

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ

науково-технічний журнал



№ 40/2021

Забезпечення експлуатаційної придатності будівель як складова частина концепції сервейнгу с. 3

Передумови інформаційного моделювання динаміки деформаційних процесів ґрунтових масивів на прикладі куполу полігону побутових відходів в с. Підгірці Обухівського району Київської області с. 12

Застосування BIM-технологій у галузі знань «Архітектура і будівництво» на прикладі кафедри «Архітектура і містобудування» СНУ ім. В. Даля с. 49



Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

Серія КВ № 2194311843ПР від 31.03.2016 р.

Внесено до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») у галузі технічних наук зі спеціальностей 191 «Архітектура та містобудування», 192 «Будівництво та цивільна інженерія» на підставі Наказу МОН України від 17.03.2020 р. № 409 та 051 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», 073 «Менеджмент» на підставі Наказу МОН України від 02.07.2020 р. № 886.

Науково-технічний журнал заснований у січні 2001 року.

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

Видається НДІБВ 2 рази на рік.

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

Редакційна колегія:

Григоровський П. Є., головний редактор, д.т.н., с.н.с.;

Молодід О. С., заступник головного редактора, к.т.н., доцент;

Барабаш М. С., д.т.н., с.н.с.;

Беленкова О. Ю., к.е.н., доцент;

Гончаренко Д. Ф., д.т.н., проф.;

Данченко Ю. М., к.т.н., проф.;

Менейлюк О. І., д.т.н., проф.;

Радкевич А. В., д.т.н., проф.;

Рижакова Г. М., д.е.н., проф.;

Стеценко С. П., д.е.н., доц.;

Тугай О. А., д.т.н., проф.;

Хижняк В. О., к.е.н., доцент.

Зарубіжні члени редколегії:

Дзвігол Хенрік, проф. Сілезька політехніка. Глівіце, Польща;

Котовіч Януш, проф. Сілезька політехніка. Глівіце, Польща;

Кузьор Олександра, проф. Сілезька політехніка. Глівіце, Польща.

Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International (Республіка Польща).

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату
за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

www.ntinbuilding.ndibv.org.ua; editor@ntinbuilding.ndibv.org.ua; тел. +38 (066) 642 61 92

Літературний редактор Н.В. Пирог

Технічний редактор І.В. Азанова

Художнє оформлення А.С. Юдашкіна

Комп'ютерна верстка та графіка Н.С. Кузнєцова

Мови видання: українська і російська.

Затвержено до друку Вченою радою інституту, протокол № 3 від 15 грудня 2021 р.

Редакція не несе відповідальність за достовірність наведеної в статтях інформації

Адреса редколегії журналу:

03110, Київ, МСП, пр. В. Лобановського, 51

УДК 69.001.12/.18

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2021.40.1>**Григоровський П.Є.**

д.т.н., с.н.с.,

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

<https://orcid.org/000-0003-0527-5890>**Мурасьова О.В.**

к.т.н.,

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

<https://orcid.org/0000200032499523761>**Чуканова Н.П.**

к.т.н.,

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

<https://orcid.org/0000200032176824579>**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ БУДІВЕЛЬ
ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА КОНЦЕПЦІЇ СЕРВЕЙНГУ**

Анотація. Застосування інформаційної моделі будівлі полегшує роботу з об'єктом. Вона дозволяє у віртуальному режимі зібрати воедино, підібрати за призначенням, розрахувати, зістикувати і узгодити розроблені різними фахівцями і організаціями компоненти і системи будівлі, заздалегідь перевірити їх життєздатність, функціональну придатність та експлуатаційні якості, а також уникнути внутрішніх протиріч, попередити аварійні ситуації при будівництві та експлуатації. Числову інформацію щодо нового або наявного об'єкта використовують для: прийняття конкретних проектних рішень, створення актуальної проектно-ї документації, передбачення експлуатаційних якостей об'єкта, складання кошторисів на проект і будівельних планів, замовлення та виготовлення необхідних матеріалів і обладнання, точного управління зведенням будівлі або споруди, управління та експлуатації самої будівлі і засобів технічного оснащення протягом всього життєвого циклу, управління будівлею як об'єктом комерційної діяльності, проектування та управління реконструкцією або ремонтом будівлі, знесення та утилізації будівлі за необхідності, інших пов'язаних із будівлею цілей.

У світовій практиці управління нерухомістю у складі життєвого циклу будівель у тому числі їх професійна технічна експлуатація є складовою частиною концепції сервейнгу, що є реалізацією системного підходу до розвитку та управління нерухомістю протягом життєвого циклу будівель. Він включає всі види планування (генеральне, стратегічне і оперативне) щодо функціонування нерухомості, а також заходи, пов'язані з проведенням всього комплексу технічних та економічних експертиз об'єктів нерухомого майна, які забезпечують отримання максимального соціального ефекту.

Збільшення тривалості життєвого циклу можливе за рахунок своєчасного виявлення, прогнозування розвитку та виправлення дефектів і пошкоджень, за наявності достовірної інформації про технічний стан об'єкта, яку отримують методами будівельно-інформаційного моделювання на підставі об'єктивної багатокритеріальної інформації, отриманої в тому числі інструментальними методами з використанням системного підходу, що забезпечує концепція сервейнгу.

Ключові слова: експлуатаційна придатність будівель, інформаційні моделі, життєвий цикл, сервейнг.

Вступ. Інформаційна модель будівлі (BIM – Building Information Model) – це вся інформація про об'єкт з числовим описом і належним чином організована, яка використовується як на стадії проектування

та будівництва будівлі, так і в період його експлуатації і навіть знесення [2]. Застосування інформаційної моделі будівлі значно полегшує роботу з об'єктом і має значні переваги перед попередніми формами

проектування [3]. Вона дозволяє у віртуальному режимі зібрати воедино, підібрати за призначенням, розрахувати, зістикувати та узгодити розроблені різними фахівцями і організаціями компоненти і системи майбутньої будівлі, заздалегідь перевірити їх життєздатність, функціональну придатність та експлуатаційні якості, а також уникнути внутрішніх протиріч, попередити аварійні ситуації при будівництві та експлуатації [4].

Числову інформацію щодо нового або наявного об'єкта використовують для: прийняття конкретних проектних рішень, створення актуальної проектної документації, передбачення експлуатаційних якостей об'єкта, складання кошторисів на проект та будівельних планів, замовлення та виготовлення необхідних матеріалів і обладнання, точного управління зведенням будівлі, управління та експлуатації самої будівлі і засобів технічного оснащення протягом всього життєвого циклу, управління будівлею як об'єктом комерційної діяльності, проектування та управління реконструкцією або ремонтом будівлі, знесення та утилізації будівлі при необхідності, інших пов'язаних з будівлею цілей [3]. У світовій практиці управління нерухомістю у складі життєвого циклу будівель, у тому числі їх професійна технічна експлуатація є складовою частиною концепції сервейінгу.

Сервейінг [5] є реалізацією системного підходу до розвитку та управління нерухомістю протягом життєвого циклу будівель. Він включає всі види планування (генеральне, стратегічне та оперативне) щодо функціонування нерухомості, а також заходи, пов'язані з проведенням всього комплексу технічних та економічних експертиз об'єктів нерухомого майна, які забезпечують отримання максимального соціального ефекту.

Постановка проблеми. Тривалість життєвого циклу будівлі є сумою тривалостей всіх його етапів, найдовшим з яких є період, для якого власне і створюється будівля, – це період експлуатації. Своєчасне виявлення, прогнозування розвитку та виправлення пошкоджень в цей період можливе за рахунок своєчасного виявлення, прогнозування розвитку та виправлення дефектів і пошкоджень, за наявності достовірної інформації про технічний стан об'єкта, яку отримують методами будівельно-інформаційного моделювання на підставі об'єктивної багатокритеріальної інформації, отриманої у тому числі інстру-

ментальними методами, з використанням системного підходу, що забезпечує концепція сервейінгу. Надійність та довговічність забезпечують на всіх етапах життєвого циклу. На етапах проектування і будівництва – шляхом виконання вимог до матеріалів, конструктивних і об'ємно-планувальних рішень, методів розрахунку, проектування, контролю якості. На етапі експлуатації – шляхом забезпечення правил технічної експлуатації, нагляду та догляду за конструкціями [1].

У ДП НДІБВ розроблено концепцію використання систем інструментального моніторингу на всіх етапах життєвого циклу будівель та споруд, у тому числі методологічні основи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації будівель і споруд [2]. Із метою продовження тривалості життєвого циклу будівлі науково опрацьовані організаційно-технологічні рішення інструментального моніторингу на етапах будівництва, на прикладі монолітно-каркасних будівель, та на етапі експлуатації, на прикладі будівель старої забудови; вивчені та опрацьовані питання впливу нового будівництва на прилеглу ущільнену забудову, а також питання експлуатації та будівництва на зсувонебезпечних територіях [1; 7–9].

Метою роботи є аналіз можливості збільшення тривалості життєвого циклу об'єкта нерухомості за рахунок оптимізації методів управління, з використанням будівельно-інформаційного моделювання, системного підходу і багатокритеріальної інформації, що забезпечує концепція сервейінгу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Історично сервейінг вперше сформувався в Англії в XV–XVI ст. та на початковому етапі включав в себе функції держави з межування земельних ділянок, реєстрації об'єктів земельної власності і прав на них [6]. Із розвитком ринкової економічної системи рішення проблем, пов'язаних з нерухомістю, вимагало підготовки фахівців, що зумовило заснування в Лондоні у 1868 році інституту з підготовки сервейєрів. У 1881 році йому було присвоєно звання королівського та з тих пір він називається Королівський інститут уповноважених (повноважних) оцінювачів – Royal Institution of Chartered Surveyors. Діяльність сервейєрів охоплює всі етапи та форми прояву життєвого циклу нерухомості, забезпечує взаємопов'язане вирішення всіх практичних питань.

У найбільш ранньому та досить поширеному розумінні сервейінг визначає галузь знань, пов'язаних з вимірами на землі (рис. 1). Це наука та техніка точного визначення в просторі місця розташування точок на поверхні Землі, виміри відстаней і кутів між ними. Ці дані використовуються при визначенні меж володінь власників нерухомості, при складанні карт, розробці планів територій та забудови. Подальша еволюція поняття «сервейінг» поширила його на топографію та геодезію,

кадастрову справу, оцінку земель та нерухомості, комплексну експертизу нерухомості та інспектування, управління нерухомістю.

Сучасне поняття терміна «сервейінг» пішло від англійського «survey», яке широко використовується в різних галузях знань та має безліч значень. Так, в природних науках термін *survey* означає (рис. 2): комплексне дослідження, вивчення; обстеження (медицина); огляд; рецензія. У громадських науках це слово використовується в значеннях анкетування,

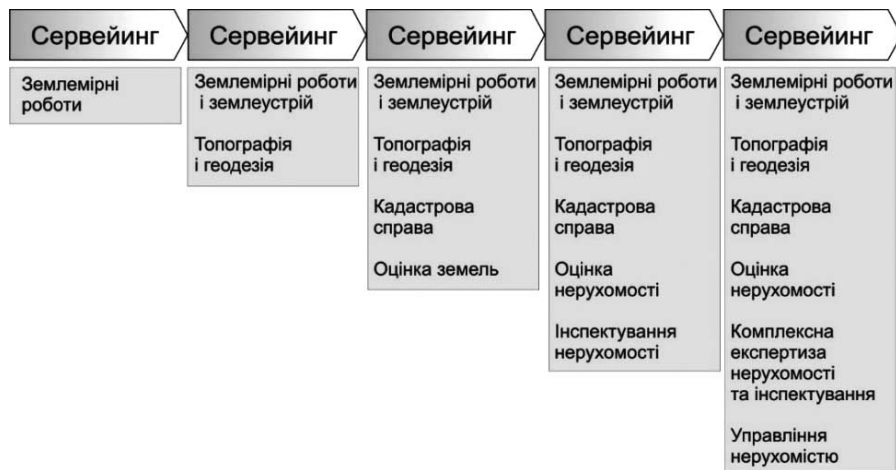


Рис. 1. Еволюція поняття «сервейінг»

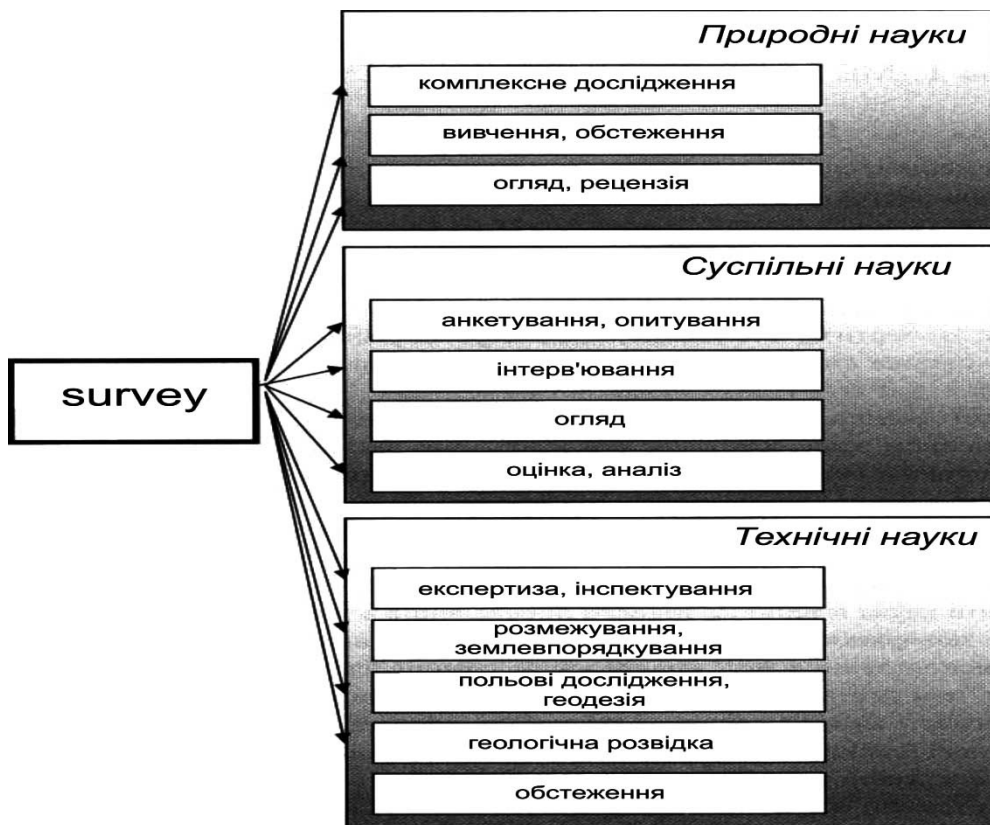


Рис. 2. Наукова багатогранність значень терміну сервейінг

опитування, інтерв'ювання, огляд, аналіз, оцінка. У технічних науках змістом цього терміна є експертиза; межування, землемірні роботи (геодезія); польове дослідження, зйомка (топографія); геологічна розвідка (геологія); огляд і так далі.

Сучасний склад сервейінгу як результат його еволюції наведено на рис. 3. Він складається із землепорядкування та межової справи, будівельної геодезії, інженерних вишукувань, кадастрової справи, екологічної та технічної експертиз, геологічних вишукувань, кошторисної справи, оцінки, планування та девелопменту, управління проектами.

Сервейінг (Surveying) є реалізацією системного підходу до розвитку та управління нерухомістю. Він включає всі види планування (генеральне, стратегічне і оперативне) щодо функціонування нерухомості, а також заходи, пов'язані із проведенням всього комплексу технічних і економічних експертиз об'єктів нерухомого майна, які забезпечують отримання максимального соціального ефекту. Основним завданням сервейєра є пошук такої моделі володіння нерухомістю, яка принесе власнику максимальну вигоду.

Землепорядкування, межова справа (Land Surveying) – це система державних заходів з реалізації земельного законодавства, спрямованого на організацію повного та раціонального використання земель [10], а також засобів виробництва, нерозривно пов'язаних із землею з метою ефективного суспільного виробництва. Завданням сучасного землепорядкування є забезпечення соціальної функції землеволодіння [11] та землекористування

[10], згідно з якою земельні ділянки повинні використовуватись максимально ефективно за цільовим призначенням без втрат корисних властивостей та погіршення стану навколишнього середовища [12], досягнення комплексності розвитку території, забезпечення платності землеволодіння та землекористування, економічного стимулювання раціонального використання та охорони земель.

Будівельна геодезія (Building Surveying) передбачає виконання геодезичного забезпечення, геодезичних робіт у будівництві, геодезичного контролю. *Геодезичне забезпечення* [13] – це комплекс організаційних, технологічних, технічних та інших заходів, що спрямовані на забезпечення відповідності геометричних параметрів об'єктів будівництва вимогам проектної та нормативної документації. *Геодезичні роботи* [13] в будівництві – це роботи, які виконані геодезичними методами, геодезичними приладами та інструментами з визначення просторового положення будівель (споруд); визначення форм та розмірів об'єктів; одержання геометричних, аналітичних та цифрових моделей просторових об'єктів; вимірювання, визначення, контроль та моделювання просторового положення об'єктів. *Геодезичний контроль* [13] – це комплекс геодезичних робіт, спрямованих на забезпечення дотримання проектних (істинних) просторових та геометричних параметрів елементів, конструкцій, частин та будівлі (споруди) в цілому.

Інженерні вишукування (Engineering Surveying) є складовою частиною науково-технічної діяльності з дослідження власти-

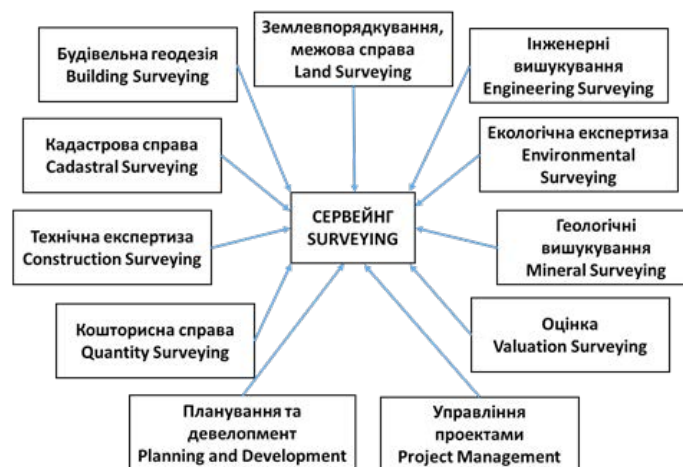


Рис. 3. Сучасний склад сервейінгу як результат його еволюції

востей об'єктів середовища, що передбачає роботи з отримання вихідних даних (науково-технічної продукції, інформації) для прийняття оптимальних рішень [14]. Залежно від мети та задач дослідження розрізняють види вишукувань: економічні, соціальні, інженерні, геодезичні, геологічні, гідрологічні тощо. Інженерні вишукування для будівництва – це комплекс інженерних досліджень земельної ділянки перед початком реалізації будівельного процесу. Основним завданням інженерного вишукування є вивчення техногенних умов території та особливостей будівельного об'єкту з метою прогнозування їх взаємодії та експлуатаційної безпечності. Результатом інженерних вишукувань для будівництва є розроблення комплексу робіт, а саме: геодезичне вишукування, погодження наявності підземних мереж, нанесення червоних ліній, встановлення меж земельної ділянки в натурі на місцевості. Інженерні вишукування для будівництва включають такі види вишукувань: інженерно-геодезичні; інженерно-геологічні; геотехнічні та інженерно-гідрологічні (у складі комплексних інженерно-геологічних вишукувань або окремо); інженерно-гідрометеорологічні;-

Головна мета управління об'єктом нерухомості за моделлю «**Property Management**» – досягнення максимальних доходів для власника і підвищення вартості будівлі при забезпеченні комфортних умов користувачам, орендарям або клієнтам, які використовують даний об'єкт. Управління об'єктом включає технічні, фінансово-економічні, правові та організаційні завдання. На конкретний зміст і складність цих управлінських завдань впливають масштаби об'єкта, його функціональне призначення, місце розташування і зв'язок

з іншими об'єктами на конкретній території, пакет майнових прав (наприклад, наявність одного або багатьох власників, використання земельної ділянки на праві власності або оренди) тощо.

На стадії створення або реконструкції об'єкта з'являється можливість раціонально спланувати його розміщення і оточення, оптимізувати функціональні схеми будівлі, закласти сучасні технології, які дозволяють ефективно, на основі єдиної системи управління будівлею (модель **Building Management**) і централізованої диспетчерської системи управляти об'єктом. Інженерні системи будівлі (енергопостачання, водопостачання, вентиляція, кондиціонування, ліфти, системи пожежної безпеки тощо) повинні бути обладнані автоматикою, яка дозволяє згодом об'єднати всі елементи в єдину систему контролю і управління.

Управління нерухомістю як інвестиційним проектом **Asset Management** здійснюється шляхом формування портфеля нерухомості, структура якого диверсифікується за сегментами ринку і оптимізується за рівнем прибутковості об'єктів і ризиків (об'єкти різного функціонального використання; об'єкти за місцем розташування; за сезонністю використання; за стадіями життєвого циклу об'єктів нерухомості тощо). Сутність портфельного підходу до управління нерухомістю полягає в тому, що при його формуванні капітал розподіляється між різними об'єктами, забезпеченими відповідними пакетами прав, таким чином, щоб у сукупності ці об'єкти забезпечували максимальну прибутковість при керуваному рівні ризиків.

Функціональна модель професійного підходу до управління об'єктами нерухомості



Рис. 4. Функціональні моделі сервейінгової діяльності

Facility Management до теперішнього часу трактується двояко: від більш широкого розуміння – як управління інфраструктурою організації – до більш вузького – як управління технічною експлуатацією об'єктів. У першому розумінні фесіліті-менеджмент включає управління нерухомістю, інженерною та соціальною інфраструктурою організації, простором будівлі. У другому – це управління технічним обслуговуванням (проведення поточних, капітальних та аварійних ремонтно-будівельних робіт; організація експлуатації систем опалення та вентиляції, гарячого і холодного водопостачання, каналізації, електропостачання, газопостачання, слабко-струмових систем, ліфтового обладнання; виконання заходів з ресурсозбереження, тощо). Головними перевагами професійного підходу до технічного обслуговування будівель є зниження витрат на ремонтні роботи і запобігання аварійним ситуаціям і передчасному зносу будівель, забезпечення комфортних умов перебування людей в будівлях.

Санітарно-технічне обслуговування об'єкту **Cleaning (клінінг)** – це найперший рівень управління експлуатацією нерухомості, який іноді не виділяється в самостійну функціональна модель. Проте ринок клінінгових послуг у даний час – найбільш розвинений сегмент на ринку професійного управління нерухомістю. Клінінгові послуги поділяють на два блоки: санітарно-господарське обслуговування будівель і санітарно-господарське обслуговування території.

Базовою функціональною моделлю управління нерухомістю є (**Property Management**). Однак всі моделі між собою взаємопов'язані і можуть інтегруватися. Наприклад, клінінг як функціональна модель управління об'єктами нерухомості може здійснюватися в рамках моделей більш високого рівня управління – (**Facility Management**) і (**Property Management**). Відповідно, (**Facility Management**) часто є складовим елементом комплексного управління об'єктом нерухомості (**Property Management**).

Висновки. Концепція сервейінгу передбачає реалізацію системного підходу до розвитку та управління нерухомістю протягом всього життєвого циклу будівель. Вона включає всі види планування (генеральне, стратегічне та оперативне) щодо функціонування нерухомості, а також заходи, пов'язані з проведенням всього комплексу технічних і еконо-

мічних експертиз об'єктів нерухомого майна, які забезпечують отримання максимального соціального ефекту.

Об'єктом діяльності професійних сервейїрів є об'єкти нерухомості, тобто земельні ділянки, ділянки надр, будівлі, споруди, об'єкти незавершеного будівництва, земельно-майнові комплекси. Відповідно, предметом сервейїнга є процеси, що забезпечують створення та ефективне функціонування об'єктів нерухомості на всіх стадіях життєвого циклу.

Залежно від різноманіття нерухомості як об'єктів сервейїнгової діяльності і фази життєвого циклу предмет сервейїнга змінюється:

1) **на передінвестиційній стадії** об'єктом сервейїнга є земельна ділянка, предметом – планування розвитку території, геодезична зйомка, розмежування земельних ділянок, обґрунтування ефективних рішень щодо об'єктів і містобудівна експертиза;

2) **на стадії проектування** об'єктом сервейїнга стає проектно-кошторисна документація, а предметом – надійність і безпека проектних рішень, технологічні, екологічні, фінансові, організаційні і правові ризики;

3) **на стадії будівництва** об'єктів нерухомості сервейїнг здійснюється у формі авторського і наукового супроводу, інспекції і будівельного нагляду, що забезпечує дотримання будівельних норм і правил під час виконання робіт і відповідність об'єкта, що будується, проектним рішенням;

4) **на стадії експлуатації** об'єктів нерухомості сервейїнг здійснюється в різних формах управління і експертного супроводу операцій із цими об'єктами, у тому числі корпоративній стратегії розвитку нерухомості. Упродовж усього періоду експлуатації об'єкта можуть неодноразово виконуватися технічні, фінансово-економічні, правові, екологічні і управлінські експертизи.

Застосування методології будівельного інформаційного моделювання з врахуванням системного підходу, що передбачає концепція сервейїнгу, дозволить оптимізувати розвиток та управління об'єктом нерухомості. Вона дозволить у віртуальному режимі зібрати воєдино, підібрати за призначенням, розрахувати, зістикувати та узгодити розроблені різними фахівцями і організаціями компоненти і системи будівлі, заздалегідь перевірити їх життєздатність, функціональну придатність та експлуатаційні якості, а також уникнути внутрішніх протиріч та неув'язок, попередити

аварійні ситуації при будівництві та експлуатації.

Числову інформацію щодо нового або наявного об'єкта необхідно використовувати для: прийняття конкретних проектних рішень, створення актуальної проектно-документації, передбачення експлуатаційних якостей об'єкта, складання кошторисів на проект та будівельних планів, замовлення та виготовлення необхідних матеріалів і обладнання, точного управління зведенням будівлі, управління та експлуатації самої будівлі і засобів технічного оснащення протягом всього життєвого циклу, управління будівлею як об'єктом комерційної діяльності, проектування та управ-

ління реконструкцією або ремонтом будівлі, знесення та утилізації будівлі при необхідності, інших пов'язаних з будівлею цілей.

Збільшення тривалості життєвого циклу об'єкта нерухомості можливе за рахунок своєчасного виявлення, прогнозування розвитку та виправлення дефектів і пошкоджень, за наявності достовірної інформації про технічний стан об'єкта, яку отримують методами будівельно-інформаційного моделювання на підставі об'єктивної багатокритеріальної інформації, отриманої у тому числі інструментальними методами, з використанням системного підходу, що забезпечує концепція сервейінгу.

Література

1. Чуканова Н.П. Удосконалення організаційно-технологічних рішень моніторингу технічного стану будівель старої забудови : автореф. дис. ... на здобуття к.т.н. : 05.23.08. Харків : ХДТУБА, 2020. 23 с.
2. Григоровський П.Є. Будівельно-інформаційні моделі та методи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань в будівництві : монографія. Київ : ЦП «Компринт», 2019. 340 с.
3. Талапов В.В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. Москва : Изд-во ДМК Пресс, 2015. 410 с.
4. Алексеев С.А., Тышкевич А.В., Алексеева А.С. Актуальность внедрения информационного моделирования зданий в строительство. *Научная дискуссия: вопросы технических наук*. 2016. № 1(31). С. 7–11.
5. Грабовый П.Г. Сервейинг – концепция системного анализа недвижимости. URL: <http://www.valnet.ru/m7-17.phtml>.
6. Сервейинг: организация, экспертиза, управление. Часть первая. Организационно-технологическая модель системы сервейинга : учебник / под общ. ред. проф. П.Г. Грабового. Москва : Издательство «АСВ» ИИА «Просветитель», 2015. 560 с.
7. Мурасова О.В. Удосконалення організаційно-технологічних рішень інструментального моніторингу ущільненої забудови, прилеглої до нового будівництва : автореф. дис. ... на здобуття к.т.н. : 05.23.08. Харків : ХДТУБА, 2020.
8. Крошка Ю.В. Удосконалення організаційно-технологічних рішень вимірювальних робіт при зведенні монолітно-каркасних будівель : дис. канд. техн. наук : 05.23.08. Харків, 2020.
9. Басанський В.О. Удосконалення організаційно-технологічних рішень інструментального моніторингу забудови зсувонебезпечних територій : дис. канд. техн. наук : 05.23.08. Харків, 2021.
10. Землекористування. URL : <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F> (дата звернення: 15.11.2021).
11. Землеволодіння. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F> – Вікіпедія (wikipedia.org). (дата звернення: 15.11.2021).
12. Довкілля. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F> – Вікіпедія (wikipedia.org). (дата звернення: 15.11.2021).
13. Геодезичні роботи у будівництві. ДБН В.1.3–2:2010. Зміна № 1 [Чинний з 2018.06.01] / Галінський О., Григоровський П., Мурасова О. та ін. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 32 с. (Державні будівельні норми України).
14. ДБН А.2.1-1-2008. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва [Чинний від 2014.08.01]. Київ : Мінрегіон України, 2014. 128 с. (Державні будівельні норми України).
15. Геоінформаційна система. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0 (дата звернення: 15.11.2021).
16. Управління. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F> (дата звернення: 15.11.2020).
17. Про екологічну експертизу : Закон України від 09.02.1995 № 45/95-ВР. Дата оновлення: 18.12.2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/45/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 15.11.2021).
18. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII Дата оновлення: 15.07.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text> (дата звернення: 15.11.2021).

