

УДК 624.9:001(045)

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.070720.10.636

ПРОБЛЕМИ ВІДНОВЛЕННЯ БУДІВНИЦТВА МАСШТАБНИХ ІНФРАСТРУКТУРНИХ СПОРУД ПІСЛЯ ДОВГОТРИВАЛОЇ ПЕРЕРВИ

АГЕСЬВА Г. М.^{1*}, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.,
КАФІЄВ К. П.², канд. техн. наук

^{1*} Кафедра містобудування, Національний авіаційний університет, пр. Любомира Гузара, 1, 03058, Київ, Україна, тел.: +38(067) 501-83-86, e-mail: gala.agieieva@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9376-8753

² Проектний відділ, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», вул. Преображенська, 5/2, 03037, Київ, Україна, тел. +38 (067) 466-80-75, e-mail: kafiev.k@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7311-088X

Анотація. *Постановка проблеми.* Розвиток аеропортів супроводжується будівництвом нових, реконструкцією та модернізацією існуючих будівель і споруд. Цей процес вимагає освоєння великих капіталовкладень, що в сучасних умовах України не завжди припускає безперервне зведення масштабних споруд, до яких може бути віднесений багаторівневий паркінг на 2 038 машино-місць у Міжнародному аеропорту «Бориспіль». *Мета статті* – узагальнити досвід науково-технічного супроводу (НТС) відновлення будівництва масштабної інфраструктурної споруди на території Міжнародного аеропорту «Бориспіль» після довготривалої перерви та обґрунтувати необхідність виділення організації, методики та складу таких робіт в окремий етап, не передбачений чинними нормами з НТС. Стаття містить систематизацію та аналіз проблем відновлення будівництва масштабних інфраструктурних об'єктів після довготривалої перерви. Проблеми їх рішення висвітлені на засаді науково-технічного супроводу будівництва (НТС-б) 1-го пускового комплексу паркінгу в Міжнародному аеропорту «Бориспіль» (коригування). Наведено результати низки науково-технічних робіт. Структуровано характерні види проявів зношування і дефекти конструкцій споруди. Проаналізовано реорганізацію планувальних рішень привокзальних площ у перебігу реконструкції аеропортів. Висвітлено роль багаторівневих паркінгів у формуванні сучасної технологічної структури аеровокзальних комплексів. *Висновки.* Закінченню будівництва масштабних споруд після довготривалої перерви обов'язково повинен передувати етап досліджень технічного стану об'єкта. Дослідження повинні тривати і в перебігу продовженого будівництва. Окрім установлення відповідності технічного стану проектним рішенням необхідно враховувати і ті зміни, які можуть статися в законодавстві України у галузі будівництва стосовно забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд та основ. На засаді виконання комплексу досліджень необхідне виконання проекту коригування реально існуючих параметрів технічного стану і конструктивних рішень об'єкта в цілому. Беззаперечними складовими закінчення будівництва, в разі встановлення невідповідності вимогам архітектурних і технологічних норм, повинні бути здійснені коригування планувальних і технологічних рішень первинного проекту і, в подальшому, їх реалізація. Організаційно комплекс перелічених досліджень повинен об'єднуватися вимогами до робіт із відновлення будівництва, не передбачених чинними нормами з науково-технічних супроводів будівництва та проектування. Враховуючи специфіку проведених досліджень, отриманих результатів та запропонованих рекомендацій та рішень, доцільно вимоги до науково-технічного супроводу відновлення будівництва викласти як зміни до чинних ДБН.

Ключові слова: аеропорт; привокзальна площа; паркінг; науково-технічний супровід; довготривала перерва будівництва об'єкта; зношування; дефекти; зміни планувальних та конструктивних рішень споруди

ПРОБЛЕМЫ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МАСШТАБНЫХ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПОСЛЕ ДОЛГОВРЕМЕННОГО ПЕРЕРЫВА

АГЕЕВА Г. Н.^{1*}, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
КАФИЕВ К. П.², канд. техн. наук

^{1*} Кафедра градостроительства, Национальный авиационный университет, пр. Любомира Гузара, 1, 03058, Киев, Украина, тел.: +38(067) 501-83-86, e-mail: gala.agieieva@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9376-8753

² Проектный отдел, ГП «Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций», ул. Преображенская, 5/2, 03037, Киев, Украина, тел. +38 (067) 466-80-75, e-mail: kafiev.k@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7311-088X

