім того отримано чисельне підтвердження адекватності використання задачі з вільною рухомою межею для моделювання нагнітання, що виконується за умов, наближених до реальних.

Ключові слова: модель фазового поля, рівняння конвективної дисперсії, стабілізація ґрунту, ширина перехідної зони, узгоджена початково-крайова задача, дво-вимірна модель, одно-вимірна модель.

АННОТАЦИЯ

Использовано подробную модель нагнетания, основанную на уравнении конвективной дисперсии. В ней постановка задачи соответствует стандартному лабораторному исследованию. Для различных наборов входных параметров проверено численно, что отношение расстояния, пройденного фронтом нагнетания, к ширине зоны перехода от области максимальной концентрации цемента в жидкой фазе к области нулевой такой концентрации возрастает с течением времени при достаточно большом давлении нагнетания. Кроме того получено численное подтверждение адекватности использования задачи со свободной подвижной границей для моделирования нагнетания, которое выполняется в условиях, приближенных к реальным. А именно, рассмотрен случай ряда цилиндрических инжекторов, который в модели заменён траншеей. При этом рассматривается нагнетание цементного раствора в сухой грунт под давлением, которое не способно разрушить структуру грунта.

Ключевые слова: модель фазового поля, уравнение конвективной дисперсии, стабилизация грунта, ширина переходной зоны, согласованная начально-краевая задача, двумерная модель, одномерная модель.

УДК 628.38

Клапченко В. І., к.т.н., доц.,
Краснянський Г. Ю., к.ф.-м.н., доц.,
Азнаурян І. О., доц., Кузнецова І. О.,
КНУБА, м. Київ

ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА В ТЕХНОЛОГІЇ БЕТОНУ

Використання промислових відходів у будівельній індустрії є перспективним напрямом зниження собівартості продукції і зменшення негативного навантаження на навколишнє середовище. За результатами будівельно-технічних (досліджувались міцність при стисканні і вигині, водопоглинання, водостійкість і морозостійкість) і санітарно-хімічних (досліджувались елементний склад і рівні міграції значущих в ґігієнічному відношенні металевих катіонів у водне середовище і середовище, що імітує кислотні дощі) випробувань зразків бетону, що містять осади гальваностоків металургійного виробництва, показано можливість використання осадів в якості добавок в бетон в кількості 1...2 %. Обґрунтовано рекомендації щодо використання бетонної суміші з добавками осаду для виготовлення залізобетонних плит для покриттів міських доріг.

Ключові слова: осад стічних вод; утилізація; бетонні вироби; будівельно-технічні, санітарно-хімічні дослідження

Постановка проблеми. Важливість захоронення токсичних промислових відходів, що містять важкі метали, в даний час не викликає сумніву, причому невідкладність вирішення проблеми весь час зростає. Одним з перспективних напрямків утилізації промислових відходів є включення їх у вигляді добавок до складу будівельних матеріалів. Зазначений спосіб забезпечує більшу в порівнянні з об'ємними сховищами екологічну безпеку, в тому числі і стійкість в умовах катастроф.

Аналіз основних досліджень та публікацій. Використання промислових

відходів при виробництві будівельних матеріалів було предметом ряду робіт, результати яких представлені, наприклад, в [1, 2]. Значний досвід досліджень по утилізації осадів гальванічних стічних вод при виробництві будівельних матеріалів накопичено на кафедрі фізики КНУБА [3-5].

Мета статті. Дослідження можливості і розробка способу утилізації осаду гальваностоків металургійного підприємства при виробництві бетонних виробів.

Основна частина. У процесі очищення стічних вод металургійного виробництва крім знешкодженої води утворюються осади-шлами. Досліджений осад стічних вод і є результатом травлення соляною кислотою і хімічного окислювання (чорніння) поверхонь металевих виробів. Осад стічних вод II виходить після промивання сталевих виробів, що виготовляються за технологією лиття, в розчині їдкого натру.

Результати фізико-хімічних досліджень осадів, зокрема їх висока дисперсність і, крім того, наявність у складі осаду і значної кількості кремнезему, вказують на те, що вони можуть, очевидно, використовуватися як добавки до цементу при приготуванні бетонної суміші.

Як видно з рис. 1 та 2, де наведено результати відповідних випробувань, залежність міцності бетону при стисканні від вмісту осадів I і II мають чітко виражені максимуми в області 2% і 1% відповідно. При цьому міцність при вигині також зростає. Вказане зростання міцності при додаванні осаду II пов'язане, мабуть, із впливом тонкодисперсної добавки на збільшення кількості зародків при гідратації цементу. Що ж стосується осаду I, який містить активний кремнезем, то його додавання до бетону призводить до хімічної взаємодії з гідроксидом кальцію, який виділяється при гідратації цементу, в результаті чого утворюються додаткові зв'язки двокальцієвого силікату. В кінцевому підсумку це повинно викликати зростання щільності цементного каменю і підвищення його міцності.

При збільшенні вмісту осаду I в бетонній суміші до 4%, а осаду II – до 2% (в подальшому все більше проявляються властивості осаду II як інертної добавки) міцність при стисканні практично не погіршується, а при вигині продовжує дещо зростати. У зазначених діапазонах практично не знижуються також водостійкість (втрати міцності при водонасиченні у всіх випадках не перевищують 17%) і морозостійкість бетону.

Підсумовуючи, можна зробити висновок, що введення до 4% осаду I або до 2% осаду II в бетонну суміш не змінює основних будівельно-технічних характеристик бетону і, таким чином, може бути рекомендованим за даним критерієм як спосіб утилізації осадів в зазначених кількостях.

Фактором, що в значній мірі визначає можливість утилізації осадів стічних вод при виробництві бетону, є його відповідність гігієнічним вимогам, які ставляться до неорганічних відходів і матеріалів з їх добавками.

У табл. 1 наведено встановлений за результатами емісійного спектрального та екстракційно-фотометричного аналізів елементний склад зразків бетону з добавками 2% осадів і гігієнічні норми кількісного вмісту основних неорганічних елементів. Із зіставлення наведених даних спостерігається повна відповідність бетону з добавками осадів в зазначених кількостях гігієнічним вимогам.

Як показали результати інфрачервоного спектрального аналізу, перераховані в таблиці метали перебувають у вигляді силікатів, карбонатів, гідроксосилікатів і гідроксосульфатів. Причому виявлені в складі бетону сполуки є важкорозчинними і, отже, не повинні виділятися з бетону в процесі його контакту з дощовими та ґрунтовими водами. Це підтверджується також даними за рівнями міграції значущих в гігієнічному відношенні металевих катіонів у водне середовище і середовище, що імітує кислотні дощі (табл. 1), які нижче за їхню ГДК для води з водойм.

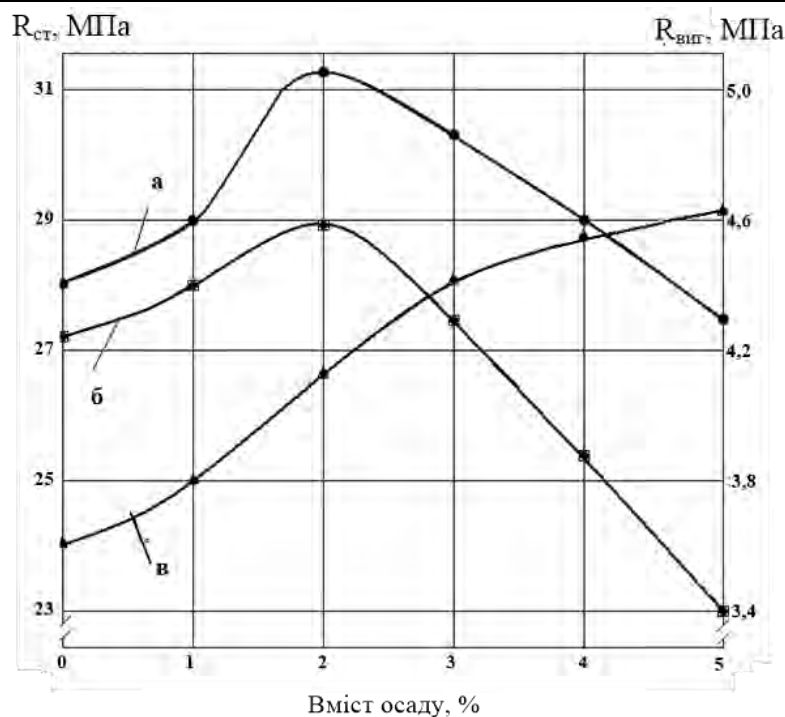


Рис. 1. Залежність міцності бетону при стисканні (R_{ct}) і вигині (R_{wig}) від вмісту осаду стічних вод I: а – при стисканні; б – при стисканні після водонасичення; в – при вигині