References

1. Chukanova NP Improving organizational and technological solutions for monitoring the technical condition of old buildings: author's ref. dis. ... To obtain Ph.D. : 05.23.08. Kharkiv: KhDTUBA. 2020. 23p.
2. Grigorovskiy PE Building and information models and methods of formation of organizational and technological solutions of instrumental measurements in construction: a monograph. Kyiv: CP "Comprint", 2019. 340 p.
3. Talapov VV BIM technology. The essence and features of the implementation of information modeling of buildings. M. : Izd-vo DMK Press, 2015. 410 s.
4. Alekseev SA, Tyshkevich AV, Alekseeva AS, Chernykhovskiy BA The relevance of the introduction of information modeling of buildings in construction // Scientific discussion: questions of technical sciences. 2016. №1 (31). Pp. 7-11.
5. Grabovy PG Surveying is a concept of system real estate analysis. : <http://www.valnet.ru/m7-17.shtml>.
6. Surveying: organization, expertise, management. Part one. Organizational and technological model of the surveying system: a textbook / under common. ed. prof. P.G. Grabovogo - Moscow: Publishing House "DIA" IIA "Enlightener", 2015. - 560p.
7. Murasova O.V. Improving organizational and technological solutions for instrumental monitoring of compacted buildings adjacent to new construction: author's ref. dis. ... To obtain Ph.D. : 05.23.08. Kharkiv: KhDTUBA, 2020.
8. Kroshka Yu.V. Improving organizational and technological solutions for measuring work in the construction of monolithic frame buildings : dis. Cand. tech. Sciences : 05.23.08. Kharkiv, 2020.
9. Basansky VO, Improving organizational and technological solutions for instrumental monitoring of landslide-prone areas, dis. Cand. tech. Sciences: 05.23.08, Kharkiv, 2021.
10. Land use. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F> (appeal date: 15.11.2021).
11. Land tenure. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F> - Wikipedia (wikipedia.org). (appeal date: 15.11.2021).
12. Environment. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F> - Wikipedia .org). (appeal date: 15.11.2021) .
13. Geodetic works in construction. DBN B.1.3–2: 2010. Change № 1 [Effective from 2018-06-01] / Galinsky O., Grigorovskiy P., Murasova O. and others. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine. 2018. 32 p. (State building norms of Ukraine).
14. DBN A.2.1-1-2008. Exploration, design and territorial activities. Search. Engineering surveys for construction. [Effective from 2014_08_01]. K.: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2014. 128 p. (State building norms of Ukraine).
15. Geographic information system. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0> (application date: 15.11.2021).
16. Management. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F> (application date: 15.11.2021).
17. On ecological expertise. Law of Ukraine of February 9, 1995 № 45/95-VR. Date of renovation: 18.12.2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/45/95-%D0%B2%D1%80#Text> (application date: 15.11.2021).
18. On environmental impact assessment. Law of Ukraine of 23.05.2017 № 2059-VIII Date of renewal: 15.07.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text> (access date: 15.11.2021).

ENSURING THE SERVICEABILITY OF BUILDINGS AS A COMPONENT SURVEYING CONCEPT

Abstract. *The use of information model of the building facilitates work with the object. It allows you to virtually assemble, select the purpose, calculate, connect and coordinate components and systems developed by various specialists and organizations of the building, pre-check their viability, functionality and performance, as well as avoid internal inconsistencies, prevent accidents and construction operation. Numerical information on the designed or existing facility is used for: making specific design decisions, creating up-to-date design documentation, anticipating the operational qualities of the facility, estimating the project and construction plans, ordering and manufacturing necessary materials and equipment, accurate management of building or construction, management and operation of the building and technical equipment throughout its life cycle, management of the building as an object of commercial activity, design and management of reconstruction or repair of the building, demolition and disposal of the building if necessary, other building-related purposes.*

In the world practice of real estate management as part of the life cycle of buildings, including their professional technical operation is part of the concept of surveying, which is the implementation of a systematic approach to the development and management of real estate during the life cycle of buildings. It includes all types of planning (general, strategic and operational) for the functioning

of real estate, as well as activities related to the full range of technical and economic examinations of real estate, which ensure maximum social impact.

Increasing the life cycle cycle is possible due to timely detection, forecasting of development and correction of defects and damages, in the presence of reliable information about the technical condition of the object, which will be obtained by methods of construction and information modeling on the basis of objective multicriteria information. using a systems approach that provides the concept of surveying.

Key words: serviceability of buildings, information models, life cycle, surveying.

Hryhorovskiy P.Ye.

Doctor of Technical Sciences, Senior Research Officer,
State Enterprise “Scientific Research Institute of Building Production”, Kyiv

Murasova O.V.

Candidate of Technical Sciences,
State Enterprise “Scientific Research Institute of Building Production”, Kyiv

Chukanova N.P.

Candidate of Technical Sciences,
State Enterprise “Scientific Research Institute of Building Production”, Kyiv

УДК 624.13;628.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2021.40.2>

Григоровський П.Є.

д.т.н., с.н.с.,

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

<https://orcid.org/000-0003-0527-5890>

Чуканова Н.П.

к.т.н.,

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

<https://orcid.org/0000200032176824579>

Басанський В.О.

к.т.н.,

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

<https://orcid.org/0000-0002-7850-7798>

Наріжний В.В.

аспірант,

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ;

інженер 1 категорії,

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

<https://orcid.org/0000-0003-1320-8321>

**ПЕРЕДУМОВИ ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
ДИНАМІКИ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ҐРУНТОВИХ МАСИВІВ
НА ПРИКЛАДІ КУПОЛУ ПОЛІГОНУ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ
В С. ПІДГІРЦІ ОБУХІВСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

***Анотація.** Досвід складування твердих побутових відходів під час експлуатації полігонів та сміттєзвалищ свідчить про те, що просідання поверхні куполу не є закономірним та очікуваним процесом, а динаміка осідання, що ускладнюється наявністю фільтрату, не вивчена. Рекомендовані строки рекультивациі закритих полігонів ТПВ для різних кліматичних зон, що становлять 2 роки, в умовах наявності фільтрату, не гарантують стабілізації поверхні полігону за необхідності переміщення важкої техніки при формуванні куполу полігону в процесі виконання робіт з рекультивациі.*

Необхідність зняття соціальної напруги та поліпшення санітарного стану території району розташування полігонів вимагає невідкладного виконання будівельних робіт в наявних умовах, що потребує застосування додаткових компенсаційних заходів для безпеки виконання таких робіт в умовах динамічного полігону у спосіб, не передбачений чинними нормативними документами. Розробка таких компенсаційних заходів можлива за рахунок виконання порівняльного аналізу розрахункових та фактично отриманих даних щодо динаміки деформаційних процесів куполу полігону, а саме його поверхні та тіла, з урахуванням багатокритеріального впливу внутрішніх і зовнішніх факторів техногенного та природнього характеру.

Беручи до уваги недостатність вихідного матеріалу, відсутність вітчизняного досвіду проектування та виконання робіт з рекультивациі полігонів побутових відходів, доцільним є використання цифрового інформаційного моделювання куполу полігону для можливості прогнозування фізичних процесів, що виникають у процесі будівельних робіт з рекультивациі. Це дозволить запровадити попереджувальні компенсаційні організаційно-технологічні та технічні рішення щодо мінімізації негативного впливу фільтрату на стійкість поверхні куполу полігону.

Наведено результати аналізу передумов інформаційного моделювання динаміки деформаційних процесів на прикладі куполу полігону побутових відходів в с. Підгірці Обухівського району

Київської області з метою дослідження багатокритеріального впливу факторів техногенного та природнього характеру для порівняльного аналізу розрахункових та фактично отриманих даних щодо динаміки деформаційних процесів куполу полігону та наукового обґрунтування компенсаційних організаційно-технологічних рішень виконання рекультивациі в умовах динамічного полігону у спосіб, не передбачений чинними нормативними документами.

Ключові слова: *тверді побутові відходи, деформаційні процеси, динамічні полігони, сміттєзвалища, фільтрат, компенсаційні заходи, інформаційне моделювання, організаційно-технологічні рішення.*

Постановка проблеми. У с. Підгірці Обухівського району Київської області розпочато реалізацію проекту «Реконструкція та технічне переоснащення полігону ТПВ № 5 в с. Підгірці Обухівського району Київської області. Рекультивация ділянки № 1». Реалізація розробленого проекту рекультивациі ділянки № 1 повинна забезпечити екологічно безпечне завершення її експлуатації та поліпшення санітарного стану території району розташування полігону. Однак реалізація намірів виявилася вкрай ускладненою внаслідок виявлення проблеми, яка потребує термінового вирішення.

Проблемою реалізації проекту є наявність фільтрату [1; 2] – рідкої фази, що постійно утворюється в тілі полігону при захороненні побутових відходів з вологістю більше 55% та внаслідок атмосферних опадів, обсяг яких перевищує кількість вологи, що випаровується з поверхні полігону. Наявність штучного гідробар'єру в основі полігону є унікальною особливістю саме полігону № 5, оскільки він будувався з врахуванням нормативних вимог до полігонів, а не як стихійне сміттєзвалище. Такий штучний гідробар'єр перешкоджає потраплянню фільтрату в ґрунтову основу і, тим самим, збільшує його кількість в тілі полігону. Локальні, неорганізовані водоупори, що виникли за умови непередбаченого складу твердих побутових відходів (ТПВ), додатково створюють лінзи фільтрату, положення та обсяги яких впевнено визначити неможливо. Ці фактори, у сукупності з процесом дренажування фільтрату для його очищення, частковим поверненням продукту переробки в тіло полігону, а також здійсненням дегазації, призводять до неконтрольованої хиткості та динамічності його тіла, тобто відсутності стабілізації поверхні.

Досвід складування ТПВ та експлуатації полігону свідчить про те, що просідання його поверхні не є закономірним та очікуваним процесом, а динаміка осідання, що ускладнюється наявністю фільтрату, не вивчена. Рекомендо-

вані строки рекультивациі закритих полігонів ТПВ для різних кліматичних зон України згідно з табл. 3.4 ДБН В.2.4-2-2005 [3], що становлять 2 роки, як показав досвід робіт в умовах наявності фільтрату, не гарантують стабілізації поверхні полігону при переміщенні важкої техніки для уположування схилів та при формуванні куполу полігону в процесі виконання робіт з рекультивациі.

У процесі рекультивациі виникли питання які виходять за рамки дії нормативних документів, перешкоджають розробці проекту та ускладнюють його реалізацію. Також відсутні вітчизняні статистичні дані та досвід виконання робіт з рекультивациі подібних об'єктів. Потреба у знятті соціальної напруги та поліпшення санітарного стану території району розташування полігону вимагає невідкладного виконання будівельних робіт в наявних умовах, що потребує застосування додаткових компенсаційних заходів для забезпечення безпеки виконання таких робіт в умовах динамічного полігону у спосіб, не передбачений чинними нормативними документами. Дозвіл на відхилення від ДБН було отримано в Мінрегіоні. Розробка таких компенсаційних заходів можлива за рахунок виконання порівняльного аналізу розрахункових та фактично отриманих даних щодо динаміки деформаційних процесів куполу полігону, а саме його поверхні та тіла, з врахуванням багатокритеріального впливу внутрішніх і зовнішніх факторів техногенного та природнього характеру.

Метою роботи є аналіз передумов інформаційного моделювання динаміки деформаційних процесів ґрунтових масивів тіла полігону побутових відходів з метою дослідження багатокритеріального впливу факторів техногенного та природнього характеру, призначеного для порівняльного аналізу розрахункових та фактично отриманих даних щодо динаміки таких процесів та наукового обґрунтування компенсаційних організаційно-технологічних рішень виконання

рекультивуваці в умовах динамічного полігону у спосіб, не передбачений чинними нормативними документами.

Виклад основного матеріалу.

Беручи до уваги недостатність вихідного матеріалу, відсутність вітчизняного досвіду проектування та виконання робіт з рекультивації полігонів побутових відходів, доцільним є використання цифрового інформаційного моделювання [4] куполу полігону для можливості прогнозування фізичних процесів, що виникають в процесі будівельних робіт з рекультивації. Це дозволить впровадити попереджувальні компенсаційні організаційно-технологічні та технічні рішення щодо мінімізації негативного впливу фільтрату на стійкість поверхні куполу полігону.

Для створення інформаційно-цифрової моделі куполу полігону № 5 в умовах невизначеності, тобто недостатності інформації про його внутрішню структуру та фізико-технічні характеристики її складових, необхідно провести ретроспективне дослідження етапів його життєвого циклу з початку будівництва до теперішнього часу. У зв'язку з неповнотою та недостатністю проектною документації стосовно полігону твердих побутових відходів № 5 у с. Підгірці Обухівського району Київської області, в процесі дослідження використано доступну архівну технічну та проектну інформацію, сучасні нормативні документи та такі, що діяли протягом життєвого циклу полігону, експертну оцінку фахівців служби експлуатації, дані теперішніх досліджень та результати випробувань на дослідних ділянках. Наведемо короткий опис типової послідовності організаційно-технологічних заходів створення та експлуатації полігону у відповідності до чинних на той час нормативних документів, а потім, з метою подальшого будівельно-інформаційного моделювання, на підставі наявної інформації спробуємо відтворити етапи життєвого циклу полігону № 5.

Відповідно до [5] для вибору ділянки під влаштування полігону ТПВ на **етапі вибору ділянки будівництва та розвідувальних робіт** необхідно виконувати нижченаведені вимоги.

Полігони розміщують за межами міст та інших населених пунктів. Перед проектуванням замовник із зацікавленими організаціями визначає район, в якому здійснюється вибір ділянки. За гідрогеологічними умовами найкращими є ділянки з глиною або важки-

ми суглинками і ґрунтовими водами на глибині понад 2 м. Виключається використання під полігон заболочених територій глибиною понад 1 м і ділянок з виходами ґрунтових вод у вигляді джерел. Під полігони відводяться відпрацьовані кар'єри глини, ділянки без цінних порід дерев у лісових масивах, яри. При відведенні ділянки видається завдання на подальше її використання після закриття полігону, з врахуванням того, що капітальне будівництво на ділянках складування ТПВ забороняється через виділення отруйних та вибухонебезпечних газів протягом тривалого періоду (понад 40 років). Площа ділянки, що відводиться під полігон, вибирається, як правило, за умови терміну його експлуатації не менше 15 років.

На обраній під полігон ділянці виконуються топографічна зйомка, геологічні та гідрогеологічні дослідження. Геологічні дослідження визначають порядок напластування, потужність і склад порід, що складають основу полігону, коефіцієнт фільтрації ґрунту. Мінімальна глибина розвідки – 4 м. Гідрогеологічні дослідження визначають рівень ґрунтових вод, напрямок та потужність їх потоку. Для розрахунку нагірних каналів, що захищають полігон від потоку поверхневих вод (зливових і талих), збирають відомості про погодні зміни, інтенсивність атмосферних опадів і площу їх водозбору.

На етапі **збору вихідних даних для подальшого проектування полігону ТПВ** виконують вишукувальні роботи та визначають основні розділи у складі проекту. До складу проекту полігону [6] входять: гідрогеологічна записка з обґрунтуванням вибору майданчика будівництва; технологічний розділ (розрахунок обсягу, технологічна схема з урахуванням черговості будівництва, поздовжній і поперечний технологічні розрізи, режим експлуатації, розрахунок потреби в експлуатаційному персоналі, машинах і механізмах, міркування з рекультивації ділянки після закриття полігону); генеральний план ділянки; вертикальне планування, благоустрій, спеціальні природно-охоронні споруди (нагірні канали, греблі, водостійкі основи, огорожі); архітектурно-будівельний розділ; санітарно-технічний розділ; електротехнічний розділ; основні техніко-економічні показники; зведений кошторис.

Характеристика етапу проектування та будівництва на час проектування базу-

валася на матеріалах «Інструкції по проєктированию...» [7]. У відповідності до якої полігон № 5 відноситься до категорії високонавантажуваних полігонів, які мають загальну висоту (для полігонів у котлованах та ярах – глибину) понад 20 м і навантаження на використовувану площу понад 100000 Па (10 т/м², або 100 тис. т/га).

Основна споруда полігону – ділянка складування ТПВ займає до 95% площі полігону. Ділянку розбивають на черги експлуатації з урахуванням рельєфу місцевості та забезпечення прийому відходів протягом 3-5 років, у складі першої черги виділяють пусковий комплекс на перші 1-2 роки. У 1-3 чергу складування відходів ведуть на висоту 2-3 яруси (висота ярусу 2,0-2,5 м). Наступна черга експлуатації полягає у збільшенні насипу ТПВ до позначки, що проєктується. Ділянки складування мають бути захищені від стоків поверхневих вод із розташованих вище земельних масивів. Для перехоплення дощових та паводкових вод впродовж межі ділянки проєктують водовідвідну (нагірну) каналу. На відстані 1-2 м від неї розміщують огорожу навколо полігону, потім – на смузі шириною 5-8 м висаджують дерева, влаштовують інженерні комунікації (водопровід, каналізація), щогли електроосвітлення, відсипають кавальєри ґрунту для ізоляції ТПВ. На ділянці складування проєктують улаштування котловану з метою одержання ґрунту для проміжної та остаточної ізоляції. Рівень ґрунтових вод повинен бути на 1 м нижче днища котловану. З котлованів другої черги ґрунт складують в кавальєрах за периметром полігону для ізоляції ТПВ від опадів на картах першої черги. Днище котловану передбачають горизонтальним для рівномірного розподілу фільтрату по площі основи полігону. Ураховуючи рельєф місцевості та черговість складування ТПВ, ділянка розбивається на низку котлованів. На ділянках з нахилом понад 0,5 % проєктують каскад котлованів.

Для ґрунтів, що характеризуються коефіцієнтом фільтрації більше 10-5 см/с, необхідно передбачати влаштування штучних непроникних екранів. Найбільш вірогідний варіант для полігону № 5 екран із поліетиленової плівки, стабілізованої сажею, двошаровий. Двошаровий екран складається з підстилаючого шару – глинистого ґрунту завтовшки не менше 0,2 м, двох шарів поліетиленової плівки, стабілізованої сажею, завтовшки 0,2 мм. Між шара-

ми плівки влаштовується дренажний шар із крупнозернистого піску, завтовшки 0,4 м. На верхній шар плівки укладають захисний шар ($h = 0,5$ м) піщаного ґрунту з частинками максимальної крупності до 5 мм. Допускається застосування одношарових штучних екранів без дренажу фільтрату за сприятливих гідрогеологічних умов ділянки складування: рівень ґрунтових вод не менше 6 м від поверхні основи робочих карт; наявність в основі карт суглинків з коефіцієнтом фільтрації не більше 10^{-3} см/с і потужністю не менше 6 м. Дренажний шар передбачається для аварійних ситуацій та контролю виходу фільтрату. При економічному обґрунтуванні можливе створення штучного протифільтраційного екрану із шару глини з коефіцієнтом фільтрації 10^{-8} ... 10^{-7} см/с, завтовшки 0,3-0,4 м.

Відведення земельної ділянки під складування ТПВ на території яру, у випадку для полігону № 5, має включати його верхів'я, що гарантує збирання та видалення талих та дощових вод більш простими методами. Ділянку яру за довжиною розбивають, починаючи з верхів'я, на етапи будівництва. Кожна черга будівництва зі зниженого боку захищається від зсувів земляною греблею. Типова схема високонавантажуваного полігону для ТПВ за багатокаскадною технологією складування в яр наведено на рис. 1. Кожну греблю розраховують на екстремальні умови з урахуванням статичної стійкості утримуваних ТПВ, насичених водою.

Для полігону ТПВ розробляють спеціальний проєкт моніторингу, що включає розділи [8–11]: контроль стану підземних та поверхневих водних об'єктів, атмосферного повітря, ґрунтів та рослин, шумового забруднення в зоні можливого несприятливого впливу полігону; система управління технологічними процесами на полігоні, що забезпечує запобігання забруднення підземних та поверхневих водних об'єктів, атмосферного повітря, ґрунтів та рослин, шумового забруднення вище допустимих меж у випадках виявлення забруднюючого впливу полігонів. Система моніторингу повинна включати пристрої та споруди щодо контролю стану підземних та поверхневих вод, атмосферного повітря, ґрунту та рослин, а також шумового забруднення в зоні можливого впливу полігону.

Етап експлуатації полігонів передбачає наступну організацію основних робіт: прийом, складування та ізоляція ТПВ. Облік

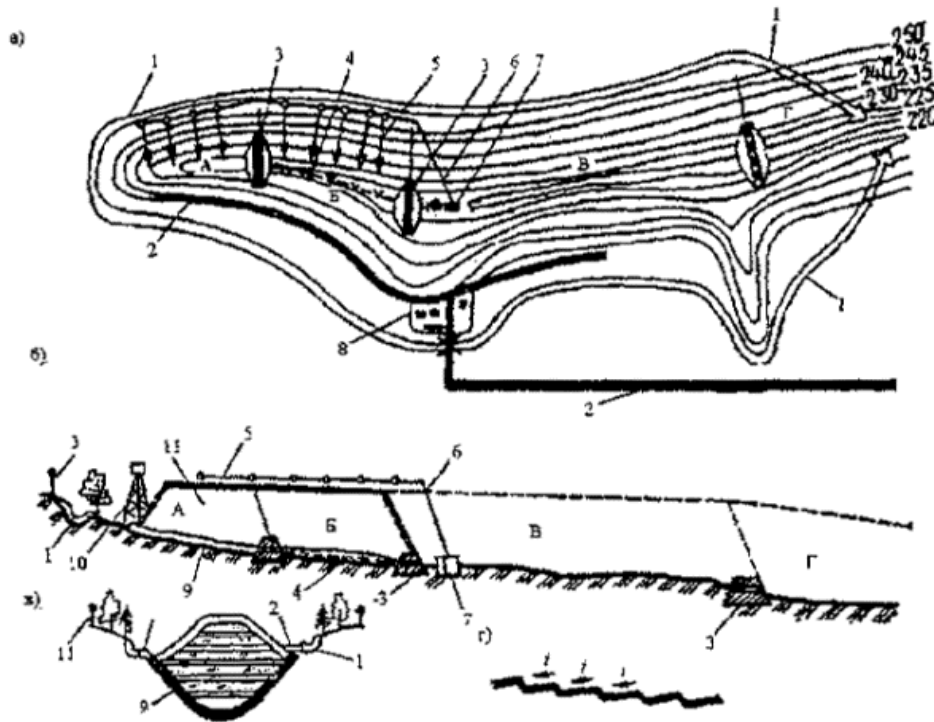


Рис. 1. Високонвантажуваний полігон для твердих побутових відходів за багатокаскадною технологічною схемою

а – схематичний план; б – схематичні поздовжній і поперечний розрізи, г – уступи на підставі із зворотним ухилом; 1 – нагірна канава; 2 – підїзна дорога; 3 – земляна гребля; 4 – самопливна каналізація фільтрату; 5 – збірно-розбірний розподільний фільтратопровід; 6 – магістральний напірний фільтратопровід; 7 – насосна станція фільтрату; 8 – господарська зона; 9 – протифільтраційний екран; 10 – огорожа; А – перший каскад I черги складування твердих побутових відходів, Б – другий каскад I черги; В – ділянка складування у II чергу; Г – ділянка складування відходів на перспективу; 220-250 – умовні позначки горизонталей

прийнятих ТПВ ведуть за обсягом у ущільненому стані. Організацію робіт проєктують відповідно до технологічної схеми експлуатації полігону. Річним графіком експлуатації помісячно планують: кількість прийнятих ТПВ із зазначенням № карт складування відходів та обсяги розробки ґрунту для ізоляції ТПВ.

Сміттєвози, що безперервно прибувають на полігон, розвантажують біля робочої карти. Майданчик розвантаження сміттєвозів розбивають на дві ділянки. На одній – розвантажують сміттєвози, на іншій працюють бульдозери або катки-ущільнювачі. Розміщення сміттєвозів на майданчику розвантаження забезпечує безперешкодний виїзд кожної машини, що розвантажилася. Вивантажені з машин ТПВ складають на робочій карті методом «насуву» та методом «зіштовхування» (рис. 2-3).

Ущільнений шар ТПВ висотою 2 м ізолюють шаром ґрунту 0,25 м, або 0,15 м при забезпеченні ущільнення в 3,5 рази і більше. Розвантаження сміттєвозів здійснюють на шарі ТПВ, з часу укладання та ізоляції якого пройшло більше 3 міс. Зсув розвантажених ТПВ на робочу карту здійснюють бульдозерами всіх типів. Ущільнення укладених ТПВ шарами по 0,5 м здійснюють важкими бульдозерами масою 14 т. Ущільнення здійснюють 2-4-кратним проходом бульдозера по одному місцю. При 2-кратному проході бульдозера ущільнення ТПВ становить 570-670 кг/м³, при 4-кратному - 670-800 кг/м³. Для забезпечення рівномірного просідання тіла полігону двічі на рік виконують контрольне визначення ступеню ущільнення ТПВ.

Проміжну та остаточну ізоляцію ущільненого шару ТПВ здійснюють ґрунтом. При складуванні ТПВ на відкритих, незаглиблених

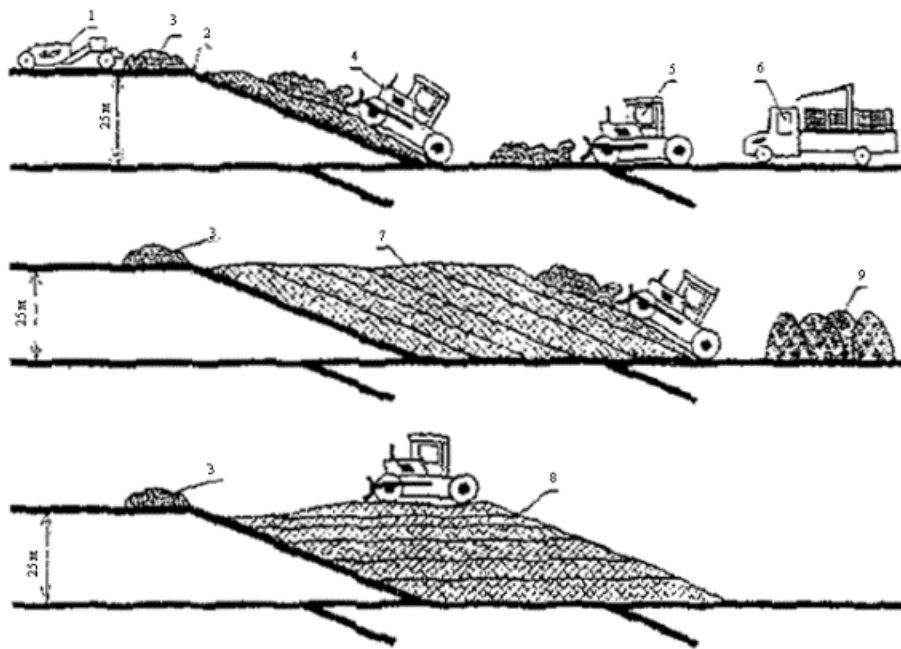


Рис. 2 Схема укладання відходів методом «насуву» (знизу вгору).
 1 – скрепер, що доставляє ґрунт; 2 – ізолюючий шар; 3 – ґрунт для ізоляції;
 4 – бульдозер, що ущільнює ТПВ; 5 – бульдозер, що транспортує ТПВ
 від місця вивантаження зі сміттєвозу до робочої карти; 6 – сміттєвоз на
 місці розвантаження; 7 – укладання похилих шарів; 8 – укладання тонких
 горизонтальних шарів; 9 – вивантажені ТПВ

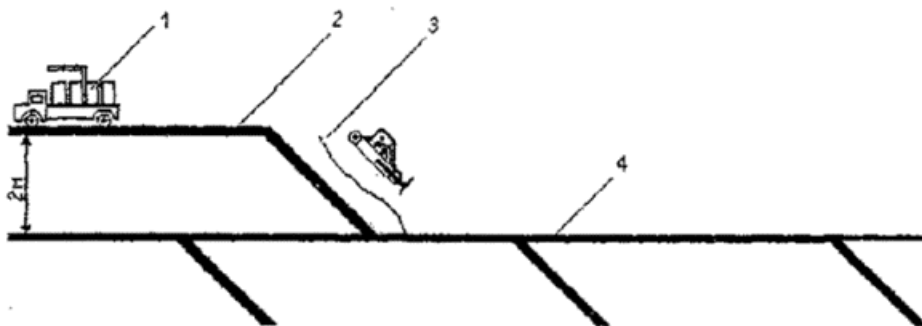



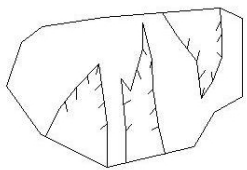
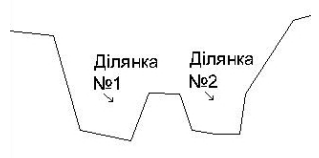
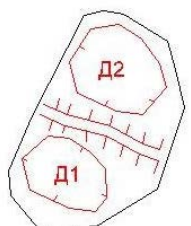

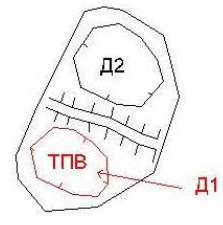
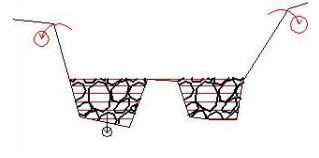
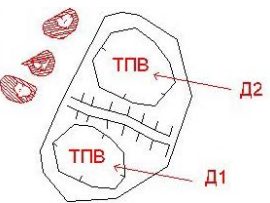
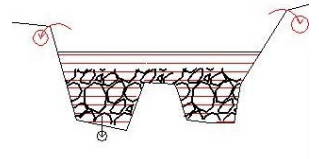
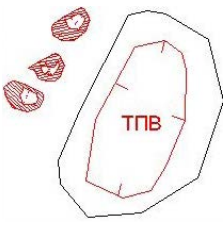
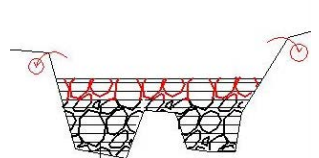
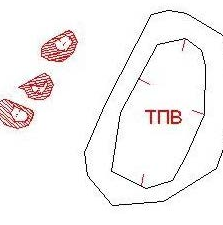
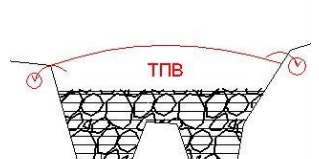
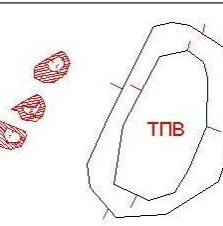
Рис. 3 Схема укладання відходів методом «зіштовхування» (зверху вниз)
 1 – сміттєвоз на місці розвантаження; 2 – ізоляція, нанесена у попередній день;
 3 – ущільнення відходів на робочій карті; 4 – ізоляція, нанесена 0,5-1 рік тому.