Аннотация. Постановка проблемы. Развитие аэропортов сопровождается строительством новых, реконструкцией и модернизацией существующих зданий и сооружений. Этот процесс требует освоения больших капиталовложений, что в современных условиях Украины не всегда допускает непрерывное возведение масштабных сооружений, к которым может быть отнесен многоуровневый паркинг на 2 038 машино-мест в Международном аэропорту «Борисполь». **Цель статьи** – обобщить опыт научно-технического сопровождения (НТС) возобновления строительства масштабного инфраструктурного сооружения на территории Международного аэропорта «Борисполь» после долгосрочного перерыва и обосновать необходимость выделения организации, методики и состава таких работ в отдельный этап, не предусмотренный действующими нормами с НТС. Статья содержит систематизацию и анализ проблем возобновления строительства масштабных инфраструктурных объектов после долгосрочного перерыва. Проблемы их решения освещены на основе научно-технического сопровождения строительства (НТС-с) 1-го пускового комплекса паркинга в Международном аэропорту «Борисполь» (корректировка). Структурированы характерные виды проявлений износа и дефекты конструкций сооружения. Выполнен анализ реорганизации планировочных решений привокзальных площадей в течение реконструкции аэропортов. Показана роль многоуровневых паркингов в формировании современной технологической структуры аэровокзальных комплексов. **Выводы.** Завершению строительства масштабных сооружений после долгосрочного перерыва обязательно должен предшествовать этап исследований технического состояния объекта. Исследования должны продолжаться и в течение возобновленного строительства. Кроме оценки соответствия технического состояния проектным решениям необходимо учитывать и те изменения, которые могут произойти в законодательстве Украины в области строительства относительно обеспечения надежности и конструктивной безопасности зданий, сооружений и оснований. На основе выполненных исследований необходима корректировка реально существующих параметров технического состояния и конструктивных решений объекта в целом. Безусловными составляющими завершения строительства, в случае установления несоответствия требованиям архитектурных и технологических норм, должны быть корректировка планировочных и технологических решений первичного проекта и, в последующем, их реализация. Организационно комплекс перечисленных исследований должен объединяться требованиями к работам возобновления строительства, не предусмотренным действующими нормами научно-технического сопровождения строительства и проектирования. Учитывая специфику проведенных исследований, полученных результатов и предложенных рекомендаций и решений, целесообразно требования к научно-техническому сопровождению изложить как изменения к действующим ДБН.

Ключевые слова: аэропорт; привокзальная площадь; паркинг; научно-техническое сопровождение; длительный перерыв строительства объекта; износ; дефекты; изменения планировочных и конструктивных решений сооружения

PROBLEMS OF LARGE-SCALE INFRASTRUCTURE FACILITIES RECONSTRUCTION AFTER A LONG BREAK

AGIEIEVA G.M.^{1*}, *Cand. Sc. (Tech.), Senior Res. Assoc.*,
KAFIEV K.P.², *Cand. Sc. (Tech.)*

^{1*} Department of Urban Planning, National Aviation University, 1, Luibomyra Huzara ave., 03058, Kyiv, Ukraine, tel.: +38 (067) 501-83-86, e-mail: gala.agieieva@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9376-8753

² Project Management Department, State Enterprise “State Research Institute of Building Constructions”, 5/2, Preobrazhenska St., 03037, Kyiv, Ukraine, tel. +38 (067) 466-80-75, e-mail: kafiev.k@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7311-088X

Abstract. Statement of the problem. The development of the airports is performed by the construction of new buildings and structures, as well as the reconstruction and modernization of existing ones. This process requires heavy investments, which in current conditions of Ukraine does not allow for the continuous construction of large-scale structures, including multi-level parking for 2 038 cars at “Boryspil” International Airport. **The purpose of the article** is to summarize the experience of scientific and technical support (STS) of large-scale infrastructure facilities reconstruction on the territory of “Boryspil” International Airport after a long break and to justify the necessity of a single stage of necessary work activity management and methods, not stipulated by the current norms. The article deals with systematization and analysis of the problems of large-scale infrastructure facilities reconstruction after a long break. The problems of their solutions are described on the basis of scientific and technical support of construction (STS-b) of the 1st parking complex launch at the International Airport “Boryspil” (correction). The results of a number of scientific and technical works are given. Characteristic features of structural wear, deterioration and defects are considered. Planning concepts of the terminal areas during the airport reconstruction are analyzed. The role of multilevel parking in modern technological structure of airport complexes is highlighted. **Conclusions.**

The investigation stage of the facility technical condition is required before a large-scale construction after a long break is completed. Investigation should continue in the course of long-term construction. Apart from the technical condition conformed to design concept, it is necessary to take into account those changes that may occur in the legislation of Ukraine in construction industry with regard to reliability and structural safety of buildings, structures and foundations. Based on the implementation of the research complex, it is necessary to carry out the project to correct real-life parameters of the technical condition and design concepts of the object as a whole. In case of non-compliance with the requirements of architectural and technological standards, it is necessary to update planning and technological decisions of the initial project with further implementation in order to complete construction. The complex of the investigations mentioned should be united by the requirements for reconstruction works, which are not provided by the current norms for scientific and technical support of construction and design. Taking into account specifics of the research conducted, the results obtained, proposed recommendations and decisions, it is advisable to set out the requirements for scientific and technical support for the construction renewal as changes to the existing DBN (SCN).

Keywords: *airport; forecourt; parking; scientific and technical support; a long break in the construction of the facility; wear; defects; changes in the design and construction decisions of the structure*

Постановка проблеми та її актуальність. Розвиток аеропортів супроводжується будівництвом нових, реконструкцією та модернізацією існуючих будівель і споруд. Цей процес вимагає освоєння великих капіталовкладень, що в сучасних умовах України не завжди припускає безперервне зведення масштабних споруд. До останніх може бути віднесений проект багаторівневого паркінгу на 2 038 машино-місць у Міжнародному аеропорту «Бориспіль». Будівництво паркінгу розпочате в 2011 році біля основного пасажирського терміналу D пропускною спроможністю 3 000 пас./год.

Призупинення будівництва паркінгу в I кварталі 2014 року здійснене без консервації об'єкта будівництва, розроблення та реалізації відповідних захисних заходів.