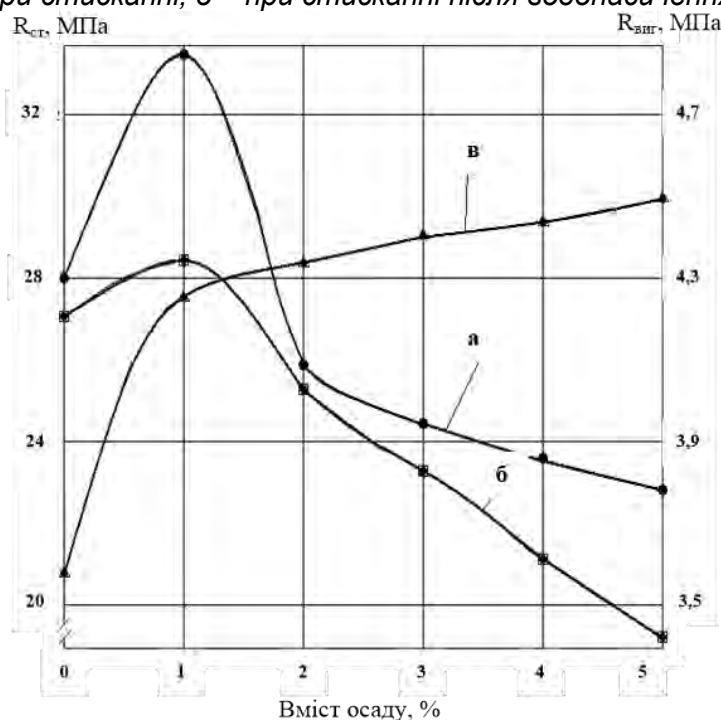


Рис. 2. Залежність міцності бетону при стисканні (R_{ct}) і вигині (R_{wig}) від вмісту осаду стічних вод II: а – при стисканні; б – при стисканні після водонасичення; в – при вигині

I, нарешті, результати досліджень показують, що бетон з добавками осаду в зазначених кількостях не виділяє при температурі понад 60°C летючих органічних або неорганічних сполук в навколишнє повітряне середовище, а його радіоактивність не перевищує фонову.

Таким чином, наведені результати і їх зіставлення з вимогами державних

стандартів на бетонні вироби і гігієнічними вимогами, що ставляться до неорганічних відходів та будівельних матеріалів з їх добавками, свідчать про те, що осад стічних вод можуть використовуватися як добавки в бетон в кількості до 2% по сухій масі. Оптимальний вміст осадів I і II в бетонній суміші становить, відповідно, 2% і 1%.

Таблиця 1

Вміст, допустимі норми та рівні міграції значущих в гігієнічному відношенні елементів в складі бетону з добавками 2% осадів стічних вод

Елементи	Бетон з осадом I			Бетон з осадом II			Допустима норма, %	Допустиме відхилення, %
	вміст, %	рівні міграції, мг/л		вміст, %	рівні міграції, мг/л			
		водне середовище	кислотне середовище*		водне середовище	кислотне середовище*		
алюміній	4,3	-	-	4,4	-	-	3,0	0,8
залізо	6,8	0,001	0,06	6,9	0,001	0,08	6,0	1,5
нікель	0,004	-	-	0,004	-	-	0,003	0,001
кобальт	0,005	-	-	0,005	-	-	0,003	0,001
хром-III	0,08	0,002	0,005	0,095	0,003	0,015	0,080	0,005
мідь	0,01	-	-	0,01	-	-	-	-
важкі метали	-	-	-	-	-	-	0,001	0,0005
ртуть, талій, селен, берилій, хром-VI	відсутність							
лужні	0,1	10,6	24,8	0,08	7,5	13,8	30	
лужно-земельні	15,2	6,5	9,2	15,0	6,2	9,0	300	

Примітка. * – середовище, яке імітує кислотні дощі (pH = 5,5) при 25...30°C.

Випробування зразків бетону з добавками осадів показали, що винесення іонів важких металів у воду, а отже, і екологічна безпека бетону, що містить осад, істотно залежать від технології приготування бетонної суміші. Для зменшення виділення токсичних компонентів з бетону важливо забезпечити рівномірний розподіл осаду за об'ємом матеріалу на рівні мікроструктури цементного тіста. Це сприяє утворенню важкорозчинних сполук важких металів, що ускладнює їх екстракцію водою. Крім того, в цьому випадку частинки осаду міцніше утримуються фізико-хімічними силами в гелевій структурі цементного тіста. Рівномірний розподіл досліджених осадів може бути досягнуто за допомогою їх попередньої сушки і помелу з подальшим змішуванням з цементом. Така технологічна схема прийнятна для більшості бетонозмішувальних заводів.

Осади стічних вод за гігієнічними вимогами доцільно додавати до бетону, призначеного для виготовлення конструкцій, які не контактують безпосередньо з внутрішніми об'ємами приміщень. За будівельно-технічними властивостями бетон з добавками осадів повинен відповідати всім вимогам державного стандарту на вироби певного

призначення. За вказаними критеріями досліджені осади стічних вод можуть, зокрема, використовуватися при виробництві бетону, призначеного для виготовлення залізобетонних плит для покриття міських доріг. При цьому задовольняються як гігієнічні, так і будівельно-технічні вимоги.

Висновки. За результатами будівельно-технічних і санітарно-хімічних випробувань зразків бетону, що містять осади гальваностоків металургійного виробництва, показано можливість використання осадів в якості добавок в бетон в кількості 1-2%. Обґрунтовано рекомендації щодо використання бетонної суміші з добавками осаду для виготовлення залізобетонних плит для покриттів міських доріг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Зайнуллин Х. Н. Утилизация осадков сточных вод гальванических производств. Уфа [б.и.], 2003. 272 с.
2. Кальгин А. А. и др. Промышленные отходы в производстве строительных материалов. М. : [б.и.], 2002. 131 с.
3. Сидоров В. М. и др. Бетон с добавкой осадка гальваносток / Передовой научно-производственный опыт, рекомендуемый для внедрения в строительстве объектов

агропромышленного комплекса : Научно-технический информ. сб. [б.и.] 1990. Вып. 5. с. 21 – 25.

4. Казанский В.М. и др. Использование осадка гальваносток в бетоне / Передовой научно-производственный опыт, рекомендуемый для внедрения в строительстве объектов агропромышленного комплекса: Научно-технический информ. сб. [б.и.] 1990. Вып. 9. с. 15 – 19.

5. Клапченко В. И., Краснянский Г. Е., Дугинов В. Е., Кучерова Г. В. Утилизация осадка гальваносток при производстве бетона / Містобудування та територіальне планування : Наук.-техн. збірник. К : КНУБА, 2011. Вип. 39. с. 38 – 41.

REFERENCES:

1. Zainullyn Kh. N. (2003). Utilization of sewage sludge from galvanic productions. Ufa, Russia : [N.p.] [in Russian]

2. Kalhyn A. A. & other (2002). Industrial waste in the production of building materials. Moscow, Russia : [N.p.] [in Russian]

3. Sydorov V. M. & other (1990). Concrete with the addition of a sediment of galvanic drains. Advanced scientific and production experience recommended for the implementation of the construction of agro-industrial complex facilities, issue. 5. 21 – 25 [in Russian]

4. Kazanskyi V.M. & other (1990). The use of galvanic drains sludge in concrete. Advanced scientific and production experience recommended for the implementation of the construction of agro-industrial complex facilities, issue. 9. 15 – 19 [in Russian]

5. Klapchenko V. Y., Krasnianskyi H. E., Duhynov V. E., Kucheroва H. V. (2011). Recycling of galvanic drains during the manufacture of concrete. Urban and territorial planning, issue 39. 38 – 41 [in Russian].