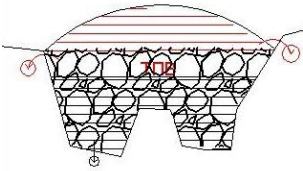
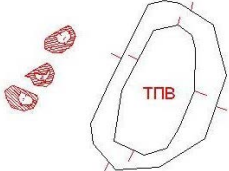
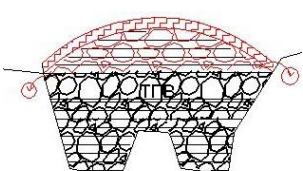
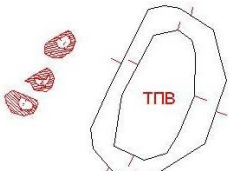
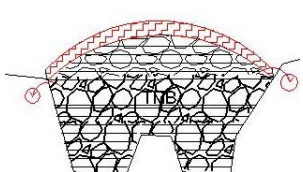
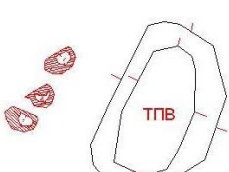
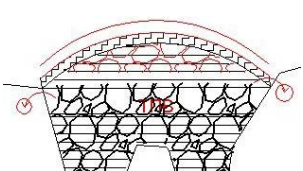

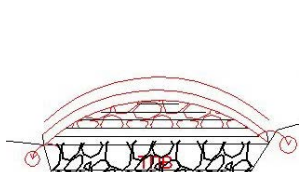
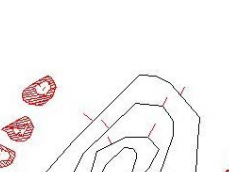
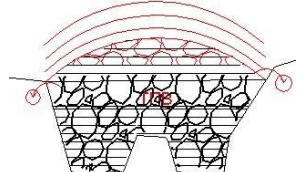

картах проміжну ізоляцію у теплу пору року здійснюють щодобово, у холодну пору року – з інтервалом не більше трьох діб. Шар проміжної ізоляції становить 0,25 м., при ущільненні ТПВ котками КМ – 305-0,15 м. У зимовий період як ізолюючий матеріал дозволяється використовувати шлаки ТЕЦ, будівельні відходи, відходи виробництва, допускається застосовувати для ізоляції сніг. У весняний період, із встановленням

температури понад 5°, майданчики, де була застосована ізоляція снігом, покривають шаром ґрунту.









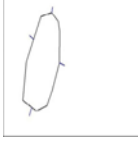


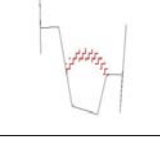





У табл. 1-2 конкретизовано основні етапи життєвого циклу та їх склад для полігону ТПВ № 5, в тому числі *етап рекультивації 2021–2022 рр.*, що корелюється з нормативними даними щодо етапів життєвого циклу полігонів ТПВ та переліку технологічних операцій кожного етапу наведеними вище.

Таблиця 1. Результати ретроспективного аналізу етапів життєвого циклу полігону ТПВ № 5

№ етапу	Етап	Характеристика рельєфу за відповідним етапом	Ситуацій план місцевості відповідним етапом	Опис подій відповідного етапу
1	1986 рік			Вибір ділянки для можливості влаштування полігону ТПВ
2	1986–1987			Період збору вихідних, вишукувань та розроблення проектної документації на будівництво полігону ТПВ № 5. Будівництво та введення в експлуатацію
3	1987–1992			Період експлуатації. Захоронення ТПВ з пошаровим пересипанням його технологічним ґрунтом
4	1992			Розробка проектної документації на реконструкцію полігону. Реконструкція полігону передбачала збільшення потужності ділянки складування
5	1992–2001			Період експлуатації. Захоронення ТПВ з пошаровим пересипанням його технологічним ґрунтом
6	2000			Розробка проектної документації з очищення та переробки фільтрату. Побудова очисних споруд та ставків для зберігання фільтрату та концентрату після очистки фільтрату
7	2001–2016			Період експлуатації. Захоронення ТПВ з без влаштування пошарового пересипанням технологічним ґрунтом

8	2016–2018			<p>Період експлуатації. Захоронення ТПВ з відновленням пошарового пересипання технологічним ґрунтом</p>
9	2018–2019			<p>Збір вихідних даних для розробки проекту рекультивациі 1 ділянки складування. Розробка проекту Рекультивациі 1 ділянки складування полігону ТПВ № 5</p>
10	2019–2020			<p>Підготовка 1 ділянки складування для подальшої рекультивациі. Формування початкових відміток у відповідності до розробленого проекту рекультивациі 1 ділянки складування</p>
11	2020			<p>Вибір генпідрядної організації та початок рекультивациі 1 ділянки складування полігону ТПВ</p>
12	2020–2021			<p>Коригування проекту рекультивациі 2019 року у зв'язку із обставинами, які виходять за рамки дії нормативних документів та унеможливають виконання робіт з рекультивациі. Розробка компенсаційних заходів та затвердження їх на вченій раді Мінрегіону</p>
13	2021–2022			<p>Реалізація відкоригованого проекту з рекультивациі полігону з врахуванням ускладнюючих факторів</p>

Таблиця 2. Умовні позначення до таблиці 1

	Природний рельєф вибраної ділянки під полігон ТПВ		Нещодавно захороненні ТПВ
	Позначення природного рельєфу до початку облаштування полігону ТПВ		Пошарове пересипання ТПВ технологічним ґрунтом
	Межі ділянки складування ТПВ		Дренажна система в днищі тіла полігону для відведення фільтрату
	Впадина(зменшення висоти)		Дренажна система по периметру полігону для відведення фільтрату
	Пагорб(зростання висоти)		Позначення технологічного рекультиваційного шару
	Ґрунтова дамба		Позначення шару технологічного екрану укладеного на ТПВ
Д2, Ділянка №2	Номер ділянки складування ТПВ		Позначення рекультиваційних шарів у відповідності до проекту
	Сформована ділянка для влаштування ТПВ		Поділ полігону на сектори
	Давно захороненні ТПВ		Позначення озер фільтрату з порядковим номером

Побудова розрахункової моделі [11; 12] полігону передбачає певну послідовність розрахунку його зсувонебезпечних схилів та куполу в програмно-розрахунковому комплексі PLAXIS 3D з врахуванням гідростатичного впливу фільтрату, що розташований на різних висотних відмітках, а саме: моделювання на підставі топографічних даних геометрії рельєфу території; доповнення геометрії рельєфу геологічною будовою масиву ґрунту території, на підставі даних геологічних вишукувань; роз-

бивання моделі на кінцеві (розрахункові) елементи; внесення даних про гідрологічну ситуацію території; встановлення динамічності та хиткості поверхні та тіла куполу; встановлення шляхом розрахунку ймовірної поверхні ковзання; встановлення ймовірної поверхні ковзання з використанням мережі кінцевих елементів. Таким чином, складання математичної моделі передбачає поступове її поетапне ускладнення за рахунок використання додаткової інформації про об'єкт моделювання (табл. 1).

Етап 1. Моделювання ґрунтового масиву в межах задачі за дослідженням інженерно-геологічних свердловин та іншої доступної інформації про геологічну структуру полігону, з введенням в базу даних моделі фізико-механічних показників твердих побутових відходів та ґрунтів основи (далі ґрунтів) передбачає схематичну візуалізацію ґрунтового масиву із свердловинами з введенням даних, щодо фізико-механічних показників ґрунтів.

Етап 2. Моделювання структур, що являють собою геометричні та фізичні характеристики об'єкту моделювання. На цьому етапі вводяться геометричні дані поверхні масиву, конфігурація будівель і споруд (інженерна інфраструктура дренажу газу та фільтрації); задаються та присвоюються конструкціям параметри жорсткості та міцності. Для прийнятої до подальших досліджень ідеалізованої моделі моделюванню підлягають: геометрія рельєфу; навантаження у вигляді впливу будівельної техніки, штучних вібрацій, розподілених та концентрованих навантажень забудови інженерних мереж та споруд; моделювання виробничих навантажень під час рекультивації, а саме поетапне улаштування рекультиваційного шару у вигляді технологічних прошарків покриття куполу, тощо.

Етап 3. Формування сітки кінцевих елементів для розрахункової моделі, що моделюється автоматично і для ґрунтового масиву і для структур, сформованих на етапі 2.

Етап 4. Моделювання гідрологічних умов виконується автоматично, виходячи з даних про рівень ґрунтових вод, визначених за даними інженерно-геологічних свердловин на етапі 1. Гідрогеологічні умови є чинником управління параметрами ідеалізованої моделі. Їх характеристики у складі ідеалізованої моделі штучно змінюють для моделювання можливого перебігу подій при експлуатації та забудові зсувонебезпечних територій.

Етап 5. Задання всіх розрахункових стадій моделі передбачає ретроспективний, поточний та прогнозний аналіз розвитку зсувного процесу. Дана стадія передуює розрахунку і в ній моделюються всі фактичні (історичні) та прогнозовані ситуації на ділянці для якої розробляється модель, а саме: початкова стадія існування рельєфу під майбутній полігон; розрахункова стадія з врахуванням етапів життєвого циклу полігону в період його будівництва та завантаження; розрахункова стадія із врахуванням етапу рекультивації;

розрахункова стадія експлуатації рекультивованого полігону з корисним навантаженням та функціонуванням систем відбору газу та дренажу фільтрату.

Кількість етапів ускладнення будівельної інформаційно-математичної моделі динамічного полігону не обмежена наведеним переліком і залежить від черговості та обсягів накопичення нової інформації, достатньої для внесення змін в розрахункову модель. Наприклад в табл. 1 наведено 13 етапів визначених на даний час організаційно-технологічних змін, що призводять до ускладнення моделі. У випадку відсутності якоїсь інформації на етапі створення базової моделі і виявлення її на поточний період доцільність ускладнення моделі може бути підтверджена ретроспективним аналізом. Інформаційна цифрова модель надає можливість враховувати поточну вимірювальну інформацію про динаміку змін тіла та куполу полігону і вносити уточнення в її алгоритм, тим самим підвищити вірогідність прогнозних розрахункових даних. Фактично така модель поступово наближатиметься до рівня цифрового близнюка реального об'єкта [13], що забезпечує зв'язок між об'єктом реального світу та його цифровим поданням, який безперервно використовує вимірювальні дані про поточний стан об'єкту. У подальшому цифрове подання може використовуватися для візуалізації, моделювання, аналізу та оперативного планування організаційно-технологічних рішень відповідного етапу життєвого циклу полігону.

Висновки. Незважаючи на недостатність досліджень експлуатаційних характеристик полігонів твердих побутових відходів, існують передумови інформаційного моделювання динаміки деформаційних процесів ґрунтових масивів тіла таких полігонів.

Інформаційне моделювання дозволить дослідити багатокритеріальний вплив факторів техногенного та природного характеру, а також виконати порівняльний аналіз розрахункових і фактично отриманих даних щодо динаміки таких процесів з метою наукового обґрунтування компенсаційних організаційно-технологічних рішень рекультивації в умовах динамічного полігону у спосіб, не передбачений чинними нормативними документами.

Будівельна інформаційно-математична модель, що передбачає її поетапне ускладнення за рахунок використання додаткової інформації, дозволить досліджувати техніко-економічну

ефективність організаційно-технологічних рішень компенсаційних заходів в процесі рекультивациі та поточного управління експлуатацією в процесі подальшого використання території полігону № 5 з урахуванням множини внутрішніх та зовнішніх факторів впливу.

Література

1. Рекомендации по сбору, очистке и отвердению сточных вод полигона захоронения твердых бытовых отходов: Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу. ФГУП Федеральный центр благоустройства и обращения с отходами. Москва, 2003.
2. Местный норматив градостроительного проектирования «Проектирование, строительство и рекультивация полигонов твердых бытовых отходов в Бутурлиновском городском поселении Бутурлиновского муниципального района Воронежской области». Совет народных депутатов Бутурлиновского городского поселения Бутурлиновского муниципального района Воронежской области: Проект решения.
3. ДБН В.2.4-2-2005 «Проектування. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування» (в редакції зміни № 1).
4. BIM Технології інформаційного моделювання в будівництві (timb.org.ua).
5. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов, министерство строительства российской федерации академия коммунального хозяйства (МЖКФ РСФСР) Ордена Трудового Красного Знамени им. Памфилова, Москва : Стройиздат, 1983 г.
7. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов, министерство строительства российской федерации академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова. Москва, 1996 г.
8. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов, министерство строительства российской федерации академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова. Москва, 1998 г.
9. Григоровський П.Є., Грубська Л.М., Басанський В.О. Необхідність моніторингу зсувонебезпечних схилів на прикладі схилу у прибережній зоні в районі 9-го мкр. м. Чорноморськ (Іллічівськ). *Нові технології в будівництві* : наук.-техн. зб. 2019. № 36. С. 9-14.
10. Лозинський В.А. Геоінформаційний моніторинг полігонів твердих побутових відходів : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.01 – «Геодезія, фотограмметрія та картографія» ; Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2019.
11. Басанський В.О. Удосконалення організаційно-технологічних рішень інструментального моніторингу забудови зсувонебезпечних територій : дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.08 – «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» (19 – Архітектура та будівництво) ; ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва ім. В.С. Балицького», Харківський національний університет будівництва та архітектури, Харків, 2021.
12. Григоровський П.Є., Червяков Ю.М., Басанський В.О. Інформаційне моделювання організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при створенні та утриманні будівельних об'єктів. *Будівельне виробництво : наук.-техн. зб.* Київ : Вид-во «Ліра-К». 2019. № 67. С. 7–16.
13. Навіщо використовувати цифрових близнюків у будівництві – Geofumadas.

References

1. Recommendations for the collection, treatment and solidification of wastewater from the landfill for solid waste.: State Committee of the Russian Federation for Construction and Housing. Federal State Unitary Enterprise Federal Center for Landscaping and Waste Management, Moscow 2003.
2. Local standard of town-planning designing "Design, construction and reclamation of landfills of solid household waste in Buturlinovsky city settlement of Buturlinovsky municipal region of the Voronezh region". Council of People's Deputies of the Buturlinovsky city settlement of the Buturlinovsky municipal region of the Voronezh region: Draft decision.
3. DBN V.2.4-2-2005 "Design. Landfills for solid household waste. Basic design provisions "(as amended зміни 1)
4. BIM Technologies of information modeling in construction (timb.org.ua)
5. Instruction on the design, operation and reclamation of landfills for solid waste, the Ministry of Construction of the Russian Federation Academy of Public Utilities (MZhKF RSFSR) Order of the Red Banner of Labor. Pamfilova, Moscow Stroyizdat, 1983
7. Instruction on the design, operation and reclamation of landfills for solid waste, Ministry of Construction of the Russian Federation Academy of Public Utilities. K.D. Pamfilova, Moscow 1996
8. Instruction on the design, operation and reclamation of landfills for solid waste, Ministry of Construction of the Russian Federation Academy of Public Utilities. K.D. Pamfilova, Moscow 1998
9. Grigorovsky PE, Grubskaya LM, Basansky VO The need to monitor landslide-prone slopes on the example of a slope in the coastal zone in the area of the 9th microdistrict. Chernomorsk (Illichivsk). New technologies in construction: scientific and technical. coll. 2019. №36. Pp. 9-14.
10. Lozynsky VA, Geoinformation monitoring of solid waste landfills, Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences in specialty 05.24.01 - "Geodesy, photogrammetry and cartography". - Lviv Polytechnic National University, Lviv, 2019.
11. Basansky VO, Improving organizational and technological solutions for instrumental monitoring of landslide-hazardous areas, Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences in specialty 05.23.08 - "Technology and organization of industrial and civil construction" (19 - Architecture and Construction) - SE "Research Institute of Construction Production. V.S. Balytsky », Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kharkiv, 2021.
12. Grigorovsky PE, Chervyakov YM, Basansky VO, Kroshka YV, Murasyova OV, Chukanova NP Information modeling of organizational and technological solutions of instrumental measurements in the creation and maintenance of construction projects. Construction production: scientific and technical. coll. Kyiv: Lira-K Publishing House. 2019. № 67. S. 7–16.
13. Why use digital twins in construction – Geofumadas.

PREREQUISITES FOR INFORMATION MODELING OF THE DYNAMICS OF DEFORMATION PROCESSES OF SOIL MASSIFS ON THE EXAMPLE OF THE DOME OF THE LANDFILL IN THE VILLAGE PIDHIRTSI, OBUKHIV DISTRICT, KYIV REGION

Abstract. *The experience of solid waste storage in the operation of landfills and dumps shows that the subsidence of the dome surface is not a natural and expected process, and the dynamics of sedimentation, complicated by the presence of filtrate, has not been studied. The recommended terms of reclamation of closed landfills for different climatic zones of 2 years, in the presence of filtrate, do not guarantee stabilization of the landfill surface if necessary to move heavy equipment during the formation of the landfill dome in the process of reclamation.*

The need to relieve social tensions and improve the sanitary condition of the landfill area requires immediate construction work in the existing conditions, which requires additional compensatory measures to ensure the safety of such work in a dynamic landfill in a way not provided by current regulations. The development of such compensatory measures is possible through a comparative analysis of calculated and actually obtained data on the dynamics of deformation processes of the dome of the landfill, namely its surface and body, taking into account the multicriteria influence of internal and external factors of man-made and natural nature.

Given the lack of source material, lack of domestic experience in the design and implementation of land reclamation, it is advisable to use digital information modeling of the dome of the landfill to predict the physical processes that occur during construction work on reclamation. This will allow the introduction of preventive compensation organizational, technological and technical solutions to minimize the negative impact of the filtrate on the stability of the surface of the dome of the landfill.

The results of the analysis of the preconditions of information modeling of the dynamics of deformation processes on the example of the dome of the landfill in the village of Pidhirtsi, Obukhiv district, Kyiv region, in order to study the multicriteria influence of man-made and natural factors for comparative analysis of calculated and actually obtained data on the dynamics of deformation processes of the landfill dome and scientific substantiation of compensatory organizational and technological solutions for reclamation in dynamic documents.

Key words: *solid household waste, deformation processes, dynamic landfills, landfills, filtrate, compensatory measures, information modeling, organizational and technological solutions.*

Hryhorovskiy P.Ye.

Doctor of Technical Sciences, Senior Research Officer,
State Enterprise “Scientific Research Institute of Building Production”, Kyiv

Chukanova N.P.

Candidate of Technical Sciences,
State Enterprise “Scientific Research Institute of Building Production”, Kyiv

Basanskyi V.O.

Candidate of Technical Sciences,
State Enterprise “Scientific Research Institute of Building Production”, Kyiv

Narizhnyi V.V.

Graduate Student,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv
engineer of the 1st category,
State Enterprise “Scientific Research Institute of Building Production”, Kyiv

УДК 624.012.3:681.3.06

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2021.40.3>

Симонов С.І.

к.т.н., доцент кафедри «Архітектура»

Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь, Донецька область

Черних О.А.

к.т.н., доцент кафедри «Будівництво, урбаністика та просторове планування»

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля,

м. Северодонецьк, Луганська область

ЗАСТОСУВАННЯ BIM-ТЕХНОЛОГІЙ У ГАЛУЗІ ЗНАНЬ «АРХІТЕКТУРА І БУДІВНИЦТВО» НА ПРИКЛАДІ КАФЕДРИ «АРХІТЕКТУРА І МІСТОБУДУВАННЯ» СНУ ІМ. В. ДАЛЯ

***Анотація.** У статті наводиться приклад застосування BIM-технологій у галузі знань «Архітектура і будівництво» на кафедрі «Архітектура і містобудування» СНУ ім. В. Даля. У статті відзначено, що технології не стоять на місці, і будівельна галузь – не виняток, що будівництво XXI століття, на відміну від будівництва XX століття, все більше комп'ютеризується і використовує сучасні комп'ютерні технології, які розвиваються з кожним днем. У статті констатується, що Building Information Modeling (BIM) твердо зайняло свою нішу в будівництві і архітектурі, ці технології дозволяють істотно заощадити час проектування і міняти планування і дизайн будинків і споруд в онлайн-режимі з урахуванням думки замовника проекту. Розглянуто, що необхідна та актуальна інформація за версіями програмного комплексу ЛІРА-САПР у вигляді посібників, презентацій, відеокурсів у великій кількості розміщена на офіційному сайті компанії ЛІРА САПР у розділі «База знань» та на вебсторінці ЛІРА САПР на каналі YouTube. У роботі розглянуто забезпечення ефективності процесу отримання студентами базових знань із сучасних методів розрахунків та проектування за допомогою BIM-технологій на прикладі кафедри «Архітектура і містобудування». Наведено приклад робіт студентів кафедри, які створюють базову 3D BIM – модель житлового будинку, на основі якої кожен студент виконує проект реконструкції відповідно до вибраного архітектурного стилю. Зазначено, що застосування сучасних BIM-технологій у процесі навчання допомагає студентам освоїти ці програми і технології та у майбутньому після закінчення навчання бути конкурентоспроможними на ринку праці. Спільні зусилля розробників сучасних BIM-технологій, викладачів закладів вищої освіти та талановитих студентів дозволяють готувати фахівців досить високого рівня підготовки, здатних вирішувати нагальні завдання у галузі архітектури і будівництва.*

***Ключові слова:** BIM-технології, ЛІРА-САПР, AutoCAD, САПФІР-3D, 3D-моделі.*

Постановка проблеми. Технології не стоять на місці, і будівельна галузь – не виняток. Будівництво XXI століття, на відміну від будівництва XX століття, все більше комп'ютеризується і використовує сучасні комп'ютерні технології, які розвиваються з кожним днем. Building Information Modeling (BIM) твердо зайняло свою нішу в будівництві і архітектурі. BIM-технології дозволяють істотно заощадити час проектування і міняти планування і дизайн будинків і споруд в онлайн-режимі з урахуванням думки замовника проекту. За

допомогою BIM-технологій здійснюється концептуальне проектування, аналіз, деталізація і випуск документації. Дані BIM використовуються для інформаційного наповнення планування і логістики. Доступ до даних логістики будівельних робіт у рамках проекту надається постачальникам і підрядникам для оптимізації термінів і підвищення ефективності. Дані BIM беруть участь в експлуатації і обслуговуванні готових об'єктів. Ці дані можна також використовувати в майбутньому для ефективної реконструкції або демонтажу.

Нові BIM-технології необхідно впроваджувати в процес навчання в галузі знань «Архітектура і будівництво» для того, щоб випускати готових фахівців у будівельну галузь. Нижче розглянемо досвід застосування BIM-технологій на кафедрі «Архітектура і будівництво» для спеціальності 191 «Архітектура та містобудування».

Аналіз досліджень. Одним із найважливіших елементів комп'ютеризації вищої освіти є практика використання тренажерів, а саме

промислових програмних продуктів у процесі навчання спеціаліста» [1].

Необхідна та актуальна інформація за версіями програмного комплексу ЛІРА-САПР у вигляді посібників, презентацій, відеокурсів у великій кількості розміщена на офіційному сайті компанії ЛІРА САПР у розділі «База знань» (рис. 1) [2], на вебсторінці ЛІРА САПР на каналі YouTube (рис. 2) [3], а також на вебсторінках досвідчених користувачів, наприклад, інженера-проектувальника О. Каманіна (рис. 3) [4].



Рис. 1. Розділ «База знань» на офіційному сайті компанії ЛІРА САПР

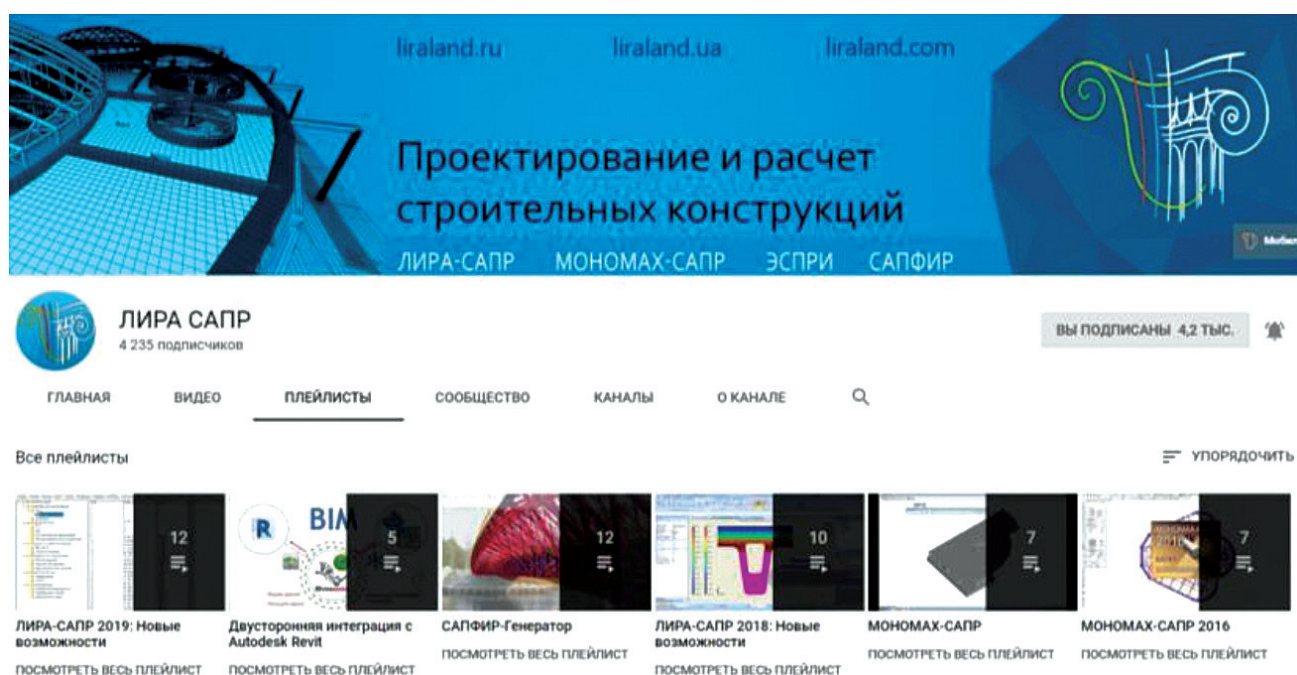


Рис. 2. Вебсторінка компанії ЛІРА САПР на каналі YouTube «Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві», випуск

Мета роботи – забезпечення ефективності процесу отримання студентами базових знань із сучасних методів розрахунків та проектування за допомогою BIM-технологій.

Результати досліджень. Восени 2018 року СНУ ім. В. Даля отримав від компанії ЛІРА-САПР ліцензійні комплекти навчальних програм АCADEMIC set 2018, відтак було розпочато впровадження у навчальний процес на кафедрі «Архітектури і містобудування» і сучасних будівельних програмних комплексів ПК ЛІРА-САПР FULL 2018, ПК МОНОМАХ-САПР PRO 2016 та ПК ЕСПРІ 2018 на базі накопиченого досвіду ДонДТУ.

Ці програмні комплекси використовуються для викладання навчальних дисциплін:

на кафедрі архітектури і містобудування – комп'ютерне моделювання, архітектура будівель і споруд.

Використання сучасних промислових програмних продуктів потребує:

відповідної попередньої підготовки як викладачів, так і студентів;

наявності необхідної та актуальної інформації з можливостей та досвіду використання останніх версій програмних комплексів.

Тому перед тим, як перейти до освоєння програмного комплексу ЛІРА-САПР, студенти-архітектори набувають практичних навичок у роботі із САД-системами починаючи

вже з першого курсу. Навчання проводиться за такими етапами підготовки:

1. На першому курсі в рамках дисципліни «Нарисна геометрія» вивчають основи системи AutoCAD, вирішують просторові задачі з нарисної геометрії за допомогою системи AutoCAD, за допомогою архітектурно-конструкторського пакета АРКО на базі AutoCAD створюють 3D-моделі двоповерхових житлових будівель базового та підвищеного рівня складності.