Відновленню та закінченню будівництва блоків «Б» та «В» передували додаткові дослідження щодо виявлення дефектів і видів зношування матеріалів і недобудованих відкритих конструкцій; оцінювання відповідності рішень, прийнятих у проекті паркінгу в цілому і в окремих його вузлах, досвіду проектування, будівництва та чинним нормам [2; 5; 6].

Ці роботи були виконані під науково-технічним супроводом будівництва (НТС-б) колективом співробітників ДП НДІБК упродовж 2018–2019 років [6] та під час навчально-наукової роботи викладачів Інституту аеропортів НАУ [1].

Аналіз публікацій. Відповідно до пропускної спроможності аеровокзальних комплексів (АВК) та особливостей організації авіаційних та наземних перевезень паркінги за архітектурно-планувальними та інженерними рішеннями входять до комплексу споруд транспортної інфраструктури аеропортів [1]. Наприклад, у Міжнародному аеропорту Барселони (Іспанія) є декілька відкритих та закритих паркінгів, один з яких розташований на відстані 150 м від терміналу T1 та дозволяє водночас розмістити на дев'яти рівнях 12 000 автомобілів.

Будівництво багатоповерхових паркінгів в аеропортах пов'язане з вирішенням комплексу завдань, зокрема, містобудівних, технологічних, технічних та екологічних [7]. Проектування, будівництво та експлуатація нових та реконструкція існуючих паркінгів регламентується будівельними нормами, національними стандартами. Але під час будівництва та експлуатації можуть виникати ситуації та умови, що не передбачені проектом, не мають прямих аналогів у вітчизняній та світовій практиці і, як наслідок, потребують НТС за відповідними програмами.

Мета статті – узагальнити досвід НТС-б масштабної інфраструктурної споруди на території Міжнародного аеропорту «Бориспіль» після довготривалої перерви будівництва; обґрунтувати необхідність виділення організації, методики та складу таких робіт в окремий етап НТС-б – відновлення будівництва.

Обстеження технічного стану недобудованої споруди. Для розподілу потоків автотранспорту біля терміналу *D* побудовано дворівневу транспортну розв'язку, організовано в'їзди – виїзди на автостоянки та ін. До завершення будівництва паркінгу для тимчасового зберігання транспортних засобів використовувалися відкриті майданчики, розташовані біля пасажирських терміналів, адміністративної будівлі аеропорту, готелю «Бориспіль» [1].

Проект паркінгу відкритого типу в ДП МА «Бориспіль» передбачав створення елемента АВК терміналу *D* [2]. Наразі до комплексу додалися і споруди пасажирського залізничного транспорту.

Будівля недобудованого паркінгу розташована на ділянці із західного боку на відстані 50 м від терміналу *D* і складається з трьох блоків: двох головних (паркувальних) «А» та «Б»; середнього (адміністративно-побутового) блока «В». Блок «Б» уведений в експлуатацію в 2019 році. Споруди паркінгу та терміналу *D* з'єднуються між собою в рівні 3-го поверху закритим «теплим» переходом (наразі діючий). Триповерхова споруда паркінгу являє

собою будівлю завдовжки в цілому 520,6 м та завширшки 36 м і складається з таких частин:

- прямокутної в плані основної частини розмірами – 475,6 × 36,0 м (блоки «А» та «Б», рис. 1);
- чотирьох (по дві на кожний блок) спіральних рам্প площею 638,2 м² кожна (рис. 3 а);
- середнього чотириповерхового блока «В», на поверхах якого розміщені технічні та адміністративно-побутові приміщення [2].

З першого поверху до покрівлі, що має експлуатуватися за призначенням будівлі, проектом передбачені сходи та ліфти.

Конструктивна система основних частин будівлі паркінгу (блоки «А» та «Б») реалізована у вигляді триповерхової металеві каркасної рамнов'язевої етажерки (рис. 2).

Суттєвий фіксувальний елемент незмінності системи – приєднання каркасів блоків до конструкцій монолітних рамп. За довжиною основна частина будівлі паркінгу поділена температурно-деформаційними швами на відсіки завдовжки по 32 м (рис. 1).