АННОТАЦИЯ

Использование промышленных отходов в строительной индустрии является перспективным направлением снижения себестоимости продукции и уменьшения негативной нагрузки на окружающую среду. По результатам строительно-технических (исследовались прочность при сжатии и изгибе, водопоглощение, водостойкость и морозостойкость) и санитарно-химических (исследовались элементный состав и уровни миграции значимых в гигиеническом отношении металлических катионов в водную среду и среду, имитирующую кислотные дожди) испытаний образцов бетона, содержащих осадки гальваносток металлургического производства, показана возможность использования осадков в качестве добавок в бетон в количестве 1-2 %. Обоснованы рекомендации по использованию бетонной смеси с добавками осадка для изготовления железобетонных плит для покрытий городских дорог.

Ключевые слова: осадок сточных вод; утилизация; бетонные изделия; строительно-технические, санитарно-химические исследования

ANNOTATION

Utilization of industrial waste in the construction industry is a promising direction in reducing the cost of production and reducing the negative impact on the environment. The possibility of using precipitation as additives in concrete in the amount of 1 ... 2% is shown from the results of construction-technical (compressive strength and bending strength, water absorption, water resistance and frost resistance were investigated) and sanitary-chemical (elemental composition and migration levels for hygienically significant of metallic cations into the aquatic environment and the environment simulating acid rains were investigated) tests of concrete samples containing sediments of galvanic metallurgical production. Recommendations on use of concrete mix with additives of precipitation for manufacturing of reinforced concrete slabs for coverings of urban roads were proved.

Keywords: sewage sludge; recycling; concrete products; construction-technical, sanitary-chemical research.

УДК 629.55

Данелюк В.И., к.т.н., доц.,
Бичев И.К., к.т.н., доц.,
Рубцова Ю.А., ассист.
Цвигун С.И., магистр,
Иванец А.Е., магистр,
ОГАСА, ГП «ЧерноморНИИпроект»,
г. Одесса.

**АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
 БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
 КОНСТРУКЦИЙ МОРСКИХ ПОРТОВЫХ
 ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

Несмотря на тяжелую экономическую ситуацию в стране и потерю нескольких торговых портов, Украина обладает большим потенциалом в Черном море. Морские порты, важнейшая составляющая транспортной и экономической системы страны, ждут решения комплекса важнейших проблем и находятся в неудовлетворительном состоянии. Эксплуатация портовых гидротехнических сооружений осуществляется со значительными нарушениями. В связи с ростом грузооборота порты перегружаются, а случаи перегруза не регистрируются. Допустимые нагрузки на причалы необходимо пересматривать в зависимости от их технического состояния. В связи с этим вопрос о продлении эксплуатационно-технического ресурса портовых гидротехнических сооружений, их модернизации в соответствии с современными требованиями весьма актуален.

В работе рассмотрена проблема портовых гидротехнических сооружений, приведена характеристика категорий технического состояния конструкций, представлен анализ технического состояния причальных сооружений.

Ключевые слова: портовые гидротехнические сооружения, морской порт, техническое состояние, эксплуатация портов.

Постановка проблемы. Портовые гидротехнические сооружения эксплуатируются со значительными нарушениями правил технической эксплуатации, что

приводит к деформациям конструкций. Текущий и капитальный ремонты проводятся несвоевременно. Перечисленные факторы существенно влияют на эксплуатационно-технический ресурс портовых гидротехнических сооружений.

Цель статьи. Обосновать необходимость и нормативно закрепить запрет владельцам причалов проводить работы по проектированию, обследованию, диагностике, паспортизации и др. без согласования с ГП «ЧерноморНИИпроект».

Основной материал.

Морские порты являются важным элементом как внутренней, так и внешней экономики страны, внося значимый финансовый вклад в её развитие. Украина обладает самым мощным портовым потенциалом среди всех стран Черного моря. В Одесском регионе находится семь портов, из которых три — Черноморский, Одесский и Южный — имеют наилучшие морские подходы, с глубиной у причалов до 15 м. Около 60% всего грузооборота украинских морских портов приходится на порты Большой Одессы (Одесский, Черноморский, Южный порты). Порты имеют более 330 тыс. м² крытых складов и более 2,5 млн. м² открытых складских площадей [5].

Анализ данных технического состояния причальных сооружений, находящихся в эксплуатации транспортных предприятий Украины, позволяет утверждать, что в процессе эксплуатации причалы в морских портах подвергаются прогрессирующему износу. Большинство причалов в современной портовой инфраструктуре Украины представляют собой сооружения со сроком эксплуатации 30 и более лет. Определенные на момент их проектирования нагрузки были достаточными для того времени. Но, с годами порты переориентировались с одних грузов на другие, с одних судов на более большие, под которые ГТС изначально не были запроектированы. В связи с этим меняются и нагрузки на ГТС.

Чаще всего эксплуатирующие организации пренебрегают необходимостью соблюдать нормы нагрузок. Профилакти-

ческая работа по недопущению перегрузов на причалах практически не проводится, случаи перегруза не регистрируются, допустимые нагрузки на причалы не пересматриваются.

Для обеспечения расчетной несущей способности конструкции гидротехнического сооружения, в обязательном порядке должен вестись контроль за эксплуатационными нагрузками. Ответственность за это должна нести эксплуатирующая организация. Обязанности эксплуатирующих организаций необходимо отразить в нормативно-правовой документации. Это позволит поддерживать техническое состояние причалов на должном уровне и будет обеспечивать их безопасную эксплуатацию.

По данным «ЧерноморНИИпроект» и Регистра судоходства Украины, имеют место факты снижения уровня безопасности эксплуатации портовых гидротехнических сооружений.

Текущий и капитальный ремонты проводятся несвоевременно, не в полном объеме, зачастую с привлечением малоквалифицированных организаций, не имеющих опыта работы в морской гидротехнике. Несвоевременно проводятся инженерно-технические осмотры и обследования гидротехнических сооружений [2].

Прежде всего, для поддержания работоспособности ГТС, необходимо следовать нормативным требованиям к их эксплуатации, которые определены в НД 31.3.003:2005 «Правила технической эксплуатации портовых сооружений и акваторий» и дополнениях внесенных приказом Министерства инфраструктуры Украины №411 от 18.06.2013г. Должен предусматриваться комплекс организационных и инженерно-технических мероприятий по соблюдению установленного режима эксплуатации, а также требований по оптимальному техническому обслуживанию и ремонту.

Для создания и эффективного функционирования такого режима необходима информационная и технологическая основа – данные о

техническом состоянии сооружений, современная научно-исследовательская база гидротехнического строительства и производства строительных материалов, разработка индивидуальных инженерных решений при проведении ремонтно-восстановительных работ для каждого объекта с учетом природно-климатических факторов, особенностей конструктивных схем и условий эксплуатации.

В общей длине причальных сооружений более половины составляют сооружения эстакадной конструкции. Наиболее применимы в отечественной практике сборные железобетонные эстакады на предварительно напряженных призматических сваях и сваях-оболочках с верхним строением из крупноблочных элементов с глубинами у причалов 4,5-13 м.

Исследования условий эксплуатации причалов показали, что конструкции эстакад, находящиеся в надводной зоне, подвергаются нагрузкам от грузов на верхнем строении и от перемещаемых кранами грузов, а также нагрузкам, вызываемым судами. На сохранность конструкций воздействуют вещества, обрабатываемые на причалах, и атмосферные воздействия. Как правило, состояние конструкций определяется при обследовании без проведения специальных исследований.

Зона переменного горизонта воды представляет собой участок между уровнями высоких и низких вод. Колебания уровня воды зависят от местонахождения и климатических показателей. Ежегодные колебания могут быть значительными. Вода, которая замерзает и тает, вызывает очень значительные воздействия на поверхности конструкций. Как правило, в зоне обледенения стальных конструкций не образуется защитный коррозионный слой, так как он стирается льдами. Подход судна к причалу во льдах и разрушение льда у причала вызывает воздействия на конструкции в зоне переменного горизонта воды.

Подводные конструкции – подвергаются нагрузкам, вызванным навалом судов. Особенно носовые бульбы судов могут вызвать большие разрушения в

стенowych конструкциях и разрушить сваи. Повреждения подводных конструкций трудно обнаружить без проведения водолазных обследований.