2. На другому курсі в рамках дисципліни «Комп'ютерне моделювання» вивчають основи архітектурної композиції. За допомогою системи AutoCAD Architectural виконують концептуальні архітектурні моделі колон, арок, макети простих геометричних тіл куба, піраміди, створюють орнаменти методом пластики поверхонь і розробляють об'ємні просторові композиції.

3. На третьому курсі в осінньому семестрі в рамках дисципліни «Комп'ютерне моделювання» вивчають основи системи ArchiCAD.

Спочатку створюють базу 3D BIM – модель житлового будинку, на основі якої кожен студент виконує проєкт реконструкції відповідно до вибраного архітектурного стилю.

На першому етапі створюється спрощена типова 3D-модель двоповерхового житлового будинку. Студенти отримують первинні навички об'ємно-просторового

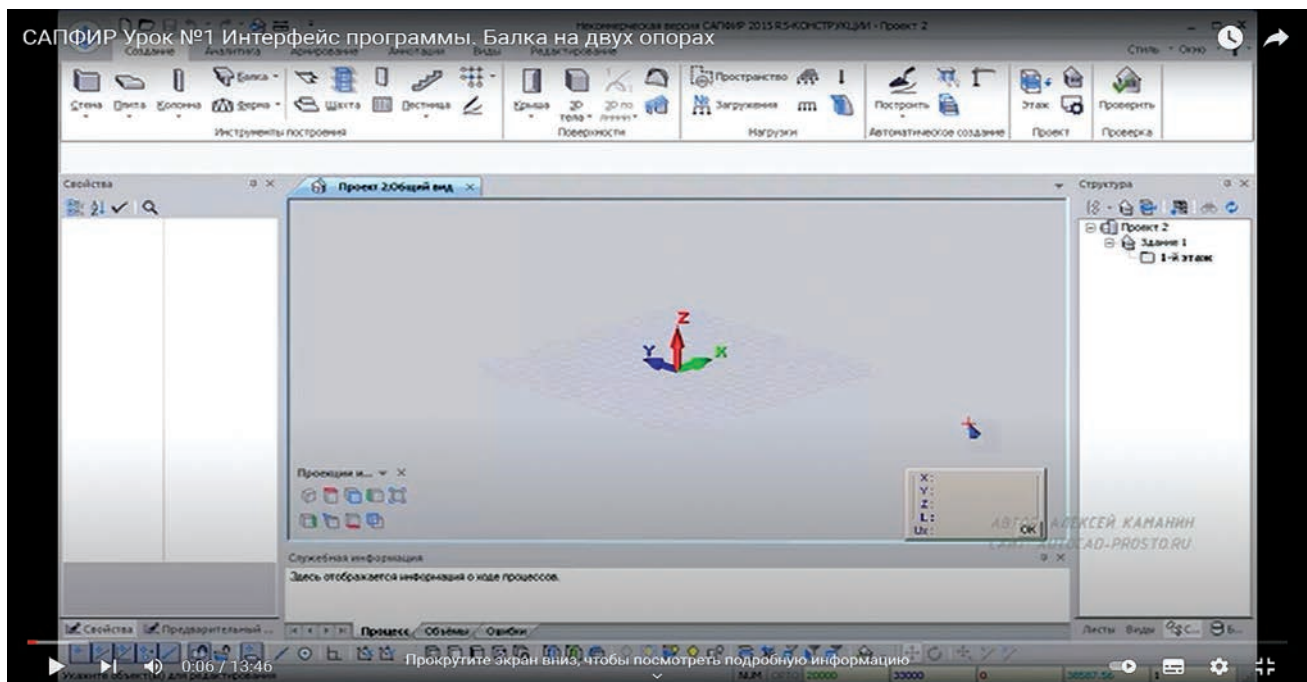


Рис. 3. Веб-сторінка О. Каманіна на каналі YouTube: Урок № 1 Интерфейс програми. Балка на двох опорах

планування приміщень, навички роботи з різноманітними інструментами Archicad 22 EDU, такими як конструкторські осі, стіни, двері, вікна, сходи, розрізи, фасади, освітлення, та виконують реалістичні візуалізації 3D-моделі будівлі. На другому етапі створюється ускладнена 3D-модель двоповерхового житлового будинку за різними архітектурними стилями: бароко (рис. 4), шале (рис. 5), вікторіанський (рис. 6) та інші. На базі 3D-моделі за допомогою модулю BIMx створюються віртуальні інформаційні моделі будівель.

На рисунках 7 та 8 представлені результати однієї з оригінальних контрольних робіт студентки третього курсу групи АБС-16 Д.А. Даниленко зі спеціальності «Архітектура будівель і споруд» з дисципліни «Комп'ютерне моделювання» на тему: «Проектування та розрахунок будівельних конструкцій багатоповислової будівлі за допомогою системи параметричного моделювання САПФІР-3D програмного комплексу ЛІРА-САПР».

За результатами роботи студенти виконують аналіз напружено-деформованого стану та несучої здатності будівельних конструкцій, щодо доцільності прийнятих архітектурних і конструктивних рішень, у разі необхідності вносять потрібні корективи у параметри

BIM-моделі: наприклад, змінюють кількість колон, перерізи конструктивних елементів.

Слід зазначити, що параметри твірних кривих і поверхонь у модулі «Лінії та поверхні» на вкладці «Створення» системи САПФІР-3D необхідно назначати з урахуванням геометричних передумов художнього формотворення знакових образів, тому що «різноманітні за пластичним характером геометричні образи несуть у собі особливу за тектонікою гармонійну узгодженість, яка у синтезі з композиційними та графічними засобами дає можливість отримувати зразки з високими естетичними показниками» [5].

Висновки. Застосування сучасних BIM-технологій у вигляді системи параметричного моделювання САПФІР-3D програмного комплексу ЛІРА-САПР та системи ArchiCAD у навчальному процесі дозволяє студентам зі спеціальностей АБС (архітектура будівель і споруд) та ПЦБ (промислове та цивільне будівництво) отримувати необхідні знання для створення комплексних проектів унікальних будівель і споруд з високими естетичними показниками на базі єдиної платформи, поєднуючи архітектурний та конструкторський досвід відповідно. Застосування сучасних BIM-технологій у процесі навчання допомагає студентам освоїти ці програми і технології

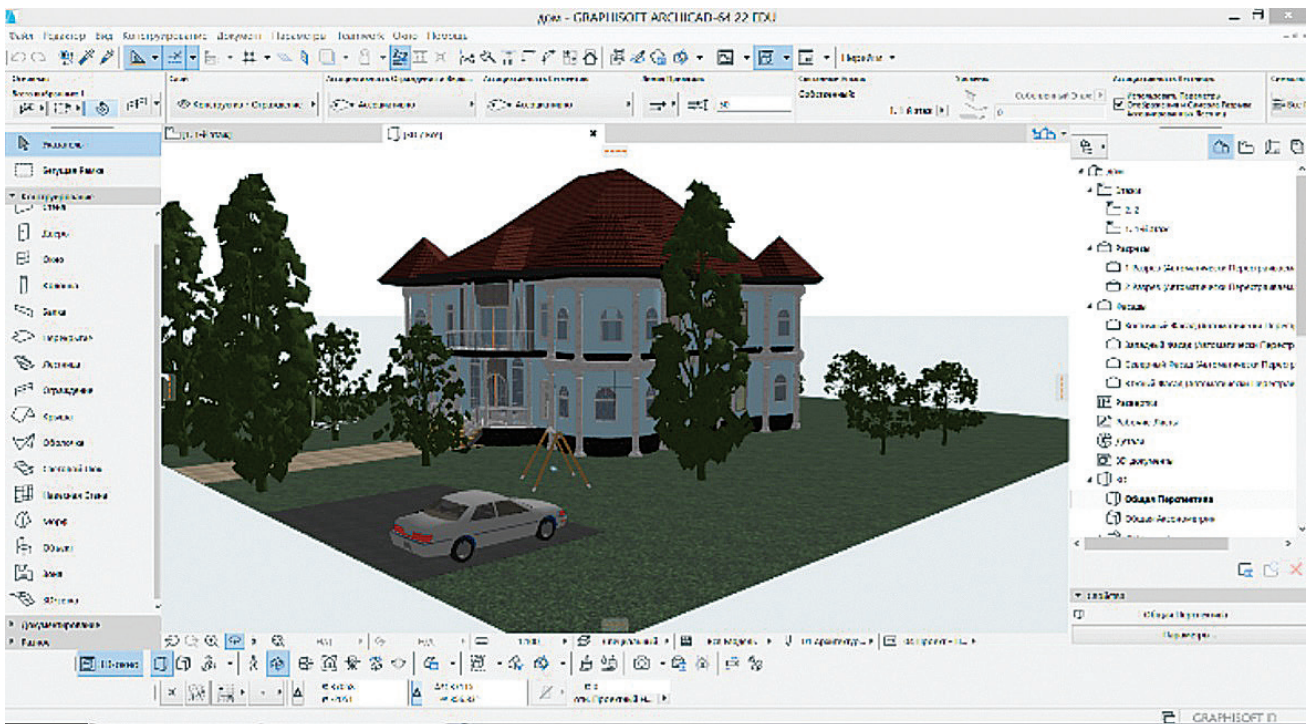


Рис. 4. BIM двоповерхового житлового будинку у стилі бароко виконана ст. гр. АБС-16 А.О. Олейниковою



Рис. 5. BIM двоповерхового житлового будинку у стилі шале за виконана ст. гр. АБС-16
Д.А. Даниленко

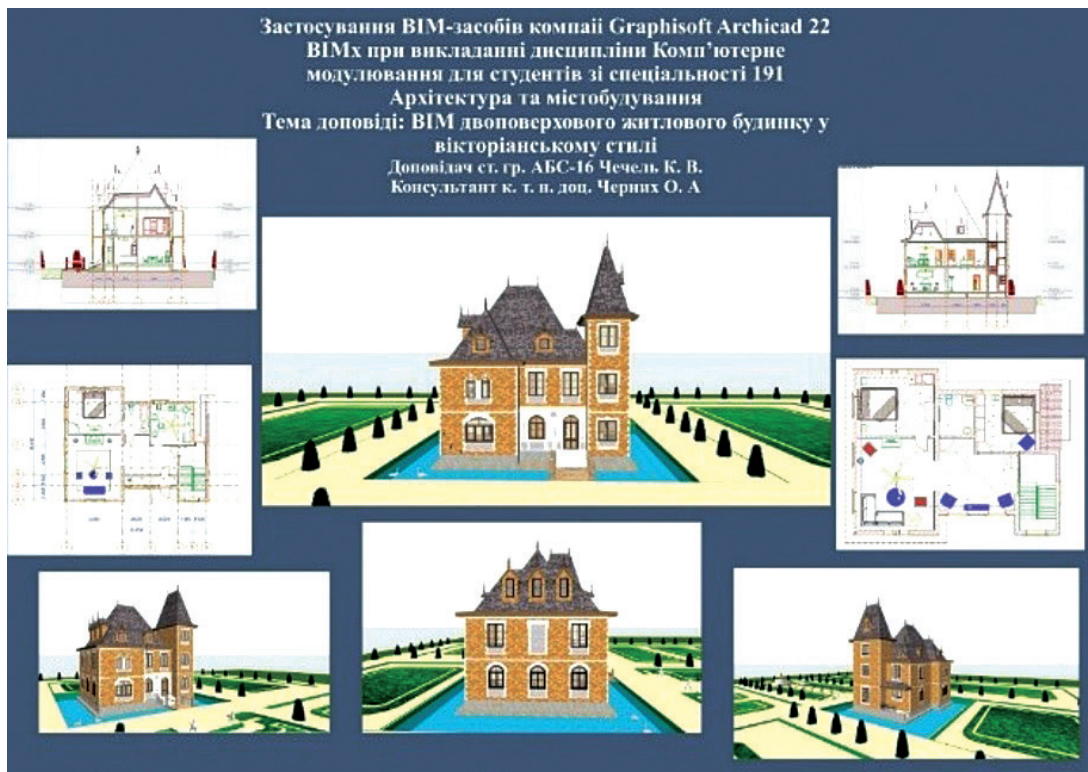
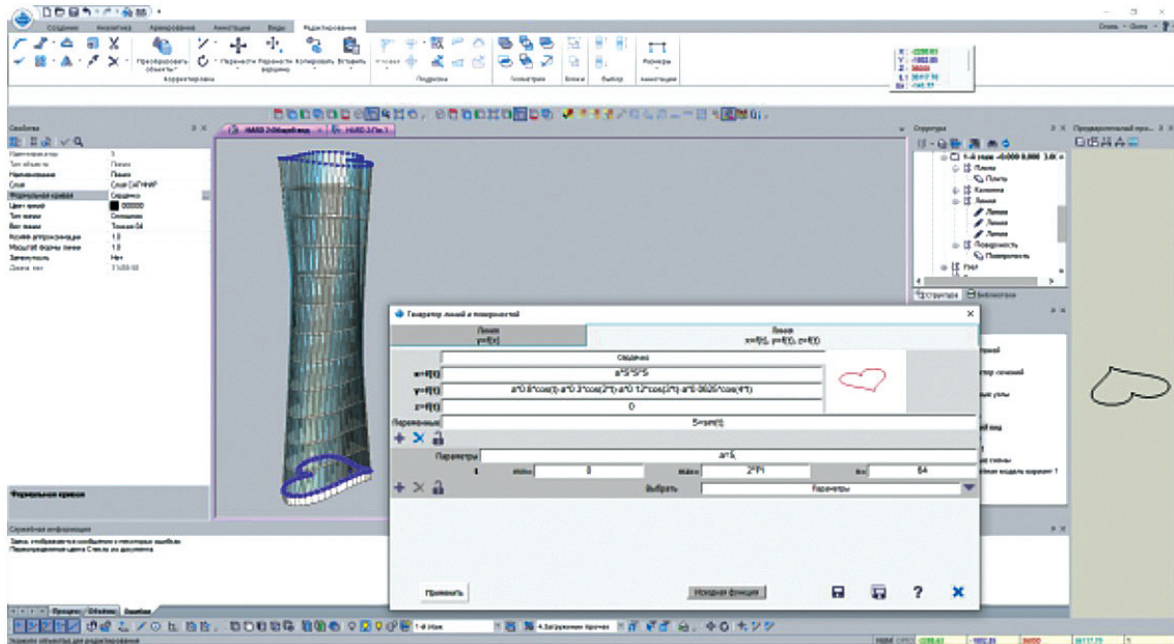
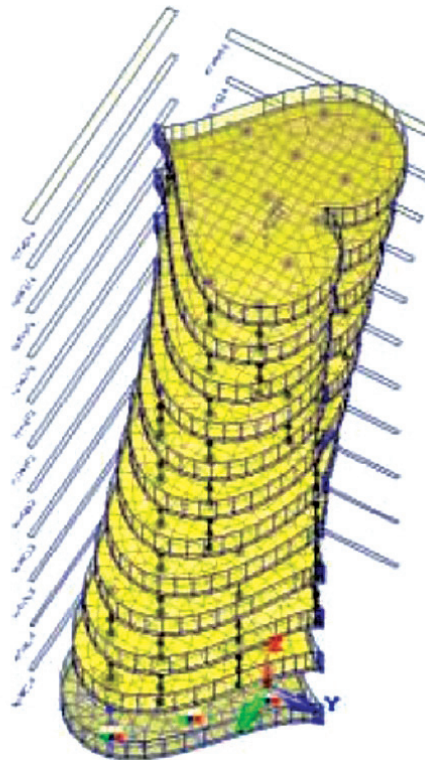


Рис. 6. BIM двоповерхового житлового будинку у вікторіанському стилі виконана ст. гр.
АБС-16 К.В. Чечель

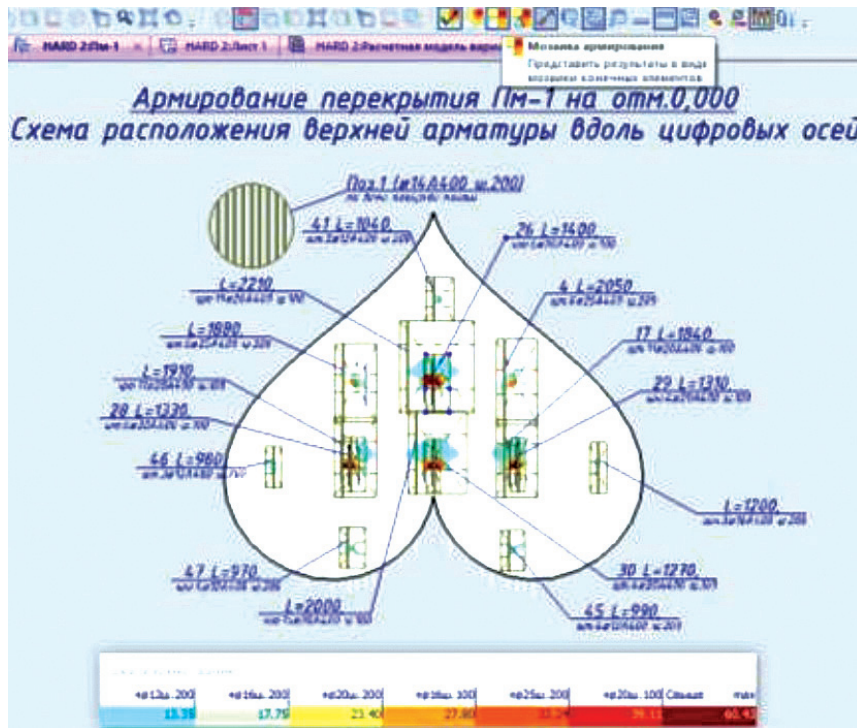


а) будівельно-інформаційна

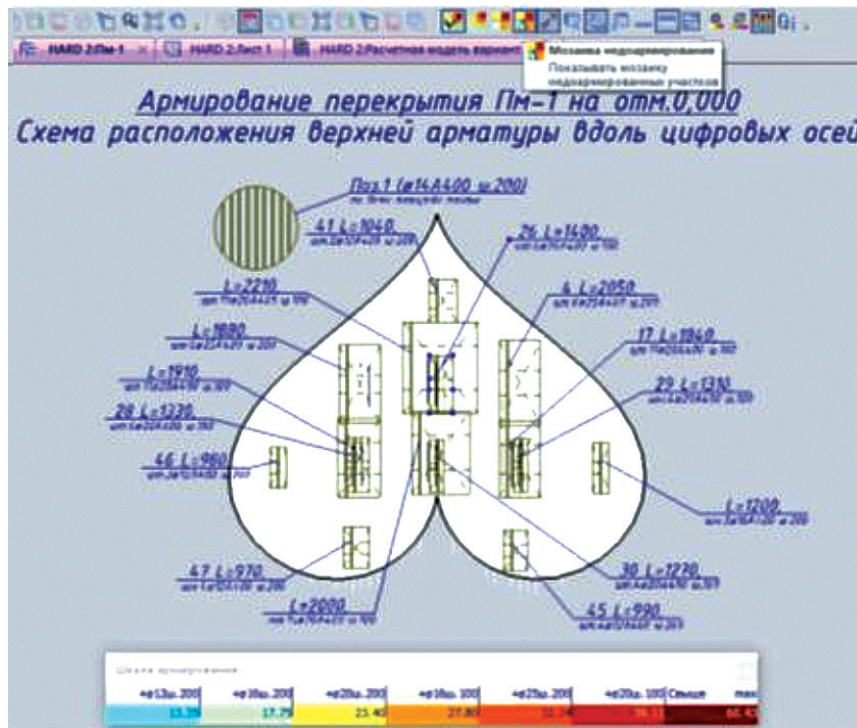


б) аналітична

Рис. 7. Моделі будівлі



а) армування



б) недоармування

Рис. 8. Схема розташування арматури плити перекриття на фоні мозаїки

та у майбутньому після закінчення навчання бути конкурентоспроможними на ринку праці. Спільні зусилля розробників сучасних BIM-технологій, викладачів закладів вищої

освіти та талановитих студентів дозволяють готувати фахівців досить високого рівня підготовки, здатних вирішувати нагальні завдання у галузі архітектури і будівництва.

Література

1. Перельмутер А.В. О преподавании теории сооружений. *Сучасні методи і проблемно-орієнтовані комплекси розрахунку конструкцій і їх застосування у проектуванні і навчальному процесі* : тези доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 26–27 вересня 2018. Київ : Талком. С. 86–87.
2. Сайт компанії ЛІРА САПР: БАЗА ЗНАНЬ. URL: <https://help.liraland.ru/>.
3. Вебсторінка компанії ЛІРА САПР на каналі YouTube: URL:
4. <https://www.youtube.com/user/LiraLand/playlists?view=1&sort=dd&flow=grid>.
5. Вебсторінка А. Каманина на каналі YouTube: Базовый курс САПФІР. URL: https://www.youtube.com/playlist?list=PLc1zDNPZWhj8ZCCTCiHDr9_F50PAaj8a
6. Михайленко В.С., Яковлев М.І. Основи композиції (геометричні аспекти художнього формотворення) : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Каравела, 2004. 304 с.

References

1. Perelmuter A.V. O prepodavanny teoryy sooruzheniy. Suchasni metody i problemno-oriientovani kompleksy rozrakhunku konstruksii i yikh zastosuvannya u proektuvanni i navchalnomu protsesi: tezy dopovidei II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi koferentsii, m. Kyiv, 26–27 veresnia 2018. Kyiv: Talkom. S. 86–87.
2. Sait kompanii LIRA SAPR: BAZA ZNAN: Retrieved from: <https://help.liraland.ru/>.
3. 3.Veb-storinka kompanii LIRA SAPR na kanali YouTube. Retrieved from: <https://www.youtue.com/user/LiraLand/playlists?view=1&sort=dd&flow=grid>.
4. Veb-stranytsa A. Kamanyna na kanale YouTube: Bazovyi kurs SAPFYR. Retrieved from: https://www.youtube.com/playlist?list=PLc1zDNPZWhj8ZCCTCiHDr9_F50PAaj8a.
5. Mykhailenko V.Ye., Yakovliev M.I. Osnovy kompozytsii heometrychni aspekty Khudozhnoho formotvorennia: navchalnyi posibnyk dlia stud. vyshchykh navchalnyh zakladiv. Kyiv: Karavel A, 2004. 304 p.

**APPLICATION OF BIM-TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF KNOWLEDGE
“ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION” ON THE EXAMPLE OF THE DEPARTMENT
OF “ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING” AT VOLODYMYR DAHL
EAST UKRAINIAN NATIONAL UNIVERSITY**

Abstract. *The article gives an example of the application of BIM-technologies in the field of knowledge “Architecture and Construction” at the Department of “Architecture and Urban Planning” at Volodymyr Dahl East Ukrainian National University. The article notes that technology does not stand still and the construction industry is no exception, that the construction of the 21st century, in contrast to the construction of the 20th century, is increasingly computerized and uses modern computer technology, which is evolving every day. The article states that Building Information Modeling (BIM) firmly occupied its niche in construction and architecture, these technologies can significantly save design time and change the planning and design of buildings and structures online, taking into account the opinion of the customer. It is considered that the necessary and up-to-date information on the versions of the LIRA-CAD software package in the form of manuals, presentations, videocourses in large quantities is posted on the official website of LIRA CAD in the Knowledge Base section and on the LIRA CAD web page on YouTube. The paper considers the effectiveness of the process of obtaining basic knowledge by students of modern methods of calculation and design using BIM-technologies on the example of the department of “Architecture and Urban Planning”. An example of the work of students of the department, who create a basic 3D BIM – a model of a residential building, on the basis of which each student performs a project of its reconstruction in accordance with the chosen architectural style. It is noted that the use of modern BIM-technologies in the learning process helps students to master these programs and technologies and in the future after graduation will be competitive in the labor market. The joint efforts of developers of modern BIM technologies, teachers of higher education institutions and talented students allow to train specialists of a high enough level of training, able to solve urgent problems in the field of architecture and construction.*

Key words: *BIM-technologies, LIRA-CAD, AutoCAD, SAPPHIRE-3D, 3D-models.*

Simonov S.I.

Ph.D., Associate Professor at the Department of “Architecture”
Azov State Technical University, Mariupol, Donetsk region

Chernykh O.A.

Ph.D., Associate Professor at the Department of “Construction, urban planning and spatial planning”
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Sievierodonetsk, Luhansk region

УДК 624.131.2;69.057

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2021.40.4>

Григоровський П.Є.

д.т.н., с.н.с.,

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

<https://orcid.org/000-0003-0527-5890>

Крошка Ю.В.

к.т.н., завідувач відділу,

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

<https://orcid.org/0000-0001-6110-8443>

Осадча І.В.

м.н.с.,

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

<https://orcid.org/0000-0002-3793-3352>

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИМІРЮВАЛЬНИХ РОБІТ НА ТРИВАЛІСТЬ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНОГО ПРОЦЕСУ НА ПРИКЛАДІ МОНТАЖУ ПАНЕЛІ ВНУТРІШНЬОЇ СТІНИ ВЕЛИКОПАНЕЛЬНОЇ БУДІВЛІ

***Анотація.** На сучасному етапі розвитку виробники збірних елементів можуть використувувати більшу кількість матеріалів, ніж будь-коли раніше, та здатні забезпечити високі експлуатаційні властивості конструкцій. Це, у свою чергу, дозволяє більш широко застосовувати технологію збірного будівництва, в тому числі і великопанельного, не тільки для «типових» житлових будівель, а й для об'єктів промисловості, громадського та соціального призначення. Геодезичні роботи є важливою складовою частиною будівельно-монтажного процесу під час зведення великопанельної будівлі. Їх техніко-економічні показники впливають на показники провідного процесу (монтажу конструкцій) та ритм потоку при поточковому методі організації будівництва. Відповідно, змінюючи тривалість геодезичних робіт за рахунок розробки ефективних погодинних графіків та вибору оптимального варіанту виконання робіт, а також їх врахування під час планування процесу монтажу конструкцій та розроблення графіку зведення типового поверху чи захватки великопанельної будівлі, дає можливість оптимізувати загальну тривалість будівельно-монтажних робіт та позитивно вплинути на техніко-економічні показники будівельно-монтажного процесу.*

***Ключові слова:** геодезичні роботи, великопанельна будівля, збірне будівництво, технологічна карта, графік виконання робіт, розмічування орієнтирних рисок, монтаж стінової панелі.*

Постановка проблеми. У наявних технологічних картах та інструкціях із виконання будівельно-монтажних робіт під час зведення великопанельних будівель вимірювальні роботи, в тому числі і геодезичні, як основний вид вимірювальних робіт на будівельному майданчику розглядаються окремо від будівельно-монтажного процесу. Вимірювальні роботи мають бути обов'язково виконаними до початку монтажу конструкцій (розмічування), супроводжують монтаж (вивірка конструкцій) та є важливим елементом приймального контролю (геодезичні виконавчі схеми).

Мета роботи. Визначення основних вимірювальних робіт під час зведення типового

поверху великопанельної будівлі та складання погодинного графіку детального розмічування орієнтирних рисок та монтажу внутрішньої стінової панелі з урахуванням вимірювальних робіт.

Виклад основного матеріалу. Визначено, що геодезичні роботи лежать на критичному шляху зведення типового поверху будівлі, таким чином, тривалість їх виконання впливає на загальну тривалість зведення типового поверху. Відповідно, доцільно інтегрувати вимірювальні роботи в загальні графіки будівельного процесу [1–4].

Дослідивши технологічні процеси під час зведення наземної частини великопанельної

будівлі, визначили основні вимірювальні операції, що супроводжують процеси монтажу конструкцій (Рисунок 1) [5; 6]. Подальший аналіз дозволяє визначити ключові вимірювальні роботи, що циклічно повторюються на кожному монтажному горизонті та не залежать від виду конструкції, що монтується. До них відносяться:

- 1) детальне розмічування орієнтирних рисок;
- 2) встановлення та нівелювання монтажних маяків;

- 3) вивірка конструкції у процесі монтажу;
- 4) виконавче знімання конструкції.

На прикладі детального розмічування орієнтирних рисок для встановлення внутрішньої стінової панелі визначимо вплив тривалості геодезичних робіт на тривалість комплексного процесу монтажу панелі. Аналіз технологічних карт монтажу стінових панелей свідчить, що графіки виконання робіт не враховують групу геодезичних операцій, які супроводжують процес монтажу конструкції (Рисунок 2) [5].