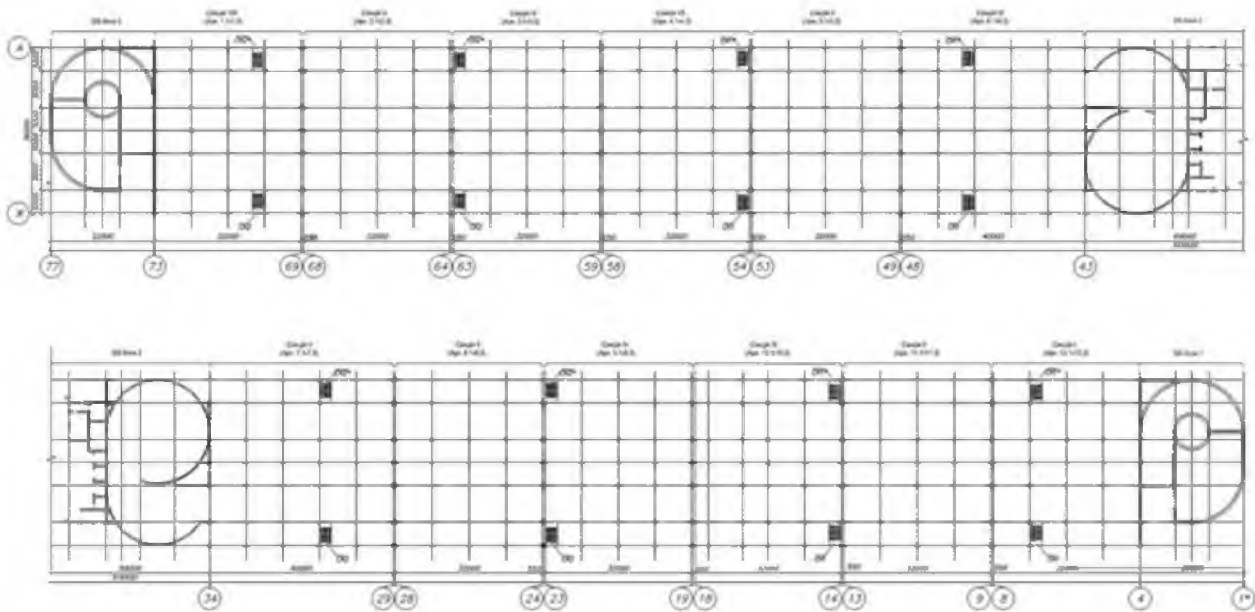


Рис. 1. Плани головних (паркувальних) блоків [2]:
вгорі – «Б» (південний); внизу – «А» (північний)

Рампи для в'їзду та виїзду автомобілів збудовані в вигляді циліндричної монолітної залізобетонної споруди, стіни якої завтовшки 250 мм (рис. 3 а). Просторові перекриття рамп – це неперервні спіральні пандуси, що мають форму триповерхового шнека завтовшки 250 мм (рис. 3 б). Ростверки фундаментів рамп прийняті монолітними залізобетонними завтовшки 900 мм.

За результатами попереднього **візуального обстеження** блоків «Б» та «В», проведеного в IV кварталі 2016 року [5], встановлено, що основні пошкодження сталевих конструкцій каркаса – це дефекти виготовлення, порушення вимог транспортно-такелажних операцій і монтажу [4; 5]. Зафіксовані відхилення від проектних даних полягали в такому:

- відхилення в бік збільшення та в бік зменшення проектної товщини стінок колон (35 та 18 досліджених одиниць відповідно);
- відсутність болтів та ділянки не повного комплекту та незатягнутих гайок болтових фрикційних з'єднань;
- відсутність вертикальних в'язів;
- порушення влаштування вузлів кріплення в'язів до балки та їх влаштування не за проектом у суміжних прогонах;
- виявлено ділянки, на яких відсутні основні елементи каркаса, а саме, другорядні балки.

За результатами обстеження рекомендувалось усунути прояви зношення внаслідок кліматичних впливів на сталеві конструкції та закінчити реалізацію проектних рішень вузлових з'єднань.

Відсутність тримальної здатності дефектних фрикційних вузлів на болтах рекомендувалось ліквідувати зварним з'єднанням пластин.

Під час обстеження залізобетонних конструкцій проведено дослідження якості бетону неруйнівними методами контролю. Встановлено, що показники якості бетону основних досліджених елементів відповідають проектним рішенням. Проте зафіксовано ділянки, де за візуальними ознаками є дефекти, викликані недотриманням технології бетонування [6].

Суттєвими дефектами визнано порушення влаштування деформаційних швів плитних перекриттів.

Обстеження 2018 року. Візуальне обстеження будівельних конструкцій блока «Б» встановило наявність дефектів, властивих для споруд, які перебували довгий час без консервації і необхідного захисту [4; 6]. До цих дефектів додалися і результати неякісного виконання робіт. Узагальнення головних дефектів, установлених у перебігу візуального обстеження, дозволило встановити таке.

Перекриття і підлога першого поверху перебувають у задовільному технічному стані (2-га категорія технічного стану). Монолітні залізобетонні днище, стіни і перекриття комунікаційного колектора в підвалі теж мають задовільний технічний стан.

По всій площі підлог (крім четвертого поверху – експлуатованого покриття) в шарі фібробетону виконано розрізку; на підлогах дефекти і пошкодження виявлені тільки в місцях примикання до водоприймальних лотків і температурно-деформаційних швів.

Температурно-деформаційні шви в перекриттях місцями нерівні, ширина швів в основному ~40 мм, що відповідає проектному рішенню, але подекуди шви мають ширину ~ 20...25 мм, де-не-де – 3...7 мм, криві, з відколами бетону і оголенням арматури. До дефектів перекриттів слід додати дефекти незнімної опалубки з профнастилу. Останній місцями пошкоджений корозією, вкритий висолами зі сталактитами.

Монолітні залізобетонні конструкції спіральних рамп (зовнішні стіни, пандуси, балки і простінки) в цілому мають задовільний стан [6]. Разом із тим, встановлено і неякісні ділянки бетонування і змонтованої арматури спіральних пандусів і огорожі. Найбільш неприйнятний дефект – це шорсткість поверхні бетону, утворена внаслідок спливання бетону на нахилений поверхні пандусів. Таке спливання окрім зовнішнього прояву могло спричинити і

розшарування бетону в процесі його вкладання.

В задовільному стані перебувають допоміжні конструкції і частини споруди паркінгу: цегляне огороження сходових кліток (за винятком двох сходових кліток, де виявлені вертикальні тріщини завширшки до 2 мм).

Інструментально досліджувались характеристики бетону й арматури за зразками, відібраними з конструкцій. Вважалось за доцільне відбирати зразки з найбільш доступних для цього конструкцій – рамп заїзду–виїзду.

Міцність арматури вимірювалась на кожному поверсі кожного «равлика» рампи. Випробування фактичної міцності виконувалось згідно з чинними ДСТУ.

Дослідженням бетону залізобетонних конструкцій виявлено таке. Карбонізація бетону в стінових конструкціях підземного колектора – 2 мм, наземної частини паркінгу – місцями сягає 16 мм при товщині захисного шару до осі робочої арматури – 40 мм і до осі хомутів – 20 мм.

Марка за морозостійкістю бетону залізобетонних конструкцій четвертого поверху складає F100 (проектна марка – F200). Втрата міцності після п'яти циклів попереминого заморожування – відтавання склала більше 5 %.

Установлена марка за морозостійкістю бетону залізобетонних конструкцій колектора – F100 (проектна марка – F100). Марка за водонепроникністю бетону конструкцій підлоги четвертого поверху – W8 (проектна – W8); конструкцій колектора – W2 (проектна – W4).

За результатами випробувань зразків бетону, відібраних із конструкцій, встановлено, що останній не відповідає класу бетону C25/30 (B30), зазначеному в паспортах на бетонну суміш і в проектній документації [6]. Дослідженням фібробетону не у всіх картах підлоги виявлено базальтову фібру.

Під час дослідження арматури залізобетонних конструкцій виявлено, що втрати площі перерізу арматури в

середньому становлять 4 % за максимальних – 7,8 %.

За результатами лабораторних випробувань зразків арматури, відібраних із конструкцій паркінгу на позначці +9,180, визначені механічні характеристики відповідають класу арматури A500C.

Дослідження керамічної цегли встановило, що марки цегли дорівнюють значенням M75 – M125.

Середня густина газобетону відповідає марці D500, значення середньої міцності на стиск дорівнює класу B1,5.

Дослідження якості виконання вогнезахисних покриттів тримальних металевих конструкцій каркаса базувалось на визначенні товщини вогнестійкого покриття колон неруйнівним вихрострумним методом.

На поверхні металевих колон існувала вогнезахисна речовина на водній основі *Nullsfsre-SC801 Intumescent Bastcoat*.

Середні значення товщини вогнестійкого покриття нижчі за проектне значення (4,0 мм) і становлять: 2,2 мм в обстежених колонах першого поверху, 3,5 мм – другого поверху та 2,75 мм – в обстежених колонах третього поверху.

Товщини вогнестійкого покриття в конструкціях обстежених головних і другорядних балок становлять: 1,05 мм (головні балки першого поверху); 0,98 мм (другорядні балки першого поверху); 0,50 мм (головні балки другого поверху); 0,37 мм (другорядні балки другого поверху).

Особливості проекту паркінгу як елемента АВК. Насамперед досліджувались рішення, які повинні задовольняти вимогам потенційних користувачів стосовно комфорту перебування та руху транспортних засобів, пересування пішоходів з вантажем та ін.

Сполучення паркінгу і під'їзної дороги. Сполучення мостів, шляхопроводів і віадуків із підхідними автомобільними дорогами – це важливий елемент, призначений забезпечити плавний перехід від податливої пласкої споруди на жорстку просторову будову [8].

Саме в місцях сполучення доріг зі штучними спорудами спостерігаються деформації, які знижують рівність дорожнього покриття, а нерідко спричиняють і руйнування дорожнього одягу. Багаторівневий паркінг в МА «Бориспіль» – споруда, яка в цьому сенсі аналогічна переліченим вище. В'їзд та виїзд до/з неї здійснюється по чотирьох жорстких залізобетонних спіральних рампах, кожна з яких пов'язана з двома – внутрішньою та зовнішньою – циліндричними залізобетонними оболонками (див. рис. 1 та 3).

Споруди рамп є жорсткими будівлями, які базуються на фундаментах, які виключають суттєві осадки основи при діючих навантагах і впливах (див. рис. 3 а).

Конструкція автомобільних доріг, не виключає осадок відносно конструкцій рамп [8]. Такі деформації спричинені недостатнім ущільненням ґрунтів під час зведення підхідних устроїв і їх надмірною зволоженістю в перебігу подальшої експлуатації автомобільної дороги.

Водно-тепловий режим земляного полотна на підходах до штучних споруд має свої особливості. Біля штучної споруди накопичується більше вологи, ніж на інших ділянках земляного полотна під'їзної дороги.

В зимовий період ґрунти земляного полотна біля таких споруд промерзають інтенсивніше у зв'язку з наявністю великих об'ємів бетонних та залізобетонних конструкцій, які являють собою суттєві містки холоду. У весняний період, навпаки, відтавання відбувається повільніше, ніж на підходах. Це пояснюється затіненням частини дороги від сонячної радіації будівлями і більшою холодоємністю ґрунту порівняно з бетонними конструкціями.

Ділянка сполучення характеризується різною жорсткістю двох основ (дороги та рампи) і, як наслідок, нерівномірністю осадок. Це викликає «стрибки» транспортних засобів та виникнення динамічних складових навантаж на

дорожній одяг і конструкції споруди, яка сполучається з дорогою.

У практиці будівництва й експлуатації конструкцій сполучення використовуються різні типи пристроїв. Основною з використовуваних на автомобільних дорогах конструкцією виступає сполучення з укладанням залізобетонної плити. При цьому влаштовується дренавальна засипка в межах ділянки сполучення споруди і дороги, по якій виконують укладання залізобетонних перехідних плит завдовжки 4, 6 або 8 м, включаючи проїзну частину дороги.