В связи с этим возникает необходимость в восстановлении бетонных и железобетонных конструкций, которая связана с подбором, испытаниями и внедрением строительных материалов повышенной стойкости, способных обеспечить необходимое качество ремонтно-восстановительных работ, в зависимости от типов устраняемых дефектов, а также с разработкой индустриальной технологии производства ремонтных работ конструкций причалов.

Материалы, применяемые для ремонта портовых гидротехнических сооружений, помимо прочности должны обладать рядом защитных свойств в условиях периодического или постоянного воздействия морской воды и льда, максимальной совместимостью с бетоном, иметь высокий показатель адгезии. Соответствие физических, химических и электрохимических характеристик ремонтной и существующей систем является обязательным, если ремонтная система должна выдерживать все усилия и напряжения, вызываемые полной нагрузкой, и при этом не терять своих свойств и не разрушаться в конкретных условиях окружающей среды и в течение определенного временного промежутка. Под ремонтной системой, в данном случае, подразумевается композитная система, состоящая из ремонтного материала, контактного слоя и ремонтируемого бетона. Только сохранение композитной системы может служить основой долговечности отремонтированной конструкции. Критерием обеспечения сохранности композитной системы и является показатель адгезии.

Стратегию ремонта определяют такие факторы, как оценка условий расположения конструкции (подводная, надводная, переменного уровня воды), величина кавитационного воздействия, подверженность ударным и динамическим нагрузкам, агрессивность среды (контакт с морской водой), сезонность, ограничение сроков и совме-

щение ремонтных работ с функционированием портовых сооружений. Большое значение имеет расположение конструкции в плане ее доступности для ремонта, то есть возможность установки опалубки или необходимость применения тиксотропных материалов. Ремонт бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений, в зависимости от их расположения, вида и размера разрушения, производится различными способами. От выбранного способа ремонта зависит и выбор применяемых материалов.

Для морских портовых гидротехнических сооружений приняты следующие категории технического состояния конструкций [1]: удовлетворительное; удовлетворительное, требующее ремонтных работ; удовлетворительное с ограничениями; удовлетворительное с ограничениями, требующее ремонтных работ; непригодное к эксплуатации; аварийное.

Рассмотрим несколько характерных примеров состояния морских портов Украины.

ГП «Измаильский морской торговый порт». В конструктивном отношении причал представляет собой набережную-эстакаду со сборным ж.б. верхним строением: длина причала – 201,2 м,. Причал состоит из двух участков: переходный – длина 18,9 м (продолжение причала); основной – длина 182,3 м. Причал разбит на четыре секции длиной 49,93; 50,79; 49,9 и 50,58 м соответственно. На причале установлено восемь швартовых тумб на усилие 60 тс. Причал оборудован отбойными устройствами, колесоотбойным брусом, крановыми и железнодорожными путями [3].

Техническое состояние причала по результатам контрольно-инспекторского обследования:

Свайное основание. Включает 68 поперечных и 6 продольных рядов (А, Б, В, Г, Д, Е) ж.б. свай сеч. 40х40см с наголовниками, всего 431 сваю.

На момент проведения настоящего обследования вся поверхность свай покрыта тонким (2 – 3 мм) слоем ила, что не позволяет зафиксировать трещины и, в

конечном счете, идентифицировать ширину их раскрытия.

Наголовники (рис.1). По данным обследования 107 наголовников имеют повреждения в виде сколов бетона на гранях, ребрах, нижней поверхности с оголением и коррозией арматуры глубиной от 5 до 10 см.

Верхнее строение выполнено в виде сборных железобетонных плит шириной порядка 14,5 м. Зафиксированы локальные участки повреждения бетона нижней поверхности плит ростверка глубиной до 7,0 см на общей площади порядка 4,64 м² (порядка 0,16% общей площади).

Бортовая балка (рис. 2) выполнена в виде сборных ж.б. плит. Высота – порядка 2,51 – 2,67 м. Около 16% бортовой балки (81,8 м²) имеет сквозные разрушения бетона, а также разрушения на глубину до 8,0 см с оголением арматуры, многочисленные отколы и разломы бетона.

Тыловое сопряжение – подпорная стенка из двух курсов бетонных массивов. Массивы первого курса имеют ширину 1,7 м, массивы второго курса – 2,2 м; высота массивов – 1,65 м. Массивы второго курса имеют потерну сечением 80×80 см (потерна перекрыта ж.б. плитами).

На момент проведения обследования порядка 50% поверхности тылового сопряжения прикрито слоем ила.

Техническое состояние причала Измаильского морского торгового порта можно признать удовлетворительным, требующее ремонтных работ (устранение зафиксированных дефектов свайного основания, верхнего строения, бортовых балок, кранового пути и др.).

ГП «Черноморский (Ильичевский) морской торговый порт». В конструктивном отношении причал представляет собой трех-, четырех и пятирядную эстакаду на ж.б. сваях со сборно-монолитным ж.б. верхним строением. Длина причала – 100,0 м [3].

Свайное основание – ж.б. сваи сеч. 45×45 см. Подпричальный откос – из камня массой 15 – 100 кг, уклон 1:1,5.

Тыловое сопряжение – в виде одного курса бетонных массивов.

Бортовая балка выполнена в виде сборных ж.б. плит. Высота – порядка 1,26 – 1,37 м.

Причал оборудован швартовными и отбойными устройствами, каналами инженерных коммуникаций, железнодорожными путями, покрытием и др.

Техническое состояние причала по результатам контрольно-инспекторского обследования:

Свайное основание (рис. 3). Зафиксировано сваи имеющие повреждения в виде трещин и сколов ребер, а также бетонные кожухи, имеющие повреждения в виде трещин, сколов ребер и разрушения бетона до рабочей арматуры (порядка 38 % общего количества свай). Сваи покрыты защитным полимерным материалом. Плиты ростверка и наголовников свай (рис. 4) покрыты защитным полимерным материалом. Зафиксировано повреждения в виде трещин и сколов, а также разрушения бетона и коррозия рабочей арматуры.

Верхнее строение. Зафиксированы локальные участки повреждения бетона нижней поверхности плит ростверка глубиной до 12,0 см на общей площади порядка 25 м² (порядка 2% общей площади).

Бортовая балка. Зафиксированы локальные участки разрушения бетона на глубину до 12 см, общей площадью порядка 17,0 м² (порядка 13% общей площади), из них 12,5 м² – сквозные разрушения бетона.

Существенных изменений технического состояния основных конструкций причала (свайное основание, швартовные устройства, отбойные устройства, покрытие, элементы инженерных коммуникаций и др.) не зафиксировано.

В целом, техническое состояние причала следует признать удовлетворительным, требующее ремонтных работ (необходимо проведение ремонтных работ свайного основания, верхнего строения).

Изучение состояния причалов свидетельствует о том, что:

- почти 25% исследуемых сооружений не может эксплуатироваться в нормальном



Рис. 1. Состояние свай и наголовника



Рис. 2. Состояние бортовой балки



Рис. 3. Повреждения свайного основания



Рис. 4. Состояние нижней поверхности плиты ростверка и наголовников свай

режиме на проектні навантаження (технічне-ське стан окремих конструкцій – аварійне; непридатне до нормального експлуатації; задовільне, що потребує ремонтних робіт);

- більше половини споруд потребують виконання робіт по капітальному ремонту окремих конструктивних елементів (технічне стан – задовільне, що потребує ремонтних робіт).

Висновок. До основних пошкоджень причальних гідротехнічних споруд належать:

- пошкодження свай – сколи кутів, вертикальні тріщини, руйнування захисного шару бетону з оголенням і корозією арматури.

- пошкодження бортових балок – розломи, руйнування захисного шару бетону з оголенням і корозією арматури, сквозні руйнування бортових балок з помітним корозією і деформацією арматури.

За результатами комплексного аналізу причальних гідротехнічних споруд необхідно розробити загальну модель пошкоджуваності таких споруд, а також регламент проведення ремонтно-відновлювальних робіт.

Необхідно нормативно закріпити відповідальність власників за технічне стан причалів, а також заборонити проводити роботи по проектуванню, обстеженню, діагностиці, паспортизації і др. без погодження з ГП «Чорномор-НІІпроект».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Поїзнер М. Б. Стан техніко-експлуатаційного стан водотранспортних споруд України // Вісник Одеського національного морського університету. Збірник наукових праць. Вип. 29 // Одеса, 2011. с.124-128.

2. Інструкція з інженерного обстеження і паспортизації причальних гідротехнічних споруд (НД 31.3.002 – 2003) / Одеса, 2003.

3. Матеріали технічних обстежень і паспортизації, виконаних ЧорноморНІІпроект за 2005-2016гг.

4. Тертична Л.В. Забезпечення безпеки експлуатації причальних гідротехнічних споруд. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uomaneb.narod.ru/Tertichnaya.doc>

5. Причальний потенціал України / В.Г. Кухарчик // Економічні інновації: Зб. наук. пр. - Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2011. – Вип. 43. – С. 143-149. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/66908/17-Kukharchyk.pdf?sequence=1>

REFERENCES:

1. Poizner, M.B. (2011). The level of technical and operational state of water transport facilities in Ukraine. Bulletin of the Odessa National Maritime University. Collection of scientific papers. Issue. 29. Odessa, Ukraine, 124-128.

2. ND 31.3.002 – 2003 (2003). Instructions engineering inspection and certification of port hydraulic structures, Odessa, Ukraine [in Ukrainian].

3. Materials of technical surveys and certification carried out by ChernomorNIIproekt for 2005-2016.

4. Tertychna, L.V. (2015). Maintenance of safety of operation of port hydraulic structures. [Product innovative policy]. Retrieved from <http://www.uomaneb.narod.ru/Tertichnaya.doc>

5. Kukharchik, V.G. (2011). Port potential of Ukraine [Product innovative policy]. Economic innovation. Issue. 43, 143-149. Retrieved from <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/66908/17-Kukharchyk.pdf?sequence=1>

АНОТАЦІЯ

Незважаючи на важку економічну ситуацію в країні і втрату кількох торгових портів, Україна має великий потенціал у Чорному морі. Морські порти, найважливіша складова транспортної та економічної системи країни, чекають вирішення комплексу найважливіших проблем і знаходяться в незадовільному стані. Експлуатація причальних гідротехнічних споруд здійснюється зі значними порушеннями. У зв'язку із зростанням

вантажообігу порти перевантажуються, а випадки перевантаження не реєструються. Допустимі навантаження на причали необхідно переглядати в залежності від їх технічного стану. У зв'язку з цим питання про продовження експлуатаційно-технічного ресурсу портових гідротехнічних споруд, їх модернізації відповідно до сучасних вимог досить актуальне.

У роботі розглянуто проблему портових гідротехнічних споруд, приведено характеристику категорій технічного стану конструкцій, представлено аналіз технічного стану причальних споруд.

Ключові слова. Портові гідротехнічні споруди, морський порт, технічний стан, експлуатація портів.

ANNOTATION

Despite the difficult economic situation in the country and the loss of several trading ports, Ukraine has great potential in the Black Sea. Sea ports are the most important component of the transport and economic system of the country, they are waiting for the solution of a complex of the most important problems and are in an unsatisfactory state. The operation of port hydraulic structures is carried out with significant disruptions. In connection with the growth of cargo turnover, the ports are reloaded, and cases of overload are not recorded. The permissible loads on the berths need to be reviewed depending on their technical condition. In this regard, the issue of extending the operational and technical resource of port hydraulic structures, their modernization in accordance with modern requirements is very relevant.

The paper considers the problem of port hydraulic structures, gives a description of the categories of technical condition of the structures, presents an analysis of the technical state of the berthing facilities.

Keywords. Port hydraulic engineering structures, seaport, technical condition, operation of ports.

УДК 528.48

**Ковтун В.Я., віце-президент
ГС «УТГК.», гол. інженер Державна
корпорація «Укрметротунельбуд»,
Доч.П. «Укргеодезмарк», ПАТ
«Київметробуд», м. Київ
Білоус М.В., к.т.н., директор Доч.П.
«Укргеодезмарк», м. Київ**

ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕФОРМАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ БУДІВЕЛЬ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ М. КИЄВА

У статті розглянуто сучасні інженерно-геодезичні технології деформаційного моніторингу забудови об'єктів в історичній частині міста Києва, що розташовані в районі об'єкта будівництва. За результатами проведеного аналізу досліджень стає очевидним той факт, що подальше вдосконалення та впровадження сучасних технологій є надзвичайно актуальним та потрібним. Дослідження об'єкту та матеріалів проведених робіт дали змогу визначити загальний стан будівлі та її частини підземного паркінгу, які потребують спостереження за вертикальними просадками. У зв'язку з тим що будівля піддається великим навантаженням на несучі конструкції та виявлені тріщини, рекомендовано продовжити подальший моніторинг.

Ключові слова: моніторинг, деформація будівель, геодезична мережа, репер, нівелір.

Постановка проблеми. Проблеми, що виникають при експлуатації будівель є питанням збереження споруд шляхом моніторингу за їхніми деформаціями. Будівлі висотою понад 100 метрів відносяться до сучасної забудови початку ХХІ ст., мають статус унікальних споруд побудованих в складних гідрогеологічних умовах місцевості. Ці та інші умови спонукають до впровадження ефективних інженерно-геодезичних технологій деформаційного моніторингу.

Аналіз останніх досліджень. За результатами проведеного аналізу досліджень

[1, 2, 3] стає очевидним той факт, що подальше вдосконалення та впровадження сучасних технологій, пов'язаних з виконанням високоточного інженерно-геодезичного обладнання для моніторингу деформаційного стану будівель, що експлуатуються, є надзвичайно актуальним та потрібним.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Дослідження об'єкту та матеріалів раніше проведених робіт дали змогу визначити загальний стан будівлі та її частини підземного паркінгу, які потребують спостереження за вертикальними просадками, а саме на відмітці - 9.600м., яка розташована в зоні чаші басейну та деформаційні репера будівлі, що підлягають спостереженню за вертикальними деформаціями багатофункціонального комплексу МФК Gulliver – єдиного об'єкта на ринку торгово-офісної нерухомості Києва, який має настільки вдале місце розташування. Він розташований одночасно в історичному і діловому центрі столиці, на перетині основних транспортних артерій, в безпосередній близькості від ключових станцій метро і зупинок громадського транспорту.

Комплекс складається з бізнес-центру класу «А» у вигляді двох веж, і 10-поверхового торгово-розважального центру.

МФК Gulliver є найвищою будівлею в столиці. Висота 33-поверхової вежі «А»

бізнес-центру становить 141 метр. Рис 1. Загальна площа комплексу – 157 400 кв.м. Бізнес-центр Gulliver повністю відповідає всім міжнародним критеріям, призначеним для офісних центрів класу «А», технічні рішення і злагоджена робота всіх систем життєзабезпечення комплексу забезпечуються інтелектуальною автоматизованою системою контролю і управління будівлею, тобто управління всіма інженерними системами здійснюється з одного пульта. У бізнес-центрі найсучасніші системи опалення, вентиляції та кондиціювання. Пожежну безпеку забезпечує спринклерна система пожежогасіння від фірм Mercor (Польща) і Siron (Нідерланди). А безперебійне енергопостачання гарантоване власною підстанцією і декількома аварійними дизель-генераторами.

Дочірнім підприємством «Укргеодез-марк» ПАТ «Київметробуд» Державної корпорації «Укрметротунельбуд» була розроблена програма спостережень деформаційного моніторингу на виконання інженерно-геодезичних робіт по спостереженню деформацій несучих конструкцій у зоні чаші басейну в паркінгу на позначці -9,600 Торговоофісного комплексу з об'єктами громадського призначення та паркінгом, що знаходиться за адресою: м. Київ, пл. Спортивна 1-А.

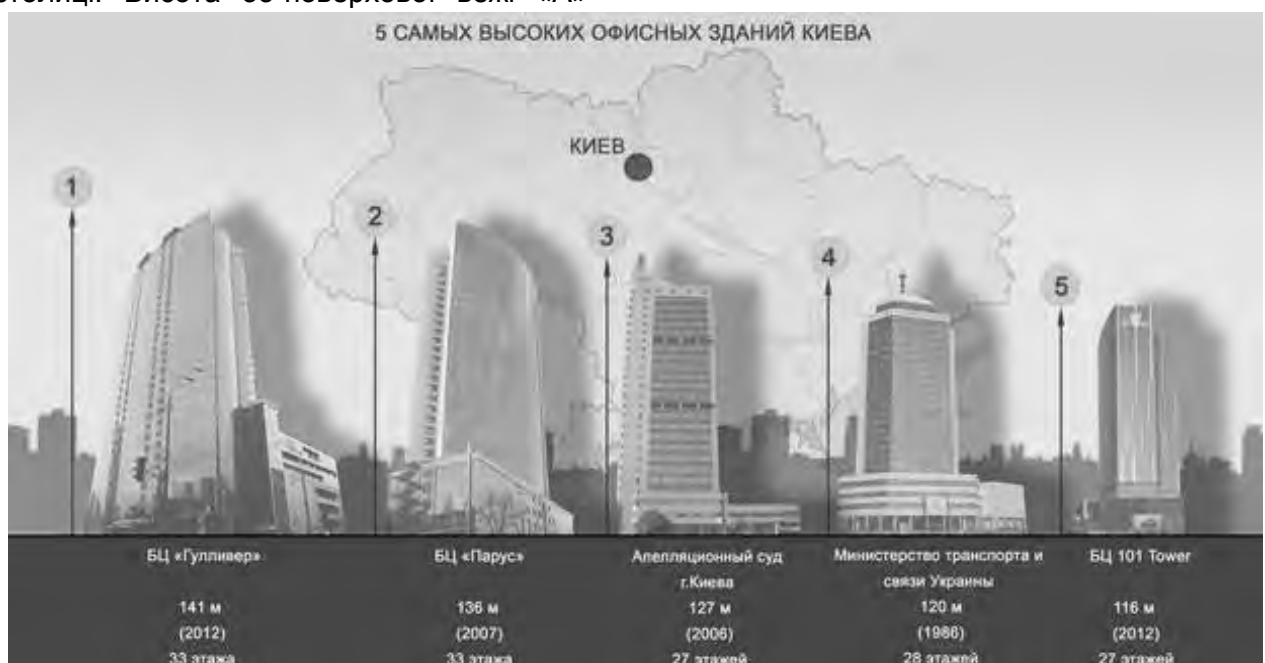


Рис 1. Висотні будівлі м. Києва

Мета дослідження. Метою роботи передбачалося впровадження сучасних методів для комплексного дослідження деформацій будівель, відміток реперів, просядок в районі несучих конструкцій забудови для розроблення рекомендацій щодо сучасних методів деформаційного моніторингу в процесі експлуатації будівлі.

Виклад основного матеріалу.

Дані роботи виконані, як продовження робіт по спостереженню за вертикальною деформацією будівлі. Спостереження почали виконувати в січні 2014 р., в зв'язку з початком експлуатації МФК Gulliver. Самі деформаційні репери були закладені в колонах паркінгу на позначці -9,600 м.

В якості вихідних реперів використовувались, раніше закладені глибинні Rp Гл.IV, RpГл.III, під спостереження Торгівельно-Офісного центру "Парус" а також стінні Rp 42, Rp АПУ742

Між вихідними глибинними реперами прокладались контрольні ходи нівелювання II класу в прямому та зворотному напрямках з дотриманням вимог діючої "Інструкції по нивелированию I, II, III и IV класса".

Згущення мережі висотного обґрунтування в районі виконання робіт створене прокладанням окремих ходів та полігонів нівелювання II класу із дотриманням наступних вимог:

- допустимі нев'язки в ходах та полігонах не перевищували:

$$f_h \leq \pm 5 \text{ мм} \sqrt{L}, \quad (1)$$

де: L - довжина нівелірного ходу або периметр полігона в км
або

$$f_h \leq \pm 1.2 \sqrt{n} \text{ мм} \quad (2)$$

де: n - кількість штативів у ході.

Нівелювання здійснювалось:

- нівеліром електронним DL – 101C Торсон (Японія) по інварним рейкам NEDO з RAB-кодом і круглими рівнями;

Перед початком та під час проведення робіт проводились всі необхідні перевірки та

юстування приладів. Характеристика приладів наведена в таблиці 1.

Спостереження складались з періодичного нівелювання встановлених на споруді деформаційних реперів.

Деформаційні репери розташовані згідно креслення затвердженого проектною організацією. Для одержання відміток деформаційних реперів між реперами прокладались ходи за програмою до вимог нівелювання II класу з наступним додержанням:

1. Нівелювання деформаційних реперів виконувалось двома визначеннями.

2. Для нівелювання по деформаційних реперах устновлена постійна схема спостережень.

3. Нівелювання деформаційних реперів здійснювалось відносно робочих точок. Нівелір встановлювався таким чином, щоб з нього було видно якомога більше деформаційних реперів. Допускалося застосовувати будь-які нерівні плечі (довжиною не більше 25 м), тобто відстані між нівеліром та деформаційним репером або нівеліром та робочою точкою.

Первинні значення відхилень, а також наступні визначення деформаційних реперів зведено в відомість спостереження за деформаційними реперами (табл. 2).

За результатами проведення спостережень за вертикальними деформаціями визначені параметри (табл. 3).

Висновки.

За результатами проведених досліджень та інструментальних інженерно-геодезичних спостережень за вертикальними деформаціями висотної МФК Gulliver можна зробити висновок про просядки до -5 мм.

Також у процесі спостережень в паркінгу "Р-1" на відмітці Н=-9,600 м були виявлені ознаки деформаційних процесів – нитковидні тріщини.

Таблиця 1

Характеристика приладів, що використовувалися для моніторингу

№	Назва, тип засобу виміральної техніки	Основні метрологічні характеристики
1	Нівелір електронний Topcon DL-101C	Середня квадратична похибка вимірювання перевищення на 1 км подвійного нівелірного ходу – $\pm 0,4$ мм
2	Комплект нівелірних інварних рейок з фібергласовим покриттям NEDO з RAB- кодом (2 шт.)	

Таблиця 2

Відомість спостереження за деформаційними реперами

Дата спостереження	№ деформаційних реперів (Si)									
	Rp 1	Rp 2	Rp 3	Rp 4	Rp 5	Rp 6	Rp 7	Rp 8	Rp 9	Rp 10
20.01.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22.01.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.06.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.10.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.11.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.12.14	0	+1	0	0	0	-1	0	0	0	0
05.01.15	-1	0	-1	-1	-1	-2	-1	-2	-2	-2
03.02.15	-1	0	0	-1	-1	-1	0	-2	-1	-1
10.03.15	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-2
07.04.15	-1	0	0	-2	-1	-2	-1	-2	-1	-1
29.04.15	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1
14.02.17	-4	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4

Таблиця 3

Параметри вертикальних деформацій

Повне середнє просідання споруди в цілому ($S_{\text{серед}}$)	4,7 мм
Нерівномірна осадка фундаменту між суміжними марками (ΔSi)	1,0 мм
Відстань між реперами (l_i)	15 м
Відносна нерівномірність осідання між суміжними марками ($Li = \Delta Si / l_i$)	0,07 мм

У зв'язку з тим що будівля піддається великим навантаженням на несучі конструкції та виявлені тріщини, рекомендовано продовжити подальший моніторинг спостереження за деформаційними реперами в паркінгу, встановлення деформаційних датчиків типу Nivel 220 Leica або їм рівнозначних в районі конструкції несучої балки в зоні чаші басейну та періодичного комплексного моніторингу будівлі багатфункціонального комплексу згідно діючих нормативів висотних будівель для контролю величини просідання та сезонних коливань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Терещук О. Проблеми підвищення точності прецизійного нівелювання при будівництві унікальних споруд / О. Терещук // Тези доповідей Конференції «Current issues of civil and environment engineering». Частина 1 – Civil Engineering (25-27 вересень 2000 року). - Жешув: 2000 - С. 552-554.
2. Терещук О., Ковтун В. Впровадження ефективних інженерно-геодезичних технологій деформаційного моніторингу при будівництві в історичній частині міста Києва / О. Терещук, В. Ковтун // Новітні досягнення геодезії, геоінформатики та землепорядкування – Європейський досвід. – 2016. - С.7-10.
3. Шульц Р.В., Анненков А.А., Терещук А.И. Архитектура современных систем мониторинга на базе GNSS-технологий / Р.В. Шульц, А.А. Анненков, А.И. Терещук // Инженерные изыскания.- 2014. - №2-3.

4. Сайт геодезичних приладів «Мир передовых технологий» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://ugm.com.ua/index.php?dispatch=categories.view&category_id=182

REFERENCES:

1. Tereshuk, O. (2000). Problemu pidvuschennya tochnosti precesijnogo niveluvannya pry budivnictvi unikalnuh sporud [Problems of improving the accuracy of precision leveling in the construction of unique structures]. Current issues of civil and environment engineering. Part 1 – Civil Engineering, Rzeszow (pp. 552-554).
2. Tereshchuk O. (2016). Introduction of efficient technologies geodetic deformation monitoring during construction in the historical part of Kyiv / Tereshchuk O., V. Kovtun // Recent advances geodesy, geoinformatics and land management - the European experience. (pp.7-10).
3. Schultz R. (2014). Architecture of modern monitoring systems based on GNSS-technology / R.V. Schultz, A. Annenkov, A.I. Tereshchuk // Engineering Survey. - №2-3
4. Сайт геодезичних приладів «Мир передових технологий» [Site of geodesic equipment «World of modern technologies»]. <http://ugm.com.ua> Retrieved from http://ugm.com.ua/index.php?dispatch=categories.view&category_id=182 [in Russian].

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены современные инженерно-геодезические технологии деформационного мониторинга застройки объектов в исторической части города, расположенные в районе объекта строительства. По результатам проведенного анализа исследований становится очевидным тот факт, что дальнейшее совершенствование и внедрение современных технологий является чрезвычайно актуальным и нужным. Исследование объекта и материалов проведенных работ позволили определить общее состояние здания и его части подземного паркинга, требующих наблюдения за вертикальными просадками. В связи с тем, что здание подвергается большим нагрузкам на несущие конструкции и обнаружены трещины, рекомендуется продлить дальнейший мониторинг.

Ключевые слова: мониторинг, деформация зданий, геодезическая сеть, репер, нивелир

ANNOTATION

The article deals with the study of modern engineering and geodesic technologies of deformation monitoring observation of building in the central part of the city, which is located in a densely built-up area and was built in difficult geological conditions. In the process of operation, there were discovered some deformations which require further observations be using modern technologies and measuring instruments. The implementation of high-precision engineering and geodesic monitoring of the deformation state of buildings is extremely relevant and necessary.

Keywords: monitoring, deformity buildings, geodetic network, rapper, electronic total station, leveling.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Saiyouri N. – Doctor of Ecole Centrale de Paris, Professeur Chercheur, Département génie civil et environnement, Institute of Mechanics and Engineering, Bordeaux, France, (CNRS UMR 5295 Civil and Environmental Department (GCE) Batiment B18, Avenue des Facultes, 33405 Talence cedex, 33 5 40 008843, e-mail: nadia.saiyouri@u-bordeaux1.fr)

Азнаурян Ірина Олександрівна - доц., доцент кафедри фізики Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел. 067-770-82-18, e-mail: sunbelka1962@gmail.com)

Бабій Ігор Миколайович - к.т.н., доц., доцент кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 048- 733-54-00, e-mail: igor_babiy76@mail.ru)

Басанський Владислав Олександрович - зав. сектору спеціальних споруд ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» (03680, м. Київ, просп. Лобановського, 51, тел. 044-248-8889, e-mail: sector.spsp@gmail.com)

Білоус Микола Васильович – к.т.н., директор Доч.П. «Укргеодезмарк» (03065, м.Київ, вул. Каблукова, 4 тел. 044-455-23-27, e-mail: geodezmark@metrobud.kiev.ua)

Бічев Ігор Константинович - к.т.н., доц., доцент технології будівельного виробництва кафедри Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 095-246-0593, e-mail: bichev.od@mail.ru)

Бондаренко Дмитро Олександрович – к.т.н., доцент кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій Харківського національного університету будівництва та архітектури (61002, м.Харків, вул. Сумська, 40, тел. 057-7000-240, e-mail: dm_bondarenko@ekit.org.ua)

Борисов Олександр Олександрович - к.т.н., доц., доцент кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 048-220-47-09, e-mail: komar9@mail.ru)

Галінський Олександр Михайлович – д.т.н., с.н.с., директор ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» (03680, м. Київ, просп. Лобановського, 51, тел. 044-248-8889, e-mail: agalin@ukr.net)

Гібаленко Олександр Миколайович – д.т.н., доц., зав. кафедри будівництва, технічної експлуатації і реконструкції Приазовського державного технічного університету (87500, м. Маріуполь, вул. Університетська, 7, тел. 050-473-14-52, e-mail: alexgib@yandex.ru)

Гібаленко Вікторія Анатоліївна – к.т.н., доц., кафедри будівництва, технічної експлуатації і реконструкції Приазовського державного технічного університету (87500, м. Маріуполь, вул. Університетська, 7, тел. 098-00-11-767, e-mail: vita.ktn@gmail.com)

Гладишев Геннадій Миколайович – к.т.н., доц., доцент кафедри будівельних конструкцій та мостів, НУ «Львівська політехніка» (79013, м. Львів, вул. С.Бандери, 12, тел. 032-258-25-24); директор ТОВ „Науково-проектна фірма Реконстрпроект” (79005, м. Львів, вул. Шота Руставелі, 7, к. 320-Б, тел. 032-260-25-47, e-mail: rekonstrproekt@gmail.com)

Гладишев Дмитро Геннадійович – к.т.н., доц., доцент кафедри архітектурних конструкцій, НУ «Львівська політехніка» (79013, м. Львів, вул. С.Бандери, 12, тел. 032-258-25-42); головний інженер ТОВ „Науково-проектна фірма Реконстрпроект” (79005, м. Львів, вул. Шота Руставелі, 7, к. 320-Б, тел. 032-260-25-47, e-mail: rekonstrproekt@gmail.com)

Гончаренко Дмитро Федорович – д.т.н., проф., проректор з науково-педагогічної роботи Харківського національного університету будівництва та архітектури (61002, м.Харків, вул. Сумська, 40, тел. 050-278-3367, e-mail: gonch@kstuca.kharkov.ua)

Городецький Дмитро Олександрович - к.т.н., с.н.с., ТОВ «ЛІРА САПР» (04053, м. Київ, Киянівський пров.7а, 044-590-58-85. , e-mail: info@liraland.com.ua)

Грубська Лариса Михайлівна - провідний науковий співробітник сектору спеціальних споруд ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» (03680, м. Київ,

просп. Лобановського, 51, тел. 044-248-8889, e-mail: sector.spasp@gmail.com)

Данелюк Вадим Ілліч - к.т.н., доц., доцент кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 095-339-9639, e-mail: danieliuk.vadim@gmail.com)

Дорофєєв Віталій Степанович – д.т.н., проф., зав. кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 048-729-85-60, e-mail: dorvs@ukr.net)

Зінченко Ганна – аспірант кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 048-729-85-60, e-mail: a-golud6@ukr.net)

Іванець Ганна Євгеніївна - магістр технології будівельного виробництва кафедри Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4.

Карпушин Сергій Олександрович - к.т.н., доц., доцент кафедри будівельних і дорожніх машин Центральноукраїнського національного технічного університету (25006, м. Кропивницький, проспект Університетський, 8, тел. 052-239-04-71)

Карюк Алла Миколаївна - к.т.н., доц., доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та архітектури сільських будівель Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (36011, м. Полтава п-кт Першотравневий, 24, тел. 0506996862 E-mail kariuk@mail.ru)

Кирилюк Станіслав Володимирович – к.т.н., зав. лабораторії кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 048-220-47-09, e-mail: kirilstas@mail.ru)

Клапченко Василь Іванович – к.т.н., доц., завідувач кафедри фізики Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел. 044-241-54-40, e-mail: klap@knuba.edu.ua)

Ковтун Валентин Якович – віце-президент ГС «УТГК.», головний інженер Державна корпорація «Укрметротунельбуд» Доч.П. «Укргеодезмарк» ПАТ «Київметробуд» (01601, м.Київ, вул. Прорізна, 8 тел. 044-455-23-27, e-mail: vkovtun@metrobud.kiev.ua)

Кравченко Анастасія Володимирівна – молодший науковий співробітник НДІВМ КНУБА (03037, м. Київ, прос. Повітрофлотський, 31, тел. 044-245-48-43, e-mail: krav.anastasiya@gmail.com)

Краснянський Григорій Юхимович – к.ф.-м.н., доц., доцент кафедри фізики Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел. 044-241-54-40, e-mail: grkrasn@gmail.com)

Кузнецова Ірина Олександрівна – асистент кафедри фізики Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел. 044-241-54-40, e-mail: ikuzn@i.ua)

Ляхов Ігор Іванович - аспірант кафедри технології будівельного виробництва Харківського національного університету будівництва та архітектури (61002, Харків, Сумська 40, тел. 057-706-18-54, e-mail: rgava69@mail.ru)

Максименко Валерій Петрович - к.т.н., с.н.с., завідувач лабораторії висотного і експериментального будівництва ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» (03680, м. Київ, просп. Лобановського, 51, тел. 044-248-8889, e-mail: maksiw@ukr.net)

Марчук Сергій Анатолійович - завідувач сектору підземних та природоохоронних споруд ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» (03680, м. Київ, просп. Лобановського, 51, тел. 044-248-8889, e-mail: fundament2006@ukr.net)

Медведев Дмитро - інженер, керівн.проекту КМ-САПР, ТОВ «ЛІРА САПР» (04053, м. Київ, Киянівський пров.7а, 044-590-58-85. , e-mail: info@liraland.com.ua)

Менейлюк Олександр Іванович - д.т.н., професор, завідувач кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 048-220-47-09, e-mail: pr.mai@mail.ru)

- Мікаутадзе Реваз Ігорович** - аспірант кафедри технології будівельного виробництва, Харківського національного університету будівництва та архітектури (61002, Харків, Сумська 40, тел. 057-706-18-54, e-mail: revazmk@gmail.com)
- Пашинський Віктор Антонович** - д.т.н., проф., професор кафедри будівельних і дорожніх машин Центральноукраїнського національного технічного університету (25006, м. Кропивницький, проспект Університетський, 8, тел. 099-735-86-91, E-mail: pva.kntu@gmail.com)
- Петровський Анатолій Францевич** - к.т.н., проф., професор кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 048-220-47-09, e-mail: list@ogasa.org.ua)
- Подельник Микола Борисович**, - магістр природничих наук, випускник заочної аспірантури Національного університету водного господарства та природокористування, позаштатний письменник компанії Essayshark (м. Здолбунів, Рівненська обл, вул., О. Кобилянської, б. 51, 35701, тел. 0671850647, e-mail: nbdemch@gmail.com)
- Рубцова Юлія Олександрівна** – асистент кафедри проектування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг Одеської державної академії будівництва та архітектури, інженер ДП «ЧорноморНДІпроект (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 063-050-5689, e-mail: rubtsova_julia@mail.ru)
- Салія Медея Гурамівна** – к.т.н., доц., доцент кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій Харківського національного університету будівництва та архітектури (61002, Харків, Сумська 40, тел. 063-388-39-39, e-mail: revazmk@gmail.com)
- Стрелець-Стрелецький Євген Борисович** - к.т.н., старш.наук.співр. ТОВ «ЛІРА САПР» (04053, м. Київ, Киянівський пров.7а, 044-590-58-85. , e-mail: info@liraland.com.ua)
- Терновий Віталій Іванович** – к.т.н., проф., проф. каф. технології будівельного виробництва Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, прос. Повітрофлотський, 31, тел. 044 241-54-65, e-mail: vitaliy.ternoviy@yandex.ru)
- Тонкачєєв Геннадій Миколайович** – д.т.н., проф., проф. каф. технології будівельного виробництва Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, прос. Повітрофлотський, 31, тел. 044 241-54-65, e-mail: tonkachev@yandex.ru)
- Федоренко Петро Петрович** - д.т.н., с.н.с. професор кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 048-220-47-09, e-mail: list@ogasa.org.ua)
- Цапко Олексій Юрійович** – аспірант кафедри технології деревообробки Національного університету біоресурсів і природокористування (03041, м. Київ, Сільськогосподарський провулок 4, навчальний корпус 17, тел. 044- 527-81-67, e-mail: alekseytsapko@gmail.com)
- Цапко Юрій Володимирович** – д.т.н., с.н.с., провідний науковий співробітник НДІВМ Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, прос. Повітрофлотський, 31, тел. 044-245-48-43, e-mail:juriyts@ukr.net)
- Цвігун Станіслав Іванович** - магістр кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4)
- Чебанов Тарас Леонідович** – аспірант кафедри технології будівельного виробництва Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, прос. Повітрофлотський, 31, тел. 067-296-57-59, e-mail: t1992@ukr.net)
- Черепашук Лариса Анатоліївна** – аспірант кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 048-220-47-09, e-mail: laroehka104@ukr.net)
- Шумаков Ігор Валентинович** – д.т.н., доц., завідувач кафедри технології будівельного виробництва Харківського національного університету будівництва та архітектури (61002, Харків, Сумська 40, тел. 057-706-18-54,, e-mail: shumakov.hisi@gmail.com)

З М І С Т

	Стор.
Галінський О.М., Басанський В.О., Грубська Л.М. Особливості розрахунків стійкості схилу у прибережній зоні в районі 9-го мкр. м. Іллічівськ	3
Григоровський П.Є. Методологія обґрунтування ефективності технологій та засобів інструментального визначення параметрів будівель, споруд і території забудови на всіх етапах життєвого циклу	7
Максименко В.П., Марчук С.А., Городецкий Д.А., Стрелец-Стрелецкий Е.Б., Медведев Д.В. Оценка влияния нового высотного строительства на окружающую застройку системой грунт	15
Шумаков И.В., Микаутадзе Р.И., Салия М.Г., Ляхов И.И. Проблемы и методы в оптимизации продолжительности возведения подземных частей гражданских зданий	22
Дорофеев В.С., Зінченко Г.В. Чисельні дослідження, що характеризують початкову стадію роботи композитів	30
Гибаленко А.Н., Гибаленко В.А. Повышение эффективности противокоррозионной защиты для продления ресурса конструкций при установленном уровне коррозионной опасности	36
Тонкачєв Г. М., Чебанов Т. Л. Вибір технології демонтажу-монтажу теплиць в умовах розосередженого будівництва	41
Цапко Ю.В., Кравченко А.В., Цапко О.Ю. Вплив додавання гідрату алюмінію на ефективність вогнезахисту деревини органічно-мінеральним покриттям	46
Менейлюк А.І., Черепащук Л.А., Федоренко П.П. Нові технології зведення енергоефективних огорожувальних конструкцій	50
Гончаренко Д. Ф., Бондаренко Д. А. Технологические особенности ремонта и восстановления смотровых шахт и канализационных тоннелей в г. Харьков	55
Hladyshev H.M., Hladyshev D.H. The method of determining the sequence of construction with in the area of old housing system in Lviv	64
Менейлюк О.І., Петровський А.Ф., Бабій І.М., Борисов О.О., Кирилюк С.В. Теоретичні основи розробки ін'єкційної технології	71
Пашинський В.А., Карпушин С.О., Карюк А.М. Доцільні значення опору теплопередачі огорожень цивільних будівель в умовах України	76
Терновий В.І. Гідравлічний спосіб приготування бітумної емульсії	81
Podelnik M., Saiyouri N. The phase field regime of a grouting model	86
Клапченко В. І., Краснянський Г. Ю., Азнаурян І. О., Кузнецова І. О. Використання відходів металургійного виробництва в технології бетону	88
Данелюк В.И., Бичев И.К., Рубцова Ю.А., Цвигун С.И., Иванец А.Е. Анализ технического состояния бетонных и железобетонных конструкций морских портовых гидротехнических сооружений	94
Ковтун В., Білоус М.В. Інженерно-геодезичні технології деформаційного моніторингу будівель в центральній частині м. Києва	100

ДП «НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА»
Науково-технічний журнал
НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ
Випуск № 33

Підписано до друку 11.05.2017 Формат 60х90 1/8. Папір офсетний. Друк офсетний.
Ум.-друк арк. 8,1. Наклад 100 прим. Замовлення _____. Ціна договірна

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва»
03110, м. Київ, проспект Лобановського (Червонозоряний), 51