Рис. 1. Зміст вимірювальних операцій у складі будівельно-монтажних процесів під час зведення наземної частини великопанельної будівлі

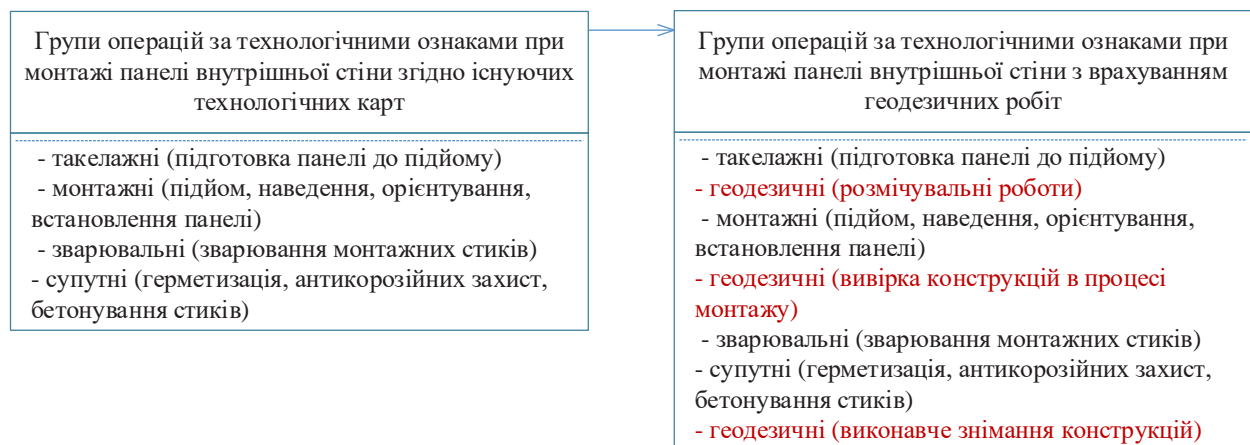


Рис. 2. Групи технологічних операцій при монтажі внутрішньої стінової панелі з врахуванням геодезичних робіт

Під час виконання детального розмічування орієнтирних рисок на монтажному горизонті попередньо виконують розмічування осей або паралелей до осей від точок планової внутрішньої мережі. Розмічування орієнтирних рисок, що фіксують планове положення панелі в повздовжньому та поперечному напрямках, виконують методами перпендикулярів, створів, лінійних засічок та полярним способом, залежно від наявного обладнання та зручності виконання робіт.

Відносно винесених на перекриття повздовжніх та поперечних осей або паралелей для кожної панелі розмічують дві риси в повздовжньому напрямку і одну – в поперечному (Рисунок 3). Орієнтирні риси в повздовжньому напрямку наносять зі зміщенням від розміточної осі на відстань +300 мм або рівну половині товщини стінової панелі. Риси наносять олівцем або розмічувальним шнуром із подальшою фіксацією фарбою.

Детальне розмічування орієнтирних рисок після перенесення пунктів базисної фігури на монтажний горизонт може бути виконано комбінацією оптико-механічних, механічних та оптичних вимірювальних приладів (теодоліт + металева рулетка), електронним або роботизованим тахеометром. Погодинний графіки виконання робіт під час детального розмічування орієнтирних рисок наведено на Рисунку 4.

Варто зазначити, що графік виконання геодезичних робіт під час детального розмічування орієнтирних рисок складено для монтажу однієї внутрішньої стінової панелі, відповідно для двох повздовжніх та однієї поперечної риси. Тривалість вимірювальних робіт визначена мікроелементним методом нормування [2]. Водночас у реальних умовах будівництва виконання розмічувальних робіт виключно для однієї панелі є нераціональним, оскільки тривалість технологічних операцій № 3-6 (згідно з графіком) не змінюється залежно від кількості рисок, що мають бути розмічені. Але під час детального розмічування орієнтирних рисок для типового поверху або захватки загальна тривалість виконання геодезичних робіт буде збільшуватись саме за рахунок кількості установочних рисок.

До складу робіт під час монтажу панелі внутрішньої стіни входять: монтаж панелі; проектне закріплення панелі; замонолічування вертикальних стиків. Роботи з монтажу панелі внутрішньої стіни виконують у такому ж порядку, як і для панелей зовнішніх стін. На відміну від зовнішніх панелей, низ панелі в обох напрямках встановлюється виключно по заздалегідь розміченим орієнтирним рискам. Для кожної панелі виконується не менше трьох промірів: справа і зліва у вертикальних країв панелі (стиків) і контрольний вимір посередині протилежної сторони

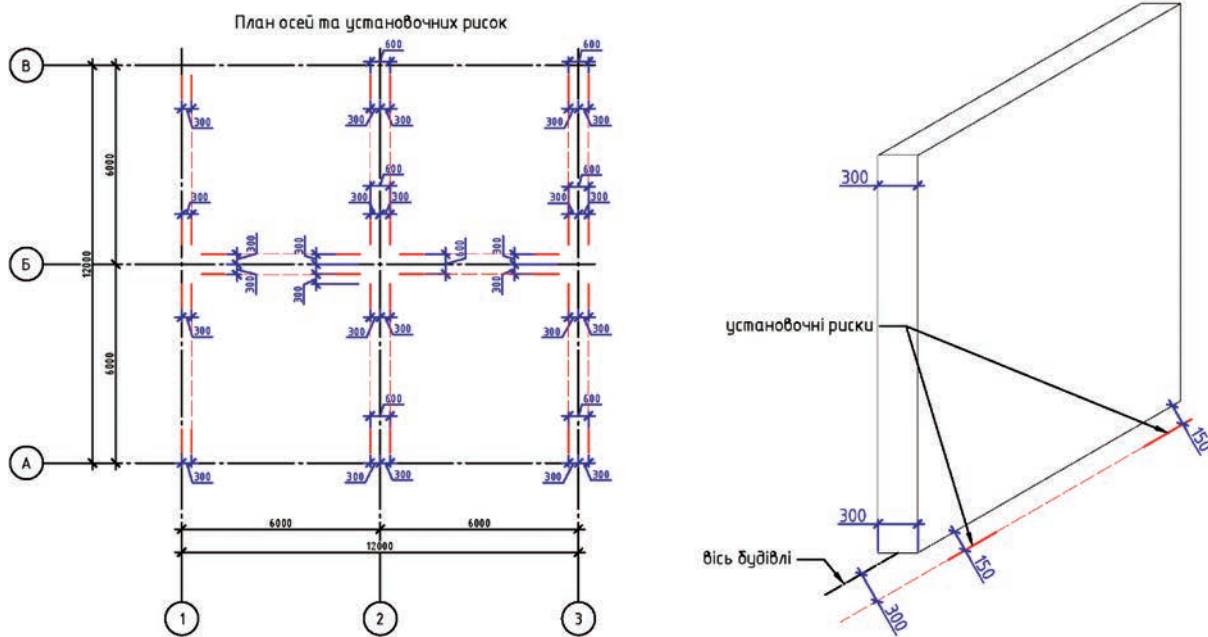


Рис. 3. Схематичне зображення розмічування орієнтирних (установочних) рисок під монтаж панелі

панелі. Вивірену панель остаточно закріплюють шляхом зварювання і замонолічування стиків згідно із проектом [5].

Під час розробки погодинного графіку монтажу панелі внутрішньої стіни з врахуванням вимірювальних робіт (Рисунок 5) за тривалість детального розмічення орієнтирних рисок прийнята тривалість безпосереднього розмічення трьох рисок для однієї стінової панелі, без врахування технологічних операцій № 2-6 (згідно з графіком виконання геодезичних робіт під час монтажу панелі), які обов'язково мають бути враховані під час розробки погодинного графіка будівельно-монтажних робіт для типового поверху будівлі або захватки.

Як видно з побудованого графіку, вимірювальні роботи передують будівельно-монтажним, і процес монтажу панелі не може початися до закінчення розмічувальних робіт на монтажному горизонті. Тому під час розробки погодинних графіків виконання робіт під час зведення типового поверху велико-

панельної будівлі важливо враховувати тривалість геодезичних робіт, які передують або супроводжують процес монтажу, оскільки це вплине на час початку монтажу конструкцій або його тривалість і, відповідно, на загальну тривалість будівельно-монтажних робіт під час зведення типового поверху будівлі.

Висновки. Технологія зведення збірних великопанельних будівель займає значне місце в житловому будівництві. Використання сучасних матеріалів, прийомів та методів у виробництві збірних елементів, забезпечення варіативності архітектурно-планувальних рішень разом із можливістю швидких темпів зведення будівлі та меншою вартістю дозволяє більш широко використовувати технологію великопанельного будівництва.

Традиційно під час зведення великопанельних будівель геодезичні роботи, як основний вид вимірювальних робіт на будівельному майданчику, не розглядаються. Їх ураховують як супутні до основного будівельно-монтажного процесу. Відповідно, вони залишаються



Рис. 4. Погодинний графік виконання робіт під час детального розмічування орієнтирних рисок із використанням теодоліту та металевої рулетки

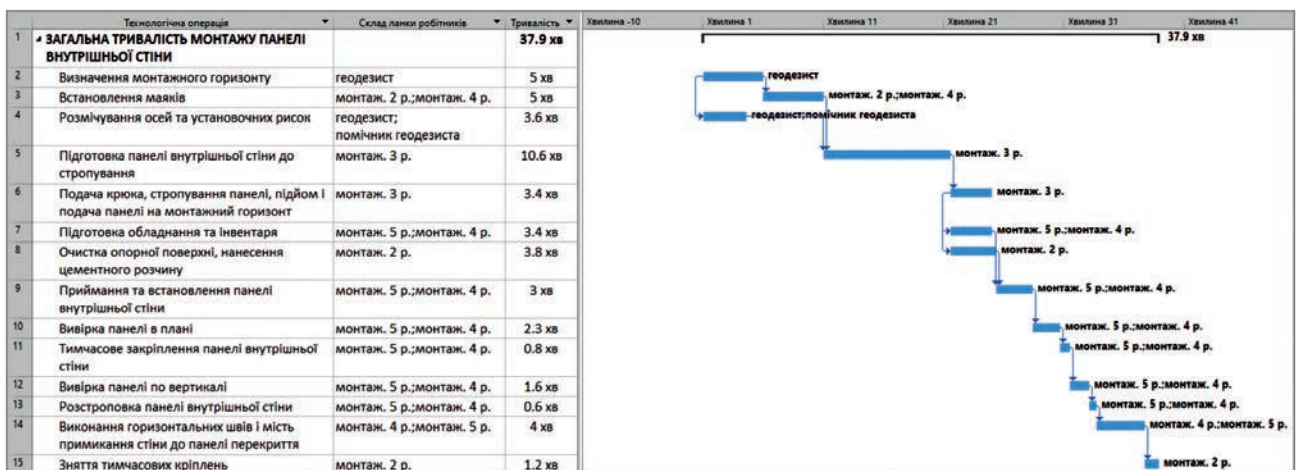


Рис. 5. Погодинний графік монтажу панелі внутрішньої стіни з урахуванням вимірювальних робіт

невідображеними в технологічних картах монтажу збірних конструкцій. Також є невідзначеними їх основні техніко-економічні показники та ступінь впливу геодезичних робіт на будівельно-монтажний процес.

Досліджено технологічні процеси під час зведення наземної частини великопанельної будівлі, визначено основні вимірювальні операції, що супроводжують процеси монтажу конструкцій та вимірювальні роботи, що циклічно повторюються на кожному монтажному горизонті.

Встановлено, що геодезичні роботи лежать на критичному шляху графіку будівельно-монтажних робіт, оскільки їх початок та закінчення впливають на момент початку виконання інших процесів, відповідно, тривалість геодезичних робіт впливає на тривалість всього процесу монтажу конструкцій.

Тому доцільно інтегрувати вимірювальні роботи в загальні графіки будівельного процесу.

У подальших дослідженнях порівняння тривалості критичного шляху під час зведення наземної частини великопанельної будівлі з використанням різних варіантів організаційно-технологічних рішень геодезичних робіт у складі технологічного процесу дозволить оптимізувати забезпечення якості великопанельного будівництва. Відповідно, розроблення погодинних графіків виконання робіт для основних видів геодезичних вимірювань під час зведення великопанельної будівлі дозволить обрати найбільш відповідний до визначених умов певного об'єкта будівництва варіант виконання геодезичних робіт та позитивно вплинути на загальну тривалість процесу монтажу збірної конструкції.

Література

1. Григоровський П.Є. Методологічні основи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань під час зведення та експлуатації будівель і споруд : дис. докт. техн. наук : 05.23.08. Харків, 2018.
2. Крошка Ю.В. Удосконалення організаційно-технологічних рішень вимірювальних робіт під час зведення монолітно-каркасних будівель : дис. канд. техн. наук : 05.23.08. Харків, 2020.
3. П.Є. Григоровський, Ю.В. Крошка, Ю.В. Фурсов. Сучасний функціонал геодезичних робіт у складі життєвого циклу будівлі. *International scientific journal «Internauka»*. 2019. № 16(78). Т. 1. С. 29-34.
4. Фурсов Ю.В., Крошка Ю.В., Мурашова О.В. Вибір раціональних методів геодезичних робіт з урахуванням їх впливу на будівельно-монтажні роботи. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. 2019. VII(26). Issue, 215. С. 20–23.
5. Філімонов Б.П. Технологія зведення великопанельних будівель. Москва, 2007. 72 с.
6. Carlos Cereceda Fernández. Developing a framework for prefabrication assesment using BIM. *Espoo, Aalto University*. 2014. URL: https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/15062/final_Cereceda_Carlos_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Reference

1. Grigorovsky P.E. Methodological bases of formation of organizational and technological decisions of instrumental measurements at construction and operation of buildings and constructions: dis. Dr. tech. Sciences: 05.23.08 Kharkiv: 2018
2. Kroshka Yu.V. Improving organizational and technological solutions for measuring work in the construction of monolithic frame buildings: dis. Cand. tech. Sciences: 05.23.08 Kharkiv: 2020
3. Modern functional of geodetic works in the life cycle of the building [Text] / P.Ye. Grigorovsky, Yu. V. Kroshka, Yu. V. Fursov // International scientific journal "Internauka". – 2019. – № 16 (78). Т. 1. – S. 29-34.
4. The choice of rational methods of geodetic works taking into account their impact on construction and installation work [Text] / Yu. V. Fursov Yu. V. Kroshka, O.V. Murasyova // Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. – 2019. – VII (26), Issue: 215. – P. 20-23
5. Filimonov B.P. Technology of construction of large-panel buildings / B.P. Filimonov. – Moscow, 2007. – 72 p. – (MSSU).
6. Carlos Cereceda Fernández. Developing a framework for prefabrication assesment using BIM [Electronic resource] / Carlos Cereceda Fernández // Espoo, Aalto University. – 2014. – Resource access mode: https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/15062/final_Cereceda_Carlos_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RESEARCH OF INFLUENCE OF MEASURING WORKS ON DURATION OF CONSTRUCTION AND INSTALLATION PROCESS ON AN EXAMPLE OF INSTALLATION OF THE PANEL OF AN INTERNAL WALL OF A LARGE-PANEL BUILDING

Abstract. *At the present stage of development, manufacturers of prefabricated elements can use more materials than ever before and are able to provide high technical maintenance properties of structures. This, in turn, allows for more widespread use of prefabricated construction technology, including large-panel, not only for “typical” residential buildings, but also for industrial, public and social facilities. Geodetic works are an important component of the construction and installation*

process in the construction of large-panel buildings. Their technical and economic indicators affect the performance of the leading process (installation of structures) and the rhythm of flow, when the flow method of construction is used. Accordingly, changing the duration of geodetic works by developing effective hourly schedules and choosing the best option for work, as well as their consideration when planning the process of installation structures and developing a schedule for a typical floor or capture large-panel building, allows to optimize the overall duration of construction and installation work, to influence the technical and economic indicators of the construction and installation process.

Key words: geodetic works, large-panel building, prefabricated construction, technological instructions, work schedule, marking of landmarks, installation of wall panel.

Hryhorovskiy P.Ye.

Doctor of Technical Sciences, Senior Research Officer,
State Enterprise “Scientific Research Institute of Building Production”, Kyiv

Kroshka Yu.V.

Candidate of Technical Sciences, Head of the Department
State Enterprise “Scientific Research Institute of Building Production”, Kyiv

Osadcha I.V.

Junior Research Fellow,
State Enterprise “Scientific Research Institute of Building Production”, Kyiv

УДК 624.012.45

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2021.40.5>

Агафонова І.П.

викладач кафедри будівельної інженерії та економіки,
Бендерська політехнічна філія Придністровського державного університету
імені Т.Г. Шевченка, м. Бендери

Постернак О.О.

к.т.н., доцент, доцент кафедри залізобетонних конструкцій і транспортних споруд,
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Кравченко С.А.

к.т.н., доцент, доцент кафедри залізобетонних конструкцій і транспортних споруд,
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Агаєва О.А.

к.т.н., доцент кафедри залізобетонних конструкцій і транспортних споруд,
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Столевич І.А.

к.т.н., доцент, доцент кафедри опору матеріалів,
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

ПІДСИЛЕННЯ СТИКІВ ПАНЕЛЬНИХ БУДИНКІВ

***Анотація.** Серед вирішень проблеми житла є підвищення його доступності для широкого кола населення. Це насамперед залежить від собівартості. Реконструкцію великопанельних житлових будівель перших масових серій можна розглядати як одне з економічно вигідних рішень у галузі будівництва.*

Мета роботи полягала у визначенні найбільш вразливих зон комбінованих стиків і ефективного конструктивно-технологічного рішення посилення цих стиків, що дозволяють доцільно використовувати їх несучу здатність. Об'єктами досліджень були моделі фрагментів комбінованого стику, дослідження проводились у програмному комплексі «Ліра».

У разі зміни будь-якого параметра стику більше припустимої величини може виникати перерозподіл зусиль у стику між конструкціями будівлі, що може призвести до непроєктного рішення. Проведений аналіз комбінованого стику, технології монтажу та можливих відхилень дає можливість визначити необхідні параметри, у разі зміни яких відбудеться істотний вплив на несучу здатність стику і виникне необхідність у підсиленні.

Для зразка комбінованого стику, проводячи аналіз значень головних розтягувальних і стискаючих напружень за поетапного навантаження, а також з урахуванням даних про стан матеріалів у процесі навантаження, отримана така послідовність розвитку тріщин: утворення тріщин у зразку комбінованого стику почалося в платформній частині у верхній і нижній стіновій панелі, у разі подальшого збільшення навантаження відбувалося утворення тріщин від зрушення по границі області двохосового стиску у верхній стіновій панелі й утворення вертикальної тріщини в нижній стіновій панелі, руйнування зразка відбулося від розколювання верхньої й нижньої стінової панелі. З представленого механізму роботи стику випливає, що його руйнування походить від зрушення по площинах ковзання у верхній і нижній стінових панелях, від відриву бетону в областях розтягання-стиску, від роздавлювання бетону в області двохосового стиску.

Наявність вертикальних стрижнів практично не вплинула на напружено-деформований стан стику. За рахунок зчеплення арматури й бетону зусилля в перетині перерозподілялися на вертикальні стрижні. Несуча здатність стику з вертикальним армуванням становила 1590кН.

Під час проектування, будівництва, експлуатації, а також реконструкції панельних будинків виявлено утворення дефектів у стиках, які вимагають оцінки їх несучої здатності. В результаті проведених теоретичних досліджень підібрані найбільш раціональні варіанти підсилення, які дозволяють використовувати повну несучу здатність комбінованого стику.
Ключові слова: *стики, підсилення, панельні будинки.*

Постановка проблеми. Житлова проблема в Молдові та Україні є однією з найбільш істотних. Способи вирішення цієї проблеми – підвищення доступності житла для широкого кола населення. При цьому реконструкцію великопанельних житлових будівель перших масових серій можна розглядати як одне з економічно вигідних рішень у галузі будівництва.

Аналіз останніх досліджень. Варіанти ремонту та підсилення горизонтальних стиків були запропоновані С.Б. Віленським, О.Ю. Якубом, Ю.Н. Михайликом, Ю.В. Барковим, Б.В. Сендеровим (пристрій вклеєних вкладок з арматури [2]); вченими Академії комунального господарства ім. К.Д. Памфілова – Н.М. Вавуло, Є.П. Александрияном (пристрій полімерармованих шпонок [3]), Р.В. Шапіро, Вишняковим Ю.С. (підсилення стиків шляхом ін'єкції цементного розчину у вертикальні шви [4]). Більшість варіантів вирішення узагальнено в роботах А.В. Мальганова, В.С. Плевкова, А.В. Поліщука [5].

Мета роботи полягала у визначенні найбільш вразливих зон стиків і ефективного рішення їх посилення.

Об'єкти та методи досліджень. Об'єктами досліджень є моделі фрагментів комбінованих стиків.

Дослідження проводились у програмному комплексі «Ліра» з введенням основних фізико-механічних характеристик матеріалу з реальних зразків, які були досліджені в лабораторних умовах. Використовувались відомі методи підсилення стиків.

Результати досліджень.

Під час проведення оцінки технічного стану панельних будинків було виявлено значну кількість дефектів у комбінованих стиках, що викликає необхідність їх підсилення. Підставою для підсилення є:

- пошкодження та дефекти, які отримані скоріш за все внаслідок неякісного виготовлення, транспортування або монтажу;
- використання матеріалів низької якості, що не відповідають стандартам;
- перевищення величини відхилення, допустимої під час монтажу панелей;

- неякісне заповнення розчинних швів;
- невідповідний вибір герметизуючих матеріалів та ін.

У дослідженнях низки авторів можна зауважити, що руйнування відбувалося частіше за такими розрахунковими зонами: відриву, зсуву і роздавлювання. Підвищуючи зусилля опору руйнуванню одній з цих зон, отримуємо можливість контролювати підсилення комбінованого стику залежно від діючих навантажень, міцності матеріалів і виявлених дефектів.

Для зразка комбінованого стику, проводячи аналіз значень головних розтягувальних і стискаючих напружень у разі поетапного навантаження, а також з урахуванням даних про стан матеріалів у процесі навантаження, отримана така послідовність розвитку тріщин:

- згідно з рис. 1, утворення тріщин у зразку комбінованого стику почалося в платформній частині у верхній і нижній стіновій панелі (рис. 1 а);
- у разі подальшого збільшення навантаження відбувалося утворення тріщин від зрушення по границі області двохосового стиску у верхній стіновій панелі й утворення вертикальної тріщини в нижній стіновій панелі (рис. 1 б);
- руйнування зразка відбулося від розколювання верхньої й нижньої стінової панелі (рис. 1 в).

Для визначення величини навантаження утворення тріщин і руйнівного навантаження використовувалася модель комбінованого стику, що складається з об'ємних кінцевих елементів (рис. 2). При цьому для визначення міцнісних і деформативних характеристик матеріалів використовувався закон нелінійного деформування Генієва-Баландіна. За результатами розрахунків навантаження утворення тріщин становило 1012 кН, руйнівне навантаження 1178 кН.

Таким чином, з представленого механізму роботи стику впливає, що його руйнування походить від зрушення по площинах ковзання у верхній і нижній стінових панелях, від відриву бетону в областях розтягання-стиску, від роздавлювання бетону в області двохосового стиску.

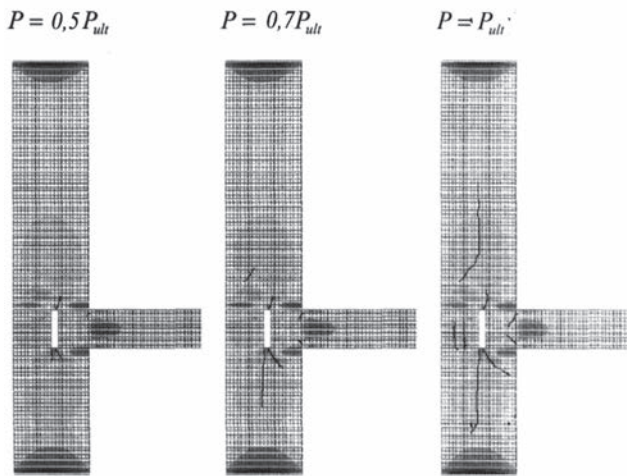


Рис. 1. Послідовність розвитку тріщин

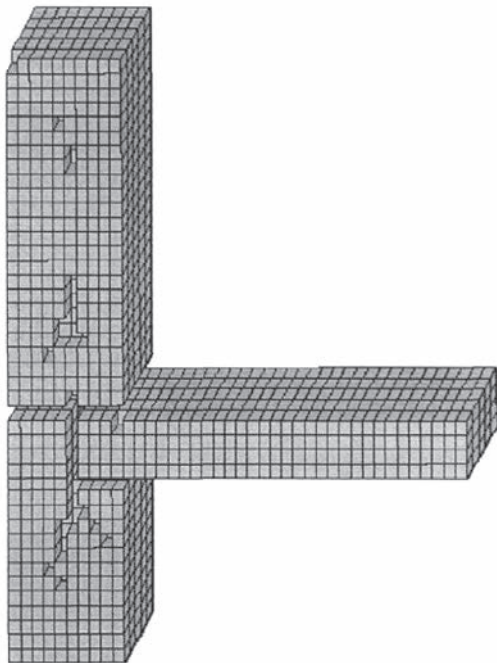


Рис. 2. Руйнування моделі комбінованого стику

За результатами розрахунків встановлено, що напружено-деформований стан бетону стінових панелей у зоні стику практично не змінюється у разі кріплення куточка або бетонного поясу знизу плити перекриття в платформній частині.

Слід зазначити зниження напружень у платформній частині нижньої стінової панелі під плитою перекриття, що свідчить про те, що такий варіант посилення спрямований в основному на сприйняття додаткових зусиль від плити перекриття (рис. 3). Величина включення в роботу ширини елемента посилення ΔL_{loc} становить $0,1h$.

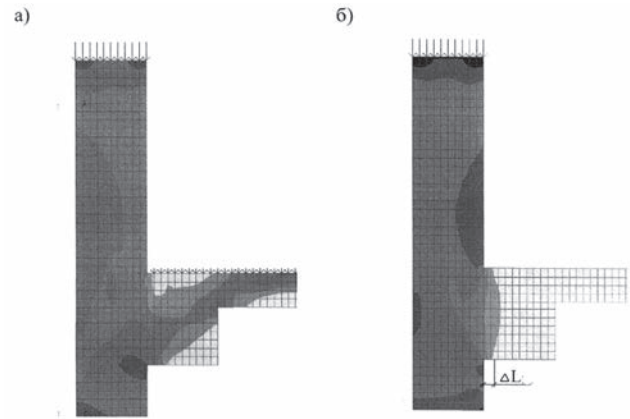


Рис. 3. Напружений стан зразка стику у разі посилення платформної частини

Наступний етап досліджень був пов'язаний із вивченням характеру і ступеня впливу у разі збільшення ширини платформної частини знизу і зверху плити перекриття.

Метою цього розрахунку було встановлення впливу співвідношення розмірів елемента посилення на несучу здатність елемента комбінованого стику, визначення відстані ΔL , через яку передається навантаження від верхньої стінової панелі на нижню. Для такого способу елементи підсилення моделювалися у вигляді кінцевих елементів балки-стілки рис. 4. Відстань ΔL визначали по ізополях стискаючих напруг.

У ході досліджень було розглянуто вплив висоти і ширини елементів підсилення на величину ΔL і несучу здатність зразка комбінованого стику. Результати для зміни величини ΔL зведені у табл. 1.

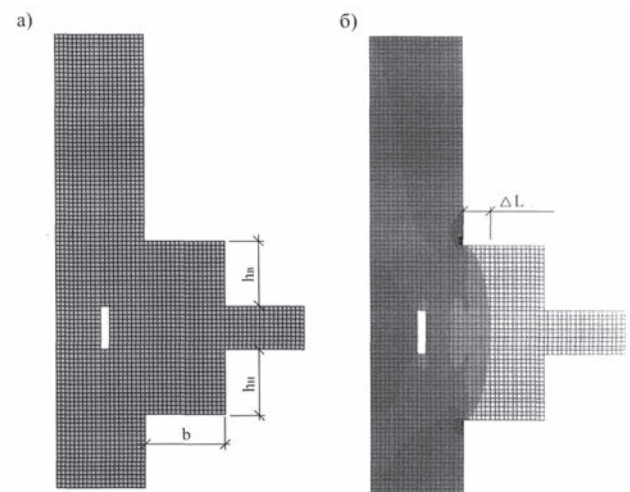


Рис. 4. Ізополі напружень:
а) Скінченно-елементна модель,
б) Розподіл стискаючих напружень у стику

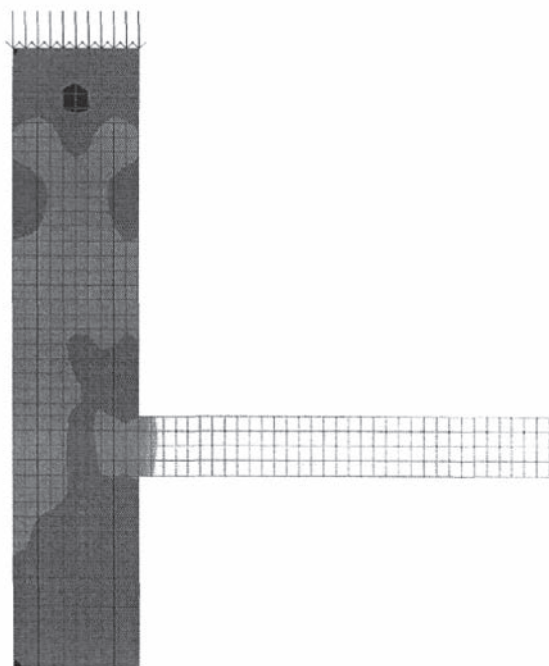


Рис. 5. Розподіл стискаючих напружень по перетину стику

З аналізу табл. 1 видно, що ширина майданчика передачі зусилля ΔL становить близько 0,5–0,7 висоти елемента підсилення h .