Примикання автомобільної дороги до існуючих зведених штучних циліндричних споруд рамп з укладанням збірних залізобетонних плит як дорожньої основи на земляне полотно вимагає великого обсягу ручної праці. Тому доцільно дорожню основу виконувати монолітною, а земляне полотно влаштовувати із застосуванням технологій ґрунтоцементного зміцнення.

З'єднання рампи паркінгу з дорогою можливе формуванням у земляному полотні набивних паль, розміщених поперек ділянки підходу автодороги. При цьому середню жорсткість смуги земляного полотна зменшують від максимальної біля підземної частини рампи до мінімальної біля кордону автодороги (рис. 4).

Зміцнення ґрунту передбачає зміну його фізико-механічних властивостей за впливу нагнітання ін'єкційного розчину. Результатом застосування технології стає трансформація породи в масив, що володіє високою міцністю і протифільтраційними характеристиками. Методи закріплення поділяються за видом розчину (цементация, силікатизация, смолизация) і за методом уведення стабілізуючої суміші в породу (ін'єкційний спосіб і струменева цементация). Нагнітання стабілізуючого розчину за ін'єкційною технологією здійснюється за невеликого тиску (до 20 атм.).

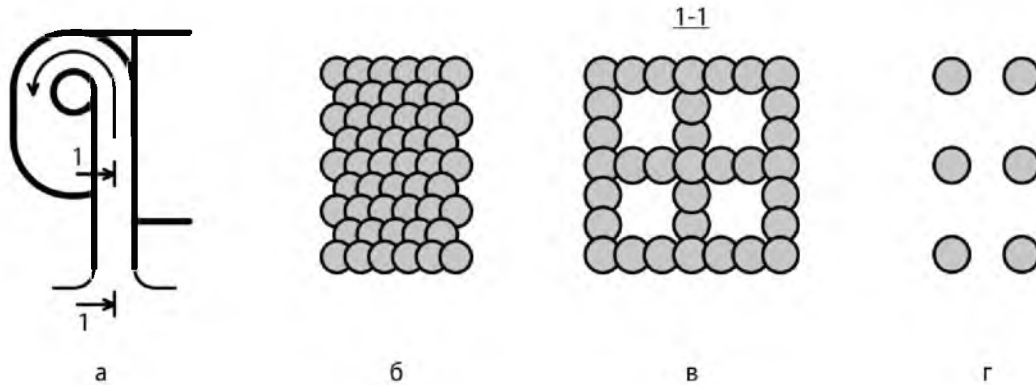


Рис.4. Сполучення рамп з автодорогою (схема зміни жорсткості земляного полотна методами Jet Grouting): а – рамп; б, в, г – ділянки зменшення жорсткості ґрунтоцементної основи

Для введення розчину в ґрунт використовуються забиті в породу перфоровані труби (ін'єктори) або свердловини.

Недолік ін'єкційного зміцнення полягає у його залежності від характеристик породи і її внутрішньої структури (нааявності включень, порожнин, тріщин), у зв'язку з чим неможливо створити рівномірно укріплену ґрунтову основу під велику споруду.

Струменева цементация за методикою Jet Grouting поєднує в собі переваги ін'єкційних технологій (ефективність, можливість проведення робіт в обмеженому просторі, поблизу будівель) і такі специфічні плюси як: можливість роботи із ґрунтами з будь-яким коефіцієнтом фільтрації і структурою, включаючи пісок, гравій і суглинок; можливість створення монолітного ґрунтоцементного масиву, що володіє передбачуваними і стабільними характеристиками, які не залежать від типу породи.

Ґрунтоцемент, створений за методикою Jet Grouting, має рівномірну консистенцію з установленними властивостями (коефіцієнт фільтрації, коефіцієнт стиснення тощо), завдяки чому вже під час проектування можна домогтися високої точності розрахунків і звести до мінімуму ризик неправильних осаджень.

Суть методу Jet Grouting полягає в паралельному руйнуванні породи і перемішуванні ґрунту зі стабілізуючим розчином у форматі *mix-in-place* (англ.

«змішування на місці»). Прогресивний метод не тільки ефективний, а і дозволяє економити ресурси, одночасно виконуючи дві технологічні операції.

Попередній етап робіт полягає у випробуванні ґрунтів на ділянці будівництва, необхідному для виявлення оптимально відповідної технології цементации, необхідного складу стабілізуючого розчину, а також глибини буріння.

Існують три системи струменевої цементации Jet-1, Jet-2 і Jet-3, головна відмінність між якими – організація процесу руйнування ґрунту і створення ґрунтоцементних паль. Представлене на сучасному ринку бурове обладнання для Jet Grouting дозволяє виконувати руйнування ґрунту і формування паль за допомогою:

- подавання під напором бетонного розчину (Jet-1);
- подавання під напором бетонного розчину і повітряного струменя (Jet-2);
- подавання під напором бетонного розчину, повітряного струменя і водяного струменя (Jet-3).

Основними критеріями вибору між трьома системами стають тип порід на ділянці будівництва й економічна ефективність застосування конкретної методики цементации.

Традиційна система Jet-1 застосовується найширше. Найбільш затребувані сфери використання – це створення протифільтраційних завіс траншейного типу, зміцнення ґрунтів і

цивільне будівництво. У тому випадку, якщо підвищена вага споруди вимагає додатково посиленої основи, можливе застосування системи *Jet-2*, що дозволяє створювати палі більшого діаметра.

Підбір технології цементації ґрунтів *Jet Grouting* проводиться на засаді всебічного аналізу геологічних особливостей ділянки, параметрів споруди, що зводиться, та економічної ефективності.

Найменш витратна методика *Jet-1* вимагає застосування базового набору обладнання, порівняно легка у виконанні і оптимальна для армування слабких ґрунтів.

Велика вага споруди, а також робота на ділянках, складених водотривкими глинистими ґрунтами, – показання до використання системи *Jet-2*.

Найбільш дорога і ресурсовитратна система *Jet-3* – оптимальний вибір під час зведення масштабних споруд і будівель, а також будівництва на ділянках із проблемними порушеними породами. В примиканнях автомобільної дороги до штучних циліндричних споруд рамп повинні влаштовуватися шви «розширення бетону», що має виключати утворення східця поміж спорудою і дорогою.

Технологічне і планувальне рішення паркінгу. Лінійна планувальна структура паркінгу створила занадто довгий шлях руху пасажирів від місця паркування автівки до місця реєстрації на рейс. І навпаки, після прильоту – від місця отримання пасажиром багажу до місця паркування залишеного власного транспорту. Нормативні матеріали з проектування АВК визначають наступну довжину цього шляху (далі – мовою оригіналу): «4.17. Длина пешеходного пути передвижения пассажиров с багажом в руках не должна превышать 150 м от места остановки городского транспорта до мест регистрации, от мест выдачи багажа до остановок городского транспорта» [9, с. 16].

Для дотримання цих положень у разі здійснення в майбутньому комплексної реконструкції АВК слід передбачити будівництво додаткових перехідних

мостових блоків із частин паркінгу «А» та «Б» безпосередньо до терміналу *D*, які б удвічі скоротили пішохідний рух користувачів паркінгу між терміналом і місцем паркування.

Варіантом такого скорочення могла б стати і відкрита галерея в рівні третього поверху, зовнішні ліфти й електричний шатл, який би курсував поміж блоками «А», «В» та «Б».

Перехід із блока «Б» до блока «В». Ширина консольної плити зовнішнього відкритого переходу поміж блоками «Б» та «В» недостатня і має визначатися за нормами проектування як ширина пішохідних мостів: «5.2 ... для тротуарів мінімальна ширина проходу в просвіті становить 1,25 м, для пішохідних мостів – 2,0 м, а для службових проходів – 0,75 м» [4, с. 18].

Зважаючи на виявлені порушення норм проектування та дефекти в плиті, рекомендується змінити конструкцію плити на всіх поверхах, влаштувавши під ними рамні опори, і збільшити ширину переходу.

Бетонування конструкцій перекриттів. Необхідно роз'єднати гідроізолювальними прошарками сталевий профнастил, залізобетонну плиту основи і підлоги. Перший прошарок забезпечує розділення температурних переміщень настилу і плити, захищає профнастил від корозії в місцях механічного руйнування цинкового захисту (гідроізоляцію профнастилу доцільно виконати гідроізолювальними рідинами), другий – дозволяє ремонтувати підлогу не руйнуючи тримальної плити.

Висновки

1. Закінченню будівництва масштабних споруд після довготривалої перерви обов'язково повинен передувати етап досліджень технічного стану об'єкта. Дослідження повинні тривати і в перебігу продовженого будівництва.

2. Окрім установлення відповідності технічного стану проектним рішенням необхідно враховувати і зміни, які можуть статися у законодавстві України у галузі

будівництва стосовно забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд та основ.

3. На підставі виконання комплексу досліджень необхідне виконання проекту коригування реально існуючих параметрів технічного стану і конструктивних рішень об'єкта в цілому.

4. Беззаперечними складовими закінчення будівництва в разі встановлення невідповідності вимогам архітектурних і технологічних норм повинні бути коригування планувальних і технологічних

рішень первинного проекту і, в подальшому, їх реалізація.

5. Організаційно комплекс перелічених досліджень повинен об'єднуватися вимогами до робіт із відновлення будівництва, не передбачених чинними нормами з науково-технічних супроводів будівництва та проектування. Враховуючи специфіку проведених досліджень, отриманих результатів та запропонованих рекомендацій та рішень, доцільно вимоги до науково-технічного супроводу відновлення будівництва викласти як зміни до чинних ДБН [3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агеева Г. М., Волкова А. В. Привокзальні площі: реорганізація планувальних рішень під час реконструкції аеропортів. *Проблеми розвитку міського середовища*. 2017. Вип. 3 (19). С. 36–49. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Prms_2017_3_8.
2. Будівництво паркінгу в ДП МА «Бориспіль». Проектна документація: Архітектурні рішення. Том 4, 02.2-14/3- 5-1-AP1; Металеві конструкції. Том 6, 4-1 «6»/24KM31; Конструкції залізобетонні. Том, 5 31-08-2010-КІП-КЗБ. Київ : ДП «Київметалпроект», ПАТ «Київпроект», 2017.
3. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2007. 16 с.
4. ДБН В.2.3-22:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування [На заміну ДБН В.2.3-14:2006; чинні від 2010-03-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 73 с.
5. Звіт про технічне обстеження будівельних конструкцій паркінгу ДП МА «Бориспіль». Київ : ТОВ «Прайм проджект», 2016. 138 с.
6. Будівництво паркінгу в ДП МА «Бориспіль». І пусковий комплекс : звіт про науково-технічний супровід. Розділи 6, 7, 9. Київ : ДП НДІБК, 2018. 126 с.
7. Куцевич В. В., Кисіль С. С., Білик А. С., Калафат К. В. Принципи архітектурно-планувальної організації багатопверхових автостоянок : колективна наукова монографія. КНУТД, УЦСБ, КНУБА, 2019. 184 с.
8. Лайнис А. Л., Разуваев Д. А., Ломов П. О. Сопряжение подходов насыпей с мостами и путепроводами. *Вестник СибАДИ*. 2016. Вып. 2(48). С. 110–120. URL : [https://doi.org/10.26518/2071-7296-2016-2\(48\)-110-120](https://doi.org/10.26518/2071-7296-2016-2(48)-110-120).
9. Пособие по проектированию аэровокзальных комплексов аэропортов (к СНиП П-85-80. Вокзалы). Ч. 1. Аэровокзальные комплексы воздушных трасс СССР. Москва : ГПИИНИИ ГА «Аэропроект», 1988. 276 с.

REFERENCES

1. Agieieva G.M. and Volkova A.V. *Pryvokzal'ni plošči: reorganizacija planuval'nyx rišen' pid čas rekonstrukciji aeroportiv* [Railway stations: reorganization of planning decisions during the reconstruction of airports]. *Problemy rozvytku mis'koho seredovyšča* [Problems of urban environment development]. 2017. Iss. 3 (19). Pp. 36–49. (in Ukrainian).
2. *Budivnyctvo parkinhu v DP MA «Boryspil'». Proektna dokumentacija: Arxitekturni rišennja. Tom 4. 02.2-14/3- 5-1-AR1; Metalevi konstrukciji. Tom 6, 4-1 "6"/24KM31; Konstrukciji zalizobetonni. Tom, 5 31-08-2010-KIP-KZB* [Construction of a parking lot in a state-owned enterprise Boryspil International Airport. Design documentation: Architectural solutions. Vol. 4, 02.2-14 / 3- 5-1-AP1; Metal structures. Vol. 6, 4-1 "6" / 24KM31; Reinforced concrete structures. Vol. 5 31-08-2010-KIP-KZB]. Kyiv : State Enterprise "Kyivmetalproject" of Public Joint Stock Company "Kievproject", 2017. (in Ukrainian).
3. *DBN V.1.2-5:2007. Systema zabezpečennja nadijnosti ta bezpeky budivel'nyx ob'ektiv. Naukovo-texničnyj suprovід budivel'nyx ob'ektiv* [SCN B.1.2-5:2007. System for ensuring the reliability and safety of construction sites. Scientific and technical support of construction sites]. [Valid from 2008-01-01]. Official edition. Kyiv: Minregionbud of Ukraine, 2007, 16 p. (State Building Codes of Ukraine). (in Ukrainian).

4. *DBN V 2.3-22:2009. Sporudy transportu. Mosty ta truby. Osnovni vymohy proektuvannja* [Transport facilities. Bridges and pipes. Basic design requirements]. [Valid from 2010-03-01]. Official edition. Kyiv : Minregionbud of Ukraine, 2009, 73 p. (in Ukrainian).

5. *Zvit pro texnične obstežennja budivel'nyx konstrukcij parkinhu DP MA «Boryspil'»* [Report on technical inspection of the building structures of the state-owned enterprise parking Boryspil International Airport]. Kyiv : Prime Project LTD, 2016, 138 p. (in Ukrainian).

6. *Budivnytstvo parkinhu v DP MA «Boryspil'». I puskovyj kompleks : zit pro naukovo-texničnyj suprovid* [Building a parking lot in a state-owned enterprise “Boryspil International Airport”. The first launcher : Report on scientific and technical support]. Parts 6, 7, 9. Kyiv : State enterprise “State research institute of building constructions”, 2018, 126 p. (in Ukrainian).

7. Kucevyč V.V., Kysil' S.S., Bilyk A.S. and Kalafat K.V. *Pryncypy arxitekturno-planival'noji orhanizaciji bahatopoverxovyx avtostojanok : kolektyvna naukova monohrafiya* [Principles of architectural and planning organization of multi-storey car parks]. Kyiv : Kyiv National University of Technologies and Design, Ukrainian Steel Construction Center, Kyiv National University of Construction and Architecture, 2019, 184 p. (in Ukrainian).

8. Lajnis A.L., Razuvaev D.A. and Lomov P.O. *Soprjazhenie podhodnyh nasypej s mostami i puteprovodami* [Conjugation of approach fill with bridge and overbridge]. *Vestnik SibADI* [The Russian Automobile and Highway Industry Journal]. 2016, iss. 2(48), pp. 110–120. (in Russian).

9. *Posobie po proektirovaniju ajerovokzal'nyx kompleksov ajeroportov (k SNiP II-85-80 Vokzaly). Chast' 1. Ajerovokzal'nye komplekсы vozdušnyh trass SSSR* [Aid for the design of airport complexes of airports (to SNiP II-85-80 Stations). P. 1. USSR air terminal complexes]. Moscow : State design survey and scientific research Institute of civil aviation “Aeroproject”, 1988, 276 p. (in Russian).

Надійшла до редакції: 02.05.2020 р.