При цьому величина ΔL приймає значення не більше ширини елемента підсилення. З огляду на те, що клас бетону елемента підсилення С 16/20, величина ΔL визначається з формули: $\Delta L = h / \operatorname{tg} \alpha$, $\operatorname{tg} \alpha = 0,25(11,5/0,9) - 1,56 = 1,63$, тоді $\Delta L = 0,6h$, що підтверджує ре-

зультати проведених обчислень. Несуча здатність зразка у разі зміни розмірів залізобетонного поясу підвищувалась до 115% порівняно зі зразками без підсилення.

Для моделювання вертикальних арматурних стрижнів у стінових панелях стику використовувалися стрижневі кінцеві елементи з типом жорсткості кільця діаметром 16 мм. Міцнісні й деформативні характеристики прийняті для класу арматури А400С.

Вертикальні стрижні моделювалися стрижневими кінцевими елементами, розташованими в межах захисного шару бетону стінової панелі. Як видно з рис. 5, наявність вертикальних стрижнів практично не вплинула на напружено-деформований стан стику. За рахунок зчеплення арматури й бетону зусилля в перетині перерозподілялися на вертикальні стрижні. Несуча здатність стику з вертикальним армуванням становила 1590кН.

Висновки:

1. Під час проектування, будівництва, експлуатації, а також реконструкції панельних будинків відбувається утворення дефектів у стиках, що вимагає оцінки їх несучої здатності.

2. У результаті досліджень підібрані найраціональніші варіанти підсилення, які дозволяють використовувати повну несучу здатність комбінованого стику.

3. Отримано характер зміни напружено-деформованого стану зразків комбінованого стику стосовно запропонованих варіантів підсилення.

Таблиця 1

Залежність ширини майданчика передачі зусилля ΔL від висоти h та ширини b елемента підсилення

$h \setminus b$, мм	220	440	660	880	1100	1120	1140	1160	1180	2200	2220	2240	2260	280	300
	ΔL , мм														
550	220	440	440	440	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
1100	220	550	660	660	660	660	770	880	880	880	880	880	880	880	880
1150	220	440	660	880	880	880	990	990	1100	1110	1110	1110	1110	1120	1120
2200	220	440	660	880	990	1100	1100	1100	1110	1120	1120	1130	1140	1140	1140
2250	220	440	660	880	1100	1110	1120	1110	1110	1120	1130	1140	1140	1150	1160
3300	220	440	660	880	1100	1110	1120	1130	1140	1130	1130	1140	1140	1150	1160
3350	220	440	660	880	1100	1110	1130	1130	1120	1120	1130	1140	1140	1150	1160

Література

1. Никитин Г.П. Совершенствование методики расчета платформенных стыков панельных стен / Соколов Б.С, Никитин Г.П. *Проект и реализация – гаранты безопасности жизнедеятельности*: труды общего собрания РААСН. Москва–Санкт-Петербург, 2006. Том 1. С. 226–231.

2. Рекомендации по ремонту стыков панелей наружных стен полносборных домов. Москва : ЦНИИЭП жилища, 1987.
3. Рекомендации по восстановлению и усилению крупнопанельных зданий полимеррастворами. Тбилиси : Ротапринт ТбилЗНИИЭП, 1984. 112 с.
4. Шапиро Г.И., Вишняков Ю.В. Вариант усиления платформенных стыков. *Жилищное строительство*. Москва : Стройиздат, 2004. № 5.
5. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Атлас схем и чертежей. Томск. Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990. 316 с.

References

1. Nikitin G.P. Sovershenstvovanie metodiki rascheta platformennyh stykov panel'nyh sten / Sokolov B.S, Nikitin G.P. Proekt i realizacija – garanty bezopasnosti zhiznedejatel'nosti: Trudy obshhego sobraniya RAASN. Moskva–Sankt-Peterburg, 2006. Tom 1. S. 226–231.
2. Rekomendacii po remontu stykov panelej naruzhnyh sten polnosbornyh domov. Moskva: CNIIEP zhilishha, 1987.
3. Rekomendacii po vosstanovleniju i usileniju krupnopanel'nyh zdaniy polimerrastvorami. Tbilisi: Rotaprint TbilZNIIEP, 1984. 112 s.
4. Shapiro G.I., Vishnyakov Yu.V. Variant usileniya platformennyh stykov. Zhilishhnoe stroitel'stvo. Moskva: Strojizdat, 2004. No. 5.
5. Mal'ganov A.I., Plevkov B.C., Polishhuk A.I. Vosstanovlenie i usilenie stroitel'nyh konstrukcij avariynyh i rekonstruiroemyh zdaniy. Atlas shem i chertezhej. Tomsk. Tomskij mezhotraslevoj CNTI, 1990. 316 s.

REINFORCEMENT OF JOINTS OF PANEL BUILDINGS

Abstract. *The increase accessibility of housing to the general population is the solutions of the housing problem. It depends primarily on the cost. Reconstruction of large-panel residential buildings of the first mass series can be considered as one of the cost-effective solutions in the field of construction.*

The purpose of the work was to determine the most vulnerable areas of the combined joints and an effective structural and technological solution for strengthening these joints, allowing the use of their bearing capacity. The objects of research were models of the combined joint fragments, studies were conducted in the software complex “Lira”.

If any parameter is changed, the junction of a larger allowable value may be redistributed at the junction between the structures of the building, which may lead to an improper solution. The analysis of the combined joint, installation technology and possible deviations makes it possible to determine the necessary parameters, with the change of which there will be a significant impact on the bearing capacity of the joint and there will be a need for strengthening.

For the sample of the combined joint, by analyzing the values of the main stretching and compressing stresses at a phased load, as well as taking into account the data on the state of materials in the process of loading, the following sequence of cracks development is obtained: the formation of cracks in the sample of the combined joint began in the platform part in the upper and lower wall panels, with the further increase of the load, the formation of cracks from the shift along the boundary of the two-axis compression area in the upper wall panel and the formation of a vertical crack in the lower wall panel, the destruction of the sample occurred from the split of the upper and lower wall panels. From the presented mechanism of junction work it follows that its destruction comes from the shift in the sliding planes in the upper and lower wall panels, from the separation of concrete in the areas of stretching-compression, and from the crushing of concrete in the area of two-axis compression.

The presence of vertical rods practically did not affect the stress-deformed state of the joint. Due to the adhesion of reinforcement and concrete, the cross-section forces were redistributed into vertical rods. The bearing capacity of the junction with vertical reinforcement was 1590кН.

In the design, construction, operation, as well as the reconstruction of panel buildings, the formation of defects in the joints is detected, which require an assessment of their bearing capacity. As a result of theoretical research, the most rational enhancement options are selected, which allow you to use the full bearing capacity of the combined joint.

Key words: *joints, reinforce, prefabricated buildings.*

Agafonova I.P.

Teacher at the Department of Construction Engineering and Economics,
Bendery Polytechnic Branch of the Taras Shevchenko Transnistria State University, Bendery

Posternak O.O.

Ph.D., Associate Professor, Associate Professor at the Department of Reinforced Concrete Structures and Transport Facilities,
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa

Kravchenko S.A.

Ph.D., Associate Professor, Associate Professor at the Department of Reinforced Concrete Structures and Transport Facilities,
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa

Ahaieva O.A.

Ph.D., Associate Professor at the Department of Reinforced Concrete Structures and Transport Facilities,
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa

Stolevych I.A.

Ph.D., Associate Professor, Associate Professor at the Department of Strength of Materials,
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa

Хохрякова Д.О.

к.т.н., доцент кафедри будівельних технологій,

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ ЛСТК

Анотація. Нині розвиток нормативного забезпечення України для проєктування ЛСТК хаотичний і не досить динамічний, а часовий інтервал між появою нової технології і створенням державних норм і стандартів дуже великий. У статті виконаний аналіз стану нормативного забезпечення для проєктування ЛСТК і визначені фактори його подальшого розвитку. Наведено динаміку впровадження нормативної документації для холодноформованих елементів у Російській Федерації та Україні. Порівняльний аналіз показав, що нормативна база в Україні розвивається повільніше. На думку автора, впровадження норм для тонкостінних холодноформованих елементів відбувається із запізненням у декілька років з таких причин: обмеженість державних ресурсів викликає потребу у співпраці наукових установ з бізнесом; багатошаровість конструктивних систем стін (елементи каркасу, тепло- і пароізоляційний матеріал, елементи кріплення, облицювальні матеріали) викликає різноспрямованість фінансових інтересів компаній-виробників компонентів системи і призводить до відсутності скоординованих дій у вирішенні технічних завдань. Відсутність в Україні досліджень вогнестійкості конструкцій із сталевих тонкостінних холодноформованих елементів ускладнює розробку проєктної документації. Проте останніми роками спостерігається позитивна динаміка розвитку нормативного забезпечення у напрямі теплотехнічних характеристик таких систем зовнішніх стін, що знайшло відображення у двох національних стандартах. Для широкого впровадження описаної вище технології слід розвивати нормативне забезпечення за такими напрямками, як: гармонізація міжнародної нормативно-технічної документації; внесення змін до чинних будівельних норм; внесення змін до чинних будівельних стандартів; переорієнтація фінансування нормативного забезпечення з бюджетного на інвестиційне.

Ключові слова: нормативне забезпечення, тонкостінні холодноформовані елементи, теплотехнічні характеристики, панелі, системи зовнішніх стін.

Постановка проблеми.

Динамічний розвиток науки й техніки сприяє застосуванню сучасних ефективних конструкцій та систем у будівельній галузі України.

Одним з найбільш прогресивних методів будівництва в усьому світі вважається використання конструкцій з металу під час зведення будівель житлового та нежитлового призначення.

До таких методів відносять і швидкоспруджувані будівельні системи із використанням інноваційної технології легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК), що знаходять усе більш широке застосування.

Серед найважливіших проблем успішного застосування таких конструкцій в Україні фахівці виділяють [1, с. 31]:

– відсутність національної сировинної бази (українські металурги можуть виробляти обмежений набір товщини сталей підвищеної міцності, необхідних для виробництва);

– дуже повільний розвиток єдиної нормативної бази та матеріалів для проєктування;

– недостатню інформованість замовника.

Аналіз останніх досліджень.

Необхідність подальших досліджень щодо удосконалення технології легких сталевих конструкцій визнана спеціалістами багатьох країн.

Особливостям конструктивних рішень каркасів із холодногнутих профілів присвячені роботи вчених Фінляндії (J. Outinen, K. Kupari, M. Heinisuo, J. Kukkonen), Австралії (K. Rasmussen, R. Zandonini), США (A. Gherzi [2], W.-W. Yu), Росії (Е.Л. Айрумяна, С.В. Камініна [3, с. 51], А. С. Семенова).

Вивчення стійкості тонкостінних стержнів знайшло відображення у працях українських (С.І. Білика [4; 5, с. 16], В.О. Семка [6], А.І. Маневича, С. В. Ракші) та російських (І.В. Астахова, Д.А. Трубини, Д.А. Абдулаєва, Є.Д. Пічугіна [7, с. 1052]) учених.

Питання взаємодії конструктивних елементів у просторовій системі для забезпечення просторової жорсткості будівлі висвітлюються у наукових працях П.Ф. Дроздова, М.В. Савицького [8, с. 462] та ін.

Дослідженням теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій зі сталевих тонкостінних профілів в Україні присвячена низка публікацій вітчизняних науковців: В.О. Семка [9, с. 491], М.В. Тимофєєва [10, с. 19], Г.Г. Фаренюка [11, с. 138] та ін.

Метою статті є аналіз стану нормативного забезпечення для проєктування ЛСТК в Україні і визначення факторів його розвитку.

Результати досліджень.

На відміну від країн Заходу, де система легких сталевих тонкостінних конструкцій широко застосовується тривалий час, в Україні сфера застосування ЛСТК обмежується малоповерховими і промисловими будівлями. Досвід демонструє, що застосування легких сталевих конструкцій можливе і доцільне навіть під час зведення будівель заввишки понад шість поверхів.

Успішному використанню таких конструкцій в Україні перешкоджає недостатність нормативного забезпечення, недосконалість чинних норм [5, с. 16; 12, с. 62], відсутність матеріалів для проєктування та необхідної кошторисної бази для обґрунтування вартості виконання робіт [13, с. 16].

Нормативне забезпечення є динамічною системою. Вона повинна оперативно реагувати на зміни потреб споживача, що супроводжуються запровадженням нових матеріалів і технологій у будівельну практику.

У жовтні 2019 року Верховною Радою України було прийнято зміни щодо удосконалення нормування у будівництві, відповідно до яких було встановлено три методи визначення нормативних вимог: параметричний, розпорядчий та цільовий.

Саме запровадження параметричного методу, на думку авторів [14, с. 233], дозволить створити нормативну базу, яка відповідає сучасному рівню розвитку суспільства та сприяла б подальшому розвитку галузі.

Нині розвиток нормативного забезпечення України хаотичний і не досить динамічний,

часовий інтервал між появою нової технології і створенням державних норм і стандартів дуже великий.

Нормативна база в Україні розвивається за двома паралельними напрямками:

- міжнародна гілка (гармонізовані європейські та міжнародні стандарти);
- національна гілка (національні українські стандарти).

Станом на 01.01.2021 року кількість нормативних документів міжнародної гілки (157) перевищила кількість національної (141), що пояснюється результатами євроінтеграції України у будівельній галузі.

У таблиці 1 наведено динаміку впровадження нормативної документації для холодноформованих елементів в Україні.

Окрім наведених у таблиці 1 нормативних документів, у РФ було проведено низку досліджень та випробувань вузлових з'єднань, довговічності та вогнестійкості конструктивних систем зі сталевих тонкостінних холодноформованих елементів.

Розвиток нормативної бази ЛСТК у РФ відбувається в тісній співпраці з фахівцями Асоціації «Об'єднання учасників бізнесу з розвитку сталевих будівництва» (АРСС) за такими напрямками: міцність та довговічність, вузлові з'єднання, пожежна безпека, теплотехнічні характеристики.

Аналіз літературних джерел [15; 16; 17] показує, що нормативна база в Україні розвивається повільніше навіть порівняно з країнами ближнього зарубіжжя. Впровадження норм для тонкостінних холодноформованих елементів відбувається із запізненням у декілька років.

Такий стан речей у системі нормативного забезпечення виникає з низки причин:

- обмеженість державних ресурсів викликає потребу у співпраці наукових установ з бізнесом;

- багатошаровість конструктивних систем стін (елементи каркасу, тепло- і пароізоляційний матеріал, елементи кріплення, облицювальні матеріали) викликає різноспрямованість фінансових інтересів компаній-виробників компонентів системи і призводить до відсутності скоординованих дій у вирішенні технічних задач.

Проте останніми роками спостерігається позитивна динаміка розвитку бази нормативно-технічної документації. Так, переклад і адаптація EN 1993 Єврокод 3 частин

Таблиця 1. Динаміка впровадження нормативної документації для проектування ЛСТК в Україні

№	Найменування	Вид документа	Рік прийняття
1	Конструкції будинків і споруд. Настанова з проектування конструкцій будинків із застосуванням сталевих тонкостінних профілів	ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009	2009
2	Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-3. Загальні правила. Додаткові правила для холодноформованих елементів і профільованих листів	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-3:2012 (національний стандарт)	2012
3	Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-5. Пластинчасті конструктивні елементи	ДСТУ-Н Б EN 1993-1-5:2012	2012
4	Виконання сталевих та алюмінієвих конструкцій. Частина 4. Технічні вимоги до холодноформованих сталевих будівельних елементів та конструкцій для покрівель, стель, підлог і стін (EN 1090-4:2018, IDT).	ДСТУ EN 1090-4:2019	2019
5	Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель	Зміна №1 до ДСТУ Б В.2.6-189:2013	2019
6	Стінові панелі з каркасом зі сталевих тонкостінних холодноформованих елементів. Вимоги до виготовлення та монтажу	ДСТУ XXXX-202X	Проект

1-3 і 1-5 з'явилися в РФ як стандарти організації на чотири роки раніше ніж у нашій державі, а вже зміни у відповідні норми, що стосуються теплотехнічних показників систем із застосуванням ЛСТК (пп. 5 табл. 1), – лише на один рік.

Відсутність матеріалів для проектування, конструкцій вузлів, виконаних відповідно до оновлених норм України з теплової ізоляції і енергоефективності будівель, може привести до помилок під час проектування і, відповідно, до істотного зниження теплової надійності конструкції.

Тому ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» та Донбаською національною академією будівництва і архітектури у співпраці з ТОВ «Кнауф Гіпс Київ» був розроблений текст зміни № 1 до ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель», що забезпечує проектування зовнішньої оболонки будівлі на основі систем зовнішніх стін із застосуванням стоякових

тонкостінних елементів із зовнішнім обличкуванням цементно-мінеральними плитами [10].

У тексті зміни № 1 наведені значення лінійних коефіцієнтів теплопередачі чотирьох збірних систем зовнішніх стін з однорядним та дворядним розташуванням металевих суцільних стоякових профілів з висотою перетину 100, 150 і 200 мм, а саме:

- однорядне розташування стоякових профілів без внутрішнього горизонтального профілю;

- дворядне розташування стоякових профілів з внутрішнім горизонтальним профілем;

- дворядне розташування стоякових профілів без проміжної плити;

- дворядне розташування стоякових профілів з проміжною плитою та основні вузлові з'єднання.

Завдяки маркетинговій активності компаній-виробників, таких як «STEELCO», ТОВ «Кнауф Гіпс Київ», проектно-виробничо-будівельної групи ТОВ «РЕДІКОН

ІНЖИНІРИНГ», за сприяння Асоціації «Український центр сталевих будівництва» вдалося налагодити їх співпрацю з приватним підприємством «Полтава-проект».

Результатом скоординованих дій став проєкт ДСТУ ХХХХ-202Х «Стінові панелі з каркасом зі сталевих тонкостінних холодноформованих елементів. Вимоги до виготовлення та монтажу», відповідно до повідомлення ТК 301 «Металобудівництво» від 16.07.2021 р. [18].

Такий стандарт встановлює вимоги до виготовлення і монтажу стінових панелей із каркасом зі сталевих тонкостінних холодноформованих профілів (ПСК), у разі улаштування огорожувальних стінових конструкцій мало- або багатопверхових будівель та споруд з умовною висотою до 73,5 м, що зводяться (реконструюються) на всій території України, окрім районів із сейсмічністю більше 8 балів.

Стандарт містить загальні вимоги до компонентів ПСК, паро- і повітропроникності, вогнестійкості, звукоізоляції, вимоги до монтажу.

Перевагу цьому стандарту надає наявність у ньому значень лінійних і точкових коефіцієнтів теплопередачі ПСК з термопрофілів для декількох груп вузлів, що не увійшли до тексту зміни № 1 ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Відсутність в Україні досліджень вогнестійкості, наведених у проєкті стандарту типів ПСК, ускладнює розробку проєктної документації, позаяк визначення класу вогнестійкості панелей і межі поширення вогню по них визначають випробуваннями, відповідальність за які покладається на замовника.

Висновки.

Останніми роками вітчизняні науковці доклали зусиль для створення методики оцінки та поліпшення теплової поведінки конструктивних систем зовнішніх стін із застосуванням тонкостінних холодноформованих елементів, що знайшло відображення у двох національних стандартах.

Для широкого впровадження описаної вище технології слід розвивати систему технічного регулювання за такими напрямками, як:

- гармонізація міжнародної нормативно-технічної документації;
- внесення змін до чинних будівельних норм;
- внесення змін до чинних будівельних стандартів;
- переорієнтація фінансування нормативного забезпечення з бюджетного на інвестиційне.

Література

1. Бондаренко С. ЛСТК – реальная альтернатива традиционным способам строительства зданий. *Капстройтельство*. Вып. № 7–8 (175–176) 2018. С. 31–35. URL: http://kapstroy.kiev.ua/wp-content/uploads/2018/10/KS_7-8_all_web-min.pdf.
2. Ghersi A. Design of Metallic Cold-formed Thin-walled Members / A. Ghersi, R. Landolfo, F. Mazzolani. New York : Spoon Press, 2002. 174 p.
3. Павлов А.Б Быстровозводимые малоэтажные жилые здания с применением легких стальных тонкостенных конструкций / А.Б. Павлов, Э.Л. Айрумян, С.В. Камынин, Н.И. Каменщиков. *Промышленное и гражданское строительство*. 2006. Вып. № 9. С. 51–53.
4. Беляев Н., Билык А., Билык С., Уей Э., Хейвуд М. Расчет элементов из стальных холодноформованных профилей в соответствии с Еврокодом 3. Киев : УЦСБ 2015. 99 с.
5. Білик А.С. Особливості та переваги європейських норм у галузі проєктування сталевих конструкцій / А.С. Білик, С.І. Білик, Е.А. Ковалевська. *Промислове будівництво та інженерні споруди*. 2015. № 2. С. 16–22.
6. Семко В. Расчет несущих и ограждающих конструкций из стальных холодноформованных профилей в соответствии с Еврокодом 3. Киев : УЦСБ 2015. 143 с.
7. Trubina D.A., Abdulaev D.A., Pichugin E.D. and Garifullin M.R. The loss of local stability of thin-walled steel profiles. *Applied Mechanics and Materials*. 2014. Vols. 633–634. Pp. 1052–1057.
8. Савицкий Н.В. Совместная работа профилей ЛСТК с обшивкой / Н.В. Савицкий, О.Г. Зинкевич. *Строительство. Материаловедение. Машиностроение* : сб. науч. тр. Днепропетровск : ПГАСА, 2009. Вып. 50. С. 462–466.
9. Семко В.О. Дослідження теплових показників огорожувальних конструкцій зі сталевих тонкостінних профілів багатопверхових цивільних будівель / В.О. Семко, М.В. Лещенко, І.С. Криворотько. *Ресурсекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди* : збірник наукових праць. 2014. Вип. 29. С. 491–498.
10. Тимофеев М.В. Теплотехнічні показники збірних систем зовнішніх стін з використанням цементних плит КНАУФ AQUAPANEL® OUTDOOR / М.В. Тимофеев, Г.В. Шампіна, Д.О. Хохрякова. *Slovak international scientific journal*. Bratislava. 2020. № 38, Vol. 1. Pp. 19–26.
11. Фаренюк Г.Г. Визначення лінійного коефіцієнта теплопередачі термічно неоднорідних огорожувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк, Є.С. Колесник. *Будівельні конструкції*. 2008. № 1 (28). С. 138–147.

12. Пічугін С.Ф. Застосування при новому будівництві легких систем, що швидко монтуються / С.Ф. Пічугін, В.О. Семко, Д.А. Прохоренко. *Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка. Сер. : Галузеве машинобудування, будівництво*. 2010. Вип. 2. С. 62–67.
13. Хохрякова Д.О. Нормування улаштування зовнішніх каркасно-обшивних стін із застосуванням цементних плит Aquapanel® Outdoor / Д.О. Хохрякова, Ю.В. Скубко. *Збірник наукових праць Донбаської національної академії будівництва і архітектури*. 2018. № 2. С. 16–21.
14. Омеляненко М.В. Інформаційна модель об'єкта нормування як основа визначення нормативних вимог із застосуванням параметричного метода нормування / М.В. Омеляненко, М.В. Омеляненко. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2020. Вип. 58. С. 233–247.
15. СП 230.1325800.2015. Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей. Изменение № 1. Москва : НИИСФ РААСН, 2018. 33 с.
16. ГОСТ Р 58774-2019. Стены наружные каркасно-обшивные Самонесущие и несущие с каркасом из стальных холодногнутых оцинкованных профилей. Общие технические условия. Москва : Стандартинформ, 2020. 31 с.
17. Проект ГОСТ Р XXXX – 20XX. Перекрытия каркасно-обшивные сухого типа с каркасом из стальных холодногнутых оцинкованных профилей. Общие технические требования. Москва : Стандартинформ, 2021. 39 с. URL: <https://www.steel-development.ru/files/51/%D0%9D%D0%A2%D0%94/13/113144-126621---.pdf>.
18. Проект ДСТУ XXXX-202X «Стінові панелі з каркасом зі сталевих тонкостінних холодноформованих елементів. Вимоги до виготовлення та монтажу». Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2021. 62 с. URL: <http://www.urdisc.com.ua/rl/info/Projekt DSTU Stinovi paneli z karkasom zi stalevyh tonkostinnyh holodnoformovanyh elementiv. Vymogy do vygotovlennya ta montagu.pdf>.

References

1. Bondarenko S. LSTK – real'naya al'ternativa traditsionnym sposobam stroitel'stv zdaniy. *Kapstroitel'stvo*. Vip. No. 7–8 (175–176). 2018. s. 31–35. Retrieved from: http://kapstroy.kiev.ua/wp-content/uploads/2018/10/KS_7-8_all_web-min.pdf.
2. Ghersi A. Design of Metallic Cold-formed Thin-walled Members / A. Ghersi, R. Landolfo, F. Mazzolani. New York: Spoon Press, 2002. 174 p.
3. Pavlov A.B Bystrovovodimyye maloetazhnyye zhilyye zdaniya s primeneniym legkikh stal'nykh tonkostennykh konstruktsiy / A.B. Pavlov, E.L. Ayrumyan, S.V. Kamynin, N.I. Kamenshchikov. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo*. 2006. Vip. No. 9. S. 51–53.
4. Belyayev N., Bilyk A., Bilyk S., Uyey E, Kheyyud M. Raschet elementov iz stal'nykh kholodnoformovannykh profiley v sootvetstvii s Yevrokodom 3. Kyiv: UTSSB 2015. 99 s.
5. Bilyk A.S. Osoblyvosti ta perevahy yevropeys'kykh norm u haluzi proektuvannya stalevykh konstruktsiy / A.S. Bilyk, S.I. Bilyk, E.A. Kovalevs'ka. *Promyslove budivnytstvo ta inzhenerni sporudy*. 2015. No. 2. S. 16–22.
6. Semko V. Raschet nesushchikh i ograzhdayushchikh konstruktsiy iz stal'nykh kholodnoformovannykh profiley v sootvetstvii s Yevrokodom 3. Kyiv: UTSSB 2015. 143 s.
7. Trubina D.A, Abdulaev D.A., Pichugin E.D. and Garifullin M.R. The loss of local stability of thin-walled steel profiles. *Applied Mechanics and Materials*. 2014. Vols. 633–634. Pp. 1052–1057.
8. Savitskiy N.V. Sovmestnaya rabota profiley LSTK s obshivkoy / N.V. Savitskiy, O.G. Zinkevich. *Stroitel'stvo. Materialovedeniye. Mashinostroyeniye: sb. nauch. tr. Dnepropetrovsk: PGASA*, 2009. Vyp. 50. S. 462–466.
9. Semko V.O. Doslidzhennya teplovykh pokaznykiv ohorodzhuval'nykh konstruktsiy zi stalevykh tonkostinnykh profiliv bahatopoverkhovykh tsyvil'nykh budivel' / V.O. Semko, M.V. Leshchenko, I.S. Kryvorotko. *Resursoekonomni materialy, konstruktsiyi, budivli ta sporudy. Zbirnyk naukovykh prats'*. 2014. Vyp. 29. S. 491–498.
10. Tymofeyev M.V. Teplotekhnichni pokaznyky zbirnykh system zovnishnikh stin z vykorystannyam tsementnykh plyt KNAUF AQUAPANEL® OUTDOOR / M.V. Tymofeyev, H.V. Shamrina, D.O. Khokhryakova. *Slovak international scientific journal*. Bratislava. 2020. No. 38, Vol. 1. Pp. 19–26.
11. Farenjuk H.H. Vyznachennya liniynoho koefitsiyentu teploperedachi termichno neodnorodnykh ohorodzhuval'nykh konstruktsiy / H.H. Farenjuk, Ye.S. Kolesnyk. *Budivel'ni konstruktsiyi*. 2008. No. 1 (28). S. 138–147.
12. Pichuhin S.F. Zastosuvannya pry novomu budivnytstvi lehkykh system, shcho shvydko montuyut'sya / S.F. Pichuhin, V.O. Semko, D.A. Prokhorenko. *Zbirnyk naukovykh prats' Poltav'skoho natsional'noho tekhnichnoho universytetu im. Yu. Kondratyuka. Ser.: Haluzeve mashynobuduvannya, budivnytstvo*. 2010. Vyp. 2. S. 62–67.
13. Khokhriakova D.O. Normuvannya ulashtuvannya zovnishnikh karkasno-obshyvnykh stin iz zastosuvannyam tsementnykh plyt Aquapanel® Outdoor / D.O. Khokhriakova, Yu.V. Skubko. *Zbirnyk naukovykh prats' Donbas'koyi natsional'noyi akademiyi budivnytstva i arkhitektury*. 2018. No. 2. S. 16–21.
14. Omel'yanenko M.V. Informatsiyana model' ob'yekta normuvannya yak osnova vyznachennya normatyvnykh vymoh z zastosuvannyam parametrychnoho metoda normuvannya / M.V. Omel'yanenko, M.V. Omel'yanenko. *Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya*. 2020. Vyp. 58. S. 233–247.

15. SP 230.1325800.2015. Konstruktsii ograzhdayushchiye zdaniy. Kharakteristiki teplotekhnicheskikh neodnorodnostey. Izmeneniye № 1. Moskva: NIISF RAASN, 2018. 33 s.
16. GOST R 58774-2019. Steny naruzhnyye karkasno-obshivnyye Samonesushchiye i nenesushchiye s karkasom iz stal'nykh kholodnognutnykh otsinkovannykh profiley. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya. Moskva: Standartinform, 2020. 31 s.
17. Projekt GOST R XXXX-202X. Perekrytiya karkasno-obshivnyye sukhogo tipa s karkasom iz stal'nykh kholodnognutnykh otsinkovannykh profiley. Obshchiye tekhnicheskiye trebovaniya. Moskva: Standartinform, 2021. 39 s. Retrieved from: <https://www.steel-development.ru/files/51/%D0%9D%D0%A2%D0%94/13/113144-126621---.pdf>.
18. Projekt DSTU XXXX-202X "Stinovi paneli z karkasom zi stalevykh tonkostinnykh kholodnoformovanykh elementiv. Vymohy do vyhotovlennya ta montazhu". Kyiv: DP "UkrNDNTS", 2021. 62 s. Retrieved from: [http://www.urdisc.com.ua/rl/info/Projekt DSTU Stinovi paneli z karkasom zi stalevyh tonkostinnykh kholodnoformovanykh elementiv. Vymohy do vygotovlennya ta montagu.pdf](http://www.urdisc.com.ua/rl/info/Projekt_DSTU_Stinovi_paneli_z_karkasom_zi_stalevyh_tonkostinnykh_kholodnoformovanykh_elementiv.Vymohy_do_vygotovlennya_ta_montagu.pdf).

ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF REGULATORY SUPPORT FOR THE DESIGN OF COLD-FORMED STEEL STRUCTURES

Abstract. *Currently, the development of Ukraine's regulatory framework for the design of cold-formed steel structures is chaotic and not dynamic enough and the time interval between the emergence of new technology and the creation of state norms and standards is very large. The article analyzes the state of regulatory support for the design of cold-formed steel structures and determine the factors of its further development. The dynamics of introduction of normative documentation for cold-formed elements in the Russian Federation and Ukraine is given. Comparative analysis has shown that the regulatory framework in Ukraine is developing more slowly. According to the author, the introduction of norms for thin-walled cold-formed elements is delayed by several years for the following reasons: limited public resources necessitate the cooperation of scientific institutions with business; multilayer structural wall systems (frame elements, thermal and vapor barrier material, fasteners, cladding materials) causes divergence of financial interests of companies-manufacturers of system components and leads to a lack of coordinated action in solving technical problems. Lack of fire resistance studies in Ukraine of thin-walled steel cold-formed elements complicates the development of design documentation. However, in recent years there has been a positive trend in the development of regulatory support in the direction of thermal characteristics of such systems of external walls, which is reflected in two national standards. For the wide implementation of the technology described above, it is necessary to develop regulatory support in the following areas: harmonization of international regulatory and technical documentation; making changes to current building codes; making changes to current building standards; reorientation of financing of normative maintenance from budgetary to investment.*

Key words: *regulatory support, thin-walled cold-formed elements, thermal characteristics, panels, external wall systems.*

Khokhriakova D.O.

Ph.D., Associate Professor at the Department of Construction Technologies
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Чубарова Д.С.

аспірантка кафедри архітектури будівель і споруд та дизайну архітектурного середовища, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАТЕРІАЛІВ У БУДІВНИЦТВІ ПАРКІНГІВ

Анотація. У статті наведено приклади інноваційних технологій та матеріалів, які доцільно використовувати в будівництві паркінгів. Серед сучасних технологічних розробок можна виділити такі: ВІМ, цифрові двійники, віртуальну і доповнену реальність, роботизацію, 3D-друк. ВІМ – процес, що заснований на використанні інтелектуальних 3D-моделей. Технологія передбачає не просто віртуальне моделювання об'єкта, а комплексне уявлення в цифровому вигляді фізичних і функціональних характеристик об'єкта. Цифрові двійники – це віртуальні точні копії фізичних об'єктів (споруд, міст). Ця технологія йде поруч з ВІМ, має схожі елементи, проте головна різниця між ними полягає в тому, що цифровий двійник має на меті змодельовати взаємодію людини з навколишнім середовищем і об'єктами. Віртуальна і доповнена реальність створює «реальний» світ у цифровому середовищі, використовуючи фотографії, рендеринг та відео 360°. Можливості технології забезпечують навігацію в реалістичному діджитал-середовищі, де також можна і взаємодіяти з об'єктами в реальному часі. Роботизація будівництва – процес зведення об'єкта або його складових частин за допомогою мобільних автоматизованих машин (роботів) з певним функціоналом, які допомагають у виконанні тих чи інших будівельних робіт, значно прискорюючи темпи будівництва. Принцип роботи будівельних 3D-принтерів полягає в екструзії або витісненні спеціальної суміші шар за шаром по заданій тривимірній комп'ютерній моделі. За допомогою таких пристроїв можна друкувати будівлі і по частинах, і цілком, якщо вони вміщуються під аркою принтера. Із сучасних матеріалів у статті приділяється увага новим видам бетону (бетон, що здатний абсорбувати вуглекислий газ, бетон, що самовідновлюється, та гнучкий бетон) та цегли (3D-надруковані цеглини, цегла, що здатна бути джерелом освітлення, цегла-хамелеон, або веллорова цегла). Для успішної організації будівництва паркінгів необхідно використовувати сучасні технології і матеріали, за допомогою яких можна заощадити час та витрати людської праці. Впровадження в практику інтегрованих систем управління якістю, витратами, часовими параметрами будівництва об'єктів, їх ресурсним забезпеченням сприяє поліпшенню економічного становища будівельних організацій.

Ключові слова: паркінг, інноваційні технології, сучасні матеріали, ВІМ, цифрові двійники, віртуальна і доповнена реальність, роботизація будівництва, 3D-моделювання, бетон, цегла.

Постановка проблеми. В Україні з урахуванням сформованих архітектурно-планувальних особливостей, низької щільності магістральної вулично-дорожньої мережі та значно збільшеного рівня автомобілізації в умовах відсутності достатньої кількості паркувальних місць актуальною є організація зберігання транспортних засобів на території міста. Зі стрімким розвитком паркінгів виникає проблема підвищення ефективності будівництва об'єктів для зберігання автомобілів.

Сучасне будівництво паркінгів базується на принципах впровадження наявних прогрес-

сивних методів проектування і будівництва, а також новітніх розробок технологій будівництва і застосування сучасних багатофункціональних будівельних матеріалів.

Зв'язок будівельної галузі з комп'ютерними технологіями формується роками, і в наші дні користь від неї очевидна для фахівців різних напрямів. Нині це складні системи управління комплексними проектами: починаючи з проектування будівель, споруд, інженерних комунікацій і закінчуючи автоматизованими засобами контролю об'єктів державного нагляду. Застосування сучасних

технологій і матеріалів дозволяє значно підвищити комфортність користування і знизити фінансові витрати на утримання та експлуатацію паркінгів.

Аналіз останніх досліджень. У наукових дослідженнях приділяється увага такій проблематиці, але постійно з'являються нові розробки у сфері будівництва. Розглядаються лише окремі аспекти сфери використання сучасних технологій та матеріалів. Вивчають міжнародний досвід використання BIM-технологій у будівництві такі науковці, як В.В. Ільїнова, В.Д. Міцевич, адитивні технології (технології 3D-друку) в будівництві – М.Б. Пермяков, А.Ф. Пермяков, А.М. Давидова [1, с. 79–93; 2, с. 14–15].

Мета роботи – виявити та охарактеризувати останні інноваційні технології та сучасні матеріали, які доцільно використовувати в будівництві паркінгів.

Результати досліджень. Сучасне будівництво – це симбіоз використання інноваційних технологій та сучасних багатофункціональних будівельних матеріалів. Серед тих, які вже використовують у будівництві за кордоном та які в перспективі рекомендується впроваджувати в будівництво паркінгів, можна виділити такі як:

1) BIM. BIM (от англ. building information modeling) – це процес, заснований на використанні інтелектуальних 3D-моделей. Технологія передбачає не просто віртуальне моделювання паркінгу, а комплексне уявлення в цифровому вигляді фізичних і функціональних характеристик об'єкта. BIM враховує не тільки зведення, а й оснащення, управління, експлуатацію паркінгу, перспективу ремонту або знесення, тобто охоплює весь життєвий цикл об'єкта в комплексі. Всі складники і нюанси в проектуванні, які мають відношення до об'єкта, обов'язково враховуються і розглядаються в єдиному проекті. У разі видалення або заміни якогось елемента або доповнення вся модель перераховується з цим коригуванням.

Маючи в арсеналі цифрові дані про об'єкт, робота відбувається за допомогою мобільного девайса, завдяки якому проводиться належний на всіх етапах контроль. Таке рішення істотно спрощує управління і контроль за будівельними процесами, оптимізує результат.

Завдяки BIM створена віртуальна модель паркінгу дозволяє фахівцям:

- побачити всі проблеми і нестиківки;
 - затвердити передбачувані переваги об'єкта;
 - дати можливість користуватися моделлю всім учасникам проекту;
 - вносити коригування;
 - розраховувати кошторис;
 - контролювати процес робіт;
 - передбачати ризики майбутньої конструкції;
 - розрахувати ресурси.
- BIM-технології скорочують:
- матеріальні витрати;
 - помилки в проєктах;
 - термін виконання.

В Україні все більшої популярності набувають BIM-технології, однак їх використовують в основному в мегаполісах і великих компаніях, інші нові технології у вітчизняному будівництві поширені ще менше. 17 лютого 2020 року Кабінет Міністрів затвердив концепцію впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) до 2025 року. Метою концепції є визначення механізмів впровадження BIM-технологій у будівництво як інструменту реформування, модернізації та цифрової трансформації будівельної галузі в Україні [3].

2) Цифрові двійники паркінгів – це віртуальні точні копії фізичних об'єктів (споруд, міст). Ця технологія йде поруч з BIM, має схожі елементи, проте головна різниця між ними полягає в тому, що цифровий двійник має на меті змоделювати взаємодію людини з навколишнім середовищем і об'єктами. Віртуальна репліка паркінгу дає інформацію про поточний стан створених екосистем, інфраструктур і як вони впливають на користувачів.

Комп'ютерна модель паркінгу об'єднує інформацію в єдине навколишнє середовище, доступне для всіх. BIM-модель статична, а цифровий двійник у динаміці змінюється в часі. Двійники дають можливість перевірити різні сценарії і загрози – вплив стихійних лих, різних надзвичайних подій – пожежі або обвалення якогось елемента за допомогою симуляції. Спираючись на BIM-модель, цифровий двійник може «відчувати на собі» закладену інформацію, інтегруючи різні блоки інформації. Одна з головних функцій цифрового близнюка – це функція передбачування. Можливі проблеми або, навпаки, точне розуміння, що об'єкт зможе витримати передбачувані навантаження, дає будівельникам

можливість не робити перевитрат і на ранніх етапах оптимізувати процеси і внести коригування.

3) Віртуальна і доповнена реальність. Серед нових технологій в архітектурі та будівництві паркінгів особливо варто виділити віртуальну реальність (VR). Вона створює «реальний» світ у цифровому середовищі, використовуючи фотографії, рендеринг та відео 360°. Можливості технології забезпечують навігацію в реалістичному діджитал-середовищі, де також можна і взаємодіяти з об'єктами в реальному часі. Доповнена реальність – це вже окремі цифрові елементи, накладені на справжнє середовище, які добудовують кінцеву задуману модель.

VR ще більше додає цілісності і глобальності віртуальному об'єкту, де фактично цифрова інформація «оживає» з фізичної. Віртуальна реальність набагато масштабніша, що тільки підсилює створені багатовимірні моделі. Це особливий досвід від першої особи, який додає більше професійних рішень, експертної оцінки. Вона видозмінює спосіб побудови інфраструктури загалом.

За допомогою цієї технології:

- перевіряють нові конструкції;
- відстежують прогрес;
- виявляють проблеми на ранніх етапах будівництва;

- вона є практичним інструментом у польових роботах для вивчення складних конструкцій.

4) Роботизація. Роботизація будівництва паркінгів – процес зведення об'єкта або його складових частин за допомогою мобільних автоматизованих машин (роботів) з певним функціоналом, які допомагають у виконанні тих чи інших будівельних робіт, значно прискорюючи темпи будівництва.

Основні категорії роботів, які використовуються в будівництві:

- промислові роботи – для виконання широкого спектра операцій, зазвичай це роботи шарнірно-зчленованого типу. Зовні і своїми рухами вони дуже схожі на людську руку, використовуються у самих різних роботах – від простої автоматизованої збірки до складних зварних робіт;

- декартові роботи – для швидкого 3D-друку, наприклад, спеціальним складом з бетону або композитних матеріалів. Робочі органи таких роботів рухаються в тривимірній системі декартових координат;

- колаборативні роботи – для спільної роботи з людиною, виконують завдання, які були б занадто складні для неї. Можуть також повторювати рухи людини для виконання робіт у важкодоступних або небезпечних місцях будівництва;

- роботи-дрони – однотипні роботехнічні механізми, здатні як спільно (з використанням взаємних комунікацій), так і поодиноці поставляти найбільш актуальні відомості про хід робіт на будівельному майданчику без залучення людини або виконувати будь-які дії над будівельним об'єктом;

- самохідні будівельні машини – модернізація стандартного важкого обладнання шляхом його об'єднання із системами управління на основі штучного інтелекту, наприклад, бульдозери, екскаватори, компактні гусеничні навантажувачі, а також системи, обладнані спеціалізованими комплексами для 3D-друку або зварювання металоконструкцій;

- роботи-гуманоїди – антропоморфні (схожі на людину) роботи для виконання великого спектра різних робіт, наприклад, оздоблювальних, фарбувальних і т.п. Прикладом є робот-будівельник з Японії HRP-5P;

- мінібудівельники – команда взаємопов'язаних і взаємозалежних роботів невеликого розміру стосовно конструкції, що будується. Кожен з них виконує свою роль по черзі, залежно від стадії зведення і використовуючи інструкції, надані центральним комп'ютером, у поєднанні з показаннями власних датчиків і систем локального позиціонування. Ще один робот-«постачальник» за потребою забезпечує кожного робота з команди рідким будівельним матеріалом. Такі роботи в основному кріпляться до конструкції та, переміщаючись по ній, виконують свою роботу.

Впровадження роботизованих механізмів і автоматизація процесів передбачає виконання рутинних, простих, але трудомістких операцій на будівництві, заміну людської сили та оптимізацію робіт, в яких потрібна висока продуктивність.

5) 3D-друк. Ця технологія давно на службі в будівельній галузі, але лише останніми роками вона набула справжнього масштабу у повсюдному застосуванні.

Підвищений попит такого «товариша» в будівництві паркінгів зумовлений: високою продуктивністю і простотою створення різноманітних за складністю конструкцій. Отримання готових будівельних блоків (стіни,

плити) або інших компонентів безпосередньо на будівництві знижує не тільки собівартість виробництва, а й витрати на логістику, персонал. Завдяки технології екструзії, в 3D-моделюванні стало можливим створення елементів з різних матеріалів – бетону, геополімеру, цементу, гіпсу і глини [4, с. 90–101].

Переваги технології:

- швидкість;
- точність (мінімум помилок);
- різноманітність у дизайні;
- висока продуктивність;
- економія додаткових витрат на перевезення і персонал;
- екологічність.

Розвиток 3D-друку в будівництві паркінгів стримують масштаби. Так, для будівництва об'єкта висотою більше одного поверху потрібен масштабний принтер, ціна якого буде відповідною, або тривимірний пристрій доведеться забезпечити функцією переміщення будівельними лісами, розробивши спеціальну програму. Саме з цієї причини всі надруковані будови на сьогодні або невеликі за своїми розмірами, або будуються з окремих складників.

З нових модернізованих матеріалів можна виділити бетон та цеглу:

– канадська CarbonCure Technologies винайшла, як шкідливі викиди CO₂, які викидають автомобілі, використовувати у виробництві бетонних блоків, пов'язуючи діоксид вуглецю в процесі. Бетон стає екологічнішим і функціональнішим: абсорбувати вуглекислий газ – ідеальна вимога до екоматеріалу, що використовується в будівництві паркінгів [5, с. 148–153];

– бетон, що самовідновлюється. Бетон сам по собі крихкий матеріал, але у разі додавання в формулу бетону особливого мінералу мушлів (перламутру), який і надає еластичність, ті ж характеристики приймає і бетон. Крім того, він стає легшим, і еластичність набагато збільшується. Ці якості ідеальні для будівництва паркінгів у сейсмічних зонах;

– гнучкий бетон. Розробка вчених з Університету Суїнберн. Технологія створення такого бетону заснована на добавці звичайного промислового відходу – летючої золи. Завдяки цьому композитному полімеру в складі бетону, новий матеріал володіє приголомшливою міцністю за високих (в 400 разів) показників згинання. Виробництво такого виду бетону також екологічне. Його застосування доціль-

не для будівництва паркінгів, що мають високе силове навантаження.

– 3D-надруковані цеглини Cool Brick, що наділені власною системою охолодження. Завдяки пористості цегли повітряний потік проходить крізь пори, які насичені вологою, а вона, випаровуючись, охолоджує. Цеглини просто наповнюються водою – досить облили стіну водою. Такий матеріал енергоефективний у жарких країнах;

– цегла, що здатна бути джерелом освітлення. Смарт-цеглини з покриттям полімеру PEDOT можуть бути самі джерелом живлення і використані в аварійному освітленні;

– цегла-хамелеон, або велюрова цегла, – розробка російської компанії. Завдяки вертикальним борозенкам на поверхні у цегли з'являється оптичний ефект: за різного освітлення облицювання з такої цегли змінює колір. Але, крім естетичного ефекту, така цегла володіє підвищеними експлуатаційними параметрами.

Висновки. Одним з головних завдань у будівництві паркінгів, де ефективність і скорочення часу та витрат стає пріоритетом, є розвиток сучасних технологій і матеріалів. Будівництво стає розумним не тільки в комп'ютерному проектуванні, а і в безпосередньому процесі створення об'єкта, використовуючи інноваційні технології.

У будівництві все частіше застосовуються високотехнологічні матеріали, що здатні акумулювати тепло і мати самовідтворювані характеристики. Більш того, існують особливі матеріали, які роблять паркінги здатними очищати міське повітря від смогу. Сучасні будівельні матеріали отримують приголомшливі альтернативи з використанням нових технологій, щорічно утворюється велика кількість стартапів, що випускають модернізовані будматеріали, які вирішують різні завдання в будівництві.

Інноваційні будівельні технології і матеріали, що застосовуються в будівництві, повинні відповідати одному або декільком з критеріїв: процес будівництва робити простіше і швидше; зменшувати вартість будівництва; збільшувати енергоефективність об'єкта; підвищувати життєвий цикл паркінгу.

Незважаючи на багато позитивних якостей нових технологій і будівельних матеріалів, їх використання в Україні ще не досягло значного рівня, але ведеться робота з їх впровадження, в тому числі і на законодавчому рівні.

Література

1. Льбінова В.В., Міцевич В.Д. Міжнародний досвід використання BIM-технології в будівництві. *Російський зовнішньоекономічний вісник*. 2021. № 6. С. 79–93.
2. Пермяков М.Б., Пермяков А.Ф., Давидова А.М. Адитивні технології в будівництві. *European research*. 2017. № 1(24). С. 14–15.
3. Про схвалення Концепції впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні та затвердження плану заходів з її реалізації: Закон України від 17 лютого 2021 р. № 152-р / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-%D1%80#Text> (дата звернення: 13.10.2021).
4. Луньова Д. А., Кожевнікова Е.О., Калошина С.В. Застосування 3D-друку в будівництві і перспективи його розвитку. *Вісник ПННПУ. Будівництво та архітектура*. 2017. № 1. С. 90–101.
5. Вакуров А.С., Абросімов І.П. Опис і переваги технології виробництва бетону з діоксиду вуглецю в будівництві. *Бюлетень науки і практики*. 2018. № 8. С. 148–153.

References

1. Pliнова V.V. & Mitsevych V.D. Mizhnarodnyi dosvid vykorystannia BIM-tekhnohohii v budivnytstvi. *Rosiiskyi zovnishnoekonomichnyi visnyk*, 2021. No. 6, 79–93 [in Russian].
2. Permiakov M.B., Permiakov A.F. & Davydova A.M. Adytyvni tekhnolohii v budivnytstvi. *European research*, 2017. No. 1(24), 14–15 [in Russian].
3. Verkhovna Rada of Ukraine. Pro skhvalennia Kontseptsii vprovadzhennia tekhnolohii budivelnoho informatsiinoho modeliuвання (BIM-tekhnohohii) v Ukraini ta zatverdzhennia planu zakhodiv z yii realizatsii. 2021. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
4. Lunova D.A., Kozhevnikova E.O. & Kaloshyna S.V. Zastosuvannia 3D-druku v budivnytstvi i perspektyvy yii rozvytku, *Visnyk PNYPU. Budivnytstvo ta arkhitektura*, 2017. No. 1, 90–101 [in Russian].
5. Vakurov A.Ye. & Abrosimov I.P. Opys i perevahy tekhnolohii vyrobnytstva betonu z dioksydu vuhletsiu v budivnytstvi, *Biuletyn nauky i praktyky*, 2018. No. 8, 148–153 [in Russian].

MODERN TRENDS IN THE USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND MATERIALS IN PARKING CONSTRUCTION

Abstract. *The article presents examples of innovative technologies and materials that should be used in the construction of parking lots. Among modern technological developments are the following: BIM, digital twins, virtual and augmented reality, robotics, 3D-printing. BIM is a process based on the use of intelligent 3D-models. The technology involves not just virtual modeling of the object, but a complex representation in the digital form of physical and functional characteristics of the object. Digital twins are virtual exact copies of physical objects (structures, cities). This technology goes alongside BIM, has similar elements, but the main difference between them is that the digital counterpart aims to model human interaction with the environment and objects. Virtual and augmented reality creates a “real” world in a digital environment, using photos, rendering and video 360°. Technology capabilities provide navigation in a realistic digital environment, where you can also interact with objects in real time. Robotic construction is the process of erecting an object or its components using mobile automated machines (robots) with certain functionality, which help in the execution of certain construction works, significantly accelerating the pace of construction. The principle of construction 3D-printers is to extrude or displace a special mixture, layer by layer, according to a given three-dimensional computer model. With the help of such devices, you can print buildings in parts, and in whole, if they fit under the printer’s arch. From modern materials, the article focuses on new types of concrete (concrete is able to absorb carbon dioxide, self-renewable concrete and flexible concrete) and bricks (3D-printed bricks, bricks, capable of being a source of lighting, brick-chameleon or velor brick). To successfully organize the construction of parking lots, it is necessary to use modern technologies and materials with which you can save time and cost of human labor. Implementation of integrated quality management systems, costs, time parameters of construction of objects, their resource provision contributes to the improvement of the economic situation of construction organizations.*

Key words: *parking, innovative technologies, modern materials, BIM, digital counterparts, virtual and augmented reality, robotics construction, 3D-modeling, concrete, brick.*

Chubarova D.S.

Postgraduate Student at the Department of Architecture of Buildings and Structures and Architectural Environment Design,
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv

УДК 621.867.212.7

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2021.40.8>**Гаврюков О.В.**

д.т.н., завідувач кафедри машинобудування

Донбаська національна академія будівництва і архітектури,

м. Краматорськ, Донецька область

ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО СТВОРЕННЯ КІНЦЕВОЇ СТАНЦІЇ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА, ЩО ЗАПОБІГАЄ БОКОВОМУ СХОДУ СТРІЧКИ НА БАРАБАНІ

Анотація. Схід стрічки на барабані приймального пристрою може стати причиною великої аварії, ліквідація якої може зайняти близько місяця.

У статті наведено наслідки аварії на вскришному комплексі «Лауххаммер», коли схід стрічки на барабані приймального пристрою став причиною великої аварії. Все це зумовлює величезні збитки, яких могло б не бути, якби кінцева станція конвеєра була обладнана системою центрування стрічки.

Встановлено, що: у разі порушення перпендикулярності осі барабана щодо поздовжньої осі руху стрічки виникає боковий схід стрічки; дотичне напруження між стрічкою і повернутим барабаном не залежить від нормальних напружень у контакті, а залежить від ширини стрічки, модулів зсуву і товщини матеріалу обкладинки стрічки, і футерування барабана, пропорційне величині зміщення стрічки на барабані; перехідний процес сходження стрічки з барабана описується рівнянням, яке відповідає аперіодичній ланці першого порядку і залежить від кута перекошу барабана, швидкості ходу стрічки, натягу і маси стрічки, коефіцієнта криволінійності твірної барабана, коефіцієнта тертя – ковзання стрічки, що набігає на барабан по роликівих опорах.

У статті наведені результати досліджень зі створення кінцевої станції стрічкового конвеєра обладнаною системою центрування стрічки на барабані. Центрування виконує система автоматичного регулювання, що повертає вісь барабана в горизонтальній площині у разі виникнення сходу стрічки з барабана. Поворот виконує сервопривід, що має зовнішнє джерело енергії і датчики положення стрічки на барабані. Наведені результати досліджень і методика розрахунку, що дозволили спроектувати систему автоматичного центрування стрічки на барабані.

У результатах досліджень вказується, що структурна схема системи автоматичного центрування стрічки на барабані включає: аперіодичну ланку 1, відповідну об'єкту регулювання (стрічка); безінерційну ланку 2, відповідну важільній системі, що перетворює зміщення стрічки на зміщення золотника; інтегруючу ланку 3, відповідну сервомотору з регулювальником витрати і золотниковим розподільником; безінерційну ланку 4, відповідну шарнірному закріпленню барабана, перетворюючого переміщення штока поршня сервомотора в кут повороту барабана. Встановлені умови роботи елементів системи центрування стрічки на барабані, за яких забезпечується якісна і стійка робота системи автоматичного регулювання.

У роботі наведена конструктивна схема кінцевої станції і структурна схема системи автоматичного центрування стрічки на барабані.

Ключові слова: процес сходження стрічки на барабані, аперіодична ланка першого порядку, кінцева станція конвеєра, система автоматичного центрування, якісна і стійка робота системи автоматичного регулювання.

Постановка проблеми. Під час будівництва тунелів доволі часто застосовують стрічкові конвеєри для видачі гірничої маси із забою.

На основі аналізу роботи транспортної установки, що використовувалась під час

проведення найпротяжнішого у світі Готардського базисного тунелю, встановлено, що швидкість проведення тунелю можна було би збільшити, застосувавши стрічковий конвеєр, що працює за змінної довжини транспортування для видачі породи із забою [1].

Між тим під час зміни довжини транспортування стрічкового конвеєра можливе порушення перпендикулярності осі стрічки відносно осі кінцевого барабана, що провокує боковий схід стрічки на ньому.

Схід стрічки на барабані приймального пристрою вскришного комплексу «Лауххаммер» (рис. 1) [2] став причиною великої аварії, коли ґрунт, який почав просипатися з вантажної гілки на холосту, накопичився на кінцевому барабані.

У результаті деформувалась поверхня барабана, стрічка зійшла на 400 ... 500 мм, наповзла на виступ елемента конструкції конвеєра і стала розриватися цим елементом зі швидкістю 6,4 м/с. Поки зупинили комплекс було розрізано близько 1,5 км стрічки, близько 600 м³ ґрунту опинилися на пункті навантаження і на трасі конвеєра (рис. 1).

Ліквідація аварії зайняла близько місяця, стояв весь комплекс (екскаватор, перевантажувач, 12 конвеєрів транспортуючої лінії, відвалоутворювач). Слід додати, що стільки ж простояв видобувний комплекс кар'єру, що працював впритул за вскришним. Все це зумовило величезні збитки, яких могло б не бути, якби кінцева станція конвеєра була обладнана системою центрування стрічки.

Аналіз останніх досліджень.

Відомо, що у разі порушення перпендикулярності осі набігаючої стрічки стосовно осі барабана відбувається боковий схід стрічки [3], що призводить до серйозних аварій [2]. Також відомо, що боковий схід стрічки буде меншим, якщо барабан має криволінійну твірну [4; 5].

Мета роботи – виконати дослідження зі створення кінцевої станції стрічкового конвеєра,

що запобігає боковому сходу стрічки на барабані з криволінійною твірною.

Результати досліджень. Розробка математичної моделі перехідного процесу бокового сходу стрічки на барабані з незначною криволінійністю дозволяє спроектувати систему автоматичного центрування стрічки на барабані з криволінійною твірною з оптимальними параметрами.

Натягнення стрічки викликає нормальний тиск стрічки на обвідній барабан. Розглянувши напругу і деформації, що виникають у зоні контакту стрічки з барабаном, у припущенні, що навантаження нерівномірно розподілене по твірній барабана, встановлено, що нормальний тиск за відсутності прослизань не впливає на дотичне навантаження взаємодії стрічки з барабаном у разі його розвороту [6].

$$\tau_{бар.-с} = B_c / (\delta_{обкл.с} / G_{зсуву.с} + \delta_{футер.} / G_{зсуву.футер.}), \text{ Н/м}^2,$$

де B_c – ширина стрічки, м; $G_{зсуву.с}$ – модуль зсуву матеріалу обкладки стрічки, Н/м^2 ; $G_{зсуву.футер.}$ – модуль зсуву матеріалу футерування обвідного барабана, Н/м^2 ; $\delta_{обкл.с}$ – товщина матеріалу нижньої обкладинки стрічки, м; $\delta_{футер.}$ – товщина матеріалу футерування обвідного барабана, м.

Внаслідок низького модуля зсуву конвеєрних стрічок можна вважати, що викривлення осі стрічки відбувається за рахунок деформації зсуву перерізами стрічки паралельними твірними барабана. У зв'язку з цим дотичне навантаження взаємодії стрічки з барабаном у поперечному напрямі за відсутності прослизання $Q_{бар.-с}$ пропорційне зміщенню Δ_l [6]:

$$Q_{бар.-с} = -\tau_{бар.-с} \cdot \Delta_l, \text{ Н/м}.$$

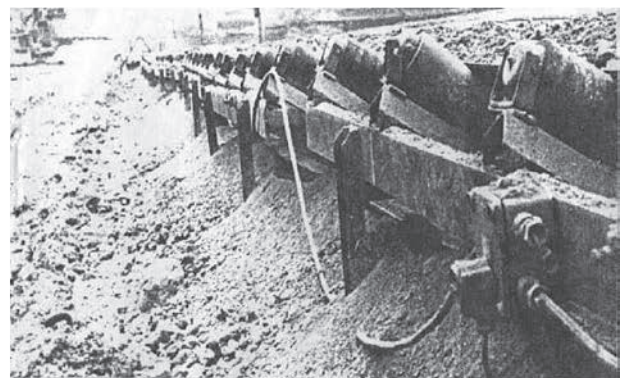


Рис. 1. Схід стрічки в пункті завантаження і на верхній гілці конвеєра (комплекс «Лауххаммер»)

Під час розробки математичної моделі перехідного процесу бокового сходу стрічки на барабані з незначною криволінійністю розглядався рух стрічки на барабані з поверхнею твірної у вигляді еліпса (рис. 2) обмеженою площиною zOy .

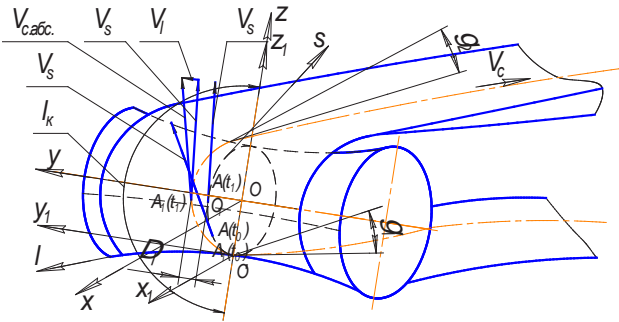


Рис. 2. Розрахункова схема до визначення швидкості ковзання по довжині контакту V_l стрічки з барабанами і швидкості сходу стрічки з барабана $V_{б.сх}$.

Розглядалися швидкості руху контактуючих точок A і A_1 . Точка A , що належить футерованню барабана, точка A_1 нижній обкладці стрічки. У початковий момент часу t_0 точки A і A_1 суміщені.

У разі виникнення бокової сили або розвороту барабана відносно осі стрічки відбувалось поперечне зміщення стрічки уздовж твірної барабана.

Внаслідок поперечного ковзання точка A_1 зміщувалась відносно точки A на величину Δ_1 . Розглянувши швидкості руху у момент часу t_1 точки A_1 і точки A з урахуванням дотичного навантаження взаємодії стрічки з барабаном $Q_{бар.-с}$ і внутрішніх сил у перерізі стрічки, для практично важливого випадку, коли довжина контакту стрічки з барабаном уздовж осі $l_k > (20 \div 30)$ см, була отримана залежність швидкості бокового сходу стрічки з барабана [6] в криволінійній системі координат

$$V_{б.сх} = -V_c \gamma_1,$$

де V_c – швидкість ходу стрічки, м/с; γ_1 – кут набігання стрічки на криволінійний барабан.

Швидкість бокового сходу стрічки з барабана в параметричній системі координат визначається із залежності [6]:

$$V_{б.сх}'' = -V_c \cdot \gamma_1 / K_{кривол.}^{еліпса}, \text{ м/с,}$$

де

$$K_{кривол.}^{еліпса} = \sqrt{1 - K_{еліпса}^{бар.} + (b_{еліпса}^{бар.})^2 / [(a_{еліпса}^{бар.})^2 - y^2]}$$

– коефіцієнт криволінійності барабана з твірною у вигляді еліпса (рис. 3).

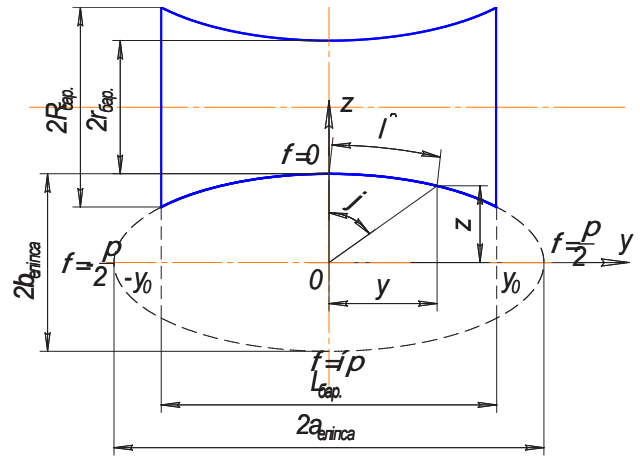


Рис. 3. Розрахункова схема до визначення швидкості бокового сходу стрічки і коефіцієнта криволінійності твірної барабана у вигляді обрізаного по краях еліпса

Встановлено, що перехідний процес сходу стрічки на барабані слід розглядати з урахуванням закономірностей її руху на барабані і закономірностей поперечної деформації стрічки, що набігає на барабан (рис. 4) [7].

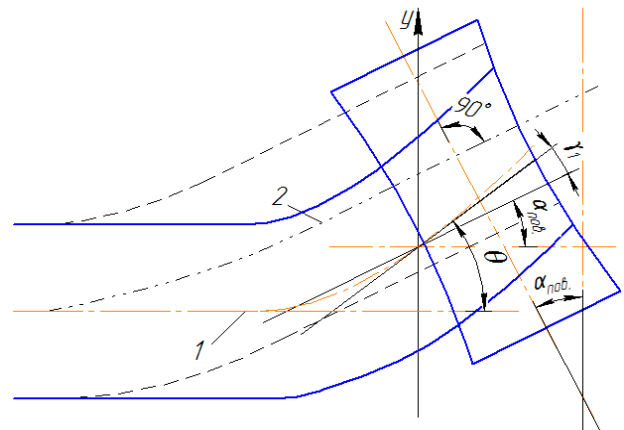


Рис. 4. Схема поперечного зміщення стрічки на барабані: 1 – положення стрічки в перехідному режимі; 2 – положення стрічки у стаціонарному режимі

Встановлено, що залежність, яка описує швидкість бокового сходу стрічки на барабані, з криволінійною твірною і яка враховує поперечну деформацію стрічки уздовж осі конвеєра у разі розвороту барабана, відповідає аперіодичній ланці першого порядку [7; 8]:

$$(T_0^{ел.} \lambda + 1) y = K_0 \alpha_{пов.},$$

де

$$T_0^{ел.} = \frac{S_c (K_{кривол.}^{еліпса} + 1)}{q_c \cdot g \cdot c_{т.к.} \cdot V_c}$$

– постійна часу об’єкта регулювання (стрічки), с;

$$K_o = \frac{S_c}{q_c \cdot g \cdot c_{m.k.}}$$

– коефіцієнт передачі по куту повороту барабана, м; q_c – погонна маса стрічки, кг/м; $c_{m.k.}$ – тангенс кута нахилу лінійної частини графіка залежності коефіцієнта тертя від ковзання; $\alpha_{нов.}$ – кут між віссю стрічки, що набігає на барабан і подовжньою віссю стрічки уздовж конвеєра; g – прискорення вільного падіння м/с²; S_c – натягнення стрічки в точці набігання на барабан, Н.

Після виконання конструкторських досліджень була запатентована і спроектована кінцева станція із системою автоматичного регулювання стрічки на барабані (рис. 5) [9]. На рисунку 6 наведена принципова схема системи автоматичного центрування стрічки на барабані.

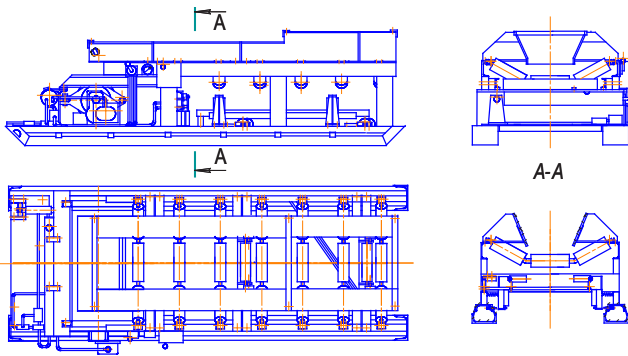


Рис. 5. Загальний вигляд кінцевої станції із системою оперативного і автоматичного регулювання стрічки на барабані

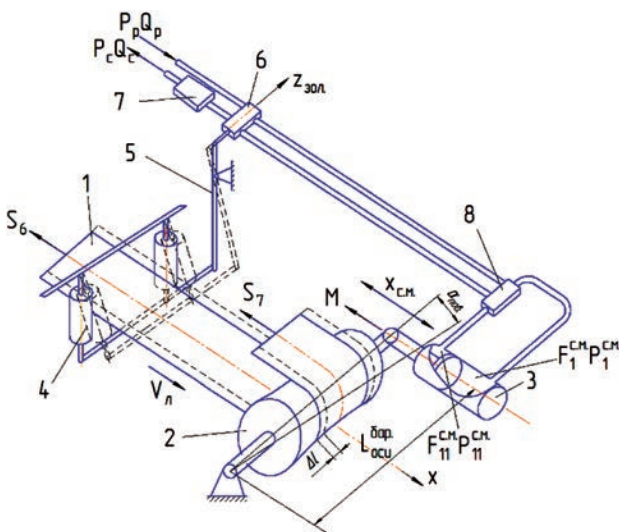


Рис. 6. Принципова схема системи автоматичного центрування стрічки на барабані

Система автоматичного центрування стрічки на барабані (рис. 7) здійснює регулювання положення стрічки 1 на барабані 2 за допомогою силового гідроциліндра 3. Гідроциліндр 3 виробляє силу дію за рахунок зовнішніх джерел енергії. Елементами управління є датчики положення стрічки 4 з важільною системою 5 і трипозиційним золотниковим розподільником 6. Для стійкої роботи системи в неї введений пристрій, що коригує, – регулювальник потоку 7.

Структурна схема системи автоматичного центрування стрічки на барабані (рис. 7) включає: $W(\lambda)_{б.с.}^{el.}$ аперіодичну ланку 1, $W(\lambda)_p$ відповідну об’єкту регулювання; безінерційну ланку 2, відповідну важільній системі, що перетворює зміщення стрічки на зміщення золотника; $W(\lambda)_{с.м.}$ інтегруючу ланку 3, відповідну сервомотору з регулювальником витрати і золотниковим розподільником; $W(\lambda)_{oci}^{бар.}$ безінерційну ланку 4, відповідну шарнірному закріпленню барабана, перетворюючого переміщення штока поршня сервомотора в кут повороту барабана [7].

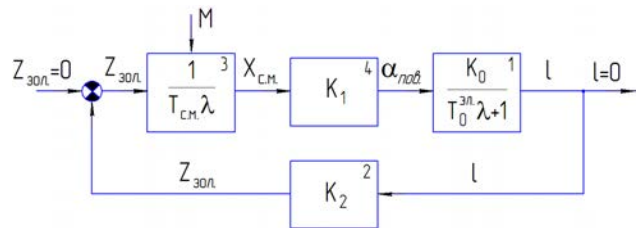


Рис. 7. Структурна схема системи автоматичного центрування стрічки на барабані

Передавальна функція розімкненої системи регулювання положення стрічки на барабані записується рівнянням [7]:

$$W(\lambda)_{сист.} = W(\lambda)_{б.с.}^{el.} \cdot W(\lambda)_p \cdot W(\lambda)_{с.м.} \cdot W(\lambda)_{oci}^{бар.},$$

$$W(\lambda)_{сист.} = \frac{K_{сист.}}{\lambda(T_0^{el.} \lambda + 1)},$$

де $K_{сист.} = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 / T_{с.м.}$ – коефіцієнт посилення розімкненої системи регулювання, с⁻¹; $K_1 = 1 / L_{oci}^{бар.}$ – коефіцієнт передачі поступальної ходи штока сервомотору в кут повороту барабана; K_2 – коефіцієнт передачі важільної системи;

$$T'_{с.м.} = \sqrt{\frac{v \cdot (F_1^3 + F_{11}^3)}{2g \cdot (F_1 P_p - F_{11} P'_s + M) \cdot a^2 \mu_3^2}}$$

– постійна часу сервомотора у разі висування штока поршня, с;

$$T_{c.m}'' = \sqrt{\frac{\nu(F_1^3 + F_{11}^3)}{2g(F_{11}P_p - F_1P_s'' - M) \cdot a^2\mu_3^2}}$$

– постійна часу сервомотора у разі втягування штока поршня, c ; P_1 і P_{11} – тиски в поршневій і штоковій порожнинах сервомотора, H/m^2 ; F_1 – площа поршня сервомотора, m^2 ; F_{11} – площа поршня без площі штока сервомотора, m^2 ; M – навантаження на штоку силового циліндра, що залежить від натягнення стрічки, H ; μ_3 – коефіцієнт витікання через золотникові вікна; g – прискорення сили тяжіння, m/c^2 ; ν – питома вага робочого тіла, H/m^3 ; P_p – робочий тиск, H/m^2 ; P_s , P_s'' – тиску на вході регулювальника потоку у разі висунення і втягування штока поршня сервомотора, H/m^2 ; a – сумарна ширина золотникових вікон, m , $\lambda = d/dt$ – оператор диференціювання, c^{-1} .

Для забезпечення задовільної якості регулювання (загасання перехідного процесу за 1 період ($= 90\%$) параметри системи повинні задовольняти умові [8; 10]:

$$K_{сист.} \leq 3,2 / T_0^{el}, c^{-1}.$$

Враховуючи параметри системи, необхідна витрата масла в гідросистемі (рис. 7), за якої забезпечується якісна і стійка робота системи стабілізації стрічки на барабані, визначається залежністю [8]:

$$Q_{c.m.} \leq \frac{1,6\Delta z_{зол.} L_{оси}^{бар.} V_c}{K_2} \left[\frac{q_c \cdot c_{т.к.}}{S_c (K_{кривол.} + 1)} \right]^2 \left[\frac{(F_1)^3 + (F_{11})^3}{F_1 + F_{11}} \right]^{1/2} (m^3/c)$$

Остання залежність дозволяє визначитись з гідромотором, встановленим на кінцевій станції конвеєра.

Висновки.

1. Схід стрічки на барабані приймального пристрою може стати причиною великої аварії, ліквідація якої може зайняти близько місяця.

2. Боковий схід стрічки на обвідних барабанах завжди має місце за відсутності перпендикулярності осі стрічки стосовно осі барабана; стаціонарний стан досягається, коли вісь стрічки стане перпендикулярна осі барабана.

3. У разі бокового сходу стрічки в зоні її контакту з твірною барабана мають місце дотичні і нормальні навантаження. Дотичне навантаження пропорційне боковому зміщенню стрічки і не залежить від нормальних. Воно викликано не перпендикулярним розташуванням осі стрічки стосовно осі барабана.

4. Перехідний процес сходу стрічки на барабані з незначною криволінійністю твірної описується рівнянням, відповідним аперіодичній ланці першого порядку, і залежить від таких параметрів: кута перекоосу барабана, швидкості ходу стрічки, натягнення і маси стрічки, коефіцієнта тертя ковзання стрічки по роликах. Зі збільшенням натягнення стрічки і кута розвороту барабана величина бічного сходу збільшується. Зі збільшенням погонної ваги стрічки, коефіцієнта тертя ковзання стрічки по роликових опорах величина бокового сходу зменшується.

5. У разі збільшення криволінійності барабана є тенденція до зменшення величини сходу стрічки на барабані. Постійна часу об'єкта регулювання (стрічки) залежить від коефіцієнта криволінійності барабана.

6. Величина криволінійності барабана у разі використання плоскої стрічки обмежується виникаючою нерівномірністю натягнення стрічки по ширині, а також можливістю сходу стрічки, що провокує аварійну ситуацію і істотно залежить від жорсткості стрічки.

7. Система автоматичного центрування стрічки може запобігти сходу стрічки з барабана і повинна мати зовнішнє джерело енергії і датчики положення стрічки на барабані.

8. Для забезпечення задовільної якості регулювання параметри системи центрування стрічки на барабані повинні задовольняти умові $K_{сист.} \leq 3,2 / T_0^{el}$.

7. Приведена методика розрахунку системи автоматичного центрування стрічки може бути прийнятною для будь-якої форми твірної барабана: як для незначної опуклої, так і незначної увігнутої.

Література

- Gavryukov O.V. Use of tubular belt conveyor operating with changeable length of transportation for conduct of tunnels. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2019, Vol. 10, No. 4, pp. 151–155. e-ISSN 2663-1342, p-ISSN 2663-1334, DOI: 10.31548/machenergy.2019.04.151-155.
- Покушалов М.П. К вопросу об эффективности непрерывного транспорта. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. Москва : Горная книга, 2007. С. 379–382.
- Биличенко Н.Я. Эксплуатационные режимы ленточных конвейеров. / Н.Я. Биличенко, Е.М. Высочин, Е.Х. Завгородний. Киев : Госгортехиздат УССР, 1964. 263 с.
- Высочин Е.М. Центрирование ленты на барабанах. / Е.М. Высочин, А.Ф. Леоненко. В кн.: Угольное и горнорудное машиностроение. Изд. НИИинформтяжмаш, Москва, 1965. Вып. № 6. С. 63–67.

5. Шеглов О.М. О некоторых проблемах центрирования ленты ленточного конвейера / О.М. Шеглов, В.В. Суглобов. *Захист металургійних машин від поломок* : зб. наукових праць ПДТУ. Маріуполь, 2011. Вип. 13. С. 50–58.
6. Гаврюков А.В. Исследование процесса схода ленты на барабане с незначительной выпуклостью при его разворотах. *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія гірничо-електромеханічна*. 2011. Вип. 22(190). С. 33–50.
7. Гаврюков А.В. Теория и практика использования ленточных конвейеров, работающих при изменяющейся длине : монография. Макеевка : ДонНАСА, 2007. 119 с.
8. Гаврюков О.В. Развитие теории трубчатых стрічкових конвеєрів : монография. Краматорськ : ДонНАБА, 2017. 279 с.
9. Патент України на винахід № 98378 МПК (2012) E21F 13/08 B65G 41/00. Кінцева станція стрічкового конвеєра. / Гаврюков О.В., Семенченко А.К., Кононихін Г.А., Трет'як А.В. № а 2010 10979; заявл. 13.09.10., опубл. 10.05.12. Бюл. № 9. (Україна). 9 с.
10. Бесекерский В.А. Сборник задач по теории автоматического регулирования. Москва : Наука, 1969. 588 с.

References

1. Gavryukov O.V. Use of tubular belt conveyor operating with changeable length of transportation for conduct of tunnels. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2019, Vol. 10, No. 4, pp. 151–155. e-ISSN 2663-1342, p-ISSN 2663-1334, DOI: 10.31548/machenergy.2019.04.151-155.
2. Pokushalov M.P. On the question of the efficiency of continuous transport. *Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal)*. Moskva: Gornaya kniga, 2007. S. 379–382.
3. Bilichenko N.Ya. Operating modes of belt conveyors. / N.Ya. Bilichenko, E.M. Vysochin, E.Kh. Zavgorodniy. Kiev: Gosgortekhzidat of the Ukrainian SSR, 1964. 263 p.
4. Vysochin E.M. Centering the tape on the drums. / E.M. Vysochin, A.F. Leonenko. In the book: *Coal and mining engineering*. Ed. NIInformtyazhmash, Moskva, 1965. Issue. No. 6. S. 63–67.
5. Shcheglov O.M. On some problems of centering the belt of the conveyor belt / O.M. Shcheglov, V.V. Suglobov. *Zachist metallurgiyinyh machines from breakdowns: zb. Naukovikh prats PDTU. Mariupol, 2011. VIP. 13. S. 50–58.*
6. Gavryukov A.V. Investigation of the process of slipping off the tape on a drum with a slight bulge during its turns. *Naukovi pratsi of Donetsk National Technical University. Seriya gornicho-electromechanical*. 2011. Issue. 22 (190). S. 33–50.
7. Gavryukov A.V. Theory and practice of using belt conveyors operating at varying length: monograph. Makeevka: DonNASA, 2007. 119 p.
8. Gavryukov O.V. Development of the theory of tubular conveyor belts: monograph. Kramatorsk: DonNABA, 2017. 279 p.
9. Patent of Ukraine for the invention No. 98378 IPC (2012) E21F 13/08 B65G 41/00. The final station of the belt conveyor. / Gavryukov O.V., Semenchenko A.K., Kononikhin G.A., Tretyak A.V. 2010 a 2010 10979; declared 13.09.10., Publ. 10.05.12. Bull. No. 9. (Ukraine). 9 s.
10. Besekersky V.A. Collection of problems on the theory of automatic control. Moscow: Nauka, 1969. 588 p.

RESEARCH ON ESTABLISHMENT OF THE END STATION OF THE BELT CONVEYOR THAT PREVENTS THE SIDE ASSEMBLY OF THE BELT ON THE DRUM

Abstract. *The rise of the tape on the drum of the receiving device can cause a major accident, the elimination of which can take about a month.*

The article presents the consequences of the accident at the Lauchhammer roof complex, when the rise of the tape on the drum of the receiving device caused a major accident. All this causes huge losses, which could not have happened if the end station of the conveyor was equipped with a belt centering system.

It is established that: at violation of perpendicularity of an axis of a drum concerning a longitudinal axis of movement of a tape there is a lateral rise of a tape; the tangential stress between the tape and the rotated drum does not depend on the normal stresses in contact, but depends on the width of the tape, shear modules and thickness of the tape cover material, and the lining of the drum, proportional to the displacement of the tape on the drum. The transient process of ascent of the tape from the drum is described by an equation that corresponds to the aperiodic link of the first order and depends on the skew angle of the drum, the speed of the tape, tension and weight of the tape, the coefficient of curvature of the drum, the coefficient of friction.

The article presents the results of research on the creation of the final station of the belt conveyor equipped with a system of centering the belt on the drum. Centering is performed by an automatic adjustment system that rotates the axis of the drum in the horizontal plane when the tape rises from

the drum. The rotation is performed by a servo drive having an external power source and tape position sensors on the drum. The results of researches and a calculation technique which have allowed to design system of automatic centering of a tape on a drum are resulted.

The research results indicate that the block diagram of the system of automatic centering of the tape on the drum includes: aperiodic link 1, corresponding to the object of regulation (tape); an inertial link 2 corresponding to a lever system that converts the displacement of the belt into the displacement of the spool; an integrating link 3 corresponding to a servomotor with a flow regulator and a spool distributor; inertial link 4 corresponding to the hinge of the drum, converting the movement of the piston rod of the servomotor in the angle of rotation of the drum. The operating conditions of the elements of the system of centering the tape on the drum at which high-quality and stable operation of the automatic control system.

The constructive scheme of the end station and the structural scheme of the system of automatic centering of the tape on the drum are given in the work.

Key words: process of belt ascent on the drum, aperiodic link of the first order, end station of the conveyor, system of automatic centering, qualitative and steady work of the system of automatic regulation.

Gavryukov O.V.

Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Mechanical Engineering,
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Kramatorsk, Donetsk region

ЗМІСТ

Григоровський П.Є., Мурасьова О.В., Чуканова Н.П. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ БУДІВЕЛЬ ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА КОНЦЕПЦІЇ СЕРВЕЙНГУ.....	3
Григоровський П.Є., Чуканова Н.П., Басанський В.О., Наріжний В.В. ПЕРЕДУМОВИ ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ҐРУНТОВИХ МАСИВІВ НА ПРИКЛАДІ КУПОЛУ ПОЛІГОНУ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В С. ПІДГІРЦІ ОБУХІВСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	12
Симонов С.І., Черних О.А. ЗАСТОСУВАННЯ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЙ У ГАЛУЗІ ЗНАНЬ «АРХІТЕКТУРА І БУДІВНИЦТВО» НА ПРИКЛАДІ КАФЕДРИ «АРХІТЕКТУРА І МІСТОБУДУВАННЯ» СНУ ІМ. В. ДАЛЯ.....	24
Григоровський П.Є., Крошка Ю.В., Осадча І.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИМІРЮВАЛЬНИХ РОБІТ НА ТРИВАЛІСТЬ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНОГО ПРОЦЕСУ НА ПРИКЛАДІ МОНТАЖУ ПАНЕЛІ ВНУТРІШНЬОЇ СТІНИ ВЕЛИКОПАНЕЛЬНОЇ БУДІВЛІ.....	32
Агафонова І.П., Постернак О.О., Кравченко С.А., Агаєва О.А., Столевич І.А. ПІДСИЛЕННЯ СТИКІВ ПАНЕЛЬНИХ БУДИНКІВ.....	38
Хохрякова Д.О. АНАЛІЗ РОЗВИТКУ НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ ЛСТК.....	44
Чубарова Д.С. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАТЕРІАЛІВ У БУДІВНИЦТВІ ПАРКІНГІВ.....	50
Гаврюков О.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО СТВОРЕННЯ КІНЦЕВОЇ СТАНЦІЇ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА, ЩО ЗАПОБІГАЄ БОКОВОМУ СХОДУ СТРІЧКИ НА БАРАБАНІ.....	55

CONTENTS

Hrihorovskyi P.Ye., Murasova O.V., Chukanova N.P. ENSURING THE SERVICEABILITY OF BUILDINGS AS A COMPONENT SURVEYING CONCEPT.....	3
Hrihorovskyi P.Ye., Chukanova N.P., Basanskyi V.O., Narizhnyi V.V. PREREQUISITES FOR INFORMATION MODELING OF THE DYNAMICS OF DEFORMATION PROCESSES OF SOIL MASSIFS ON THE EXAMPLE OF THE DOME OF THE LANDFILL IN THE VILLAGE PIDHIRTSI, OBUKHIV DISTRICT, KYIV REGION.....	12
Simonov S.I., Chernykh O.A. APPLICATION OF BIM-TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF KNOWLEDGE “ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION” ON THE EXAMPLE OF THE DEPARTMENT OF “ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING” AT VOLODYMYR DAHL EAST UKRAINIAN NATIONAL UNIVERSITY.....	24
Hrihorovskyi P.Ye., Kroshka Yu.V., Osadcha I.V. RESEARCH OF INFLUENCE OF MEASURING WORKS ON DURATION OF CONSTRUCTION AND INSTALLATION PROCESS ON AN EXAMPLE OF INSTALLATION OF THE PANEL OF AN INTERNAL WALL OF A LARGE-PANEL BUILDING.....	32
Agafonova I.P., Posternak O.O., Kravchenko S.A., Ahaieva O.A., Stolevych I.A. REINFORCEMENT OF JOINTS OF PANEL BUILDINGS.....	38
Khokhriakova D.O. ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF REGULATORY SUPPORT FOR THE DESIGN OF COLD-FORMED STEEL STRUCTURES.....	44
Chubarova D.S. MODERN TRENDS IN THE USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND MATERIALS IN PARKING CONSTRUCTION.....	50
Gavryukov O.V. RESEARCH ON ESTABLISHMENT OF THE END STATION OF THE BELT CONVEYOR THAT PREVENTS THE SIDE ASSEMBLY OF THE BELT ON THE DRUM.....	55

Регламенти контролю якості виконання будівельних робіт

1. Регламент контролю якості **РОБІТ З УЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ**
2. Регламент контролю якості **УЛАШТУВАННЯ БУРОНАБИВНИХ ПАЛЬ**
3. Регламент контролю якості **ПРИ ЗВЕДЕННІ МОНОЛІТНИХ БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**
4. Регламент контролю якості **ПРИ МОНТАЖІ ЗБІРНИХ БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**
5. Регламент контролю якості **УЛАШТУВАННЯ КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ**
6. Регламент контролю якості **МОНТАЖУ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ**
7. Регламент контролю якості **ВИКОНАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ МОНТАЖІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**
8. Регламент контролю якості **УЛАШТУВАННЯ НЕПРОХІДНИХ КОМУНІКАЦІЙНИХ КАНАЛІВ**
9. Регламент контролю якості **УЛАШТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ФАСАДНОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ**
10. Регламент контролю якості **УЛАШТУВАННЯ ПОКРІВЕЛЬ**
11. Регламент контролю якості **ОПОРЯДЖУВАЛЬНИХ РОБІТ**
12. Регламент контролю якості **УЛАШТУВАННЯ ПІДЛОГ**
13. Регламент контролю якості **РОБІТ З УЛАШТУВАННЯ ВІКОН І ДВЕРЕЙ**
14. Регламент контролю якості **МОНТАЖУ ВНУТРІШНІХ САНИТАРНО-ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**
15. Регламент контролю якості **ВИКОНАННЯ ЕЛЕКТРОМОНТАЖНИХ РОБІТ**
16. Регламент контролю якості **РОБІТ ІЗ БЛАГОУСТРОЮ ТЕРИТОРІЇ**



НОТАТКИ

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ

Науково-технічний журнал

Випуск № 40

Підписано до друку 16.12.2021 р. Формат 64x90/8. Обл.-вид. арк. 4,76, ум.-друк. арк. 7,67.
Папір офсетний. Цифровий друк. Наклад 200 примірників. Замовлення № 1221/467.

Надруковано: Видавничий дім «Гельветика»
(Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4392 від 20.08.2018 р.)
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1
Тел. +38 (048) 709 38 69, +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua