

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

УКРАЇНСЬКИЙ ЖУРНАЛ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

№ 2 (002)
березень – квітень 2021

Дніпро 2021

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор	Микола САВИЦЬКИЙ, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро
Заступник головного редактора	Владислав ДАНІШЕВСЬКИЙ, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро
Відповідальний секретар	Олена ТИМОШЕНКО, к-т техн. наук, ПДАБА, Дніпро
Випусковий редактор	Олена ТИМОШЕНКО, к-т техн. наук, ПДАБА, Дніпро

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:

А. С. Беліков, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. М. М. Біляєв, д-р техн. наук, Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпро. В. І. Большаков, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. В. М. Волчук, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. Д. Ф. Гончаренко, д-р техн. наук, Харківський національний університет будівництва та архітектури, Харків. С. І. Губенко, д-р техн. наук, Національна металургійна академія України, Дніпро. В. М. Дерев'янка, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. Ю. О. Кірічек, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. Т. С. Кравчуновська, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. Ю. І. Криворучко, д-р арх., Національний університет «Львівська політехніка», Львів. О. О. Лапшин, д-р техн. наук, Криворізький національний університет, Кривий Ріг. В. П. Мироненко, д-р арх., Харківський національний університет будівництва та архітектури, Харків. М. М. Налісько, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. Т. Д. Нікіфорова, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. В. І. Проскуряков, д-р арх., Національний університет «Львівська політехніка», Львів. В. Л. Седін, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. В. В. Товбич, д-р арх., Київський національний університет будівництва та архітектури, Київ. О. В. Харлан, к-т арх., ПДАБА, Дніпро. С. В. Шатов, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. Едіт Барна, к-т техн. наук, Будапештський технічно-економічний університет, Будапешт (Угорщина). Анна Бач, д-р арх., Вроцлавський університет, Вроцлав (Польща). Александрс Корякінс, д-р техн. наук, Ризький технічний університет, Рига (Латвія). В. І. Куксенко, к-т техн. наук, Управління з атомної енергетики Великобританії, Оксфорд (Великобританія). Богуслав Подхалянський, д-р арх., Краківський політехнічний інститут імені Тадеуша Костюшка, Краків (Польща).

Науково-практичний журнал входить до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б»), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук та архітектури за спеціальностями 132, 191, 192, 194, 263 згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 28.12.2019 № 1643.

Свідоцтво про Державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації – серія KB № 24586-14526 ПР – видане Міністерством юстиції України 09 жовтня 2020 р.

Засновник та видавець Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (код за ЄДРПОУ 02070772).

Виходить 6 разів на рік.

Рекомендовано до друку вченою радою академії, протокол № 9 від 27.04.2021 р.

Сайт видання <http://visnyk.pgasa.dp.ua>

Наукометричні бази та електронні бібліотеки, в яких зареєстрований науково-практичний журнал: Інформаційно-аналітичні системи: InfoBase Index (IBI Factor = 3,96), Universal Impact Factor, Open Academic Journal Index, Directory, Indexing of International Research Journals (CiteFactor). Електронні бібліотеки та пошукові системи: Bielefeld Academic Search Engine (BASE), CyberLeninka, OCLC WorldCat, Open Journal Systems, Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського.

ISSN 2710-0367 (Print)
2710-0375 (Online)

Художній і технічний редактор Сергій МОЇСЄЄНКО

Перекладач Олена ЛЯПЧЕВА

Редактор та коректор Валентина МАЛОВИК

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

**PRYDNIPROVSKA STATE ACADEMY
OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE**

UKRAINIAN JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

SCIENTIFIC-PRACTICAL JOURNAL

№ 2 (002)

March – April 2021

Dnipro 2021

EDITORIAL STAFF:

<i>Chief Editor</i>	Mykola SAVYTSKYI, Doctor of Engineering Science, <i>PSACEA, Dnipro</i>
<i>Deputy Chief Editor</i>	Vladyslav DANISHEVSKYY, Doctor of Engineering Science, <i>PSACEA, Dnipro</i>
<i>Executive Secretary</i>	Olena TYMOSHENKO, Candidate of Engineering Science, <i>PSACEA, Dnipro</i>
<i>Executive Editor</i>	Olena TYMOSHENKO, Candidate of Engineering Science, <i>PSACEA, Dnipro</i>

MEMBERS OF EDITORIAL STAFF:

A. S. Belikov, Doctor of Engineering Science, *Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture (PSACEA), Dnipro*. M. M. Biliaiev, Doctor of Engineering Science, *Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnipro*. V. I. Bolshakov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. M. Volchuk, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. D. F. Honcharenko, Doctor of Engineering Science, *Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kharkiv*. S. I. Gubenko, Doctor of Engineering Science, *National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro*. V. M. Derevianko, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. Yu. O. Kirichek, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. T. S. Kravchunovska, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. Yu. I. Kryvoruchko, Doctor of Architecture, *National University "Lviv Polytechnic", Lviv*. O. O. Lapshyn, Doctor of Engineering Science, *Kyryvi Rih National University, Kyryvi Rih*. V. P. Myronenko, Doctor of Architecture, *Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kharkiv*. M. M. Nalysko, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. T. D. Nikiforova, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. I. Proskuriakov, Doctor of Architecture, *National University "Lviv Polytechnic", Lviv*. V. L. Siedin, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. V. Tovbych, Doctor of Architecture, *Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kyiv*. O. V. Kharlan, Candidate of Architecture, *PSACEA, Dnipro*. S. V. Shatov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. Edit Barna, PhD, *Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary*. Anna Bać, Doctor of Architecture, *Wroclaw University of Science and Technology, Wroclaw, Poland*. Aleksandrs Korjakins, Doctor of Engineering Science, *Riga Technical University, Riga, Latvia*. V. I. Kuksenko, PhD, Candidate of Engineering Science, *UK Atomic Energy Authority, Oxford, UK*. Boguslaw Podhalyanski, Doctor of Architecture, *Cracow University of Technology, Cracow (Poland)*.

Scientific-Practical Journal is included in	List of scientific professional publications of Ukraine (category "B"), where the results of dissertations for the degree of Doctor and Candidate of Engineering Sciences and Architecture (by specialty 132, 191, 192, 194, 263) can be published according to the Resolution of the Ministry of Science and Education of Ukraine No. 1643 dated 28.12.2019.
Certificate of State Registration	of the Print Media – Series KB No. 24586-14526 IIP – issued by the Ministry of Justice of Ukraine dated October 09, 2020.
Founder & Publisher	State Higher Education Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture". Issued 6 times a year.
Recommended for publication by	Academic Board of the Academy, No. 9 from 27.04.2021
Journal website	http://visnyk.pgasa.dp.ua
Placement of the scientific-practical journal in the international scientometric databases and e-libraries	Information and analytical systems: InfoBase Index (IBI Factor = 3.96), Universal Impact Factor, Open Academic Journal Index, Directory Indexing of International Research Journals (CiteFactor). <i>Electronic Libraries and search engines</i> : Bielefeld Academic Search Engine (BASE), CyberLeninka, OCLC WorldCat, Open Journal Systems, Vernadsky National Library of Ukraine.
ISSN	2710-0367 (Print) 2710-0375 (Online)

Art & Technical Editor Serhii MOISEIENKO

Translator Olena LIAPICHEVA

Editor & Proofreader Valentyna MALOVYK

У ЦЬОМУ НОМЕРІ

Балан О. С. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ БУДІВНИЦТВО В УКРАЇНІ ТА ФРАНЦІЇ.....	7
Беліков А. С., Мацук З. М. НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТУ ГАЗУ. ПРОЕКТУВАННЯ МОБІЛЬНИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ.....	13
Білополий В. В., Складановська М. Г. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ АДАПТАЦІЇ СТУДЕНТА ДО ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	20
Біляєв М. М., Берлов О. В., Біляєва В. В., Вергун О. О. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ВОДЯНОЇ ЗАВИСИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ПРАЦІВНИКІВ ВІД ТЕРМІЧНОГО УРАЖЕННЯ.....	28
Большаков В. І., Гейзенцевей Ю. І. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПІДВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ НА СТРУКТУРНИЙ СТАН НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВИХ НИЗЬКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ.....	36
Гончаренко Д. Ф., Гулевський П. Ю. ВИКОРИСТАННЯ БАЗАЛЬТУ ПРИ РЕМОНТІ І ВІДНОВЛЕННІ МЕРЕЖ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ.....	43
Григор'єва Є. С. ПІДХІД ДО РЕАЛІЗАЦІЇ ТОПОГРАФІЧНОГО МЕТОДУ АНАЛІЗУ СТАНУ УМОВ ПРАЦІ ЧЕРЕЗ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ВИРОБНИЧОГО РИЗИКУ.....	51
Заяць Є. І., Ковальов В. В., Косолапов А. Ф. РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ УМОВ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ЗІ ЗМІНОЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ І ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ.....	63
Калда Г. С., Беліков А. С., Соколан Ю. С., Рибалка К. А. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ТА ПСИХОЛОГІЧНА ОЦІНКА УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ.....	72
Колохов В. В., Волкова В. С., Мороз Л. В., Богдан С. М. ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕТОНУ ПІД ЧАС ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ПЛИТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	80
Сєдін В. Л., Грабовець О. М., Ковба В. В., Ульянов В. Ю., Микало В. В. ВИКОРИСТАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ОБЛИЦЮВАННЯ БУДІВЕЛЬ ПДАБА В УЧБОВОМУ ПРОЦЕСІ.....	88
Смадич І. П. ДОСЛІДЖЕННЯ СОЦІАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ ВНУТРІШНЬО ДВОРОВИХ ПРОСТОРІВ В АРХІТЕКТУРНИХ РІШЕННЯХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ.....	99
Харченко К. С., Чорна В. І., Ворошилова Н. В., Белкіна М. Д. ПРИНЦИПИ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ КАР'ЄРІВ НА ПРИКЛАДІ МІСТА КРИВИЙ РІГ.....	106
Хлібородов В. П., Журба І. П., Коцюба Т. В. ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗТАШУВАННЯ, КОНСТРУЮВАННЯ І РОЗРАХУНКУ ШАРНІРНИХ БОЛТОВИХ З'ЄДНАНЬ В ПРОЛЬОТАХ СТАЛЕВИХ ДВОТАВРОВИХ БАЛОК ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ.....	115
Челноков О. В., Сологубова С. В., Швець І. А., Гірка Д. Д., Голубєва В. А. ГЕНДЕРНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ОСВІТИ В АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ.....	122
Шаповал В. Г., Скобенко О. В., Нестерова О.В., Гапєєв С. М. РОЗПОДІЛ ВЕРТИКАЛЬНИХ НАПРУГ В ОСНОВІ ГРУНТОВОЇ ГРЕБЛІ ІЗ ТРАПЕЦЕЇДАЛЬНИМ ПОПЕРЕЧНИМ ПЕРЕТИНОМ.....	131
Савицький М. В., Євсєєва Г. П., Бабенко В. А. ДОТРИМАННЯ ПРАВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ У ЗВО УКРАЇНИ ЯК ВАЖЛИВИЙ ЧИННИК АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ.....	138

INSIDE

Balan O.S. ENERGY EFFICIENT CONSTRUCTION IN UKRAINE AND FRANCE.....	7
Belikov A.S., Matsiuk Z.M. REGULATORY PROVISION OF SAFETY OF GAS TRANSPORT. CONSTRUCTIONAL DESIGN OF MOBILE COMPRESSOR STATIONS.....	13
Belopoly V.V., Skladanovska M.G. OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF ADAPTATION OF A STUDENT TO A HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION.....	20
Biliaiev M.M., Berlov O.V., Biliaieva V.V., Vergun O.O. SIMULATION OF A WATER CURTAIN APPLICATION TO PROTECT WORKERS FROM THERMAL INJURIES.....	28
Bolshakov V.I., Hezentsvei Yur.I. INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE INCREASE ON THE STRUCTURAL STATE OF LOW-CARBON LOW-ALLOY STEEL.....	36
Goncharenko D.F., Hulievskyi P.Yu. USING OF BASALT IN REPAIR AND RESTORATION OF WATER SUPPLY AND SEWERAGE.....	43
Hryhorieva Yev.S. APPROACH TO THE IMPLEMENTATION OF THE TOPOGRAPHICAL METHOD OF ANALYZING WORKING CONDITIONS THROUGH THE DETERMINATION OF PATTERNS OF REDUCING THE LEVEL OF INDUSTRIAL RISKS.....	51
Zaiats Yev.I., Kovalov V.V., Kosolapov A.F. DEVELOPMENT OF THE METHODOQUE FOR ASSESSING THE CONDITIONS FOR THE RECONSTRUCTION OF INDUSTRIAL BUILDINGS WITH A CHANGE IN FUNCTIONAL PURPOSE AND THE SUBSTANTIATION FOR EFFECTIVE ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL DECISIONS.....	63
Kalda G.S., Bielikov A.S., Sokolan Yu.S., Rybalka K.A. SOCIOECONOMIC AND PSYCHOLOGICAL EVALUATION OF WORK ENVIRONMENT AT PRODUCTION SITE.....	72
Kolokhov V.V., Volkova V.Yev., Moroz L.V., Bogdan S.M. DETERMINATION OF CONCRETE PROPERTIES DURING THE ASSESSMENT OF THE CONDITION OF FLAT REINFORCED CONCRETE STRUCTURES.....	80
Sedin V.L., Grabovets O.M., Kovba V.V., Ulyanov V.Yu., Mykalo V.V. USING OF ROCKS OF FACING OF BUILDINGS PSACEA IN THE EDUCATIONAL PROCESS.....	88
Smadych I.P. RESEARCH OF SOCIAL ACTIVITY OF INTERIOR SPACES IN ARCHITECTURAL SOLUTIONS OF RESIDENTIAL HOUSES.....	99
Harchenko K.S., Chorna V.I., Voroshylova N.V., Bielkina M.D. PRINCIPLES OF REVITALIZATION OF WORKED OUT QUARRIES, BASED ON EXAMPLE OF KRIVYJ RIH.....	106
Hliborodov V.P., Zhurba I.P., Kotsiuba T.V. SOME PECULIARITIES OF THE INSTALLATION, DESIGN AND CALCULATION OF HINGE BOLT CONNECTIONS IN THE FLOWS OF STEEL DOUBLE BEAMS IN THE RECONSTRUCTION OF BUILDINGS.....	115
Chelnokov O.V., Solohubova S.V., Shvets I.A., Hirkina D.D., Holubieva V.A. GENDER TRANSFORMATION OF EDUCATION IN THE ARCHITECTURAL AND CONSTRUCTION INDUSTRY.....	122
Shapoval V.G., Skobenko O.V., Nesterova O.V., Gapeev S.M. VERTICAL STRESS DISTRIBUTION AT THE BASE OF SOIL DAMS WITH A TRAPEZOIDAL CROSS SECTION.....	131
Savytskyi M.V., Yevsieieva H.P., Babenko V.A. COMPLIANCE WITH INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS OF UKRAINE AS AN IMPORTANT FACTOR OF ACADEMIC INTEGRITY.....	138

УДК 624.01

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.7.745

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ БУДІВНИЦТВО В УКРАЇНІ ТА ФРАНЦІЇ

БАЛАН О. С., студ.

Факультет промислового та цивільного будівництва, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (099) 449-83-04, e-mail: 16001.Balan@365.pgasa.dp.ua

Анотація. Постановка проблеми. Вибір того чи іншого будівельного матеріалу, як правило, ґрунтується на позаекологічних критеріях (таких як функціональність, технічні характеристики, естетичність, вартість тощо) і рідко враховує вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Питання енергетики, парникових ефектів та зміни клімату як ніколи актуальні на європейському та міжнародному рівнях. Усе більшої популярності в будівельній галузі сьогодні набирають енергоефективні та eco-friendly напрямки, тому проектування і зведення енергоефективної та екологічної будівлі в Україні з урахуванням світового досвіду (зокрема, європейського) нині дуже актуальні. **Мета статті** – дослідити поняття енергоефективних будівель, «зеленого» будівництва, а також проаналізувати досвід використання енергопоновлюваних (енергозберігальних) ресурсів в Україні та Франції. **Результати.** Проаналізовано екологічні та пасивні будинки в Україні, енергоефективні та екологічні будівлі у Франції, технології Hitachi. **Наукова новизна і практична значимість.** Виконаний аналіз проблеми підвищення енергоефективності будівель та шляхів її вирішення дозволив визначити перспективні напрямки розвитку зеленого будівництва в Україні, що буде покладено в основу подальшого вдосконалення методів формування, оцінювання, обґрунтування та вибору раціональних організаційно-технологічних рішень енергоефективного будівництва та реконструкції.

Ключові слова: екологічна будівля; енергоефективність; пасивний будинок; технології Hitachi

ENERGY EFFICIENT CONSTRUCTION IN UKRAINE AND FRANCE

BALAN O.S., Stud.

Faculty of Industrial and Civil Construction, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (099) 449-83-04, e-mail: 16001.Balan@365.pgasa.dp.ua

Abstract. Problem statement. The building materials choice is usually based on non-environmental criteria, such as functionality, technical characteristics, aesthetics, cost, etc., and the environmental and human health impact is rarely taken into account. Greenhouse effects, climate change, and energy issues remain a key issue at both European and international levels. Today, energy-efficient and eco-friendly areas are gaining more and more popularity in the construction industry, so the design and construction of energy-efficient and environmentally friendly buildings in Ukraine, considering the world experience, including European, remains a live issue today. **The purpose of this article** is to explore the concepts of energy-efficient buildings and so-called "green" construction, as well as to analyze and explore the experience of using energy-saving resources in Ukraine and France. **Results.** Ecological and passive houses in Ukraine, energy-efficient and ecological buildings in France, Hitachi technologies have been analyzed. **Scientific novelty and practical significance.** The analysis of the problem of improving the energy efficiency of buildings and ways to solve it allowed to identify of promising areas of green construction in Ukraine, which will form the basis for further improvement of methods of formation, evaluation, justification, and selection of rational organizational and technological solutions for energy-efficient construction and reconstruction.

Keywords: ecological building; energy efficiency; passive house; Hitachi technologies

Актуальність та мета роботи. Вибір того чи іншого будівельного матеріалу, як правило, ґрунтується на позаекологічних критеріях (таких як функціональність, технічні характеристики, естетичність, вартість тощо) і рідко враховує вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Питання енергетики, парникових ефектів та

зміни клімату як ніколи актуальні на європейському та міжнародному рівнях.

Мета науково-дослідницької роботи – визначити поняття енергоефективних будівель, «зеленого» будівництва, а також проаналізувати досвід використання енергопоновлюваних (енергозберігальних) ресурсів в Україні та Франції.

Згідно із Законом України «Про енергозбереження», під енергозбереженням розуміють діяльність (організаційну, практичну, інформаційну), спрямовану на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів у національному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів.

Під енергетичною ефективністю будівлі слід розуміти властивість будівлі, її окремих елементів та інженерного обладнання забезпечувати визначені у порядку, встановленому законодавством, оптимальні мікрокліматичні умови приміщень за фактичними або розрахунковим витратами енергії на опалення, нагрівання води, кондиціювання повітря, вентиляцію та освітлення [1–3].

Енергія поновлюється, коли вона надходить із джерел, які природа постійно поновлює, на відміну від непоновлюваної енергії, запаси якої закінчуються. Поновлювані джерела енергії надходять із двох основних природних джерел: Сонця (на початку водного циклу, припливів, вітру та росту рослин) та Землі (яка виділяє тепло). Експлуатація названої «чистої енергії» або «зеленої енергії» створює дуже мало відходів і забруднювальних викидів, але їх енергетична потужність значно нижча, ніж енергія, що не поновлюється.

Приклади екологічних та пасивних будинків в Україні [4]. Перший пасивний та екологічно чистий будинок в Україні зведений на мінімальній ділянці землі (250 м²) в районі міста Сирець у Києві (рис. 1).

Будинок складається із трьох частин, які функціонують окремо:

- самого житлового будинку для однієї сім'ї з 5...6 чоловік, із басейном та сауною, бібліотекою і кабінетом;
- «вбудованої» однокімнатної квартири з окремим входом, своєю кухнею і ванною-пральнею;
- офісу архітектора (господині будинку) з окремим входом із вулиці для клієнтів.

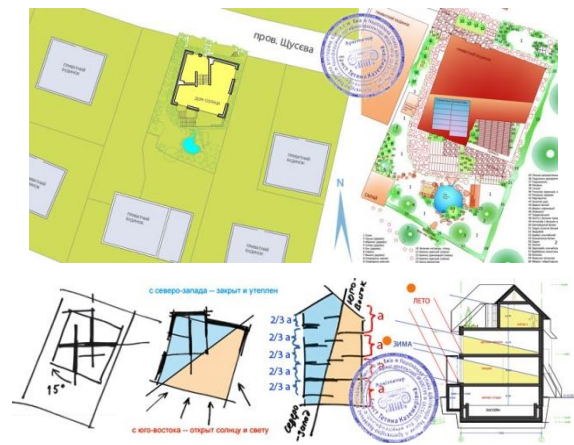


Рис. 1. Перший пасивний і екологічно чистий будинок в Україні (схема)

Перший екологічно чистий енергоефективний будинок у Києві спроектований з урахуванням основних вимог до енергетичновигідної форми будівлі і з урахуванням орієнтації по сторонах світу.

Для зведення будинку підібрано екологічно чисті будівельні матеріали (в першу чергу українського виробництва) та енергоекономні інженерні системи, що забезпечують максимальний сучасний комфорт і здорову атмосферу для проживання сім'ї з 4...5 чоловік + один гість.

Дах будинку має подвійну конструкцію і також утеплюється шаром у 25 см утеплювача (екструдований пінополістирол), із них 20 см укладаються між кроквами, а ще 5 см – по кроквах, що повністю виключає виникнення так званих містків холоду, через які енергія покидала б будинок.

Підігрів та охолодження будинку, як і підготовка гарячої води, передбачені за допомогою сонячних колекторів (СінтСолар) і глибинного геотермального інверторного теплового насоса (ІВТ потужністю від 3 до 15 кВт). Для цього пробурено чотири свердловини (кожна глибиною 86 метрів) і прокладено земляний контур теплового насоса (320 м), іншими словами – ґрунтовий теплообмінник ТН.

Бак-акумулятор на 1 000 л нагрівається (безкоштовним теплом) за допомогою сонячних колекторів. І тільки якщо їх потужності не вистачає (2...3 найхолодніші місяці на рік), тоді до підігріву акумулятора підключається і глибинний ТН.

Підлога у всіх житлових приміщеннях (крім танцзалу, паркет під масловоском) виконаний з натурального лінолеуму –

екологічно чистого матеріалу, що складається зі стружки дерева, лляної олії і харчових барвників.

Пасивний будинок у Чернігові. Архітектурний проект забезпечує мінімальний коефіцієнт тепловтрат будинку. Такий показник досягається за допомогою раціонального проектування, а саме: за допомогою компактності форми будівлі (квадрат зі зрізаними кутами, двосхилий дах під кутом 45°), якісного утеплення огорожувальних поверхонь, правильного розташування світло-теплопропускних поверхонь (вікон) і затінення терас, балконів тощо.

Буферні зони (техприміщення і комор) забезпечують пасивний захист «тепліх» житлових приміщень із півночі.

80 % усіх застлених поверхонь розташовані на південній стороні будівлі, і забезпечують її пасивний підігрів низьким зимовим сонцем. Тераси і балкони, у свою чергу, захищають будівлю від річного перегрівання.

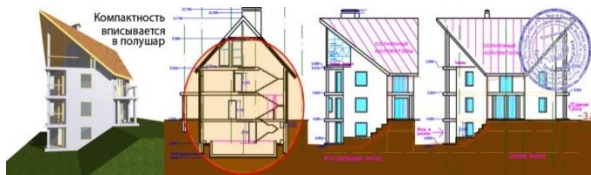


Рис. 2. Пасивний будинок у Чернігові (схема)

Підігрів та охолодження пасивного будинку передбачені за допомогою глибинного теплового насоса (шість свердловин), каміна (з водяною сорочкою) і сонячних колекторів (розташованих на даху, розгорнутих на південь і нахилених під кутом 45°).

Енергоефективність у Франції

Екологічні та енергоефективні будівлі у Франції представлені такими видами:

1) Будинок BBC.

Найпоширеніший екологічний будинок у Франції – будинок BBC (будівля з низьким споживанням). Його мета – встановити межу споживання енергії, яку не слід перевищувати. Таким чином, п'ять основних вимог, яких слід дотримуватися, – це економія опалення, вентиляція, кондиціонування, підігріву води та побутового освітлення. В середньому новий будинок, що відповідає стандартам BBC, не

повинен перевищувати 50 кВт/год. первинної енергії на квадратний метр протягом року.



Рис. 3. Будинок BBC

2) Пасивний будинок

Пасивний будинок із дуже низьким енергоспоживанням відповідає такому принципу: тепла, що виділяється всередині будинку (електроприлади, сонце), достатньо для обігріву будівлі. Теплоізоляція пасивного будинку має дуже високу ефективність, а скління становить від 40 до 60 % поверхні приміщень, що виходять на південь.



Рис. 4. Пасивний будинок

3) Біокліматичний будинок

Біокліматичний будинок побудований із урахуванням навколишнього середовища (HQE), тобто він енергоефективний. Житлові приміщення виходять на південь, таким чином економиться опалення. Простір на північ повинен використовуватися для приміщень, які можуть залишатися прохолоднішими.



Рис. 5. Біокліматичний будинок

4) Позитивний будинок

Позитивний будинок (або будівля позитивної енергії) має на меті виробляти більше енергії, ніж споживає. Для пасивного

будинку застосовуються такі самі принципи побудови, але позитивний будинок має енергоблок (сонячні колектори, тепловий насос).



Рис. 6. Будівля «плюс енергія»

5) Контейнерний будинок

Екологічний контейнерний дім чинить низький вплив на навколишнє середовище. Під нього можна пристосувати контейнери.



Рис. 7. Контейнерний будинок

У Європі існує така класифікація будівель залежно від їх рівня енергоспоживання:

- «Старі будівлі» (зведені до 1970-х років) – вимагають для опалення близько 300 кВтгод./м² в рік: 300 кВтh/(м²а).

- «Нові будівлі» (будувалися з 1970-х до 2000 року) – 150 кВтh/(м²а).

- «Будинок низького споживання енергії» (з 2002 року в Європі не дозволено будівництво нижчого стандарту!) – 60 кВтh/(м²а).

- «Пасивний будинок» – 15 кВтh/(м²а).

- «Будинок нульової енергії» (будівля, архітектурно має той самий стандарт, що і пасивний будинок, але інженерно оснащена так, щоб споживати тільки ту енергію, яку сама і виробляє) – 0 кВтh/(м²а).

- «Будинок плюс енергія» – (будівля, яка за допомогою встановленого інженерного обладнання – сонячних батарей, колекторів, теплових насосів, рекуператорів і т. п. – виробляє більше енергії, ніж споживала).

Директива енергетичних показників у будівництві (Energy Performance of Buildings Directive), прийнята країнами Євросоюзу в грудні 2009 року, говорить, що після

31 грудня 2019 року в Європі дозволено буде зводити будинки тільки за стандартом не нижче пасивного.

При цьому слід зауважити, що будинки «нульової» або «плюс енергії» не відрізняються від пасивного стандарту ні своїми архітектурно-планувальними прийомами, ні основними принципами проектування та будівництва. У них збільшується тільки кількість і потужність інженерного обладнання.

Технології Hitachi. Одним з найбільш прибуткових енергозберігаючих рішень при модернізації систем опалення в приватних будинках як в Україні, так і у Франції може бути реалізація проекту, який передбачає заміну газових котлів тепловими насосами та встановлення власної сонячної панелі (фотоелектричного модуля) на базі електростанцій.

На основі дослідження матеріалів компанії Hitachi [5] виявлено, що установка високоефективного теплового насоса повітря-вода Hitachi Yutaki S тепловою потужністю 9 кВт разом із сонячними панелями сумарною потужністю 255 Вт × 12 = 3,1 кВт у двоповерховому будинку площею 150 м² дає значне річне енергозбереження (рис. 8, 9). Тепловий насос за рік споживає приблизно 6 085,17 кВт/год.

Установлення теплового насоса Hitachi Yutaki S для будівлі, що проектується у дипломній роботі, значно поліпшить мікроклімат у кімнатах будинку протягом усього року, а також дасть такі переваги:

- найнижчі порівняно з іншими системами витрати на тепло;

- найвищий коефіцієнт перетворення енергії (COP до 5);

- стійку роботу теплонасосної системи Hitachi Yutaki S на тепло навіть за температури -25 °C;

- регульоване нагрівання води для опалення до 60 °C, інверторні технології керування компресором, вентиляторами і насосами;

- керування двома опалювальними контурами;

- клас енергоефективності обладнання A+++;

- вбудований електронагрівач для роботи за пікових теплових навантажень

замість газового котла (якщо він не зможе працювати як резервне джерело тепла);

- можливість економного кондиціонування потрібних кімнат у будинку під час установки фанкойлів;
- продумана сумісність з іншим обладнанням: сонячними колекторами, котлами, фотоелектричними станціями;
- екологічна безпека та зручне керування із програмуванням і вибором економних режимів тощо.

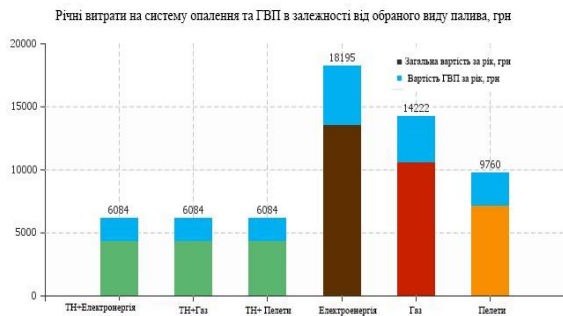


Рис. 8. Річні витрати опалення

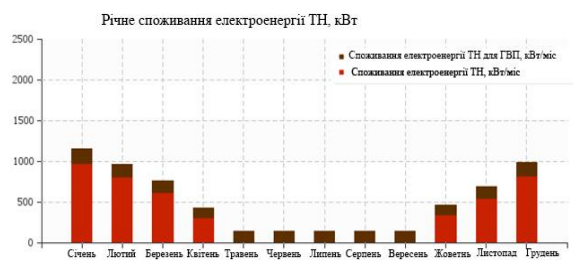


Рис. 9. Річні споживання електроенергії

Споживання електроенергії тепловими насосами хоч і в декілька разів менше, ніж за опалення електродомом або газом, все ж значне. Для ще більшого скорочення енерговитрат установлюємо сонячні панелі.

Висновки. Наш спосіб життя та спосіб зведення будинків мають великий вплив на довкілля, здоров'я та природні ресурси. Ось чому вибір здорового та

екологічно чистого будинку – це не примха, а необхідність.

Екологічне житло спирається на три основні стовпи [6; 7]:

1. **Енергетичні показники.** Зелені будинки розроблені таким чином, щоб забезпечити значну економію опалення та електроенергії: завдяки належно продуманому плану, ефективному утепленню, використанню альтернативних поновлюваних джерел енергії, економії води тощо.

2. **Здоров'я та благополуччя людей.** Екологічне житло найменше шкодить здоров'ю своїх мешканців. Воно побудоване з нетоксичних матеріалів. Якість повітря в приміщенні, враховується в проекті екологічного житла (під час проектування, вибору матеріалів та обладнання).

3. **Збереження навколишнього середовища.** Кожна конструкція завдає шкоди навколишньому середовищу та біорізноманіттю. Вважається, що екологічне середовище зменшує цей негативний вплив під час будівництва та протягом усього життя.

З огляду на це, сучасні тенденції розвитку екологічного («зеленого») та енергоефективного будівництва стали розумним інструментом економії, який може зменшити негативний вплив на навколишнє середовище під час будівництва, експлуатаційні витрати на утримання будинків та забезпечити комфортне середовище проживання.

Інвестиції у проекти як нового будівництва приватних будівель із використанням енергоефективних технологій, так і реконструкції існуючих із модернізацією схем теплопостачання бачиться перспективними та актуальними для безлічі приватних домоволодінь в Україні та Франції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про альтернативні джерела енергії: Закон України від 16 липня 2015 року. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/555-15>. – С 1. (дата звернення: 01.12.2020).
2. Про енергозбереження: Закон України від 22 грудня 2005 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 01.12.2020).
3. Hitachi. URL: <https://hitachi-ukraine.com.ua/uk/vprovadzhennya-teplovogo-nasosa-hitachi-yutaki-v-si.html> (дата звернення: 01.12.2020).
4. Савицький М. В., Коваль О. О., Юрченко Є. Л., Бабенко М. М., Коваль А. С. Екологічне та енергоефективне малоповерхове будівництво. *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия : Стародубовские чтения*. 2010. Вып. 55. С. 26–31. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmc_2010_55_7

5. Опис теплового насоса Hitachi Yutaki S80. URL: <https://hitachi-ukraine.com.ua/uk/hitachi-yutaki-s80/> (дата звернення: 01.12.2020).
6. Пасивні будинки в Україні. URL: <https://ecotown.com.ua/news/YAk-buduvaly-pershyy-v-Ukrayini-pasyvnyy-budynok/> (дата звернення: 01.12.2020).
7. Екологічні та альтернативні будинки Франції URL: <https://www.maison-travaux.fr/maison-travaux/construction/maisons-ecologiques-alternatives-191711.html#item=4> (дата звернення: 01.12.2020).

REFERENCES

1. *Zakon Ukrainy «Pro alternatyvni dzherela enerhii», redaktsiia vid 16 lypnia 2015 roku* [Law of Ukraine "On Alternative Energy Sources", dated July 16, 2015]. URL: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/555-15.-C_1 (in Ukrainian).
2. *Zakon Ukrainy «Pro enerhozberezhennia» redaktsiia vid 22 hrudnia 2005 roku* [Law of Ukraine "On Energy Saving" dated December 22, 2005]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80#Text> (in Ukrainian).
3. Hitachi URL: <https://hitachi-ukraine.com.ua/uk/vprovadzhennya-teplovogo-nasosa-hitachi-yutaki-v-si.html> (in Ukrainian).
4. Savitskyi M.V., Koval O.O., Yurchenko Yev.L., Babenko M.M. and Koval A.S. *Ekologichne ta energoefektivne malopoverhove budivnictvo* [Ecological and energy efficient low-rise construction]. *Stroitel'stvo. Materialovedenie. Mashinostroenie. Seriya : Starodubovskie chteniya* [Construction. Materials science. Mechanical engineering. Series: Starodub readings]. 2010, vol. 55, pp. 26–31. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/smm-sc_2010_55_7
5. *Opys teplovoho nasosa Hitachi Yutaki S80* [Description of Hitachi Yutaki S80 heat pump]. URL: <https://hitachi-ukraine.com.ua/uk/hitachi-yutaki-s80/> (in Ukrainian).
6. *Pasyvni budynky v Ukraini* [Passive houses in Ukraine]. URL: <https://ecotown.com.ua/news/YAk-buduvaly-pershyy-v-Ukrayini-pasyvnyy-budynok/> (in Ukrainian).
7. *Ekologichni ta alternatyvni budynky Frantsii*. [Ecological and alternative houses in France]. URL: <https://www.maison-travaux.fr/maison-travaux/construction/maisons-ecologiques-alternatives-191711.html#item=4> (in France).

Надійшла до редакції: 12.03.2021.

УДК 621.51; 62-1

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.13.746

НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТУ ГАЗУ. ПРОЕКТУВАННЯ МОБІЛЬНИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ

БЄЛІКОВ А. С.¹, *докт. техн. наук, проф.*,
МАЦУК З. М.^{2*}, *асп.*

¹ Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

^{2*} Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 731-52-26, e-mail: matsuk.z.n@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-6114-9536

Анотація. Постановка проблеми. Основу безпеки та ефективності магістрального транспорту газу світу складає герметичність газотранспортної системи. Складову рівня виробничої безпеки та ефективності газотранспортних підприємств становлять викиди природного газу в робочу зону, навколишнє природне середовище і витрати, з цим пов'язані. Численні способи ремонту об'єктів трубопровідного транспорту газу, такі як посилення несної здатності трубопроводів, ремонт дефектів під тиском газу без зупинки процесу транспортування тощо, або не позбавлені ризиків із точки зору виробничої безпеки, або енерго- і ресурсо- неефективні. Основний вид ремонту, який відновлює працездатний стан газотранспортної системи, – це заміна дефектного обладнання (устаткування), але він і досі пов'язаний зі стравлюванням великих обсягів природного газу у навколишнє природне середовище. У другому десятиріччі двотисячних років, завдяки стрімкому розвитку компресорної техніки і винаходу достатньої кількості способів підключення компресорних установок (станцій) до магістральних газопроводів без зупинки процесу транспортування газу, у газотранспортних підприємств світу з'явилася реальна можливість евакуювати газ із ділянок трубопроводів, що підлягають ремонту (технічному обслуговуванню) або акумулювати його (контролювати тиск газу у локальних ділянках), але аналіз досвіду світового розвитку технології контролю тиску газу в локалізованих ділянках магістральних газопроводів дозволяє стверджувати про наявність між ними певних диспропорцій з точки зору виробничої безпеки та про повну відсутність в Україні нормативного забезпечення процесу транспортування газу за допомогою мобільних компресорних станцій. За такого підходу до виробничого процесу складно підвищити рівень безпеки та ефективності процесу транспортування газу. Потенціал скорочення викидів природного газу на об'єктах газової промисловості світу досягає мільярдів кубічних метрів природного газу на рік. **Мета статті** – розроблення технічних вимог до мобільних компресорних установок (станцій), які дозволять спроектувати вітчизняні газокompresорні установки (станції), здатні безпечно виконати роботу з перекачування природного газу із локалізованої ділянки магістрального газопроводу до діючого магістрального газопроводу протягом не більше ніж 96 годин, без обмежень газопостачання споживачів. **Висновок.** Розроблені нами технічні вимоги до мобільних компресорних установок (станцій) дозволяють спроектувати вітчизняні компресорні установки (станції), здатні безпечно виконати таку роботу.

Ключові слова: безпека; проектування; газ; мобільна компресорна станція

REGULATORY PROVISION OF SAFETY OF GAS TRANSPORT. CONSTRUKTIONAL DESIGN OF MOBILE COMPRESSOR STATIONS

BIELIKOV A.S.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
MATSUK Z.M.^{2*}, *Postgraduate Stud.*

¹ Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0562) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

^{2*} Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (067) 731-52-26, e-mail: matsuk.z.n@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-6114-9536

Abstract. Problem statement. The basis for the safety and efficiency of the main gas transportation in the world is the tightness of the gas transportation system. A component of the level of industrial safety and efficiency of gas transmission enterprises is the emissions of natural gas into the working area, the environment and the associated costs. Numerous methods of repairing pipeline gas transportation facilities, such as enhancing the bearing capacity of pipelines, repairing defects under gas pressure without interrupting the transportation process, etc., are either not devoid

of risks from the point of view of industrial safety, or are energy and resource inefficient. The main type of repair that restores the operable state of the gas transmission system is the replacement of defective equipment, but it is still associated with the release of large volumes of natural gas into the environment. In the second decade of the 2000s, thanks to the rapid development of compressor technology and the invention of a sufficient number of ways to connect compressor units (stations) to main gas pipelines, without stopping the gas transportation process, gas transmission enterprises of the world had a real opportunity to evacuate gas from pipeline sections subject to repair (maintenance) or accumulate it (control gas pressure in local areas), but the analysis of world experience in the development of gas pressure control technology in localized sections of gas pipelines allows us to assert that there are certain disparities between them in terms of operational safety and the complete absence of regulatory support for the transportation process in Ukraine gas using mobile compressor stations. With this approach to the production process, it is difficult to improve the safety and efficiency of the gas transportation process. The potential for reducing natural gas emissions from the world's gas industry reaches billions of cubic meters of natural gas per year. **Purpose of the article.** Development of technical requirements for mobile compressor units (stations), which will make it possible to design domestic gas compressor units (stations) capable of safely performing work on pumping natural gas from a localized section of the main gas pipeline to an existing main gas pipeline, within no more than 96 hours, without restrictions on gas supply to consumers. **Conclusion.** The technical requirements developed by us for mobile compressor units (stations) allow us to design domestic compressor units (stations) capable of safely performing work on pumping natural gas from a localized section of the main gas pipeline to the existing main gas pipeline, within no more than 96 hours, without restrictions on gas supply to consumers.

Keywords: *safety; constructional design; gas; mobile compressor station*

Постановка проблеми. Основу безпеки та ефективності магістрального транспорту газу світу складає герметичність газотранспортної системи. Складову рівня виробничої безпеки та ефективності газотранспортних підприємств становлять викиди природного газу у робочу зону, навколишнє природне середовище і витрати, з цим пов'язані. Потенціал економії природного газу на об'єктах газової промисловості світу сягає мільярдів кубічних метрів природного газу на рік. Численні способи ремонту об'єктів трубопровідного транспорту газу, такі як посилення несної здатності трубопроводів, ремонт дефектів під тиском газу без зупинки процесу транспортування тощо, або не позбавлені ризиків із точки зору виробничої безпеки, або енерго- і ресурсо- неефективні.

Основним видом ремонту, який відновлює працездатний стан газотранспортної системи, стала заміна дефектного обладнання (устаткування), але він і досі пов'язаний зі стравлюванням великих обсягів природного газу у навколишнє природне середовище. За такого підходу до виробничого процесу складно підвищити рівень безпеки та ефективності процесу транспортування газу.

У другому десятиріччі двотисячних років, завдяки стрімкому розвитку компресорної техніки і винаходу достатньої

кількості способів підключення компресорних установок (станцій) до магістральних газопроводів без зупинки процесу транспортування газу, у газотранспортних підприємств світу з'явилася реальна можливість евакуювати газ із ділянок трубопроводів, що підлягають ремонту (технічному обслуговуванню), або акумулювати його [1–3].

Ці дії дали можливість різко підвищити загальний рівень безпеки й ефективності процесів транспорту газу. Разом із цим, актуальним залишається науково-технічне завдання розроблення компресорної установки (станції), здатної безпечно виконати роботу з перекачування великих обсягів природного газу із локалізованої ділянки магістрального газопроводу до діючого магістрального газопроводу протягом не більше ніж 96 годин, без обмежень газопостачання споживачів.

Аналіз публікацій. Аналіз досвіду світового розвитку технології контролю тиску газу у локалізованих ділянках магістральних газопроводів [4–8] дозволяє стверджувати про наявність між ними певних диспропорцій з точки зору виробничої безпеки та про повну відсутність в Україні нормативного забезпечення процесу транспортування газу за допомогою мобільних компресорних станцій, що стримує використання технології.

Крім того, подальша перспектива диверсифікації та перерозподілу шляхів транспорту газу, завдяки скороченню обсягів транзиту та споживання газу, вже найближчим часом, із високим ступенем імовірності, зумовить виведення з експлуатації ділянок магістральних газопроводів великої протяжності, багатьох компресорних та газорозподільних станцій, як наслідок – циклічні коливання тиску газу широкої амплітуди, що без належного темпу, обсягів і рівня ресурсоефективності ремонтних робіт може спричинити значні економічні витрати для країни та зниження рівня її національної безпеки.

Мета статті – розроблення технічних вимог до мобільних компресорних установок (станцій), які дозволять спроектувати вітчизняні газокompресорні установки (станції), здатні безпечно виконати роботу з перекачування природного газу із будь-якої локалізованої ділянки магістральних газопроводів до діючих магістральних газопроводів протягом не більше ніж 96 годин, без обмежень газопостачання споживачів.

Результати досліджень. Суть технології евакуації природного газу з ділянок об'єктів магістральних газопроводів (далі – МГ), що підлягають ремонту (технічному обслуговуванню) та/або відключенню, полягає в тому, що такі ділянки МГ «А» (рис.) перекриваються з обох боків (локалізуються), після чого газ, що залишається у порожнині обраної трубопровідної системи, перекачується у ділянку іншого діючого МГ «Б» (рис.) за допомогою мобільних компресорних станцій (далі – МКС) [1–3]. Загальну пневматичну схему мобільної компресорної станції наведено на рисунку.

Проведені нами дослідження дозволили встановити, що актуальним науково-технічним завданням сьогодення в галузі компресоробудування постає розроблення компактної МКС, здатної перекачати газ із локалізованої ділянки МГ1 (рис.) довжиною 25...30 км (діаметром 500...1 400 мм) за перекривний вимикальний пристрій (лінійний кран) по ходу/проти ходу газу, або

у сусідній МГ2, тиском від 55 до 100 bar, до надлишкового тиску ≤ 1 bar, протягом 48...96 годин.

Разом із цим, з огляду на те, що МКС можливо використовувати для проведення випробувань ділянок магістральних газопроводів, робочий тиск у нагнітальному колекторі агрегатів МКС повинен відповідати $\geq 1,25$ робочого тиску трубопроводів, що підлягають випробуванню.

Пропонуємо такий підхід до проектування МКС.

Відомо, що завдання на проектування визначає обґрунтовані вимоги замовника до планувальних, архітектурних, інженерних і технологічних рішень об'єкта будівництва, його основних параметрів, вартості та організації його будівництва і складається з урахуванням технічних умов, містобудівних умов та обмежень [9].

У випадку розроблення технології евакуації природного газу з ділянки магістрального газопроводу, що підлягає ремонту (відключенню), проектуванню підлягають як вузли підключення мобільних компресорних станцій, так і самі мобільні компресорні станції.

Питання проектування магістральних газопроводів (вузлів підключення) розкриті чинними будівельними нормами та нормами технічного проектування і не потребують детального висвітлення. Зупинимось на особливостях проектування мобільних компресорних станцій.

Наведені нижче вимоги повинні поширюватись на проектування мобільних компресорних станцій для евакуації (перекачування) газу з ділянки магістрального газопроводу, що підлягає ремонту (відключенню).

1. Призначення та сфера застосування

Мобільна компресорна станція (МКС) призначена для перекачування природного газу з ділянки магістрального газопроводу, що підлягає ремонту (відключенню), у діючий магістральний газопровід.

Під час роботи МКС перебуває просто неба, тобто під впливом усіх видів кліматичних явищ.

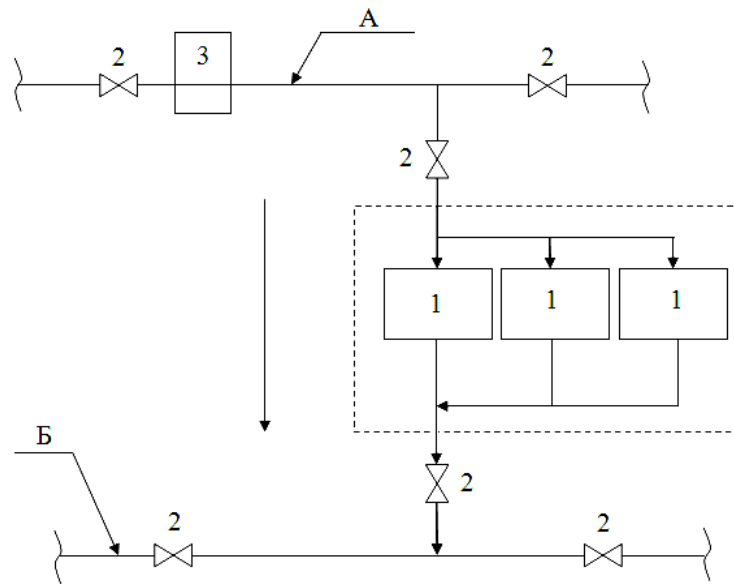


Рис. Загальна пневматична схема мобільної компресорної установки:

1 – компресори; 2 – перекривна арматура; 3 – дефектна ділянка МГ; «А» – газопровід, з якого перекачується газ; «Б» – газопровід, до якого перекачується газ; —> напрямок руху газу

2. Умови експлуатації та зберігання.

2.1. Середовище, що перекачується, – природний газ.

2.2. Діапазон температур газу на вході МКС.....від -10 до $+40$ °С.

2.3. Діапазон температур газу на виході МКС.....від $+20$ до $+40$ °С.

2.4. Температури газу на вході в МГ $\leq$ температури термостійкості ізоляційного покриття МГ.

2.5. Діапазон тиску газу на вході МКС від 10,0 до 1,0 МПа.

2.6. Максимальний тиск нагнітання МКС 15,0 МПа.

2.7. Продуктивність МКС – компресорна станція повинна забезпечувати перекачування газу з будь-якої ділянки магістрального газопроводу, що обмежена двома найближчими лінійними кранами, у діючий газопровід не більше ніж за 96 годин, з урахуванням температури газу в локалізованій ділянці магістрального газопроводу ≥ 67 тис. ст. м³/год.

2.8. Паливо приводного агрегату МКС – природний газ.

2.9. Температура навколишнього середовища:

– під час експлуатації – від -40^0 до $+50$ °С;

– під час зберігання – від -40 до $+50$ °С.

2.10. Ресурс компресорних установок МКС, до капремонту окремих вузлів ≥ 40 тис. мот. год.

2.11. Розрахунковий строк служби МКС ≥ 8 років.

2.12. Рівень шумового навантаження МКС повинен відповідати вимогам державних/галузових стандартів.

2.13. Кількість викидів шкідливих речовин повинна відповідати вимогам державних стандартів.

2.14. МКС повинна мати можливість переміщуватися автомобільним, повітряним, водним, авіаційним, іншими видами транспорту.

2.15. МКС повинна постачатися в іскро- та вибухозахищеному виконанні.

2.16. Конструкція МКС повинна відповідати вимогам безпеки державних та галузових стандартів.

2.17. Електропроводне обладнання МКС повинне мати безперервний, відносно заземлення, електричний ланцюг. Система заземлення МКС повинна відповідати

вимогам державних стандартів. МКС повинна мати систему блискавкозахисту.

2.18. Кут нахилу виробничого майданчика МКС $\leq 10^\circ$.

2.19. Модулі компресорних установок (далі – КУ) МКС повинні бути оснащені системою вентиляції. Кратність повітрообміну повинна відповідати вимогам державних стандартів.

2.20. Поверхні обладнання з робочої температурою $\geq 45^\circ\text{C}$ повинні бути теплоізовані та мати захисні кожухи.

2.21. МКС повинна бути оснащеною системами аварійного/протиаварійного захисту і блокування. Параметри систем захисту та блокування повинні відповідати державним та галузевим стандартам. Системи захисту/блокування МКС, у разі досягнення граничних значень параметрів (відповідних уставок), повинні забезпечувати відключення привідних двигунів компресорів, закриття перекривних пристроїв на вході/виході МКС та стравлювання газу з контуру МКС.

2.22. МКС повинна бути оснащена системою автоматичного тестування працездатного стану МКС, системою сигналізації, системою раннього сповіщення про можливу аварійну ситуацію, системою контролю загазованості повітря робочої зони МКС і системою пожежогасіння відповідно до вимог державних та галузевих стандартів.

2.23. МКС повинна бути оснащена ручним та дистанційними пультами керування та кнопкою аварійного відключення компресорних агрегатів.

2.24. Обладнання МКС повинне мати сигнально-попереджувальне фарбування у відповідності до вимог державних та галузевих стандартів.

2.25. Технологічна обв'язка МКС повинна включати:

- рукава високого тиску для підключення МКС до МГ;
- рукава високого тиску для підключення КУ МКС;
- сталеві трубопроводи різного діаметра;

– інвентарні опори для сталевих трубопроводів;

– перекривну та регулювальну арматури;

– зворотні клапани;

– продувні свічки з опорними пристроями;

– маніфольд на лінії всмоктування, у разі необхідності;

– маніфольд на лінії нагнітання, у разі необхідності;

– інше обладнання, устаткування, передбачене проектом МКС.

Усі елементи обв'язки МКС повинні бути виготовлені і випробувані у заводських умовах.

Вимоги до маніфольдів.

МКС, у складі якої є дві та більше КУ, можуть мати передбачені проектом вхідний та вихідний маніфольди. Маніфольди виготовляються та випробовуються в заводських умовах.

Маніфольд – комплекс труб з одним чи кількома випускними отворами, до якого підводять кілька трубопроводних ліній. Маніфольд, як правило, представлений єдиним блоком із набором вентилів (іноді кульових кранів) для змішування або перерозподілу потоку робочого середовища між входом і декількома виходами або декількома входами/виходами. Маніфольд завжди оснащений клапанами та контрольно-вимірювальними приладами для моніторингу витрати продукту, що транспортується по індивідуальних трубопроводах [10].

Маніфольд на лінії всмоктування (нагнітання) МКС, у разі наявності, повинен оснащуватись патрубками з кульовими кранами, швидкоз'ємними з'єднаннями для підключення КУ, штуцерами з кульовими кранами для підключення паливних ліній КУ МКС, швидкоз'ємними з'єднаннями для підключення трубопроводів обв'язки МКС, інвентарним днищем, манометричним штуцером (штуцерами) та манометром (манометрами).

Маніфольд на лінії нагнітання МКС оснащується вузлом обліку газу,

термодавачем (давачами), іншими контрольно-вимірювальними приладами.

Перекивна арматура МКС повинна мати пневмогідропривід, електропривід та можливість ручної перестановки.

Регульовальна арматура (регулятори) повинна бути автоматичною, забезпечувати максимальний діапазон регулювання параметрів системи, мати можливість зупинятись у будь-якому положенні, перебувати у цьому положенні будь-який час та починати рух з обраного положення у будь-якому напрямку.

Трубопроводи, перекивна та запобіжна арматури повинні забезпечувати максимальну продуктивність та безпеку МКС, відповідати будівельним нормам, нормам технічного проектування, державним/галузевим стандартам.

2.26. Вимоги до одного автопоїзда «тягач-напівприцеп»:

- повна маса..... $\leq 38,0$ т;
- загальна довжина..... $\leq 18,75$ м;
- ширина..... $\leq 2,55$ м;
- сумарна загальна висота, з контейнером..... $\leq 4,0$ м.

2.27. Комплект документації МКС повинен включати:

- настанову з монтажу, обслуговування та експлуатації МКС;
- технічні паспорти на кожну установку та вузли;
- сертифікати відповідності;
- дозволи.

2.28. До складу МКС повинні входити:

- компресорні установки у блочно-модульному виконанні;

- система комплексної підготовки газу, що перекачується;

- система охолодження газу, що перекачується;

- система підготовки та редукування паливного газу КУ;

- пускова, передпускова системи приводів КУ;

- система сигналізації, безпеки, захисту та блокування;

- система пожежогасіння;

- система автоматичного керування виробничими процесами;

- автономна система електропостачання;

- система освітлення;

- автомобілі (трактори-тягачі;

- автомобільні напівпричеми (причеми на лижах);

- рукава високого тиску на роз'ємних з'єднаннях ($P_{роб} \geq 10$ МПа);

- швидкозбірні трубопровідні системи обв'язки МКС ($P_{роб} \geq 10$ МПа);

- система рекуперації теплової енергії;

- вхідний та вихідний маніфольди, у разі необхідності;

- прилади, запасні частини, витратні матеріали;

- технічна документація;

- засоби зв'язку, обміну інформацією;

- кількість КУ МКС:

- до 10,0 МПа – (2...4) од.;

- до 5,5 МПа – (1...2) од.

Висновок. Наведені технічні вимоги значно полегшують формування завдання на проектування мобільних компресорних станцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аксютин О. Е., Ишков А. Г., Аكوпова Г. С., Тетеревлев Р. В. Отечественный и зарубежный опыт перекачки природного газа с использованием мобильных компрессорных станций. *Газовая промышленность*. 2013. № 1. С. 42–45.

2. Спосіб контролю тиску газу у магістральних, технологічних або міжпромислових газопроводах : пат. 99367 Україна : МПКF17D 1 / 00 / З. М. Мацук. № u201500629; заявл. 26.01.2015; опубл. 25.05.2015, Бюл. № 13. 10 с.

3. Установка транспортирования газа : пат.100214 Україна : МПКF17D 1/00, F17D 5/00, F25J 3/00. З. М. Мацук. № u201501759; заявл. 02.03.2015; опубл. 10.07.2015, Бюл. № 13. 21 с.

4. ПАТ «Укртрансгаз» розпочав експлуатацію пересувної компресорної станції. URL : <https://prompolit.info/2017/03/27/ukrtransgaz-rozpochav-ekspluatatsiyu-peresuvnoyi-kompresornoji-stantsiyi/>. (Дата звернення: 06.02.2021).

5. Укртрансгаз начал эксплуатацию мобильной компрессорной станции для снижения потерь газа при ремонтах газопроводов. URL : <http://neftegaz.ru/news/Oborudovanie/211544ukrtransgaz-nachal-ekspluatatsiyu-mobilnoy-kompresornoji-stantsii-dlya-snizheniya-poter-gaza-pri-rem/>. (дата звернення: 17.03.2020).

6. Газпром МКС. URL : <https://mks.gazprom.ru/>. (дата звернення: 17.03.2020).
7. LMF .URL : <https://www.lmf.at/business-areas/pipeline-evacuation>. (дата звернення: 17.03.2020).
8. Использование МКС. URL : <https://investproekt.gazprom.ru/projects/proekty-na-stadii-realizatsii/ispolzovanie-mobilnykh-kompre/?mode=preview>. (дата звернення: 17.03.2020).
9. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво [чинні від 2014-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 39 с. (Державні будівельні норми України). URL : <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/building/tech-reg/normuvannia/derzhavni-ta-galuzevi-budivelni-normi/> (дата звернення: 17.03.2020).
10. Маніфольд. URL : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Манифольд>. (дата звернення: 17.03.2020).

REFERENCES

1. Aksutin O.E., Ishakov A.G., Akopov G.S. and Teterevlev P.V. *Otechestveniy i zarubegni opit perekachki prirodnogo gaza s ispolzovaniem mobilnih kompresornih stanciy* [Domestic and foreign experience in pumping natural gas using mobile compressor stations]. *Gazovaya promyshlennost'* [Gas Industry]. 2013, no. 1, pp. 42–45. (in Russian).
2. *Sposib kontrolu tisku gazu u magistralnih, tehnologichnih abo migpromislovi gazoprovodah* [Method of gas pressure control in main, technological or inter-industrial gas pipelines]. Pat. 999367 Ukraine, no. u201500629; claimed 26.01.2015; publ. 25.05.2015, no. 10; 10 p. (in Ukrainian).
3. *Ustanovka transportuvanna gazu* [Gas transportation installation]. Pat. 100214 Ukraine, no. u201501759; claimed 02.03.2015; publ.10.07.2015, no. 13, 21 p. (in Ukrainian).
4. *PAT «Ukrtransgaz» rozpochav ekspluatatsiyu peresuvnoy kompresornoj stancii*: web-site [PJSC "Ukrtransgaz" began operating a mobile compressor station]. (Accessed : 17 March 2021). (in Ukrainian).
5. *Ukrtransgaz nachal ekspluatatsiyu mobilnoy kompresornoj stancii dlia snigeniya poter gaza pri remontah gazoprovodov* : web-site [Ukrtransgaz began operating a mobile compressor station to reduce gas losses during gas pipelines]. (Accessed :17 March 2021). (in Russian).
6. *Gazprom MKS* [Gazprom ISS; web-site]. (Accessed :17 March 2021). (in Russian).
7. *LMF* [LMF; web-site]. (Accessed :17 March 2021). (in Austrian).
8. *Ispolzovanie MKS* [Using the ISS : web-site]. (Accessed :17 March 2021). (in Russian).
9. *DBN A.2.2-3:2014. Sklad ta zmist proektnoi dokumentacii na budivnictvo*. [SCN A.2.2-3:2014. Composition and content of design documentation for construction]. [Valid from 2020-10-01]. Official edition. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2014, 39 p. (State Building Codes of Ukraine). (in Ukrainian).
10. *Manifold* [Manifold]. Wikipedia (Accessed : 17 March 2021).(in Russian).

Надійшла до редакції: 24.03.2021.

УДК 378:37.015.3

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.20.747

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ АДАПТАЦІЇ СТУДЕНТА ДО ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

БІЛОПОЛИЙ В. В.^{1*}, канд. істор. наук, доц.,
СКЛАДАНОВСЬКА М. Г.², докт. філософії

^{1*} Кафедра філософії та політології, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-А, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (099) 453-35-30, e-mail: bilopolyi.viktor@pqasa.dp.ua

² Кафедра філософії та політології, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-А, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (066) 457-31-99, e-mail: skladonovska.maryna@pqasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6552-5460

Анотація. Постановка проблеми. Проблема адаптації студентів до закладу вищої освіти в наш час набуває великого науково-практичного значення. Злам динамічних стереотипів під час переходу від шкільної системи до навчання у вищій школі, зміна побутових умов для іногородніх студентів, нове соціальне середовище – усе це супроводжує першокурсника і вимагає формування психологічних механізмів адаптації особистості вчорашнього школяра до нових умов життя і діяльності. **Мета дослідження:** визначення структурних складових процесу адаптації, основних напрямків оптимізації процесу адаптації, створення поліфункціональної моделі процесу адаптації студента до вищого навчального закладу. **Висновки.** Основна мета оптимізації процесу адаптації студента до вищого навчального закладу – це створення умов розвитку, самовдосконалення й розкриття творчого потенціалу особистості студента. Отже, ми бачимо такі шляхи вирішення зазначених проблем: психолого-педагогічна підготовка кураторів студентських груп; запровадження інноваційних технологій у педагогічний процес; підвищення психолого-педагогічної кваліфікації викладацького складу вищого навчального закладу; робота з обдарованою молоддю, розвиток креативності студентів у процесі навчання; розвиток студентської ініціативи і самоврядування; психологічне забезпечення методичної й навчально-виховної роботи у вищому навчальному закладі; психологічний супровід розвитку особистості студента в процесі навчання: опанування навичок самостійної роботи, комунікативних навичок, розкриття психологічних особливостей розвитку власного творчого потенціалу, вирішення особистісних проблем.

Ключові слова: адаптація; система освіти; інтелектуальний розвиток; психологічний супровід; суб'єкт-суб'єктне педагогічне спілкування; креативність

OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF ADAPTATION OF A STUDENT TO A HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION

BILOPOLYI V.V.^{1*}, Cand. Sc. (History), Assoc. Prof.,
SKLADANOVSKA M.G.², Ph. D.

^{1*} Department of Philosophy and Political Science, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (099) 453-35-30, e-mail: bilopolyi.viktor@pqasa.dp.ua

² Department of Philosophy and Political Science, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (066) 457-31-99, e-mail: skladonovska.maryna@pqasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6552-5460

Abstract. Formulation of the problem. The problem of adaptation of students to institutions of higher education in our time is of great scientific and practical importance. The breakdown of dynamic stereotypes during the transition from the school system to higher education, the change in living conditions for nonresident students, a new social environment – all this accompanies the freshman and requires the formation of psychological mechanisms of adaptation of the personality of yesterday's schoolchild to new conditions of life and activity. **The purpose of the research:** determination of the structural components of the adaptation process, determination of the main directions of optimization of the adaptation process, creation of a multifunctional model of the student's adaptation process to the university. **Conclusions.** The main goal of optimizing the process of adaptation of a student to the university is to create conditions for the development, self-improvement and disclosure of the creative potential of the student's personality. So, we see the same ways of solving the indicated problems: psychological and pedagogical training of the supervisors

of student groups; introduction of innovative technologies in the pedagogical process; improving the psychological and pedagogical qualifications of the teaching staff of a higher educational institution; work with gifted youth, development of students' creativity in the learning process; development of student initiative and self-government; psychological support of methodological and educational work in a higher educational institution; psychological support for the development of the student's personality in the learning process: mastering the skills of independent work, communication skills, disclosing the psychological characteristics of the development of one's creative potential, solving personal problems.

Keywords: *adaptation; education system; intellectual development; psychological support; subject-subject pedagogical communication; creativity*

Постановка проблеми. Проблема адаптації студентів до закладу вищої освіти в наш час набуває великого науково-практичного значення з декількох причин. Сформулюємо основні:

- зростання соціальної значущості якості освіти;
- зсув акценту зі знання на особистість у всіх її проявах: професійному, емоційному, моральному, інтелектуальному, громадянському, екологічному;
- навчання протягом усього життя як нова парадигма розвитку освіти (lifelong learning);
- розвиток мотивації до самоспрямованої навчальної діяльності;
- збільшення частки самостійної роботи в сучасній організації навчального процесу;
- компетентнісний підхід до визначення результатів вищої професійної освіти.

Проблема компетентнісного підходу в модернізації освіти отримала в останні роки значне поширення у науковому дискурсі (І. Зимня, В. Байденко, В. Болотов та ін.). Причому окремі рівні професійної компетенції мають розвиватися на основі психологічних законів психічного й особистісного розвитку людини, а інші рівні формуватимуться на основі психологічних закономірностей освоєння діяльності і становлення її суб'єкта – самого студента.

Таким чином, особистісно-орієнтований, особистісно-діяльнісний підхід у навчанні стає основним завданням організації педагогічного процесу з перших днів перебування першокурсника в стінах закладу вищої освіти. Злам динамічних стереотипів під час переходу від шкільної системи до навчання у вищій школі, зміна

побутових умов для іногородніх студентів, нове соціальне середовище – усе це супроводжує першокурсника і вимагає формування психологічних механізмів адаптації особистості вчорашнього школяра до нових умов життя і діяльності. Цей процес найчастіше буває болісним, викликає стресові ситуації, занижену самооцінку або, навпаки, бажання самоствердитися в новому колективі з проявами девіантної поведінки (розв'язність, зухвалість, алкоголь, нікотин, наркотики).

Аналіз публікацій. Проблеми психічної, психологічної і соціально-психологічної адаптації в сучасному науковому розумінні – це комплекс факторів, що характеризують процес взаємодії індивіда і середовища, у ході якого індивід розв'язує різні проблемні ситуації у сфері міжособистісних стосунків, професійного становлення й особистісного самовдосконалення. У цьому аспекті проблему адаптації студента до закладу вищої освіти розглядали Н. Агаджанян, Т. Алексеа, К. Платонов, А. Налчаджян, Є. Вишинська, Ю. Бохонкова та ін. [1–4].

Реформування освітнього процесу, соціально-психологічні особливості абітурієнтів і першокурсників сьогодення потребують нових досліджень. Сучасні дослідники розкривають ознаки дезадаптації вчорашніх школярів, проблеми студентів різних соціальних груп, висловлюють окремі практичні рекомендації щодо вдосконалення процесу адаптації [3; 5–9]. Бракує системного підходу до проблеми оптимізації процесу адаптації першокурсників до умов закладу вищої освіти і системи навчання у вищій школі, психологічного супроводу цього процесу.

Мета дослідження. Об'єкт нашого дослідження – процес адаптації студента до умов закладу вищої освіти. Предмет дослідження – оптимізація процесу адаптації студента до закладу вищої освіти.

Основні завдання дослідження:

- визначення структурних складових процесу адаптації;
- проведення практичного психолого-педагогічного дослідження (опитування, спостереження, обробка отриманих даних методами математичної статистики, інтерпретація отриманих результатів);
- визначення основних напрямків оптимізації процесу адаптації;
- створення поліфункціональної моделі процесу адаптації студента до вищого навчального закладу.

Виклад матеріалу. У своєму практичному дослідженні ми розглядали адаптацію першокурсника до вищого навчального закладу як багатовекторну модель, що складається, принаймні, із трьох складових:

- організаційна;
- академічна (дидактична);
- соціально-психологічна.

Організаційна складова процесу адаптації пов'язана, перш за все, з одержанням студентом інформації про розклад занять, місцезнаходження аудиторій, бібліотек, кабінетів і лабораторій, консультації викладачів, організацію навчального процесу й контролю (ці ускладнення в перші місяці навчання в університеті відмітили 95 % опитаних).

Саме цю складову процесу адаптації першокурсника ми можемо оптимізувати зусиллями куратора, деканату і викладачів, що працюють із першим курсом. Своєчасність надання потрібної інформації сприяє можливості організувати й спланувати свою діяльність тим студентам, у яких уже в період шкільного навчання були сформовані на рівні особистісних властивостей уміння планувати свою роботу, організованість і відповідальність.

Однак слід зазначити, що здатність людини до свідомої регуляції своєї поведінки у 17–18 років сформована не

повною мірою, що ми й спостерігаємо у переважної більшості першокурсників. Навчати елементів самоменеджменту, планування своєї навчальної діяльності могли б куратори у співдружності з психологічною службою.

Базові навички й уміння самостійної роботи мають бути сформовані в середній школі, однак найчастіше цього не відбувається. Інтелектуальні операції, необхідні для успішного навчання у вищому навчальному закладі, у багатьох першокурсників відсутні. Це способи змістової переробки тексту, пошуку інформації, систематизації, класифікації, аналізу, порівняння, узагальнення. Високий рівень загального інтелектуального розвитку, пам'яті, мислення, сприйняття, уваги, уваги також залишається ідеальною моделлю студента, що незначно корелює з реальним рівнем розвитку пізнавальних психічних процесів у першокурсників.

Не володіючи цими вміннями, першокурсник не в змозі переробити запропонований обсяг інформації (особливо ту частину, що відведена на самостійне вивчення).

Результати дослідження свідчать, що завдяки зусиллям викладачів матеріал лекції вважають зрозумілим 67 % опитаних, 90 % вважають, що вони вміють конспектувати лекцію, хоча насправді це просто записи під диктування в повільному темпі. Конспектувати ж матеріал першоджерела, писати реферати вміють, за їх власною оцінкою, 51 % опитаних.

Саме цей вектор процесу адаптації першокурсника постає, на наш погляд, ключовою ланкою у формуванні цілісної соціально-професійної компетенції майбутнього фахівця, її інтелектуального й особистісного рівня.

Така постановка питання вимагає спеціальної програми навчання способів інтелектуальної діяльності, спеціальних завдань для розвитку розумових операцій, когнітивних процесів, організації своєї навчальної діяльності. Усе це може бути змістом навчальної дисципліни «Вступ до вищої освіти», «Мистецтво учіння» (або з

іншою назвою), обов'язкової для першокурсників у першому семестрі.

Перенесення центра тяжіння із запам'ятовування інформації на її осмислення також постає важливим завданням для викладачів, що працюють на першому курсі. Особливо важлива така організація контролю, яка має перенести акцент із репродуктивної форми відтворення матеріалу на продуктивну (маючи на увазі, що будь-який самостійний розумовий акт можна розглядати як продуктивну дію), на питання застосування отриманих знань у ситуаціях майбутньої професійної діяльності, аналіз і логіку доказів.

В особистісному плані основним стає розвиток рефлексії студента, усвідомлення себе суб'єктом діяльності. Психолого-педагогічною базою формування цих особистісних якостей стає посилення діалогічності навчання, застосування педагогом інтерактивних форм і методів навчання, протягом яких здійснюється зворотний зв'язок між студентами і викладачем, і студент має можливість відстоювати свої погляди (або вчитись цього).

Не меншу роль відіграє таке педагогічне спілкування, під час якого викладач демонструє довіру, доброзичливість, віру у можливості студента, готовність до підтримки, надання допомоги. Створення таких зовнішніх умов постає, з одного боку, психологічною профілактикою стресу в студентському середовищі, а з іншого, – знімає блокування інтелектуальних можливостей індивіда, створює позитивну мотивацію навчальної діяльності й особистісного розвитку.

Підвищення мотивації і, як наслідок, зацікавленості і працездатності дозволяє компенсувати недостатній розвиток пізнавальних психічних процесів та інтелектуальних умінь учорашнього школяра. От чому мотивація – перший і обов'язковий компонент у структурі навчальної діяльності, перша вимога до планування й організації навчальних занять викладачем. Саме мотиви визначають особистісний зміст навчальної діяльності

студента. Вони стають основним важелем підвищення ефективності навчальної діяльності, не виключаючи тих випадків, коли навчання для студента стає засобом досягнення інших цілей (одержання престижної професії, конкурентноздатності на ринку професійних послуг тощо). Саме мотиваційний аспект стає першочерговим у конструктивній частині діяльності педагога в умовах значного скорочення аудиторних годин на вивчення низки дисциплін, головним чином гуманітарних.

Таким чином, особистісно-діяльнісний, особистісно-орієнтований підхід вимагає використання в процесі навчання таких способів, активних форм і методів його організації, що застосовують проблемні ситуації, вправи на розвиток продуктивного і творчого мислення, індивідуалізацію рівня навчальних завдань відповідно до межі зони найближчого розвитку і зони актуального розвитку студента.

Величезне значення у виникненні й розвитку пізнавальної мотивації студентів має стиль педагогічного спілкування, обраний викладачем, рівень його педагогічної майстерності, а також стиль спілкування студентів між собою. Як оволодіння прийомами розумової діяльності не може здійснитися тільки через ознайомлення студентів із ними, але обов'язково через застосування їх на практиці, перенесення в нові умови (новий матеріал, нове формулювання завдання), так і будь-які знання не можуть бути передані шляхом повідомлення у готовому вигляді.

Надана, донесена інформація може стати засвоєним знанням тільки в результаті певних дій, вироблення власного ставлення до об'єкта дослідження й визначення його особистісної значущості. Ось чому поняття мотивації містить у собі задоволення від самої діяльності, значущість для особистості безпосереднього результату діяльності, очікування майбутніх благ, а також зв'язок результату із засвоєними моральними критеріями, ціннісними орієнтаціями, естетичними потребами.

Перший рік навчання – це етап цілісного розвитку особистості, входження в нову

соціальну роль. Як показують наші дослідження, психічний стан першокурсника в цей період може характеризуватися: ейфорією від того, що він вступив до вищого навчального закладу (29 %), тривожністю (59 %), сумом про те, що поруч немає гарних друзів (15 %), звичного шкільного оточення, однокласників (37 %). Бажання стати повноцінним членом нового колективу може гальмуватися як особистісними особливостями (побоювання, невміння спілкуватися, відсутність ініціативи), так і браком інформованості про позааудиторні заходи, студентське самоврядування, роботу клубів, секцій, центрів.

Саме на куратора покладено відповідальну місію: допомогти створити колектив навчальної групи, виявити індивідуальні особливості студента, що допоможе включити його у нове коло спілкування, надасть можливість уникнути дезадаптаційного синдрому, зробити процес адаптації більш рівним і психологічно комфортним. Таким чином, психолого-педагогічна підготовка кураторів стає невідкладним завданням закладів вищої освіти.

Як зазначає А. Налчаджян [4, с. 88], соціально-психічна адаптація особистості не зводиться до конформізму. Конформістське поведіння – це тільки одна з можливих стратегій адаптації. Як свідчать наші дослідження, процес адаптації, як правило, не завершується протягом року, а продовжується і протягом другого року навчання.

Тривожним показником виявився той факт, що вже у 21 % опитаних першокурсників з'явилися сумніви в правильності вибору фаху, що свідчить про недостатню серйозність під час вибору спеціальності. Основними причинами цього факту ми вважаємо, перш за все, недоліки в профорієнтаційній роботі і, як наслідок:

- неадекватність уявлень про реальну професійну діяльність у випускників середніх шкіл і абітурієнтів;
- незнання професійно значущих якостей, необхідних представнику тієї або

іншої професії, та невідповідність психологічних характеристик студента психологічним аспектам професійної діяльності;

- об'єктивний процес поглиблення і розширення професійних знань у процесі навчання, що висуває нові вимоги до способів інтелектуальних дій за умови їх недостатньої сформованості у студента.

Проте свою роль можуть відігравати й ті фактори, що перебувають у компетенції викладацького складу вищого навчального закладу: освітні технології, що застосовуються в конкретній освітній системі, у даному навчальному закладі, особистість педагога-викладача, індивідуальний стиль педагогічної діяльності, неефективна організація студентської практики.

Інтерес до навчання виказали 47 % опитаних («іноді цікаво» – 52,5 %). Тут підкреслимо головну думку: необхідною умовою процесу адаптації першокурсника до закладу вищої освіти постає розкриття творчого потенціалу кожного студента, розвиток його креативності. Ми розуміємо креативність як потенційні творчі здібності, можливості студента, не завжди вже виявлені в даний момент часу, у даній ситуації. Діагностика креативності залишається складним питанням навіть для професіоналів. Однак психолого-педагогічні дослідження в цьому напрямку допомогли сформулювати низку положень, на наш погляд, основних в особистісно-орієнтованій концепції сучасної освіти:

- установка й віра викладача у високий творчий потенціал особистості кожного студента;
- розвиток креативності студента у процесі діяльності: впровадження у процесі навчання таких прийомів, форм і методів його організації, що використовують проблемні ситуації, сприяють розвитку продуктивного, творчого мислення, творчої уяви;
- розвиток і формування особистісних аспектів креативності: інтелектуальної ініціативи, вольової саморегуляції, стійких

емоційних станів задоволення від напруженої роботи, радості творчості.

Залучення першокурсника до діяльності з використанням елементів творчого мислення, творчої уяви, навчання здатності побачити ту саму ситуацію з різних боків, обирати рішення з урахуванням різних цільових функцій, гнучкості в оцінюванні розв'язків та їх застосувань, підтримка будь-якої творчої ініціативи студента, стимулювання його власних міркувань і пошуків – основа креативної педагогіки. Її переваги:

- стимулювання навчально-пізнавальної активності студента;
- формування пізнавальної мотивації – найефективнішого варіанта з усіх можливих мотивів навчальної діяльності;
- формування особистісних якостей: інтелектуальної ініціативи, толерантності, уміння знаходити розв'язок задачі в нестандартних ситуаціях;
- розвиток інтелектуальних операцій, розумових дій;
- створення умов для самореалізації, розкриття своїх можливостей і здібностей;
- підвищення рівня самооцінки як необхідної складової розкриття творчого потенціалу студента.

Особливо слід зазначити, що сам процес творчості – могутній спосіб психологічного захисту особистості, профілактики негативних наслідків стресогенних ситуацій. Цей процес дає ні з чим не зрівняне емоційне задоволення, можливість відчувати той стан натхнення, який, раз відчувши, людина прагне повторити знову і знову. Творчість і творча діяльність – єдине ефективне щеплення проти епідемії культу споживання, що роз'їдає особистість.

Таким чином, психологічна готовність людини до навчальної діяльності у нових соціальних умовах являє собою цілісну структуру, що включає низку компонентів: мотиваційно-орієнтовний, операційний, ціннісний, вольовий, комунікативний, емоційний.

Висновки. Основна мета оптимізації процесу адаптації студента до вищого навчального закладу – це створення умов

розвитку, самовдосконалення й розкриття творчого потенціалу особистості студента. Це основний критерій оцінювання організації освітянського процесу й діяльності всіх, хто безпосередньо спілкується зі студентами. Мета створення середовища, що впливає на формування ієрархії ціннісних орієнтацій особистості студента – це створення атмосфери, яку відчуває (або не відчуває) колишній школяр, здобувши нову якість – студент вищого навчального закладу.

У цьому процесі багато складових: що вважають найвищими цінностями викладачі, керівництво факультету, університету; як спілкуються зі студентом усі, з ким він зустрічається у вищому навчальному закладі; що вважається престижним, цікавим у студентському середовищі.

Але є й інший аспект. Навколишнє середовище завжди містить більше інформації, ніж ми здатні свідомо зареєструвати й зрозуміти, але впливає воно як єдине ціле. Символічні значення середовища передають нам і мотиваційну інформацію, що може стати відправною точкою в прийнятті рішень. Чистота й естетично витончене оформлення приміщень, форми і види альтернативних занять, творчих об'єднань, мистецьких, спортивних секцій і головне: чи дотримується університет у повсякденному житті тих принципів, що були задекларовані – пріоритет гуманістичних цінностей, суб'єкт-суб'єктних відносин у педагогічному процесі, відповідальність за виконання основних цілей освітянського процесу і культури спілкування. А університет, академія – це ми, всі, хто тут вчиться і працює. Отже, немає дрібниць у створенні в академії атмосфери пріоритету духовних цінностей, знань, інтелекту, творчості, інтелігентності.

Отже, ми бачимо такі шляхи вирішення зазначених проблем:

- психолого-педагогічна підготовка кураторів студентських груп;
- упровадження інноваційних технологій у педагогічному процесі;

- підвищення психолого-педагогічної кваліфікації викладацького складу вищого навчального закладу;
- робота з обдарованою молоддю, розвиток креативності студентів у процесі навчання;
- розвиток студентської ініціативи і самоврядування;
- психологічне забезпечення методичної й навчально-виховної роботи у вищому навчальному закладі;
- психологічний супровід розвитку особистості студента у процесі навчання;

опанування навичок самостійної роботи, комунікативних навичок, розкриття психологічних особливостей розвитку власного творчого потенціалу, розв'язування особистісних проблем.

Результатом дослідження стала поліфункціональна модель процесу адаптації студента до вищого навчального закладу, способи його оптимізації і суб'єкти освітняського процесу, що можуть їх реалізувати (рис.).

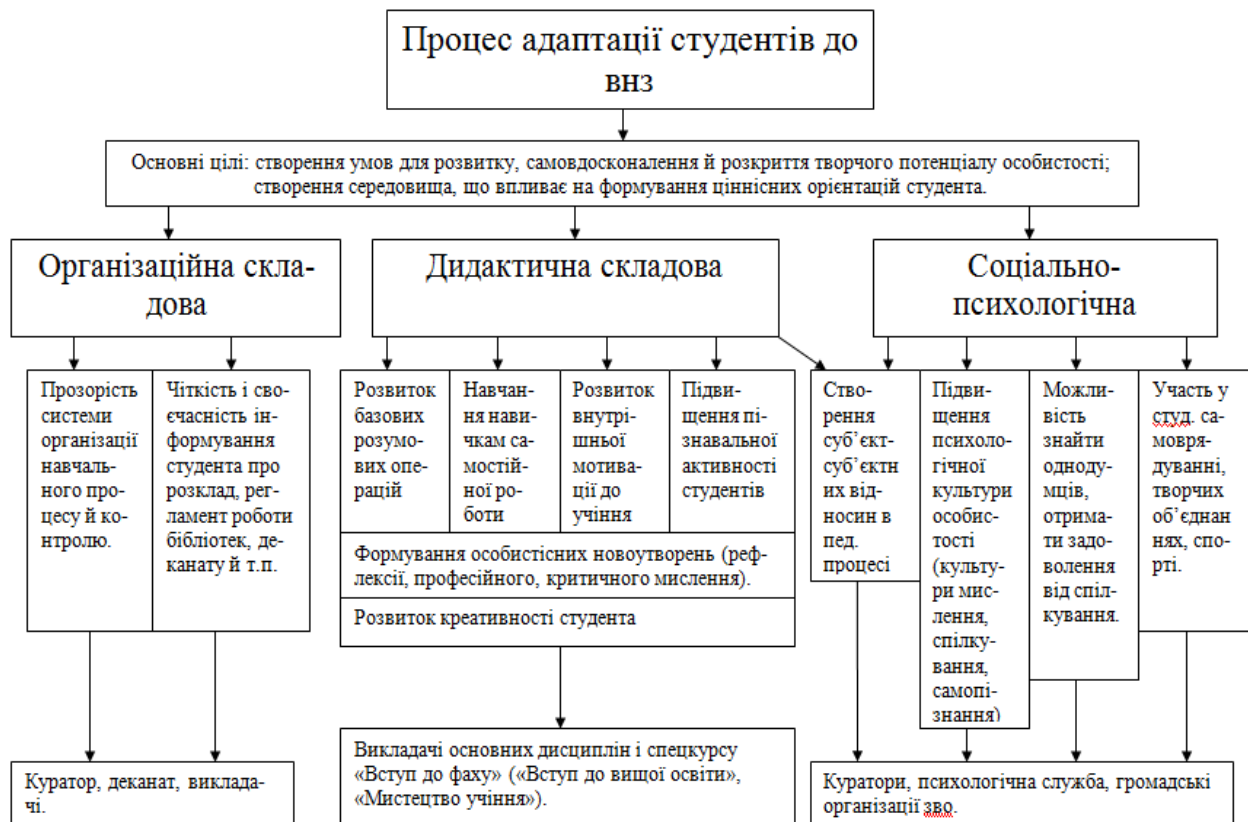


Рис. Процес адаптації студентів до ЗВО

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексеева Т. В. Психологічні фактори та прояви процесу адаптації студентів до навчання у вищому навчальному закладі : автореф. дис. канд. психол. Наук : 19.00.01. Київ : Нац. ун-т ім. Т. Шевченка. 2004. 20 с.
2. Бохонкова Ю. О. Соціально-психологічна адаптація першокурсників до умов вищих навчальних закладів : монографія. 2011. 200 с.
3. Волнушкіна Г. В. Соціально-психологічні особливості адаптації студентів до навчання у вищому навчальному закладі [Електронний ресурс]. URL : <http://www.apppsychology.org.ua/data/jrn/v9/i9/16.pdf>
4. Высшая школа : проблемы и перспективы : матер. 7-й Междунар. науч.-метод. конф. (1–2 ноября 2005 г.). Минск : РИВШ, 2005. 178 с.
5. Петрук В. А., Ляховченко Н. В. До питання адаптації першокурсників у ВНЗ. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки*. 2013. № 5. 34 с. URL : http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/VchdpuP_2013_1_108_7.pdf

6. Блажівська С. С., Волченко Ю. І. Особливості соціальної адаптації студентів-першокурсників до навчання у вищому навчальному закладі. URL : http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Znpkhist_2013_1_9.pdf
7. Чистяк О. В. Адаптація студентів-першокурсників до закладу вищої освіти. *Теорія і практика сучасної психології*. Запоріжжя, 2019. С. 47–52. URL : http://tpsp-journal.kpu.zp.ua/archive/1_2019/part_2/30.pdf
8. Мирончук Н. М. Особливості адаптації студентів вищих навчальних закладів до змінених умов життєдіяльності. *Нові технології навчання: наук.-метод. зб. Ін-т інновац. технолог. і змісту освіти МОН України*. Київ, 2013. Вип. 79. С. 82–85. URL : <http://eprints.zu.edu.ua/12323/1/1.pdf>
9. Ніколаєнко С., Ніколаєнко О. Поняття адаптації в різних напрямках психології. URL : <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/39533/08-Nikolaienko.pdf?sequence=1>

REFERENCES

1. Aleksieieva T.V. *Psykholohichni faktory ta proiavy protsesu adaptatsii studentiv do navchannia u vyshchomu navchalnomu zakladi* : avtoref. dys. kand. psykol. nauk : 19.00.01 [Psychological factors and manifestations of the process of adaptation of students to higher education : abstract. dis. Cand. Psychol. Sc.: 19.00.01]. Kyiv National University of T. Shevchenko, Kyiv, 2004, 20 p. (in Ukrainian)
2. Bokhonkova Yu.O. *Sotsialno-psykholohichna adaptatsiia pershokursnykiv do umov vyshchykh navchalnykh zakladiv: monohrafiia* [Socio-psychological adaptation of freshmen to the conditions of higher educational institutions: a monograph]. 2011, 200 p. (in Ukrainian)
3. Volnushkina H.V. *Sotsialno-psykholohichni osoblyvosti adaptatsii studentiv do navchannia u vyshchomu navchalnomu zakladi* [Socio-psychological features of students' adaptation to higher education]. URL : <http://www.apppsychology.org.ua/data/jrn/v9/i9/16.pdf> (in Ukrainian)
4. *Vyshchaia shkola : problemy u perspektyvy : materyaly 7 Mezhdunarodnoi nauchno-metodycheskoi konferentsy* .[Higher School : Problems and Prospects : materials of the 7th International Scientific and Methodological Conference]. November 1–2, 2005, Mynsk : RYVSh Publ., 2005, 178 p. (in Russian)
5. Petruk V.A. and Liakhovchenko N.V. *Do pytannia adaptatsii pershokursnykiv u VNZ* [On the issue of adaptation of freshmen in universities]. *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Pedahohichni nauky* [Bulletin of Chernihiv National Pedagogical University. Pedagogical sciences]. No. 5, 2013, 34 p. URL : http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/VchdpuP_2013_1_108_7.pdf (in Ukrainian)
6. Blazhiievska S.S. and Volcheniuk Yu.I. *Osoblyvosti sotsialnoi adaptatsii studentiv-pershokursnykiv do navchannia u vyshchomu navchalnomu zakladi* [Peculiarities of social adaptation of first-year students to study in a higher educational institution]. URL : http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Znpkhist_2013_1_9.pdf (in Ukrainian)
7. Chystiak O.V. *Adaptatsiia studentiv-pershokursnykiv do zakladu vyshchoi osvity. Teoriia i praktyka suchasnoi psykholohii* [Adaptation of first-year students to higher education institutions. Theory and practice of modern psychology]. Zaporizhzhia, 2019, pp. 47–52. URL : http://tpsp-journal.kpu.zp.ua/archive/1_2019/part_2/30.pdf (in Ukrainian)
8. Myronchuk N.M. *Osoblyvosti adaptatsii studentiv vyshchykh navchalnykh zakladiv do zminenykh umov zhyttiediialnosti* [Features of adaptation of students of higher educational institutions to the changed living conditions]. *Novi tekhnologii navchannia : nauk.-metod. zb.* [New learning technologies: scientific method. coll.]. Institute of Innovation technologist and the Content of Education of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2013, vol. 79, pp. 82–85. URL : <http://eprints.zu.edu.ua/12323/1/1.pdf> (in Ukrainian)
9. Nikolaienko S. and Nikolaienko O. *Poniattia adaptatsii v riznykh napriamkakh psykholohii* [The concept of adaptation in different areas of psychology]. URL : <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/39533/08-Nikolaienko.pdf?sequence=1> (in Ukrainian)

Надійшла до редакції: 04.03.2021.

УДК 504.5:621.565.8

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.28.748

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ВОДЯНОЇ ЗАВИСИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ПРАЦІВНИКІВ ВІД ТЕРМІЧНОГО УРАЖЕННЯ

БІЛЯЄВ М. М.¹, *докт. техн. наук, проф.*,

БЕРЛОВ О. В.^{2*}, *канд. техн. наук, доц.*,

БІЛЯЄВА В. В.³, *канд. техн. наук, доц.*,

ВЕРГУН О. О.⁴, *канд. техн. наук, доц.*

¹ Кафедра гідравліки та водопостачання, Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. Акад. В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 273-15-09, e-mail: water.supply.treatment@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1531-7882

^{2*} Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-16-01, e-mail: berlov.oleksandr@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-7442-0548

³ Кафедра аерогідромеханіки та енергомасопереносу, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, пр. Гагаріна, 72, 49000, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 374-98-22, e-mail: water.supply.treatment@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2399-3124

⁴ Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-71, e-mail: vergun.oksana@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-4842-1069

Анотація. Постановка проблеми. Розглядається оцінювання ефективності використання водяної зависи для зменшення ризику термічного ураження людей під час пожежі. Ставиться задача визначення температурних полів під час подачі води для охолодження повітря. **Мета роботи** – розроблення числової моделі для розрахунку процесу розповсюдження крапель води в повітрі, їх випарювання для зменшення температури нагрітого повітря внаслідок пожежі. **Методика.** Для математичного моделювання процесу поширення крапель води в повітрі, теплового забруднення повітря застосовуються конвективно-дифузійне рівняння масопереносу, рівняння енергії та рівняння, що описує рух ідеальної рідини (модель потенціальної течії). Модель потенціальної течії дозволяє швидко визначити поле швидкості повітряного потоку в областях, що мають складну геометричну форму. Для числового інтегрування рівняння конвективно-дифузійного масопереносу та рівняння енергії застосовуються неявні різницеві схеми розщеплення. Для побудови різницевого аналога моделювальних рівнянь використовується фізичне розщеплення базових рівнянь. Для розв'язання задачі аеродинаміки – визначення поля потенціалу швидкості та компонент вектора швидкості повітряного потоку застосовуються метод Річардсона та схема умовної апроксимації. Розроблено інженерну методику розрахунку процесу випарювання краплі води, що базується на законі Срезневського. **Наукова новизна.** Розроблено ефективну числову модель, що дозволяє методом обчислювального експерименту визначати ефективність використання водяної зависи для зменшення рівня теплового забруднення атмосферного повітря внаслідок пожежі. Числова модель базується на інтегруванні фундаментальних рівнянь аеродинаміки, тепломасопереносу. Модель враховує найбільш суттєві фізичні фактори, що впливають на процес, який досліджується: рух нагрітого повітря, рух крапель води в повітрі, випарювання краплі тощо. **Практична значимість.** На базі побудованої моделі створено комп'ютерний код, що дозволяє швидко визначати температурні поля в повітрі з використанням водяної зависи. Числова модель буде корисна для проведення обчислювальних експериментів з метою науково обгрунованого вибору місця розташування водяної зависи під час пожежі. **Висновки.** Створено комп'ютерну програму (код), що дозволяє методом обчислювального експерименту досліджувати ефективність використання водяної зависи під час пожежі. Розроблена комп'ютерна програма може бути реалізована на комп'ютерах малої та середньої потужності. Наведені результати обчислювального експерименту.

Ключові слова: термічне ураження; робоча зона; числове моделювання; водяна зависа; пожежа

SIMULATION OF A WATER CURTAIN APPLICATION TO PROTECT WORKERS FROM THERMAL INJURIES

BILIAIEV M.M.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,

BERLOV O.V.^{2*}, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,

BILIAIEVA V.V.³, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,

VERGUN O.O.⁴, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

¹ Department of Hydraulics and Water Supply, Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, 2, Lazaryana Str., 49010, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056)273-15-09, e-mail: water.supply.treatment@gmail.com, ORCIDID: 0000-0002-1531-7882

^{2*} Department of Workplace Safety and Health, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: berlov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-7442-0548

³ Department of Aerohydrodynamics and Energy Mass-transfer, Oles Honchar Dnipro National University, 72, Haharina Ave., 49000, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 374 98 22, e-mail: water.supply.treatment@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2399-3124

⁴ Department of Ecology and Environmental Protection, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-71, e-mail: vergun.oksana@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-4842-1069

Abstract. Problem statement. The problem of evaluating the effectiveness of using the water curtain to reduce the risk of thermal injury to people in a fire is considered. The problem is to determine the temperature fields when supplying water for air cooling. **The purpose of the article.** Development of a numerical model for calculating the process of propagation of water droplets in the air, their evaporation to reduce the temperature of heated air due to fire. **Methodology.** For mathematical modeling of the process of propagation of water droplets in air, thermal air pollution, the convective-diffusion equation of mass transfer, the energy equation and the equation describing the motion of an ideal liquid (potential flow model) are used. The potential flow model allows you to quickly determine the field of air flow velocity in areas with a complex geometric shape. Implicit difference splitting schemes are used for numerical integration of the convective-diffusion mass transfer equation and the energy equation. Physical splitting of basic equations is used to construct a difference analogue of modeling equations. The Richardson method and the conditional approximation scheme are used to solve the aerodynamics problem of determining the velocity potential field and the components of the air velocity vector. An engineering method for calculating the process of evaporation of a drop of water based on Sreznevsky's law has been developed. **Scientific novelty.** An effective numerical model has been developed that allows the method of computational experiment to determine the efficiency of using the water curtain to reduce the level of thermal pollution of atmospheric air due to fire. The numerical model is based on the integration of the fundamental equations of aerodynamics, heat and mass transfer. The model takes into account the most significant physical factors that affect the process under study: the movement of heated air, the movement of water droplets in the air, evaporation of the droplet, and so on. **Practical significance.** Based on the built model, a computer code has been created that allows you to quickly determine the temperature fields in the air when using a water curtain. The numerical model will be useful when conducting computational experiments for the purpose of scientifically sound choice of the location of the water curtain in case of fire. **Conclusions.** A computer code has been created that allows a computational experiment to investigate the effectiveness of using a water curtain in a fire. The developed computer program can be implemented on low and medium power computers. The results of a computational experiment are presented.

Keywords: thermal damage; work area; numerical simulation; water curtain; fire

Постановка проблеми. Надзвичайні ситуації на підприємствах, транспорті супроводжуються появою вражаючих факторів [1; 4; 5]. Під час пожеж формується поле інтенсивного теплового забруднення атмосферного повітря. Це створює ризик термічного ураження працівників у робочих зонах, розташованих біля пожежі.

Тому значна увага приділяється проблемі захисту працівників від термічного ураження у випадку виникнення пожежі за допомогою різних засобів. Один із таких засобів – водяна завіса (рис. 1).

У рамках вказаної проблеми постає задача прогнозування ефективності використання водяної завіси у різних надзвичайних ситуаціях. Нижче розглянуто

побудову математичної моделі для розв'язання цієї задачі.



Рис. 1. Водяна завіса

Аналіз останніх досліджень. Пожежа – це надзвичайна ситуація, що створює ризик ураження людей внаслідок термічного впливу, ураження хімічно небезпечними продуктами горіння. Для оцінювання

наслідків цієї надзвичайної ситуації або інших досить поширені такі математичні моделі: емпіричні (або статистичні), аналітичні, числові [3; 7–13]. Емпіричні та аналітичні моделі дозволяють швидко здійснювати прогнозування, але вони мають обмежену зону застосування, бо не враховують низки важливих факторів. У зв'язку із цим особлива увага приділяється розробленню числових моделей, що мають широкий робочий діапазон.

В Україні як числові моделі частіше застосовують відомі комерційні пакети, що реалізують програмну реалізацію числових моделей, наприклад, різні версії пакета ANSYS. На жаль у нас приділяється дуже мало уваги розробленню авторських числових моделей. Тому розроблення таких моделей для розв'язання прикладних задач у галузі охорони праці – дуже актуальне наукове завдання.

Мета статті – побудова CFD моделі для оцінювання ефективності використання водяної зависи для зниження температури повітря біля місця пожежі.

Методика. Розглядається процес подачі води в повітря для зниження його температури. Зростання температури зумовлене рухом нагрітого повітря від місця пожежі до робочих зон. Для математичного моделювання цього процесу попередньо розглянемо сам процес випарювання краплі води, що потрапляє в повітря від насосної установки.

Нехай у повітрі міститься крапля води, що має діаметр D . Так, згідно з законом Срезневського [2], під час випарювання краплі її діаметр змінюється таким чином:

$$\frac{\partial D^2}{\partial t} = -k, \quad (1)$$

де D – діаметр краплі, t – час, k – параметр.

Модель (1) показує математичну залежність зміни діаметра краплі від часу у процесі випарювання.

Параметр k має вигляд [2]:

$$k = \frac{4\alpha D(T - T_k)}{\rho L}, \quad (2)$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі; ρ – щільність рідини; L – теплота випарювання рідини; T – температура повітря; T_k – температура краплі.

Слід зазначити, що при русі краплі в нагрітому повітрі мають місце дуже складні процеси тепломасообміну: зміна температури краплі з часом, зміна її діаметра, випарювання, зміна концентрації водяного пару в повітрі біля краплі тощо. Тому дуже складно розрахувати ці процеси на базі системи рівнянь тепломасообміну. Також для розв'язання цих рівнянь потрібно використовувати експериментальні параметри для краплі, яка рухається. Ці параметри визначаються для певних умов експерименту і відомі приблизно.

Крім цього для розв'язання задач цього класу ми маємо дуже приблизні початкові дані – початковий діаметр крапель, швидкість струменів, швидкість повітря на різній висоті тощо. Тому, для побудови експрес-моделі будемо застосовувати інший підхід. Для цього здійснимо математичний аналіз залежності (2) та визначимо порядок величини k . Приймаємо такі дані:

$$\alpha = 115000 - 600000 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{с};$$

$$\rho = 1000 \text{ кг} / \text{м}^3;$$

$$L = 2260 \cdot 10^3 \text{ Дж} / \text{кг};$$

$$T = 2273^\circ \text{C};$$

$$D = 10^{-4} \text{ м};$$

$$T_k = 373^\circ \text{C}.$$

Розраховуємо значення коефіцієнта k :

$$k = \frac{4\alpha D(T - T_k)}{\rho L} = \frac{4}{1000 \cdot 2260 \cdot 10^3} 600 \cdot 10^3 \cdot 10^{-4} \cdot 2000 = 0.2 \cdot 10^{-3}. \quad (3)$$

Це значення параметра k будемо враховувати далі для побудови алгоритму розв'язання задачі.

Розглянемо тепер процес розсіювання крапель води в повітрі. Для моделювання переносу крапель води в повітрі

використовується таке рівняння конвективно-дифузійного масопереносу [6]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial (v-v_g)C}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \sum Q_i \cdot \delta(x-x_i) \delta(y-y_i), \quad (4)$$

де C – концентрація водяних крапель (кількість крапель в одиниці об'єму); t – час; μ_x, μ_y – коефіцієнти атмосферної дифузії; (x_i, y_i) – координати місця подачі води; $\delta(x-x_i) \delta(y-y_i)$ – дельта-функція Дірака; Q_i – інтенсивність подачі води; V_g – швидкість гравітаційного осадження краплі води; u, v – компоненти вектора швидкості повітряного потоку.

Параметри u, v визначаються шляхом розв'язання задачі аеродинаміки (6).

Граничні умови для моделюючого рівняння (4):

$$1. \frac{\partial C}{\partial n} = 0 \text{ – на непроникливих межах (} n \text{ –}$$

одиничний вектор зовнішньої нормалі до поверхні);

$$2. C = 0 \text{ – на межі, де потік втікає;}$$

$$3. \left. \frac{\partial C}{\partial n} \right|_{\Gamma_2} = 0 \text{ – на межі «виходу» потоку.}$$

Для моменту часу $t = 0$, початкова умова записується так: $C = 0$.

Базовим рівнянням для розрахунку теплових полів, що формуються в повітрі під час пожежі, стає рівняння енергії [3]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial uT}{\partial x} + \frac{\partial vT}{\partial y} = \operatorname{div}(a \operatorname{grad} T), \quad (5)$$

де T – температура; u, v – складові вектора руху повітряного потоку; $a = (a_x, a_y)$ – коефіцієнти температуропровідності; x, y – декартові координати; t – час.

Граничні умови для рівняння (5):

1. На межі, де повітряний потік входить в область:

$$T = T_{in},$$

де T_{in} – фонові температура повітря.

2. На межі, де повітряний потік виходить із розрахункової зони:

$$T_{i+1,j} = T_{i,j},$$

де: $T_{i+1,j}$ – температура в останній різницевій комірці; $T_{i,j}$ – температура в попередній комірці.

$$3. \text{ На поверхні об'єктів } \frac{\partial T}{\partial n} = 0.$$

Початкова умова ($t = 0$): $T = T_0$, де T_0 – температура повітря там, де має місце пожежа, в іншій частині розрахункової області температура дорівнює фоновій.

Для моделювання руху повітряного потоку використовується рівняння аеродинаміки [6]:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial^2 x} + \frac{\partial^2 P}{\partial^2 y} = 0, \quad (6)$$

$$u = \frac{\partial P}{\partial x}, v = \frac{\partial P}{\partial y},$$

де: P – потенціал швидкості.

Граничні умови:

$$1. \frac{\partial P}{\partial n} = 0 \text{ – на твердих межах;}$$

$$2. \frac{\partial P}{\partial n} = V_n \text{ – на межі, де потік, } V_n \text{ –}$$

відома швидкість повітря;

$$3. P = \operatorname{const} \text{ – на межі «виходу» потоку.}$$

Для побудови методології розрахунку процесу зменшення температури повітря внаслідок випарювання краплі води будемо використовувати такий алгоритм:

1. Задаємо початкові дані: початковий діаметр краплі D^n , об'єм води, що потрапляє в повітря W за одиницю часу.

2. Визначаємо кількість крапель в об'ємі, що потрапляє в повітря від насоса:

$$n = \frac{6}{\pi \cdot D^3} W.$$

3. Числово інтегрується рівняння конвективно-дифузійного переносу водяних крапель у повітрі та визначається розподіл концентрації крапель води в розрахунковій області на момент часу t^n .

4. Розраховується поле температур шляхом числового розв'язання рівняння енергії.

5. У кожній різницевій комірці розраховується зміна діаметра крапель, на заданому часовому інтервалі dt . Для цього використовуються залежності (1). Для числового розв'язання рівняння (1) застосовується метод Ейлера. Ми отримуємо дані щодо нового значення діаметра крапель D^{n+1} на новому часовому кроці.

6. Обчислюється маса води, що була випарувана за проміжок часу dt :

$$m_i = \frac{1}{6} \pi \cdot (D^{3n} - D^{3n+1}) \cdot \rho.$$

7. Визначається зміна температури повітря внаслідок випарювання маси води m_i . Для цього використовується балансова залежність щодо зміни внутрішньої енергії в різницевій комірці:

$$cmT^{n+1} = cmT^n - Lm_i,$$

де: m – маса повітря в різницевій комірці ($m = h_x \cdot h_y \cdot 1 \cdot \rho_a$);

h_x – різницевий крок у напрямі x ;

h_y – різницевий крок у напрямі y ;

ρ_a – щільність повітря (1,2 кг/м³);

c – питома теплоємність (1 076 Дж/кг град.);

T^n – температура повітря на момент часу t^n ;

T^{n+1} – нове значення температури повітря на момент часу t^{n+1} .

З даної балансової залежності визначаємо нове значення температури повітря в кожній різницевій комірці для моменту часу t^{n+1} :

$$T^{n+1} = T^n - Lm_i / mc.$$

8. Розрахунок повторюється для нового часового кроку.

Методика розв'язання. Для проведення розрахунків із оцінювання ефективності використання водяної завіси потрібно знати

розподіл крапель води, температури повітря в кожній точці розрахункової області. Для цього потрібно проінтегрувати рівняння (4)–(6). Розглянемо методологію інтегрування. Числове інтегрування моделювальних рівнянь здійснюється на прямокутній різницевій сітці.

Для числового інтегрування рівняння Лапласа (6) використовуються дві різницеві схеми. Попередньо рівняння Лапласа записується так:

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2}, \quad (7)$$

де t – фіктивний час.

Перший метод числового розв'язання – це метод Річардсона [4]. Розрахунок значення температури на новому часовому кроці здійснюється таким чином:

$$P_{i,j}^{n+1} = P_{i,j}^n + Vt \frac{P_{i+1,j}^n - 2P_{i,j}^n + P_{i-1,j}^n}{\Delta x^2} + Vt \frac{P_{i,j+1}^n - 2P_{i,j}^n + P_{i,j-1}^n}{\Delta y^2}. \quad (8)$$

Другий метод числового розв'язання – це схема умовної апроксимації [5]. Розрахункові залежності мають вигляд:

$$\frac{P_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - P_{i,j}^n}{\Delta t} = \left[\frac{-P_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + P_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta x^2} \right] + \left[\frac{-P_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + P_{i,j-1}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta y^2} \right],$$

$$\frac{P_{i,j}^{n+1} - P_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta t} = \left[\frac{P_{i+1,j}^{n+1} - P_{i,j}^{n+1}}{\Delta x^2} \right] + \left[\frac{P_{i,j+1}^{n+1} - P_{i,j}^{n+1}}{\Delta y^2} \right].$$

Процедура розрахунку за цими методами закінчується за виконання умови:

$$|P_{i,j}^{n+1} - P_{i,j}^n| \leq \varepsilon,$$

де ε – мале число. Для початку розрахунку приймаємо, що для моменту часу $t = 0$ в розрахунковій області $P = 0$.

Компоненти вектора швидкості повітряного потоку розраховуються таким чином:

$$u_{ij} = \frac{P_{i,j} - P_{i-1,j}}{\Delta x}, \quad v_{ij} = \frac{P_{i,j} - P_{i,j-1}}{\Delta y}.$$

Після розрахунку швидкості повітряного потоку починається розв'язання рівняння масопереносу та рівняння енергії. Зазначимо, що рівняння енергії (5) та рівняння масопереносу (4) однакові: це рівняння параболічного типу. Тому розглянемо побудову числової моделі тільки для рівняння (4).

Для розв'язання використовуємо неявну різницеву схему розщеплення. Спочатку виконаємо таке фізичне розщеплення:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} = 0. \quad (9)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right). \quad (10)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \sum Q_i \cdot \delta(x - x_i) \delta(y - y_i). \quad (11)$$

Апроксимація здійснюється так [2; 5; 7]:

$$\frac{\partial uC}{\partial x} = \frac{\partial u^+ C}{\partial x} + \frac{\partial u^- C}{\partial x},$$

$$\frac{\partial vC}{\partial y} = \frac{\partial v^+ C}{\partial y} + \frac{\partial v^- C}{\partial y},$$

$$u^+ = \frac{u + |u|}{2}, \quad u^- = \frac{u - |u|}{2},$$

$$v^+ = \frac{v + |v|}{2}, \quad v^- = \frac{v - |v|}{2},$$

$$\frac{\partial u^+ C}{\partial x} \approx \frac{u_{i+1,j}^+ C_{i,j}^{n+1} - u_{i,j}^+ C_{i-1,j}^{n+1}}{\Delta x} = L_x^+ C^{n+1},$$

$$\frac{\partial u^- C}{\partial x} \approx \frac{u_{i+1,j}^- C_{i+1,j}^{n+1} - u_{i,j}^- C_{i,j}^{n+1}}{\Delta x} = L_x^- C^{n+1},$$

$$\frac{\partial v^+ C}{\partial y} \approx \frac{v_{i,j+1}^+ C_{i,j} - v_{i,j}^+ C_{i,j-1}}{\Delta y} = L_y^+ C^{n+1},$$

$$\frac{\partial v^- C}{\partial y} \approx \frac{v_{i,j+1}^- C_{i,j+1} - v_{i,j}^- C_{i,j}}{\Delta y} = L_y^- C^{n+1}.$$

Схема розщеплення рівняння (9) така [2; 5; 7]:

– на першому кроці різницеве рівняння має вигляд:

$$\frac{C_{i,j}^k - C_{i,j}^n}{\Delta t} + L_x^+ C^k + L_y^+ C^k = 0; \quad (12)$$

– на другому кроці розщеплення різницеве рівняння має вигляд:

$$\frac{C_{i,j}^{n+1} - C_{i,j}^k}{\Delta t} + L_x^- C^{n+1} + L_y^- C^{n+1} = 0. \quad (13)$$

Метод Річардсона застосовується для числового розв'язання рівняння (10):

$$C_{i,j}^{n+1} = C_{i,j}^n + Vt \frac{C_{i+1,j}^n - 2C_{i,j}^n + C_{i-1,j}^n}{\Delta x^2} \mu_x + Vt \frac{C_{i,j+1}^n - 2C_{i,j}^n + C_{i,j-1}^n}{\Delta y^2} \mu_y. \quad (14)$$

Для числового розв'язання рівняння (11) застосовується метод Ейлера [7].

Здійснено програмну реалізацію побудованої числової моделі. Для програмування використано FORTRAN.

Результати. Нижче наведено результати розв'язання модельної задачі на базі розробленої числової моделі та створеного комп'ютерного коду. Розглядається пожежа на території АЗС. Подача води здійснюється у двох місцях біля будівлі на території АЗС. На рисунку 2 показано схему розрахункової області.

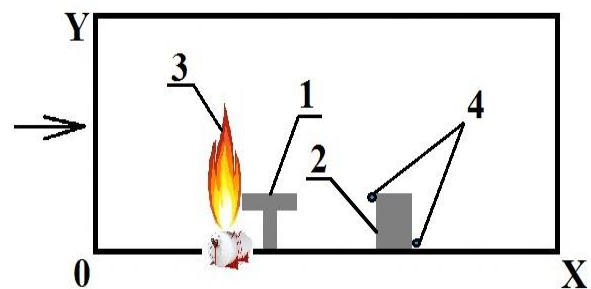


Рис. 2. Схема розрахункової області:
1 – місце заправки; 2 – будівля; 3 – полум'я;
4 – місце подачі води

На рисунках 3 і 4 показано поле температури в розрахунковій області для певного часу. Зазначимо, що число «0» відповідає фоновій температурі 20 °С. Кожне число показує температуру у відсотках, від максимальної температури $T = 1100^\circ\text{C} + \text{фонову температуру } 20^\circ\text{C}$.

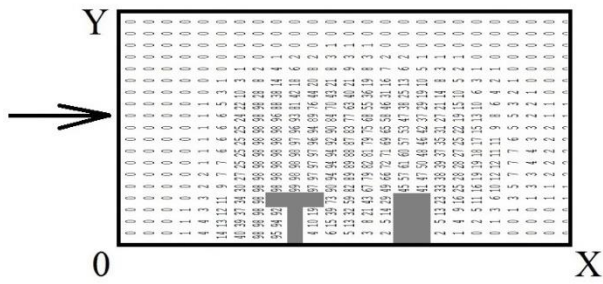


Рис. 3. Зона теплового забруднення (нема водяної завіси), $t = 12$ сек

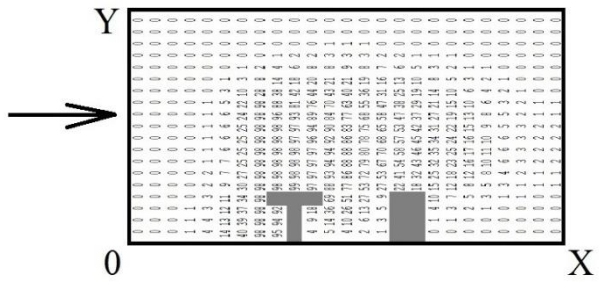


Рис. 4. Зона теплового забруднення (є водяна завіса), $t = 12$ сек

Якщо проаналізувати поле температури на рисунку 3 (нема водяної завіси), бачимо,

що за будівлею температура повітря варіюється від 42 до 273 °C.

Якщо проаналізувати поле температури на рисунку 4 (є водяна завіса), стає видно, що за будівлею температура повітря варіюється від 20 до 31 °C. Таким чином, використання водяної завіси дозволяє суттєво зменшити температуру в зоні інтересу.

Зазначимо, що час розрахунку склав 2 секунди.

Висновки. 1. Розроблено багато-параметричну числову модель для оцінювання ефективності використання водяної завіси під час пожежі.

2. Розроблена модель базується на використанні рівнянь тепломасопереносу та рівняння руху повітряних мас.

3. Подальший розвиток цього напряму полягає у створенні тривимірної числової моделі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алымов В. Т., Тарасова Н. П. Техногенный риск : Анализ и оценка : учеб. пособ. для вузов. Москва : ИКЦ «Академкнига», 2004. 118 с.
2. Горшков В. И. Тушение пламени горючих жидкостей. Москва : Пожнаука, 2007. 268 с.
3. Біляєв М. М., Берлов О. В., Біляєва В. В., Чердніченко Л. А. Оцінка ризику термічного ураження у випадку аварійного горіння. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2020. Вип. 6 (271–272). С. 54–60. URL: doi: 10.30838/J.BPSACEA.2312.241120.54.698
4. Роуч П. Вычислительная гидродинамика. Москва : Мир, 1980. 412 с.
5. Самарский А. А. Теория разностных схем. Москва : Наука, 1983. 616 с.
6. Згуровский М. З., Скопецкий В. В., Хрущ В. К., Беляев Н. Н. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде [Текст]. Київ : Наукова думка, 1997. 368 с.
7. Anthony Michael Barret. Mathematical Modeling and Decision Analysis for Terrorism Defense : Assessing Chlorine Truck Attack Consequence and Countermeasure Cost Effectiveness. Dissertation. Pittsburg, Pennsylvania, USA, 2009. 123 p.
8. Biliaiev M. Numerical Simulation of Indoor Air Pollution and Atmosphere Pollution for Regions Having Complex Topography. *Air Pollution Modeling and its Application XXI (Springer)*. 2012. Pp. 87–91.
9. Chan W. R., Nazaroff W. W., Price P. N., Gadgil A. J. Effectiveness of Urban Shelter-in-Place. II : Residential Districts, 2008. 31 p. URL: <http://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/928232> (Accessed 29 March 2014). URL: doi: 10.1016/j.atmosenv.2007.04.059.
10. Ilic P., Ilic S., Stojanovic Bjelic L. Hazard modelling of accidental release chlorine gas using modern tool – ALOHA Software. *Quality of Life*. 8 (2). 2018. Pp. 38–45.
11. John S. Nasstrom, Gayle Sugiyama, Ronald L. Baskett, Shawn C. Larsen and Michael M. Bradley. The National Atmospheric Release Advisory Center (NARAC) Modeling and Decision Supports System for Radiological and NUCLEAR Emergency Preparedness and Response. *Int. J. Emergency Management*. No. 3, vol. 4. Pp. 1–32.
12. Lacombe J.-M., Truchot D., Duplantier S. Application of an innovative risk dedicated procedure for both conventional and 3D atmospheric dispersion models evaluation. *18th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes*. 2017. Pp. 1–5.
13. Multi-Objective Optimization Model of Emergency Organization Allocation for Sustainable Disaster Supply Chain. *Cejun Cao and others*. 2017. Vol. 9, iss. 11. URL: doi: 10.3390/su9112103

REFERENCES

1. Alymov V.T. and Tarasova N.P. *Tekhnogennyy risk : Analiz i otsenka* [Technogenic risk : Analysis and evaluation]. *Uchebnoye posobiye dlya vuzov* [A manual for higher education institutions]. Moscow : IKTs "Akademkniga" Publ., 2004, 118 p. (in Russian).
2. Gorshkov V.I. *Tushenye plameny goryuchyx zhydkostej* [Extinguishing flames of flammable liquids]. Moscow : Pozhnauka Publ., 2007, 268 p. (in Russian).
3. Biliaiev M.M., Berlov O.V., Biliaieva V.V. and Cherednychenko L.A. *Ocinka riziku termichnogo urazhennya u vipadku avarijnogo gorinnya* [Assessment of risk of thermal injury in case of accidental burning]. *Visnik Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnictva ta arhitekturi* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. No. 6 (271–272), 2020, pp. 54–60. URL : doi: 10.30838/J.BPSACEA.2312.241120. 54.698 (in Ukraine).
4. Roache P.J. *Vychislitel'naia gidrodinamika* [Computational Fluid Dynamics]. Moscow : Mir Publ., 1980, 446 p. (in Russian).
5. Samarskiy A.A. *Teoriya raznostnykh skhem* [The theory of difference schemes]. Moscow : Nauka Publ., 1983, 616 p. (in Russian).
6. Zgurovskiy M.Z., Skopetskiy V.V., Khrushch V.K. and Belyaev N.N. *Chislennoye modelirovaniye rasprostraneniya zagryazneniya v okruzhayushchey srede* [Numerical modeling of pollution spreading in the environment]. Kyiv : Naukova dumka Publ., 1997, 368 p. (in Russian).
7. Anthony Michael Barret. *Mathematical Modeling and Decision Analysis for Terrorism Defense : Assessing Chlorine Truck Attack Consequence and Countermeasure Cost Effectivness*. Dissertation. Pittsburg, Pennsylvania, USA, 2009, 123 p.
8. Biliaiev M. Numerical Simulation of Indoor Air Pollution and Atmosphere Pollution for Regions Having Complex Topography. *Air Pollution Modeling and its Application XXI* (Springer). 2012, pp. 87–91.
9. Chan W.R., Nazaroff W.W., Price P.N. and Gadgil A.J. Effectiveness of Urban Shelter-in-Place. II: Residential Districts, 2008, 31 p. URL: <http://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/928232> (Accessed : 29 March 2014). doi: 10.1016/j.atmosenv.2007.04.059.
10. Ilic P., Ilic S. and Stojanovic Bjelic L. Hazard modelling of accidental release chlorine gas using modern tool – ALOHA Software. *Quality of Life*. Vol. 8 (2), 2018, pp. 38–45.
11. John S. Nasstrom, Gayle Sugiyama, Ronald L. Baskett, Shawn C. Larsen and Michael M. Bradley. The National Atmospheric Release Advisory Center (NARAC) Modeling and Decision Supports System for Radiological and NUCLEAR Emergency Preparedness and Response. *Int. J. Emergency Management*. No. 3, vol. 4, 2007, pp. 1–32.
12. Lacomme J.M., Truchot D. and Duplantier S. Application of an innovative risk dedicated procedure for both conventional and 3D atmospheric dispersion models evaluation. *18th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes*, 2017, pp. 1–5. (in English)
13. Cao C., Li C., Yang Q. and Zhang F. Multi-Objective Optimization Model of Emergency Organization Allocation for Sustainable Disaster Supply Chain. *Sustainability*. No. 9 (11), 2017. URL : doi: 10.3390/su9112103.

Надійшла до редакції : 12.04.2021.

УДК 620.181.4:691.714

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.36.749

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПІДВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ НА СТРУКТУРНИЙ СТАН НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВИХ НИЗЬКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ

БОЛЬШАКОВ В. І.^{1*}, *докт. техн. наук, проф.*,
ГЕЙЗЕНЦВЕЙ Ю. І.², *здоб.*

^{1*} Кафедра матеріалознавства і обробки матеріалів, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 47-39-56, e-mail: bolshakov.v.i@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-0790-6473

² Кафедра матеріалознавства і обробки матеріалів, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 611-57-91, e-mail: metkon1951@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1190-5465

Анотація. Постановка проблеми. Розробка та впровадження низьковуглецевих низьколегованих сталей високої міцності в конструктивні елементи споруд доменних печей, які будуть працювати в умовах нагрівання до високих температур є актуальною проблемою і може дати істотний ефект під час експлуатації будівель та споруд. **Мета статті** – встановлення змін в структурному стані низьковуглецевих низьколегованих сталей в залежності від підвищення температури. **Висновок.** Умовно температури, за яких можуть експлуатуватися досліджувані сталі, можна поділити на два рівні: температура, нижче за яку не виявляється значних структурних змін; температура, за якої спостерігаються значні структурні зміни, що призводять до зниження надійності конструкцій. Наявність двох рівнів, пов'язаних як із розвитком дифузійних процесів, так і зі здатністю структурного стану опиратися впливу температурних напружень (структурна стійкість). Структурна стійкість сталі при підвищенні температури обумовлена процесами, що наближають систему до положення термодинамічної рівноваги порівняно з низькотемпературним станом (структурний стан за кімнатної температури), яка зазвичай є оптимальною з погляду експлуатаційних властивостей. До таких змін належать процеси рекристалізації, коагуляції виділень та інші фазові перетворення, що призводять до змін макро- та мікроструктури, які погіршують експлуатаційні властивості матеріалу. За відносно високих температур ці процеси відбуваються зі значною швидкістю, внаслідок чого саме вони є вирішальними при обмеженні можливості застосування цього матеріалу.

Ключові слова: *структурний стан; вогнестійкість; низьковуглецеві низьколеговані сталі; температура нагріву*

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE INCREASE ON THE STRUCTURAL STATE OF LOW-CARBON LOW-ALLOY STEEL

BOLSHAKOV V.I.^{1*}, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
HEZENTSVEI Yur.I.², *External Cand.*

^{1*} Department of Material Science and Materials Treatment, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 47-39-56, e-mail: bolshakov.v.i@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-0790-6473

² Department of Material Science and Materials Treatment, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (067) 611-57-91, e-mail: metkon1951@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1190-5465

Abstract. Problem statement. The development and implementation of low-carbon low-alloy steels of high strength in the structural elements of blast furnaces, which will operate in conditions of heating to high temperatures is an urgent problem and can give a significant effect during the operation of buildings and structures. **Purpose of the article.** establishing changes in the structural state of low-carbon low-alloy steels depending on the temperature rise. **Conclusion.** Conventionally, the temperatures at which the studied steels can be operated can be divided into two levels: the temperature below which no significant structural changes are detected; temperature at which significant structural changes are observed, which lead to a decrease in the reliability of structures. The presence of two levels associated with both the development of diffusion processes and the ability of the structural state to resist the effects of

temperature stresses (structural stability). The structural stability of steel with increasing temperature is due to the processes that bring the system closer to the position of thermodynamic equilibrium compared to low temperature (structural state at room temperature), which is usually optimal in terms of performance. Such changes include the processes of recrystallization, coagulation of secretions and other phase transformations that lead to changes in the macro- and microstructure that impair the performance properties of the material. At relatively high temperatures, these processes occur at a significant rate, as a result of which they are crucial in limiting the possibility of using this material.

Keywords: *structural condition; fire resistance; low-carbon low-alloy steels; heating temperature*

Постановка проблеми. У комплексі споруд доменних печей кожух є найвідповідальнішим елементом, який сприймає значне технологічне навантаження, особливо внаслідок впливу нерівномірного підвищення температури власних елементів конструкцій. Наприклад, матеріал футерівки кожуха доменної (броня) може нагріватися до температур вище ніж 900 °С. Як наслідок, балки, колони, ферми й інші елементи металоконструкцій можуть втратити міцність, деформуватися а, в деяких випадках, зруйнуватися. Застосування у проектах способів вогнезахисту, рекомендованих типовою серією 400-0-17 «Конструктивні рішення щодо захисту металевих конструкцій від впливу вогню», або нових матеріалів, зокрема вапняних фарб або мінераловатних плит, не дає ефективного захисту, особливо у вузлах з'єднань конструкцій. При цьому, заходи з виконання вогнезахисту є кошторисними, потребують більш частого проведення періодичного відновлення або, у певних випадках, аварійного зупинення та проведення комплексу ремонтних робіт, що призводить до великих фінансових втрат. Таким чином, розробка та впровадження низьковуглецевих низьколегованих сталей високої міцності в конструктивні елементи споруд доменних печей, які будуть працювати в умовах нагрівання до високих температур є актуальною проблемою і може дати істотний ефект під час експлуатації будівель та споруд.

Аналіз публікацій. Сучасні норми захисту споруд доменних печей від впливу температури експлуатації жорстко регламентують границі вогнестійкості. Величини границь вогнестійкості елементів споруд, що виготовляються зі сталі, рекомендовано досягати заходами, що забезпечують теплозахист, із матеріалів, які

мають низьку теплопровідність [1–4]. При цьому не враховуються специфіка роботи металопрокату в реальних виробничих обставинах, а саме наявності середньо- і сильноагресивного середовищ. Як наслідок, появи високого рівня внутрішніх мікронапружень, що зумовлює формування складного напружено-деформованого стану. В результаті, з'являється ймовірність пластичної деформації елементів конструкцій і втрати несучої здатності. Одним з шляхів вирішення цієї проблеми є використання в конструкціях споруд доменних печей високоміцних низьковуглецевих низьколегованих сталей, які можуть витримувати вплив підвищених температур та безаварійно працювати в подібних умовах експлуатації. При цьому, як показано в роботі [5], такі сталі повинні забезпечувати при короткочасному нагріванні до температур 600...700 °С показники міцності на рівні 60...70 % від характеристик, які отримано при випробуваннях за температури 20 °С.

Мета статті – встановити зміни в структурному стані низьковуглецевих низьколегованих сталей в залежності від підвищення температури.

Результати досліджень. Як матеріали для дослідження обрано низьковуглецеві низьколеговані сталі 10Г2ФБЮ, 09Г2С, Ст3сп. Хімічний склад зазначених марок сталей представлено в таблицях 1–3.

Сталь Ст3сп – сталь звичайної якості, яка не містить у своєму складі кошторисних легуючих елементів. Низьколегована сталь марки 09Г2С є наймасовішою сталлю, яка застосовується у будівництві.

Низьколегована високоміцна сталь марки 10Г2ФБЮ має у складі легувальні елементи ванадій та ніобій, які характерні для вогнестійких марок сталей.

Таблиця 1

Хімічний склад сталі 10Г2ФБЮ

Нормативні вимоги	Масова частка елементів, %										
	C	Mn	Si	S	p	Cr	Ni	Cu	V	Nb	Ti
до сталі 10Г1ФБЮ за ГОСТом 19281-2014	0,09	1,64	0,55	0,004	0,009	0,03	0,05	0,03	0,05	0,05	0,020
	0,08...	1,60...	0,15...	Не більше					0,05... 0,12	0,02... 0,06	0,010... 0,035
	0,13	1,80	0,35	0,035	0,030	0,30	0,30	0,30			

Таблиця 2

Хімічний склад сталі марки 09Г2С

Нормативні вимоги	Масова частка елементів, %								
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	V
до сталі 09Г2С за ГОСТом 19281-2014	0,09	1,64	0,55	0,004	0,009	0,03	0,05	0,03	0,001
	Не більше 0,12	1,30...	0,50...	Не більше					
		1,70	0,80	0,035	0,030	0,030	0,30	0,30	0,12

Таблиця 3

Хімічний склад сталі марки СтЗсп

Вимоги для сталі СтЗсп	Масова частка елементів								
	C	Mn	Si	S	P	Cu	Ni	Cr	Al
ДСТУ 2651: 2005 ГОСТ 380-2005	0,16	0,50	0,20	0,004					
	0,14...	0,40...	0,15...	Не більше					
	0,22	0,50	0,30	0,04	0,05	0,30	0,030	0,030	-

Мікроструктура сталей в початковому стані до проведення експерименту по впливу температури (температура +20 °С) наведено на рисунку 1.

Вплив температури на структурний стан сталей, які досліджуються, аналізувався після нагріву до температур +600 °С, +800 °С та витримки з розрахунку 1 хвилина на 1мм площі поперечного перерізу. Результати відповідних мікроструктурних досліджень узагальнено та представлено на рисунку 2.

Спільний аналіз мікроструктур наведених на рисунках 1, 2 даних показує, що структура всіх досліджуваних сталей являє собою ферито-перлітний конгломерат. Із підвищенням температури спостерігаються процеси розпаду перлітної складової структури (що мають дифузійну природу) і процеси рекристалізації феритної складової. Згідно з літературними джерелами (наприклад, [1; 6]) підвищення температури понад 600 °С зумовлює

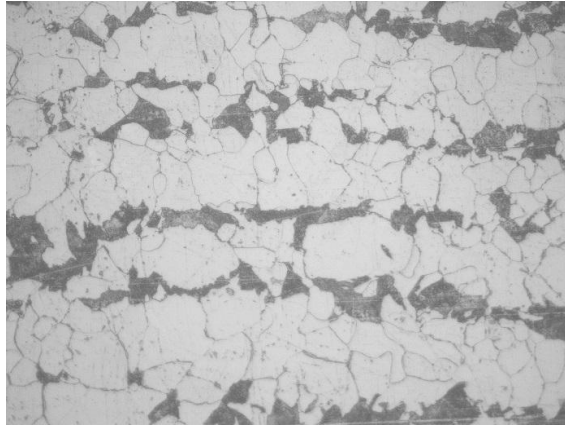
утворення карбо-нітридної фази. Виділення карбідів найчастіше відбувається на межах зерен і залежить від дифузійного перерозподілу вуглецю.

Характерною особливістю сталі 10Г2ФБЮ є наявність у хімічному складі ніобію. Присутність цього хімічного елемента зумовлює формування карбонітридів на межах зерен феритної фази, які роблять додатковий внесок у високотемпературну міцність [7].

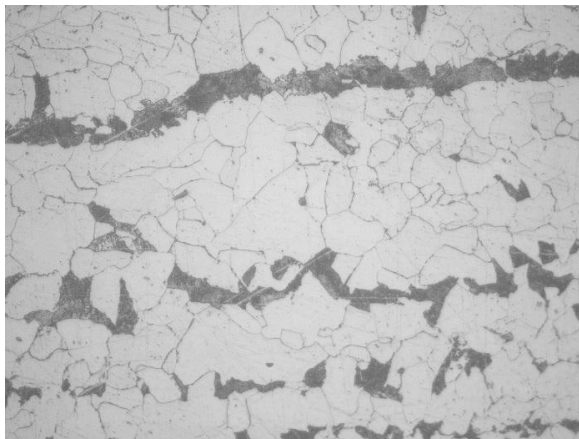
З погляду термодинаміки, підвищення температури спричиняє підвищення швидкості перебігу процесів, що наближають систему до стану термодинамічної рівноваги (розпад перлітної складової та рекристалізація фериту). Ці процеси забезпечуються підвищенням швидкості дифузії (значні зміни в структурі досліджуваних сталей спостерігаються за підвищення температури від 600 до 800 °С) та зумовлюють зниження

мікронапружень і, як наслідок, зниження рівня вільної енергії.

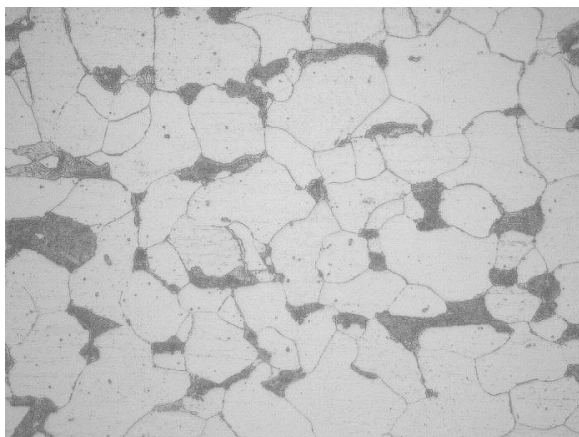
Таким чином, при підвищенні температури в структурі досліджуваних сталей можна виокремити такі процеси:



а (×500)



б (×500)



в (×500)

Рис. 1 Структура сталей, які досліджувались, у стані постачання (температура +20 °С):
а – сталь 10Г2ФБЮ; б – сталь 09Г2С;
в – сталь СтЗсп

- зниження ступеня внутрішніх мікронапружень;
- рекристалізація феритної складової;
- розпад твердих розчинів;
- коагуляція карбо-нітридної фази (виділення цементитної складової на межах зерен, що добре видно на сталі 09Г2С і 10Г2ФБЮ).

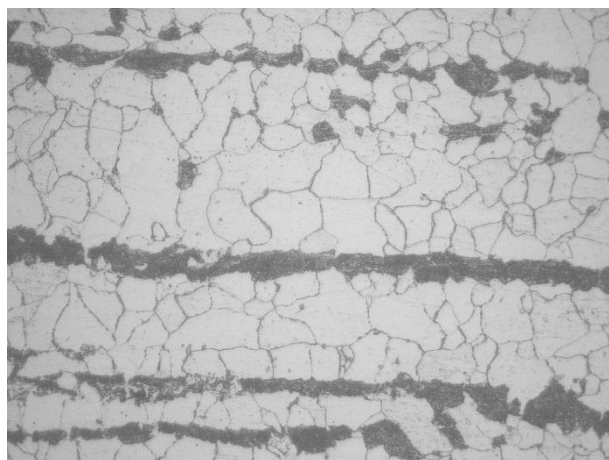
Для виявлення впливу підвищення температури на відсоткове співвідношення структурних складових було виконано кількісний аналіз із використанням методу січних. Результати подано в таблиці 4.

Аналіз даних, наведених у таблиці 4, показує, що для досліджуваних марок сталей підвищення температури не спричиняє зміну відсоткового співвідношення структурних складових — фериту та перліту). Для виявлення впливу підвищення температури на геометричні розміри структурних складових було виконано кількісний аналіз, результати якого подано в таблиці 5.

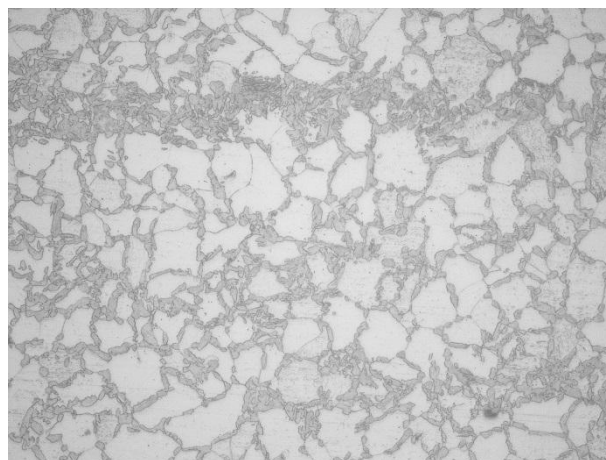
Аналіз даних, наведених у таблиці 5, показує, що зі збільшенням температури спостерігається зростання розмірів феритної складової для всіх досліджуваних марок сталей. Збільшення геометричних розмірів феритної складової пояснюється процесами рекристалізації. Зменшення розмірів перлітної складової зумовлено процесами розпаду перліту і підвищенням температури. Таким чином, проведений комплекс досліджень дозволив встановити, що для сталі СтЗсп зі збільшенням температури від 20 до 600 °С відсоткове співвідношення структурних складових не змінюється, як і їх геометричний розмір. При підвищенні температури до 800 °С геометричний розмір колоній зменшується, самі колонії розміщуються на межах зерен фериту, при цьому їх кількість збільшується (рис. 2 д, е). Відсоткове співвідношення структурних складових не змінюється з підвищенням температури. Для сталі 09Г2С зі збільшенням температури від 20 до 600 °С співвідношення структурних складових не змінюється, як і їх геометричний розмір. За підвищення температури до 800 °С спостерігається роздрібнення перлітних

колоній, що свідчить про процеси розпаду перліту (рис. 2 в, з). Для сталі 10Г2ФБЮ зі збільшенням температури від 20 до 600 °С

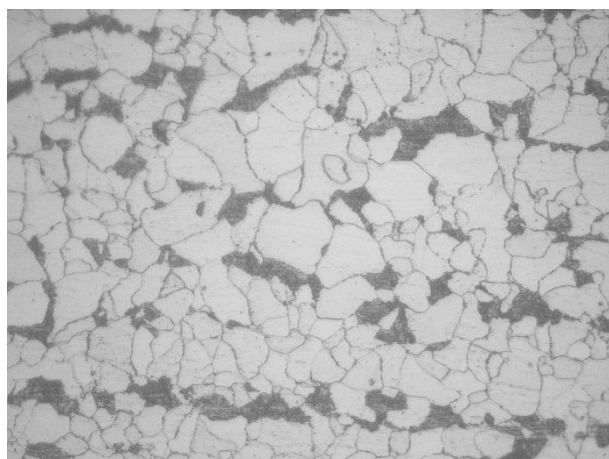
відсоткове співвідношення структурних складових не змінюється, як і їх геометричний розмір.



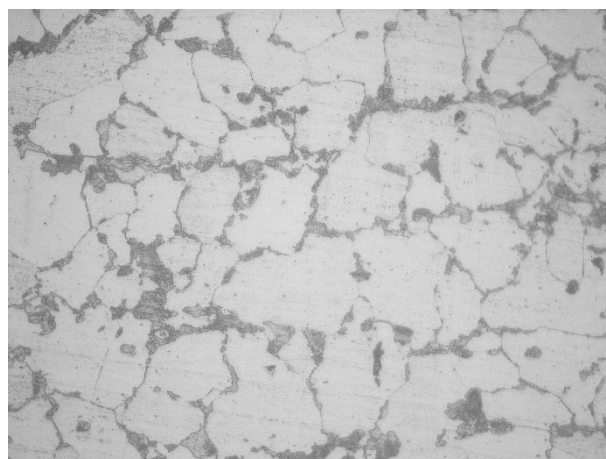
a (×500)



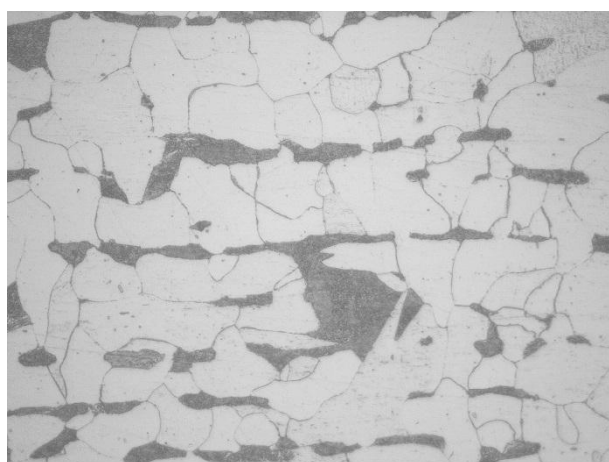
б (×500)



в (×500)



з (×500)



д (×500)



е (×500)

Рис. 2. Структура досліджуваних сталей після нагріву: а, б – сталь 10Г2ФБЮ; в, з – сталь 09Г2С; д, е – сталь СтЗсп; а, в, д – температура нагріву +600 °С; б, з, е – температура нагріву +800 °С

Таблиця 4

Відсоткове співвідношення структурних складових

Температура, °C	Марка сталі					
	Ст3сп		09Г2С		10Г2ФБЮ	
	% Фер	% Пер	% Фер	% Пер	% Фер	% Пер
20	60	40	70	30	80	20
600	60	40	70	30	80	20
800	60	40	70	30	80	20

Таблиця 5

Геометричні розміри структурних складових

Температура, °C	Марка сталі					
	Ст3сп		09Г2С		10Г2ФБ	
	Дф, мм	Дп, мм	Дф, мм	Дп, мм	Дф, мм	Дп, мм
20	0,037	0,033	0,021	0,022	0,018	0,020
600	0,036	0,034	0,023	0,020	0,020	0,018
800	0,056	0,018	0,030	0,017	0,030	0,015

За підвищення температури до 800 °C спостерігається роздрібнення перлітних колоній, що свідчить про процеси розпаду перліту (рис. 2 б).

Висновки

1. Умовно температури, за яких можуть експлуатуватися досліджувані сталі, можна поділити на два рівні: температура, нижче за яку не виявляється значних структурних змін; температура, за якої спостерігаються значні структурні зміни, що призводять до зниження надійності конструкцій. Наявність двох рівнів, пов'язаних як із розвитком дифузійних процесів, так і зі здатністю структурного стану опиратися впливу температурних напружень (структурна стійкість).

2. Структурна стійкість сталі при підвищенні температури обумовлена процесами, що наближають систему до положення термодинамічної рівноваги порівняно з низькотемпературним станом (структурний стан за кімнатної температури), яка зазвичай є оптимальною з погляду експлуатаційних властивостей. До таких змін належать процеси рекристалізації, коагуляції виділень та інші фазові перетворення, що призводять до змін макро- та мікроструктури, які погіршують експлуатаційні властивості матеріалу. За відносно високих температур ці процеси відбуваються зі значною швидкістю, внаслідок чого саме вони є вирішальними при обмеженні можливості застосування цього матеріалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вахитова Л. Н., Калафат К. В. Основы огнезащиту стальных конструкций. *Промышленное строительство та инженерні споруди*. 2015. № 2. С. 25–32.
2. Морозов Ю. Д. Огнестойкие строительные стали. *Металлургия*. 2007. № 7. С. 34–45.
3. Ройтман В. М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. Москва : Пожарная безопасность и наука, 2001. 159 с.
4. Сорокин А. А. Работа конструкций доменных печей. Москва : Металлургия, 1976. 259 с.
5. Гезенцевей Ю. І. Внутрішні критерії оцінки якості конструктивних рішень при проектуванні сталевих будівельних конструкцій. *Промышленное строительство та инженерні споруди*. 2020. № 4. С. 42–46.
6. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 400 с.
7. Бокштейн С. Строение и свойства металлических сплавов. Москва : Металлургия, 1971. 496 с.

REFERENCES

1. Vakhytova L.N. and Kalafat K.V. *Osnovy vohnezakhystu stalevykh konstruktsiy* [Fundamentals of fire protection of steel structures]. *Promyslove budivnytstvo ta inzhenerni sporudy* [Industrial construction and engineering structures]. 2015, no. 2, pp. 25–32. (in Ukrainian).
2. Morozov Yu. D. *Ognestojkie stroitel'nye stali* [Fire resistant construction steels]. *Metalurhiya* [Metallurgy]. 2007, no. 7, pp. 34–45. (in Russian).
3. Roytman V.M. *Inzhenernye resheniya po ocenke ognestojkosti proektiroumyh i rekonstruiruemyh zdaniy* [Engineering solutions for assessing the fire resistance of projected and reconstructed buildings]. Moscow : Pozharnaya bezopastnost' i nauka Publ., 2001, 159 p. (in Russian).
4. Sorokin A. A. *Robota konstruktsiy domennykh pechey* [Work of blast furnace structures]. Moscow : Metalurhiya Publ., 1976, 259 p. (in Russian).
5. Hezentsvey Yu.I. *Vnutrishni kriterii otsinki yakosti konstruktyvnykh RISHEN' pry proyektuvanni stalevyh budivel'nykh konstruktsiy* [Internal criteria for assessing the quality of structural solutions in the design of steel structures]. *Promyslove budivnytstvo ta inzhenerni sporudy* [Industrial construction and engineering structures]. 2020, no. 4, pp. 42–46. (in Ukrainian).
6. Hottshtayn H. *Fiziko-himicheskie osnovy materialovedeniya* [Physical and chemical foundations of materials science]. Moscow : BYNOM. Laboratoriya znan', 2009, 400 p. (in Russian).
7. Bokshteyn S. *Stroenie i svoystva metallicheskih splavov* [Structure and properties of metal alloys]. Moscow : Metalurhiya Publ., 1971, 496 p. (in Russian).

Надійшла до редакції: 10.04.2021.

УДК 628.147.25

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.43.750

ВИКОРИСТАННЯ БАЗАЛЬТУ У РЕМОНТІ І ВІДНОВЛЕННІ МЕРЕЖ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

ГОНЧАРЕНКО Д. Ф.^{1*}, докт. техн. наук, проф.,
ГУЛЕВСЬКИЙ П. Ю.², асп.

^{1*} Кафедра технології будівельного виробництва, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, 61002, Харків, Україна, тел. +38 (057) 700-02-40, email: gonch@kstuca.kharkov.ua, ORCID ID: 0000-0003-1278-0895

² Кафедра технології будівельного виробництва, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, 61002, Харків, Україна, тел. +38 (096) 491-50-64, email: gulevskiy@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4164-2101

Анотація. Постановка проблеми. Найбільш дорога і вразлива частина інженерної інфраструктури міста – це трубопровідні системи, які відводять стоки населеного пункту. Стан навколишнього середовища, ефективна робота підприємств міста, комфортність проживання городян безпосередньо залежать від їх безперебійної роботи та рівня надійності. Отож першочергове завдання комунальних служб полягає у забезпеченні надійної працездатності каналізаційних мереж. У ремонті і відновленні каналізаційних трубопроводів великого діаметра, що транспортують стічні води самотливом, актуальним завданням стає вибір матеріалів, які дозволять підвищити надійність і термін експлуатації систем водовідведення. Наразі вимоги до композитів зросли, особливо в частині їх тепло- і хімічної стійкості, стійкості до дії мікроорганізмів, ґрунтових і стічних вод. Один із ефективних варіантів, який задовольняє перерахованим критеріям, застосування матеріалів на основі базальту. **Мета статті** – аналіз використання базальту у ремонті і відновленні мереж водопостачання та водовідведення. **Результати.** Проаналізовано мінерально-сировинну базу гірських порід як однокомпонентної сировини для виготовлення базальтоволокнистих матеріалів та композитів на їх основі. Показано важливість організації виробництва базальтоволокнистих матеріалів та перспективність їх використання для вирішення економічних проблем України: будівництво, комунальне господарство. Проведено аналіз властивості базальтових неперервних волокон порівняно із скляними волокнами типу Е та S, вуглецевими та арамідними волокнами. Визначено, що базальтоволокнисті матеріали, композити та вироби на їх основі перспективні для використання у ремонті і відновленні мереж водопостачання та водовідведення.

Ключові слова: гірські породи; базальт; композити; експлуатаційні характеристики; базальтові труби

USE OF BASALT IN REPAIR AND RESTORATION OF WATER SUPPLY AND SEWERAGE

HONCHARENKO D.F.^{1*}, Dr. Sc. (Tech.), Prof.,
HULIEVSKIY P.Yu.², PhD. Stud.

^{1*} Department of Construction Production Technology, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska Str., 61002, Kharkiv, Ukraine, tel +38 (057) 700-02-40, email: gonch@kstuca.kharkov.ua, ORCID ID: 0000-0003-1278-0895

² Construction Production Technology, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska Str., 61002, Kharkiv, Ukraine, tel.+38 (096) 491-50-64, email: gulevskiy@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4164-2101

Abstract. Problem statement. The most expensive and vulnerable part of the city's engineering infrastructure are pipeline systems that divert wastewater from the settlement. The state of the environment, the efficient operation of the city's enterprises, and the comfort of the citizens living directly depend on their uninterrupted operation and the level of reliability. Thus, the primary task of utilities is to ensure the reliable performance of sewer networks. When repairing and restoring large-diameter sewer pipelines that transport wastewater by gravity, the actual task is the choice of materials that will improve the reliability and service life of drainage systems. At present, the requirements for composites have increased, especially in terms of their heat and chemical resistance, resistance to the action of microorganisms, groundwater and wastewater. One of the most effective options that meets the listed criteria is the use of materials based on basalt. **The purpose of the article** is to analyze the use of basalt in the repair and restoration of water supply and sewerage networks. **Results.** The article analyzes the mineral resource base of rocks as a one-component raw material for the manufacture of basalt fiber materials and composites based on them. The importance of

the organization of production of basalt fiber materials and the prospects of their use to solve the economic problems of Ukraine: construction, utilities. The analysis of the properties of basalt continuous fibers in comparison with glass fibers of type E and S, carbon and aramid fibers is carried out. It is determined that basalt fiber materials, composites and products based on them are promising for use in the repair and restoration of water supply and sewerage networks.

Keywords: rocks; basalt; composites; operational characteristics; basalt pipes

Постановка проблеми. Досвід застосування металевих труб для систем холодного та гарячого водопостачання, водовідведення, транспортування нафтопродуктів й інших агресивних рідин показав, що вони сильно схильні до корозії, яка знижує термін їх експлуатації до декількох років. Тому наразі пошук перспективних матеріалів для відновлення мереж водопостачання та водовідведення досить актуальний.

Перспективними для інновацій і комерційного використання стали матеріали, які мають достатній комплекс позитивних властивостей як для загального, так і для вузького функціонального призначення. При цьому для успіху комерційного використання нових матеріалів для них мають виконуватись такі вимоги:

- сировинна база для їх виготовлення має бути необмежена або достатня;
- їх виробництво та використання повинні бути екологічно безпечні;
- обсяги споживання та сфери використання широкі;
- матеріали та вироби з них повинні бути конкурентоздатними за показником ціна – якість.

Наразі у світі спостережується тенденція до заміни сталі та чавуну на композиційні матеріали з високою хімічною стійкістю і довговічністю, до яких упершу чергу слід віднести склопластики, які володіють комплексом високих експлуатаційних властивостей. Однак нині вимоги до композитів зросли, особливо в частині їх тепло- і хімічної стійкості, стійкості до дії мікроорганізмів, ґрунтових і стічних вод [3].

На думку багатьох спеціалістів, матеріали не тільки нашого часу, а й майбутнього, котрі відповідають наведеним вимогам, – це базальтові волокна та вироби з них.

Результати досліджень. Базальт – це вивержена гірська порода, що має особливі властивості: він мало схильний до механічного стирання і має дуже високу міцність, при цьому індіферентний до будь-яких неорганічних або органічних кислот, а також і лугів, крім того, базальт має високу температуру плавлення [5].

Технологія одержання базальтових волокон – це яскравий приклад запозичення у природи створених нею екологічно чистих мінеральних складів, які успішно пройшли тривалі кліматичні випробування. Світові запаси їх необмежені. Завдяки унікального багатокомпонентного (як мінеральному, так і хімічному) складу вихідної сировини (крім основних оксидів SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , TiO_2 , Na_2O , K_2O гірські породи мають у своєму складі практично всі елементи таблиці Менделєєва, а також їх сполуки) базальтові волокна характеризуються вдалим поєднанням високих експлуатаційних властивостей – температуростійкості, механічної міцності, високого модуля пружності, низької теплопровідності, високої вібростійкості, зносостійкості, стійкості до агресивних середовищ.

Для отримання волокон із заданими характеристиками (наприклад, більш високомодульних, температуро-стійких, луго- або кислотостійких) існує можливість підбору вихідної сировини або коригування тієї, що є. Так, для виробництва безперервних базальтових волокон використовують базальтові породи діапазону хімічного складу, наведеного в таблиці 1.

Базальтові волокна мають перевагу перед мінеральними волокнами, скляними, вуглецевими, синтетичними за показником ціна – якість. Майже 98 % маси поверхневого шару земної кори складають сім елементів: кисень, кремній, алюміній, залізо, кальцій, натрій та магній, а вміст

решти елементів становить близько 2 %. З аналізу складу земної кори видно, що будівельними матеріалами майбутнього

будуть силікати, які складають основу гірських порід.

Таблиця 1

Діапазон хімічного складу базальтових порід

Хімічний склад	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	Na ₂ O K ₂ O	Інші
Мінімальний, %	45	12	5	6	3,0	0,9	2,5	2,0
Максимальний, %	60	19	15	12	7	2,0	6,0	3,5

Гірські породи – це однокомпонентна сировина для отримання базальтоволонистих матеріалів. Україна має світовий пріоритет у створенні базальтоволонистих матеріалів, виробів із них та промислового впровадження відповідних технологій і обладнання. Базальтові волокна мають істотні переваги перед скляними за показниками теплостійкості, хімічної стійкості і водостійкості. Особливе значення має більш високий модуль пружності базальтових волокон (приблизно в 1,5 раза вищий, ніж в алюмоборосилікатного скла) для

виготовлення композитних труб. Модуль пружності, що визначає жорсткість труб із композитних матеріалів, особливо в кільцевому напрямку, має не менше значення, ніж міцність.

Безперервне базальтове волокно, поряд з іншими видами волокон, належить до армувальних матеріалів, широко використовуваних у сучасних технологіях для виготовлення композитів – штучно створених багатокомпонентних матеріалів, що складаються з пластичної полімерної основи (матриці) і армувального наповнювача.

Таблиця 2

Порівняльні характеристики армувальних волокон

Показник	Е-скловолокно	S-скловолокно	Армідне волокно	Вуглецеве волокно	БНВ
Міцність на розтяг, МПа	1 400...2 600	3 100...4 300	2 900...3 400	3 500...6 000	2 500...3 000
Модуль пружності, ГПа	72...76	87...90	70...140	230...600	84...87
Відносне подовження при розриві, %	4,7	5,3	2,8...3,6	1,5...2,0	3,1
Діаметр волокна, мкм	6...21	6...21	6...15	5...15	6...21
Текс	40...4 200	400...4 200	600...1 800	600...2 400	60...4 200
Температура застосування, °С	Від –50 до +380	Від –50 до +300	Від –50 до +290	Від –50 до +700	Від –260 до +600
Вартість, у.о./кг	1,1...1,4	2,5...3,5	25...50	25	2,5...3,0

Композити на основі базальтових волокон значно перевершують традиційні матеріали і сплави за своїми механічними і фізико-хімічними властивостями. Вони мають корозійну стійкість, хімічну інертність, низький коефіцієнт теплопровідності, високі питомі механічні

характеристики, малу питому вагу. Вироби і конструкції на основі композиційних матеріалів довговічні, використання композитів дозволяє зменшити масу конструкції і скоротити витрати на установку і монтаж.

Безперервне базальтове волокно – дуже перспективний матеріал, воно має унікальний набір властивостей і за своїми фізико-хімічними та механічними властивостями перевершує скловолокна з Е-скла і близьке до високомодульного S-скла.

Базальтове безперервне волокно за міцністю посідає проміжне положення між Е-склом і S-склом, за температурою застосування перевершує скловолокно і арамідні волокна, і, на відміну від арамідних волокон, не боїться води і не схильне до старіння (табл. 2).

Порівнянню з найбільш близькими до них за властивостями волокнами з Е-скла базальтові безперервні волокна володіють на 15...20 % вищими показниками модуля пружності і міцності на розтяг (рис. 1).

Слід також зазначити, що базальтове волокно володіє значно меншою гігроскопічністю, ніж скляне (приблизно в 10 разів), завдяки чому істотно знижуються

енерговитрати, пов'язані з видаленням вологи, і знижуються трудовитрати на виготовлення продукції [9].

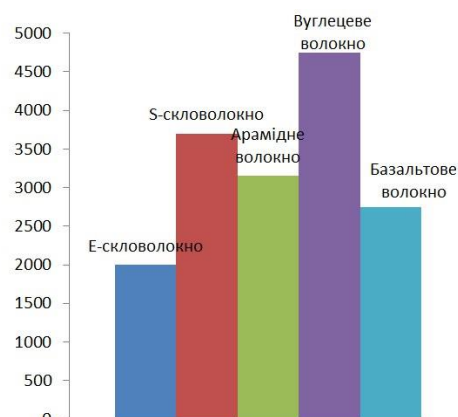


Рис. 1. Порівняльні характеристики міцності на розтягнення волокон, МПа

Також базальтове безперервне волокно характеризується значно ширшим температурним діапазоном застосування і більш високою хімічною стійкістю порівнянню з волокном Е-скла (табл. 3).

Таблиця 3

Порівняльна характеристика нитей зі скляних та базальтових волокон

Властивості	Базальтове волокно	Волокно Е-скла
Термічні		
Температура застосування, °С	От -260 до +600	От -60 до +460
Температура спікання, °С	1 050	600
Коефіцієнт теплопровідності, Вт / м, °К	0,031...0,038	0,034...0,04
Фізичні		
Діаметр елементарного волокна, мкм	7...17	6...17
Текс (г / км)	28...120	17...480
Щільність, кг / м ³	2 600...2 800	2 540...2 600
Модуль пружності, кг / мм ²	9 100...11 000	До 7 200
Залишкова міцність при розтягуванні (після термообробки):		
за 20 °С	100	100
за 200 °С	95	92
за 400 °С	82	52
Хімічна стійкість грубого волокна (втрата ваги після 3 год. кип'ятіння) в:		
H ₂ O	1,60	6,2
2N NaOH	2,75	6,0
2N HCl	2,20	38,9
Електричні		
Питомий об'ємний електричний опір, Ом м	1х10 ¹²	1х10 ¹¹
Тангенс кута діелектричних втрат за частоти 1 МГц	0,005	0,0047
Відносна електрична проникність за частоти 1 МГц	2,2	2,3
Акустичні		
Нормальний коефіцієнт звукопоглинання	0,9...0,99	0,8...0,93

Установлено також, що за хімічною стійкістю в середовищі портландцементу, що твердіє, базальтові волокна перевершують алюмомагnezійні волокна і скляні волокна марки Е. Це дає можливість стверджувати, що завдяки фізико-хімічним і механічним властивостям базальтові волокна мають величезну перспективу як армувальний матеріал для виробництва спеціальних бетонів і композитів на полімерній матриці, що працюють в агресивних середовищах.

Базальтофібробетони. Дослідження показали, що базальтобетон має більш високу міцність, тому що його армоване базальтове волокно володіє більш високим ступенем дисперсності в армованому камені, а саме волокно – більш високою міцністю, ніж сталева сітка.

Базальтофібробетон у конструкції може витримувати великі напруги деформації завдяки тому, що саме волокно під час розтягування пластичних деформацій не має, а за пружністю перевершує сталь. При цьому відносна деформація цементного каменю без утворення тріщин досягає 0,9...1,1 %.

Ефективне застосування композитних матеріалів у будівництві та відновленні каналізаційних мереж із високим рівнем хімічної активності. Основними перевагами бетону, армованого базальтовими волокнами, стало зниження товщини бетонного шару, відповідно загальної вартості будівництва, зменшення трудовитрат, пов'язаних з установкою дрютяної сітки. Рекомендації щодо внесення базальтової фібри в бетон наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

Рекомендації щодо внесення базальтової фібри в бетон

Довжина базальтової фібри, мм	Вид бетону	Кількість базальтової фібри на 1 т цементу, кг
5...10	Легкий	2...4
15...20	Важкий	10...50

У колекторах і підземних водних каналах товщина бетонного покриття істотно зменшується, вартість ремонту й обслуговування знижується завдяки довговічності бетону, армованого волокном. Важливий момент – що волокна не піддаються електрохімічній корозії, на відміну від звичайної арматури, яка є електричним провідником і схильна до катодного ефекту.



Рис. 2. Ремонт оглядової шахти з використанням методу «VMX-Базальт»

Покриття «VMX-Базальт» захищає бетонні міські колектори і комунікації від руйнування. Це підтверджують випробування, проведені в Харківському НДІ «УкрВОДГЕО» і ДКП «Харківкомуночиствод» (рис. 2) [10].

Базальтопластикові арматура. Базальтопластикові арматура (БПА) виготовляється з композитних матеріалів на основі базальтових ниток (ровінгу). Співвідношення компонентів у матеріалі: 70...75 % – базальтове волокно, до 25...30 % – полімерна сполука. За механічними властивостями базальтопластикові арматура перевершує сталеву. Застосування такої арматури забезпечує зниження теплопровідності і підвищення стійкості до агресивних середовищ (особливо лужних) бетонних виробів. Знижується вага конструкцій.

Найбільш перспективним бачиться використання пруткової арматури для армування залізобетонних виробів, що працюють в умовах ударних і

вібронавантажень, а також в агресивних середовищах.

Базальтопластикові арматура має такі механічні характеристики: межі міцності за розтягування – 1 200 МПа, за вигину – 780 МПа, модуль пружності за розтягування 80 ГПа.

Базальтопластикові труби.

Застосування труб із композитів (склопластикові – СПТ, базальтопластикові – БПТ, комбіновані – БСПТ) забезпечує значні переваги порівнянно з традиційно застосовуваними сталевими трубами. Композитні труби мають високу питому міцність, довговічність (60 років і більше) і надійність, унікальну корозійну і хімічну стійкість. Ці труби в 4,3 раза легші сталевих труб, що особливо важливо для транспортування, монтажу та експлуатації.

Труби з композитів характеризуються низьким гідравлічним опором і відсутністю «заростання» внутрішнього перетину.

Сучасне обладнання в ливарній промисловості дозволяє виробляти труби будь-яких діаметрів. Каменелиті базальтові труби виготовляють методом відливання з розплавленої гірничовулканічної породи. Плавку проводять у спеціальних печах, з яких базальт через приймач видається у вигляді розплавленої маси для заливання у форми [4]. Стандартна довжина каменелитих труб – до 500 мм, труба має міцні фланці з двох сторін. Зовнішня поверхня труб і деталей до них захищена за допомогою фарбування протикорозійною фарбою. Внутрішній діаметр каменелитих труб, вироблених у промислових масштабах, може досягати 610 мм [7].

Таблиця 5

Фізико-механічні характеристики базальтопластикових труб

№ п/п	Показник	Значення
1	Діаметр, мм	50...1 000
2	Щільність, г/см ³	1,8...2,0
3	Межа міцності, МПа: - за розтягнення - за стиску - за згинання	>300 >2500 >230
4	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м × К	0,2...0,3
5	Тиск, МПа	0...25
6	Термін служби не менше, років	60...100

Загальні переваги скло-базальтопластикових труб такі:

- висока герметичність і міцність, нечутливість до стирання, висока ремонтпридатність – аналогічно властивостям сталевих труб з однорідною структурою стінки;

- конструкція нарізного сполучення, його висока міцність дозволяють виробляти монтаж за будь-яких погодних умов за температури до –25 °С. Час складання одного різеклейового стику – менше 5 хв, що дозволяє змонтувати до 1 000 м трубопроводу в день;

- високоефективна теплоізоляція виключає теплові втрати: не більше 2 °С/ км;

- матеріал труб і конструкція з'єднань допускають підвищення температур до

130 °С, робочий тиск регламентується товщиною стінки;

- мала маса, що знижує витрати під час транспортування і монтажу;

- гладка внутрішня поверхня, що дозволяє використовувати в трубопроводах менший діаметр;

- відсутність будь-яких видів корозії, в тому числі електрохімічної від впливу блукальних струмів;

- зниження показників тривалої міцності за підвищених температур не перевищує 40 % від показників за нормальних умов;

- висока термостабільність, коефіцієнт температурного розширення в 10 разів менші, ніж у труб із термопластів;

- мають властивість самокомпенсації, температурні осові навантаження на опори

виникають у 10 разів менше, ніж за експлуатації сталевих трубопроводів;

– з'єднання труб не вимагає зварювальної техніки і відповідної перевірки зварних швів.

Висновок. Вироби на основі базальту мають низку переваг: високу міцність, досить малу вагу, надійність в експлуатації в широкому діапазоні температур, не

схильні до корозії і мають високу хімічну стійкість.

Таким чином, можна зробити висновок, що виробництво та використання базальтоволоконистих матеріалів, композитів та виробів із них перспективні та економічно доцільні. Ці переваги дають можливість застосування матеріалів із базальту у ремонті і відновленні мереж водопостачання та водовідведення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гончаренко Д. Ф., Бондаренко Д. А., Коваленко А. Н., Булгаков Ю. В. Преимущества применения базальтовых труб в подземных инженерных коммуникациях. *Науковий вісник будівництва*. Харків, 2014. № 3. С. 77–82.
2. Карандашов О. Г., Підгорна Л. П., Данілюцев В. Г., Висоцька А. О., Васильченко В. С. Скло- та базальтопластикові труби для водопостачання та спосіб їх з'єднання. Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доповідей XX Міжнар. наук.-практ. конф. Ч. III (15–17 травня 2012 р., Харків). За ред. проф. Товажнянського Л. Л. Харків : НТУ «ХПІ», 2012. 334 с.
3. Татаринцева О. С., Зимин Д. Е. Базальтопластик с повышенной тепло- и химической стойкостью. Становление современной науки. Химия и химические технологии : матер. междунар. конф. URL: http://www.rusnauka.com/25_NNP_2011/Chimia/5_91641.doc.htm
4. Удыма П. Г. Коррозионностойкие трубопроводы из неметаллических материалов. Москва : Госхимиздат, 1963. 220 с.
5. Фармазов С. А. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация. Москва : Химия, 1978. 352 с.
6. Базальтовые трубы в Украине. Строительный портал. URL : <http://www.polit-sovet.com/bazalto-vyie-trubyi-1206.html>
7. Базальтовые трубы камнелитые и отводы. Официальный сайт ООО ТД «Уральский базальт». URL : <http://www.uralbazalt.ru/page813367>
8. Базальтовые технологии : научно-производственный портал. URL : http://www.basalttech.org/forum/messages/forum20/topic_100/message4258/#message4258
9. Обзор рынка стеклобазальтопластиковых труб и геосетки в России и ДВФО. INFOMINE Research Group URL : <http://www.infomine.ru/research/29/436>
10. VMX–Базальт. ЗАО «Оцелот». URL : www.VMX-bazalt.com.ua

REFERENCES

1. Goncharenko D.F., Bondarenko D.A., Kovalenko A.N. and Bulgakov Yu.V. *Priemuschestva primeneniya bazaltovyih trub v podzemnyih inzhenernyih kommunikatsiyah* [Advantages of application of basalt pipes in underground engineering communications]. *Naukoviy visnik budivnitsva* [Scientific Bulletin of Construction]. Kharkiv, 2014, no. 3, pp. 77–82. (in Ukrainian)
2. Karandashov O.G., Pidgorna L.P., Danil'cev V.G., Visoc'ka A.O. and Vasil'chenko V.S. *Sklo- ta bazal'toplastikovyi trubi dlya vodopostachannya ta sposib ih zednannya* [Glass and basalt-plastic pipes for water supply and method of their connection]. *Informaciini tekhnologii : nauka, tekhnika, tekhnologiya, osvita, zdorov'ya : tezi dopovidei HX Mizhnarodnoi naukovo- praktichnoi konferencii* [Information Technology : Science, Technology, Technology, Education, Health : Abstracts of the XX International Scientific and Practical Conference]. P. III, May 15–17, 2012, Kharkiv. Ed. by prof. Tovazhnyansky L.L. Kharkiv : NTU “HPI” Publ., 334 p. (in Ukrainian)
3. Tatarinceva O.S. and Zimin D.E. *Bazal'toplastik s povyshennoi teplo- i himicheskoi stoikost'yu* [Basalt plastic with increased heat and chemical resistance]. *Stanovlenie sovremennoi nauki. Himiya i himicheskie tekhnologii : materialy Mezhdunarodnoi konferencii* [Formation of Modern Science. Chemistry and Chemical Technologies : Materials of the International Conference]. URL : http://www.rusnauka.com/25_NNP_2011/Chimia/5_91641.doc.htm (in Russian)
4. Udyma P.G. *Korrozionnostoikie truboprovody iz nemetallicheskih materialov* [Corrosion-resistant pipelines made of non-metallic materials]. Moscow : Goskhimizdat Publ., 1963, 220 p. (in Russian)
5. Farmazov S.A. *Oborudovanie neftepererabatyvayushchih zavodov i ego ekspluatatsiya* [Refinery equipment and its operation]. Moscow : Khimia Publ., 1978, 352 p. (in Russian)

6. *Bazal'tovye truby v Ukraine. Stroitel'nyĭ portal* [Basalt pipes in Ukraine. Construction portal]. URL : <http://www.polit-sovet.com/bazalto-vyie-trubyi-1206.html> (in Russian)
7. *Bazal'tovye truby kamnelitye i otvody. Oficial'nyĭ saĭt OOO TD «Ural'skiĭ bazal't»* [Stonecast basalt pipes and bends. Official site of OOO TD "Ural Basalt"]. URL : <http://www.uralbazalt.ru/page813367> (in Russian)
8. *Bazal'tovye tekhnologii: nauchno- proizvodstvennyĭ portal* [Basalt technologies: research and production portal]. URL : http://www.basalttech.org/forum/messages/forum20/topic_100/message4258/#message4258 (in Russian)
9. *Obzor rynka steklobazal'toplastikovyh trub i geosetki v Rossii i DVFO. INFOMINE Research Group* [Market overview of glass-basalt-plastic pipes and geogrid in Russia and the Far Eastern Federal District. INFOMINE Research Group]. URL : <http://www.infomine.ru/research/29/436> (in Russian)
10. *VMX–Bazal't. ZAO “Ocelot”* [VMX-Basalt. JSC “Ocelot”]. URL : www.VMX-bazalt.com.ua (in Russian)

Надійшла до редакції : 24.02.2021.

УДК 331.45

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.51.751

ПІДХІД ДО РЕАЛІЗАЦІЇ ТОПОГРАФІЧНОГО МЕТОДУ АНАЛІЗУ СТАНУ УМОВ ПРАЦІ ЧЕРЕЗ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ВИРОБНИЧОГО РИЗИКУ

ГРИГОР'ЄВА Є. С., ас., здобувач

Кафедра охорони праці та навколишнього середовища, Український державний університет залізничного транспорту, пл. Фейєрбаха, 7, 61050, Харків, Україна, тел. +38 (050) 401-33-91, e-mail: biletska@kart.edu.ua, ORCID: 0000-0002-9525-7399

Анотація. Постановка проблеми. В Україні все більше зміцнюється усвідомлення того, що нещасні випадки й різні захворювання, які пов'язані з професійною діяльністю, мають згубний вплив не тільки на життя окремих працівників, їхніх сімей, але й на соціально-економічний добробут суспільства в цілому. Розглянуто методичний підхід до використання ризик-орієнтованого підходу до реалізації топографічного методу прогнозування виробничого травматизму в сучасних умовах, основою якого є оцінювання виробничих ризиків для забезпечення системи управління гігієною та безпекою праці та циклу постійного удосконалення Шухарта-Демінга. За основу розрахунку професійного і виробничого ризиків залежно від параметрів робочої зони з урахуванням часу перебування працюючих у зоні дії небезпечних факторів були взяті закони Вебера-Фехнера і С. Стівенса. Розроблено алгоритм перетворення параметрів середовища у показник виробничого ризику. Був проведений аналіз карт умов праці за результатами атестації деяких робочих місць регіональної філії «Локомотивне депо Основа» АТ «Українська залізниця» з урахуванням імовірності дії небезпечного фактору та імовірності перебування працюючого у зоні його дії. При цьому обов'язково враховувалось те, що дія шкідливих і небезпечних виробничих факторів не обмежується тільки робочою зоною, а розповсюджується у просторі відповідно до встановлених закономірностей. Такий підхід дає змогу оцінювати взаємне посилення дії шкідливих і небезпечних чинників у просторі і визначати найбільш небезпечні зони у приміщенні цеху.

Мета статті – обґрунтування застосування ризик-орієнтованого підходу для застосування топографічного методу прогнозування виробничого травматизму. **Висновки.** Отримані результати свідчать про взаємне посилення шкідливої дії факторів виробничого середовища і трудового процесу на працівників дизельного та зварювального відділення. Застосування запропонованого підходу дозволяє проводити оцінку значень потенційного виробничого ризику при будь-якій кількості шкідливих і небезпечних факторів на робочих місцях, з урахуванням їхнього взаємного впливу, визначати зони з найбільшими рівнями виробничого ризику між робочими місцями та на будь-якій відстані від них для визначення оптимальних і найбільш небезпечних маршрутів пересування працівників по території цеху.

Ключові слова: професійний ризик; виробничий ризик; шкідливий фактор; небезпечний фактор; топографічний метод прогнозування виробничого травматизму; гігієна та безпека праці

APPROACH TO THE IMPLEMENTATION OF THE TOPOGRAPHICAL METHOD OF ANALYZING WORKING CONDITIONS THROUGH THE DETERMINATION OF PATTERNS OF REDUCING THE LEVEL OF INDUSTRIAL RISKS

HRYHORIEVA Yev.S., Ass., Postgraduate Student

Department of Human Engineering and Environmental Protection, Ukrainian State University of Railway Transport, 7, Feuerbach Square, 61050, Kharkiv, Ukraine, tel. +38 (050) 401-33-91, e-mail: biletska@kart.edu.ua, ORCID: 0000-0002-9525-7399

Abstract. Problem statement. In Ukraine there is an increasing awareness that accidents and various diseases associated with professional activity have a detrimental effect not only on the lives of individual workers, their families, but also on the socio-economic well-being of society as a whole. A methodical approach to the use of risk-oriented approach to the implementation of topographical method of occupational traumatism forecasting in modern conditions, the basis of which is an assessment of occupational risks for the occupational health and safety management system and the Schuchart-Deming cycle of continuous improvement, is considered. Weber-Fechner and S. Stevens laws were taken as the basis for calculation of occupational and industrial risks depending on the parameters of the working zone, taking into account the time of workers' stay in the zone of hazardous factors. An algorithm for converting environmental

parameters into an index of occupational risk was developed. There was performed an analysis of the map of working conditions by the results of the certification of some working places of the regional branch "Osnova Locomotive Depot" of the JSC "Ukrainian railroads" regarding the probability of the hazardous factor action, and the probability of a worker being in the zone of its action. At that, it was necessarily taken into account that action of harmful and hazardous industrial factors is not limited to the working area, but spreads in space in accordance with the established laws. Such approach allows to estimate mutual reinforcement of harmful and hazardous factors effect in space and to determine the most hazardous zones in the workshop premises. **Purpose** is to substantiate the application of risk-oriented approach to topographical method of industrial injuries prediction. **Conclusions.** The results obtained testify to the mutual increase in the harmful effects of the factors of the working environment and the working process on the workers of the diesel and welding departments. Application of the proposed approach makes it possible to estimate the values of potential industrial risk at any number of harmful and hazardous factors at workplaces, taking into account their mutual influence, to determine the zones with the largest levels of industrial risk between workplaces and at any distance from them to determine the optimal and safest routes of workers' movement through the shop territory.

Keywords: professional risk; industrial risk; harmful factor; hazardous factor; topographical method of industrial injury prediction; hygiene and labor safety

Постановка проблеми. В Україні все більше зміцнюється усвідомлення того, що нещасні випадки й різні захворювання, які пов'язані з професійною діяльністю, мають згубний вплив не тільки на життя окремих працівників, їхніх сімей, але й на соціально-економічний добробут суспільства в цілому. Критерії безпеки мають базуватися на науково обґрунтованій теорії професійного та виробничого ризику, що враховує усі аспекти забезпечення безпечної праці. В даний час для оцінки виробничого травматизму професійних захворювань та інших, пов'язаних з роботою захворювань, застосовуються кілька різних за своєю суттю показників, які не створюють єдиної цілісної картини про стан умов праці на виробництві [1]. І в цьому відношенні показовим є приклад України, де поняття професійного та виробничого ризиків застосовуються залежно від області досліджень, мають різні тлумачення і сенс, а показники, які найчастіше використовуються, не мають порівняння і порівняльної кількісної оцінки. В більшості високорозвинених країн світу існує загальноприйняте і всім зрозуміле правило – вкладення коштів у заходи із збереження життя і здоров'я людини економічно вигідно. Заявивши про свій намір приєднатися до Європейського Союзу, Україна взяла на себе зобов'язання щодо приведення національного законодавства у відповідність із законодавством ЄС. Професійні захворювання мають чіткі зв'язки з характером виконуваної роботи.

Захворювання, що спровоковані шкідливими умовами праці, мають неймовірно довгий інкубаційний період, в результаті чого вони можуть проявлятися у різних формах, які не завжди легко розпізнати. Встановлено, що для багатьох шкідливих впливів існує часовий відрізок, протягом якого вони не мають явних проявів. Окрім того, як свідчить практика, дуже часто в момент прояву симптомів захворювання шкідливий вплив на людину вже відсутній, що є наслідком прихованого ушкодження здоров'я шкідливими чинниками виробничого середовища в період трудової діяльності.

Останні роки для оцінки виробничого ризику в реальних виробничих умовах набуває все більшої значущості топографічний метод прогнозування травматизму, тому що спрямований на визначення найбільш небезпечних зон в приміщенні цехів і дозволяє чітко розрізнити професійний ризик ушкодження здоров'я працівника від виробничого ризику.

Таким чином, сучасні вимоги системи управління гігієною та безпекою праці потребують перегляду основ реалізації топографічного методу аналізу травматизму і переведення його на застосування ризик-орієнтованого підходу.

Аналіз публікацій. Умови праці як сукупність санітарно-гігієнічних, психофізіологічних, соціальних та естетичних елементів виробничого середовища проявляють безпосередню дію на здоров'я і працездатність людини. Для

розроблення заходів, що дозволяють запобігати зниженню працездатності, виникненню професійних захворювань і випадків виробничого травматизму, необхідно об'єктивно оцінити вплив умов праці на людину. Відомо, що дія шкідливих і небезпечних виробничих факторів не обмежується тільки робочою зоною, яка визначається як простір, у якому розташовано робочі місця постійного або тимчасового (непостійного) перебування працівників під час їхньої трудової діяльності [2], а розповсюджується у просторі відповідно до встановлених закономірностей. Гігієнічна наука виділяє певні фактори, що впливають на формування здоров'я населення, але особливе місце в цій структурній схемі належить впливу професійних та виробничих факторів [3–5].

Методи аналізу виробничого травматизму призначені для виявлення причин і визначення закономірностей його виникнення. Використання сучасних методів аналізу повинно дати змогу об'єктивного оцінювання травматизму та розробки дієвих заходів його профілактики. Імовірно-статистичні методи аналізу травматизму, до яких віднесено статистичний, груповий і топографічний, дозволяють виявити залежність між чинниками системи «людина – машина – робоча зона» та травматизмом на основі вивчення нещасних випадків, що вже сталися [6–7]. Зокрема топографічний методи аналізу травматизму ґрунтується на тому, що на плані цеху (підприємства) відмічають місця, де сталися нещасні випадки, або ж на схемі, що являє собою контури тіла людини, позначають травмовані органи чи ділянки тіла. Це дозволяє наочно бачити місця з підвищеною небезпекою або ж найбільш часто травмовані органи. Тобто застосування цих методів аналізу потребує фактичних даних про нещасні випадки, що вже відбулися і тому не можуть бути використані при проектуванні нових виробництв, або реконструкції діючих, що значно зменшує можливість їхнє застосування.

Тим більше, що у сучасній світовій практиці прогнозування небезпечних ситуацій здійснюється з точки зору вивчення можливих ризиків [8]. Критерії безпеки мають базуватися на науково обґрунтованій теорії професійного та виробничого ризику, що враховує усі теоретичні і практичні аспекти забезпечення безпечної праці, оскільки вони не тільки перетинаються з багатьма іншими фундаментальними областями наукових досліджень, а й самі виключно багатогранні.

Останнім часом заслуговують дедалі більшої уваги підходи, основою яких є оцінка виробничих ризиків, насамперед, це системи управління гігієною та безпекою праці на основі ризик-орієнтованого підходу та циклу постійного удосконалення Шухарта-Демінга [9].

Мета статті – обґрунтування застосування ризик-орієнтованого підходу для застосування топографічного методу прогнозування виробничого травматизму.

Результати досліджень. Існуюче математичне моделювання ризику, що базується на методах теорії імовірності та математичної статистики, у наш час набуло достатньо великого теоретичного і практичного значення через необхідність розв'язання конкретних задач аналізу різнобічних ризикових ситуацій від незначного до катастрофічного рівня, число яких невпинно зростає [10].

Поняття «професійний ризик» у нормативних документах визначається як величина ймовірності порушення (ушкодження) здоров'я працівника з урахуванням тяжкості наслідків внаслідок несприятливого впливу факторів виробничого середовища і трудового процесу [11]. А гігієнічне оцінювання професійного ризику має проводитися з урахуванням величини експозиції цих факторів, показників стану здоров'я працівника та втрати ним працездатності [12].

Аналіз широкого кола наукових публікацій [13–17], дозволяє стверджувати, що теоретичною основою формування концепції безпеки в організаційно-технічних

системах є аксіома про потенційну небезпеку, закон Вебера-Фехнера, закон С. Стівенса, принцип мінімуму Лібіха, закон толерантності Шелфорда, принцип Фармера.

Проведеними раніше дослідженнями визначено залежності професійного ризику від рівня різноманітних шкідливих і небезпечних виробничих факторів, на основі законів Вебера-Фехнера і С. Стівенса [18–19] (табл. 1).

Таблиця 1

Розрахунок потенційного ризику при дії різнорідних факторів

Параметри якості середовища	Одиниці вимірювання	Норматив прийнятого рівня	Надмірний рівень	Формула для розрахунку ризику
Хімічні речовини	мг/м ³	ГДК _{сд} , Залежить від речовини	ЛК ₅₀	$r = 10^{-6} + b \cdot \lg \frac{C}{ГДК}$
Шум	дБА	ГДР	130 дБА	$r = 10^{-6} + 0,038 \cdot \lg \frac{I}{I_0}$
Іонізуюче випромінювання	мЗв рік ⁻¹	Ліміт дози ГДР=20	>50	$r = 10^{-6} + 0,358 \cdot \lg \frac{D_E}{ГДР}$
Електромагнітні коливання	Вт/м ²	ПДЕЕ, Залежить від частоти	>500	$r = 10^{-6} + k \cdot \lg \frac{E}{ПДЕЕ}$

За одночасної дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів на працівника величина інтегрального ризику обчислюється за формулою:

$$R = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - r_i) \quad (1)$$

Отримані залежності при застосуванні для атестації робочих місць значно полегшують оцінку факторів виробничого середовища і трудового процесу.

На основі алгоритму перетворення параметрів середовища у показник виробничого ризику був проведений аналіз карт умов праці за результатами атестації робочих місць регіональної філії «Локомотивне депо основа» АТ «Українська залізниця». Отримані результати наведені у таблиці 2.

Для врахування імовірності перебування працюючого у зоні дії i -го небезпечного фактору, визначаємо імовірність наявності i -го небезпечного фактору в робочій зоні за наступною формулою:

$$P_{v_i} = P_i^v \cdot P_i^p, \quad (2)$$

де: P_i^v – імовірність дії i -го небезпечного фактору; P_i^p – імовірність перебування

працюючого у зоні дії i -го небезпечного фактору.

Наступний етап – визначення імовірності дії i -го небезпечного фактору та імовірності перебування працюючого у зоні його дії відповідно:

$$P_i^v = t_i^v / T_{CM} \quad \text{і} \quad P_i^p = t_i^p / T_{CM}, \quad (3)$$

де t_i^v – час дії i -го небезпечного фактору; t_i^p – час перебування працюючого у зоні дії i -го небезпечного фактору; T_{CM} – тривалість зміни.

Підставивши отримані вирази у формулу (2), отримаємо імовірність дії i -го небезпечного фактору на працюючого в наступному вигляді:

$$P_{v_i} = \frac{1}{T_{CM}^2} (t_i^v \cdot t_i^p). \quad (4)$$

За умови, коли є одночасна наявність 2, 3, ... n шкідливих факторів, імовірність їх дії можна визначити таким чином:

$$\begin{aligned} P_v(2) &= P_{v_2} + P_{v_1} - P_{v_2} \cdot P_{v_1} \\ P_v(3) &= P_{v_3} + P_{v_2} - P_{v_3} \cdot P_{v_2} \quad \dots \\ P_v(n) &= P_{v_n} + P_{v_{n-1}} - P_{v_n} \cdot P_{v_{n-1}} \end{aligned} \quad (5)$$

Таблиця 2

Розрахункові значення потенційного та інтегрального виробничого ризиків для деяких робочих місць

№ п/п	Робоче місце, професія, цех (дільниця, відділ)	Клас умов праці	Фактори виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення (ГДК), (ГДР)	Фактичне значення	Потенційний ризик, r_i	Інтегральний ризик, R
1	Електрозварник (зайнятий різанням та ручним зварюванням)	3.2	ШХР, марганець	0,2	0,24	0,009003	0,774952
			ШХР, оксид заліза	6	6,7	0,008205	
			ІЧ випромінювання, Вт/м ²	140	358	0,156705	
			Робоча поза	10	38	0,728481	
2	Слюсар з ремонту рухомого складу (випробування дизелів)	3.2	Шум, дБА	80	90	0,001945	0,001945

Якщо відома імовірність дії шкідливих факторів на працюючих, то подальше визначення шкідливості виробничого процесу в цілому відбуватиметься таким чином:

$$P_{nm}^0 = \frac{N_1 P_0(1) + N_2 P_0(2) + \dots + N_n P_0(n)}{N}, \quad (6)$$

де $N_1, N_2, \dots, N_n$ – кількість працюючих, які підпадають під дію 1, 2, 3, ... n шкідливих факторів; $P_0(1), P_0(2), \dots, P_0(n)$ – імовірність дії на працюючих 1, 2, 3, ... n шкідливих факторів; N – загальна чисельність працюючих.

Далі визначається імовірність дії j -го небезпечного фактору за формулою:

$$P_{b_j} = P_j^b \cdot P_j^p \cdot P_j^{nc}, \quad (7)$$

де P_j^b – імовірність наявності у робочій зоні j -го небезпечного фактору (речовини); P_j^p – імовірність перебування людини у зоні дії j -го небезпечного фактору (речовини); P_j^{nc} – вражаюча здатність j -го небезпечного фактору (речовини).

Встановлено, що імовірність наявності у робочій зоні j -го небезпечного фактору та імовірність перебування людини у зоні дії цього фактору визначається за формулою (3). А вражаюча здатність j -го небезпечного фактору визначається як:

$$P_j^{nc} = \frac{d_j}{D_j}, \quad (8)$$

де d_j – фактичний рівень (вміст) j -го небезпечного фактору (речовини); D_j – граничний рівень (вміст) j -го небезпечного фактору (речовини).

Відомо, граничний рівень (вміст) j -го небезпечного фактору (речовини) – це такий рівень, при якому працюючі підлягають найшвидшій евакуації з небезпечної зони.

Якщо підставити у формулу (6) вирази для P_j^b , P_j^p і P_j^{nc} , то формула матиме наступний вигляд:

$$P_{b_j} = \frac{t_j^b \cdot t_j^p \cdot d_j}{T_{CM}^2 \cdot D_j}. \quad (9)$$

Загальна імовірність шкідливої дії m факторів визначається за формулою:

$$P_b(m) = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - P_{b_j}). \quad (10)$$

Врахування імовірності перебування працюючого у зоні дії i -го небезпечного фактору для деяких робочих місць регіональної філії «Локомотивне депо Основа» АТ «Українська залізниця» наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Кількісна оцінка потенційної шкідливості виробничих процесів для співробітників із шкідливими умовами праці

№ п/п	Робоче місце, професія, цех (дільниця, відділ)	Кількість працюючих	Клас умов праці	Імовірність дії на працюючого n шкідливих факторів, P_{v_i}	Імовірність дії j -го небезпечного фактору, P_{b_j}	Інтегральний ризик, R_{int}
1	Електрозварник (зайнятий різанням та ручним зварюванням)	2	3.2	0,969918	0,287255	0,774952
2	Слюсар з ремонту рухомого складу (випробування дизелів)	4	3.1	0,9025	0,624808	0,001945

Отримані в результаті проведених розрахунків дані свідчать про те, що імовірність дії на працюючого шкідливих факторів у крановому цеху надмірна для всіх співробітників без виключень ($P_{v_i} \approx 0,9$).

Імовірність дії j -го небезпечного фактору на співробітників зварювального відділення, дизельного відділення та ділянок з ремонту кранів в будівлі кранового цеху за даними обчислень є великою ($P_{b_j} \geq 0,1$).

Проведені розрахунки свідчать про недосконалість української нормативної бази щодо обґрунтування віднесення робочого місця до категорії із шкідливими (особливо шкідливими), важкими (особливо важкими) умовами праці. Аналіз даних, отриманих в результаті проведеної кількісної оцінки потенційної шкідливості виробничих процесів із використанням розробленої моделі визначення інтегрального ризику для виробничого підрозділу «Локомотивне депо Основа» АТ «Укрзалізниця», дозволяє стверджувати, що значення показників виробничого ризику не залежать від їхнього ступеня, визначеного за Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

Разом з цим треба розуміти, що дія шкідливих і небезпечних виробничих факторів не обмежується тільки робочою

зоною, яка визначається як простір, у якому розташовано робочі місця постійного або тимчасового (непостійного) перебування працівників під час x трудової діяльності [20], а розповсюджується у просторі відповідно до встановлених закономірностей. Так, наприклад, інтенсивність інфрачервоного випромінювання характеризується густиною потоку енергії, яка визначається за формулами [21]:

$$\text{за } l \geq \sqrt{S}$$

$$Q = \frac{0,91 \cdot S \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - A \right]}{l^2}, \quad (11)$$

$$\text{за } l \leq \sqrt{S}$$

$$Q = \frac{0,91 \cdot S \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - A \right]}{l}, \quad (12)$$

де Q – густина потоку енергії, Вт/м²; S – площа випромінювання, м²; T – температура поверхні випромінювання, К; l – відстань від джерела випромінювання, м; A – константа (для шкіри людини та бавовняної тканини $A = 85$; для сукна $A = 110$).

За допомогою методу скінченних елементів було графічно визначено співвідношення між нормативним значенням факторів виробничого середовища і трудового процесу і дійсним значенням, який за допомогою алгоритму

перетворення параметрів виробничого середовища в показники виробничого ризику для працівників із шкідливими умовами праці, робочі зони яких розташовані у будівлі кранового цеху АФ-1.

Для робочих зон (РМ № 11а і РМ № 11б) електрозварників зварювального відділення у будівлі кранового цеху АФ-1 (2×2 м) (п. 1 табл. 2), які розташовані одна проти

іншої на відстані 1,6 м, залежність інтенсивності інфрачервоного випромінювання від відстані без урахування взаємного впливу має вигляд, відображений на рисунку 1, і свідчить, що на відстані 0,95 м вже досягається нормативний рівень інтенсивності інфрачервоного випромінювання від кожного з робочих місць.

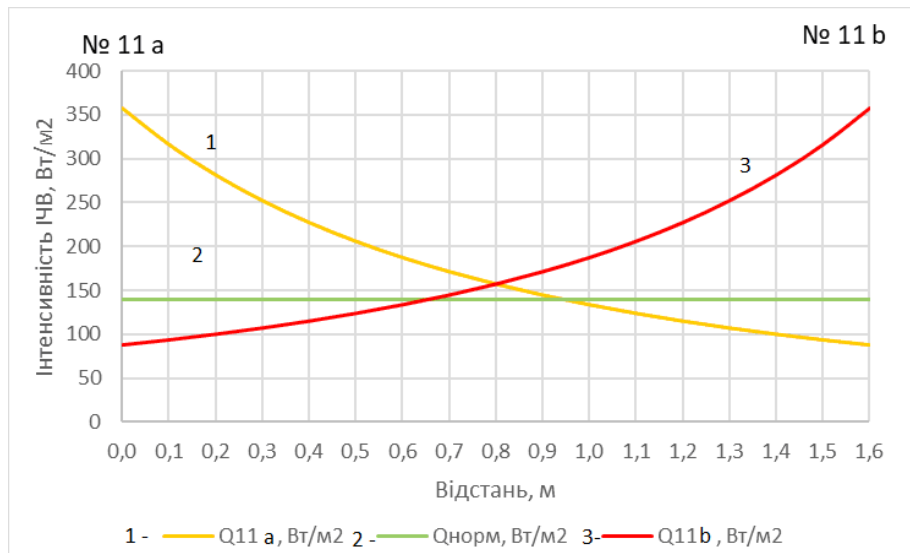


Рис. 1. Залежність інтенсивності інфрачервоного випромінювання від відстані між робочими зонами електрогазоварників РМ №11а і РМ № 11б без врахування взаємного впливу

Але під час врахування взаємного впливу інтенсивності інфрачервоного випромінювання обох робочих місць за одночасної роботи будемо мати зовсім іншу картину (рис. 2). Інтенсивність

інфрачервоного випромінювання від обох робочих місць за одночасної роботи в усьому просторі перебільшує нормативний рівень.

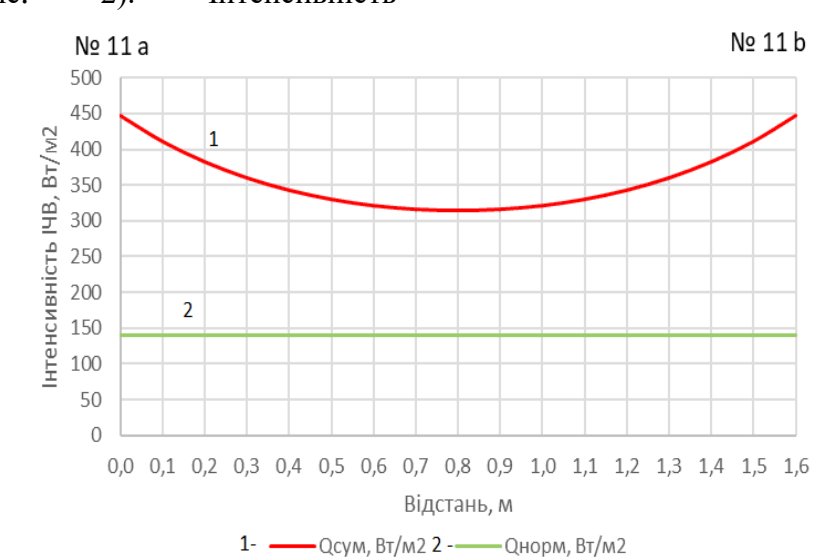


Рис. 2. Залежність інтенсивності інфрачервоного випромінювання від відстані між робочими зонами електрогазоварників РМ №11а і РМ № 11б з врахування взаємного впливу

Створення тривимірної моделі зміни показників виробничого ризику залежно від зміни показників виявлених у робочій зоні шкідливих факторів виробничого процесу та розташування РМ було застосовано підхід Кімбала: агрегована багатовимірна база даних отримує дані з набору листів даних, які в свою чергу обчислюють показники відповідних приміщень підприємства [22].

При побудові багатовимірної моделі для уявної картини небезпек для працівників

дизельного відділення, зварювальників та зайнятих на ділянках з ремонту кранів співробітників є доцільним використання реляційної моделі даних у програмній системі. Вона базується на наборі простих таблиць, створюючи зв'язки між ними, тобто є одним із найбільш простих та ефективних засобів опрацювання даних, а також є динамічною системою, що є важливим фактором для нашого дослідження [23].

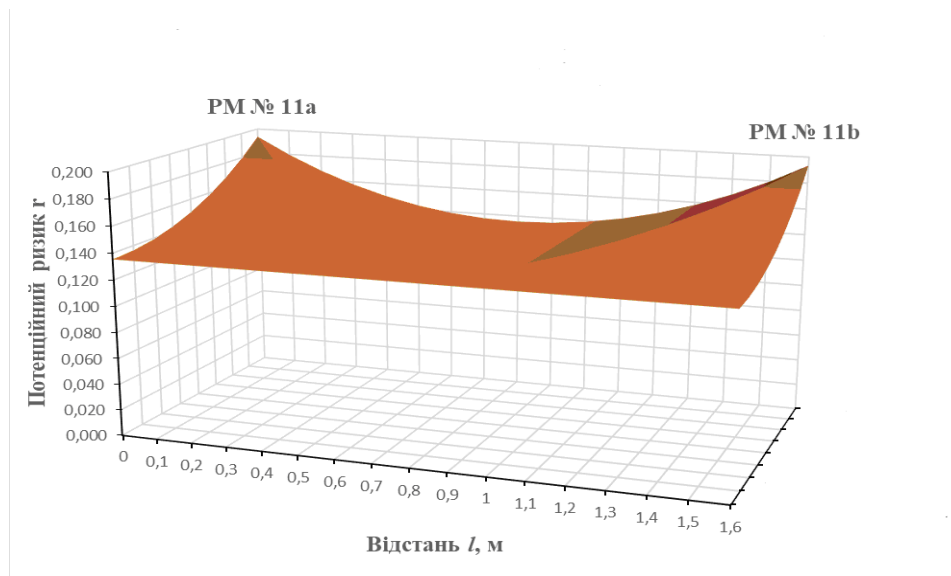


Рис. 3. Рівень виробничого ризику для поряд розташованих робочих місць електрозварників (РМ №11а і РМ №11б)

Перерахунок показників виробничого середовища у показники ризику для робочих зон (РМ № 11а і РМ № 11б) електрозварників у будівлі кранового цеху АФ-1 і побудова тривимірної моделі зони виробничого ризику для цих робочих місць показує, що в період одночасної роботи навколо їхніх робочих місць маємо зону з надмірним рівнем ризику ($R_{int} > 10^{-1}$) (рис. 3), перебування в якій небажано для будь-кого з інших робітників. З огляду на те, що їхні робочі місця розташовані впритул, у приміщенні зварювального відділення немає проміжку для проходу, отже кожний із співробітників виробничого підрозділу опиняється у зоні професійного ризику зварювальників.

Під час ремонту та випробуванні дизелів у робочій зоні слюсарів з ремонту рухомого складу (РМ № 33а, РМ № 33б, РМ № 33с, РМ № 33д) проводяться наступні види робіт,

які є основними джерелами шуму: робота випробувального стенду форсунок; налаштування та регулювання паливних насосів; промивання паливних частин дизеля; робота кран-балки; центрування дизеля або дизель-генератора; гідровипробування дизеля або дизель-генератора; розконсервування дизеля або дизель-генератора; обкатка дизеля або дизель-генератора.

Відповідно до Методики обчислення еквівалентного рівня шуму, викладеної у [24–25], для робочих місць працівників дизельного відділення у будівлі кранового цеху АФ-1 був проведений розрахунок рівнів звукового тиску в залежності від відстані із урахуванням взаємного впливу поряд розташованих робочих місць. Для того, щоб характеризувати реальний взаємний шумовий вплив за час робочої зміни для співробітників дизельного

відділення було враховано вплив і від прямого, і від відбитого звуку з подальшим перерахунком у показники ризику.

Октавні рівні звукового тиску L в дБ в розрахункових точках приміщень, в яких декілька джерел шуму, необхідно розраховувати в зоні прямого та відбитого звуку за формулою:

$$L = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{10^{0,1L_{wi}} \chi \Phi}{\Omega r^2} + \frac{4}{kB} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{wi}} \right), \quad (13)$$

де L_{wi} – октавний рівень звукової потужності в дБ, що створюється i -м джерелом шуму; m – кількість джерел шуму, найближчих до розрахункової точки (тобто джерела шуму, для яких $r_i = 5r_{min}$, де r_{min} – відстань в м від розрахункової точки до акустичного центру найближчого до неї джерела шуму); χ – коефіцієнт, що враховує вплив ближнього поля в тих випадках, коли відстань r менше подвоєного максимального габариту джерела, $r < 2l_{max}$; Φ – фактор спрямованості джерела шуму (в нашому випадку джерело з рівномірним випромінюванням, $\Phi = 1$); Ω – просторовий кут випромінювання джерела, рад; r – відстань від акустичного центру джерела шуму до розрахункової точки, м; n – загальна кількість джерел шуму в приміщенні; k – коефіцієнт, що враховує порушення дифузності звукового поля в приміщенні (приймають в залежності від середнього коефіцієнта звукопоглинання a_{cp}); a_{cp} – середній коефіцієнт звукопоглинання, який визначається за формулою:

$$a_{cp} = \frac{A}{S_{огр}}, \quad (14)$$

де A – еквівалентна площа звукопоглинання, m^2 , визначається за формулою:

$$A = \sum_{i=1}^n a_i S_i, \quad (15)$$

де a_i – коефіцієнт звукопоглинання i -ої поверхні; S_i – площа i -ої поверхні, m^2 ; $S_{огр}$ – сумарна площа огорожувальних поверхонь приміщення, m^2 ; B – постійна

приміщення в m^2 , що визначається за формулою:

$$B = \frac{A}{1 - a_{cp}}. \quad (16)$$

Якщо всі n джерела шуму мають однакову звукову потужність L_{wi} , відповідно:

$$10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{wi}} = L_{wi} + 10 \lg n. \quad (17)$$

Отримані результати свідчать про взаємне посилення шкідливої дії факторів виробничого середовища і трудового процесу на працівників дизельного відділення. Так, отримані значення потенційного виробничого ризику більше у чотири рази від попередніх значень ($R_{int} \approx 0,004 \cdot 10^{-3}$).

Беручи за основу отримані значення інтегрального показника виробничого ризику (табл. 3), було побудовано тривимірну модель шкідливої дії виробничого ризику в просторі між робочими місцями слюсарів у дизельному відділенні будівлі кранового цеху АФ-1. Означена модель дає уявну картину небезпек для працівників дизельного відділення (рис. 4).

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що відбувається поглиблення взаємного шкідливого впливу при сумісній дії небезпечних та шкідливих факторів. Характер виконуваних робіт (зміна режимів при випробуванні дизелів) передбачає виникнення потужної реверберації. Найбільш безпечною зоною у приміщенні дизельного відділення кранового цеху АФ-1 є простір між робочими місцями. Але під час роботи випробувальних стендів ситуація докорінно змінюється. В результаті виникає загальний надмірний виробничий ризик для працівників дизельного відділення.

У результаті виконаного дослідження встановлено, що розвиток і удосконалення ризик-орієнтованого підходу полягає не тільки у вилученні з них незначних за впливом шкідливих і небезпечних виробничих чинників, а і в досконалому розгляді ризик-утворюючих чинників і

механізмів, що обумовлюють виникнення нещасних випадків.

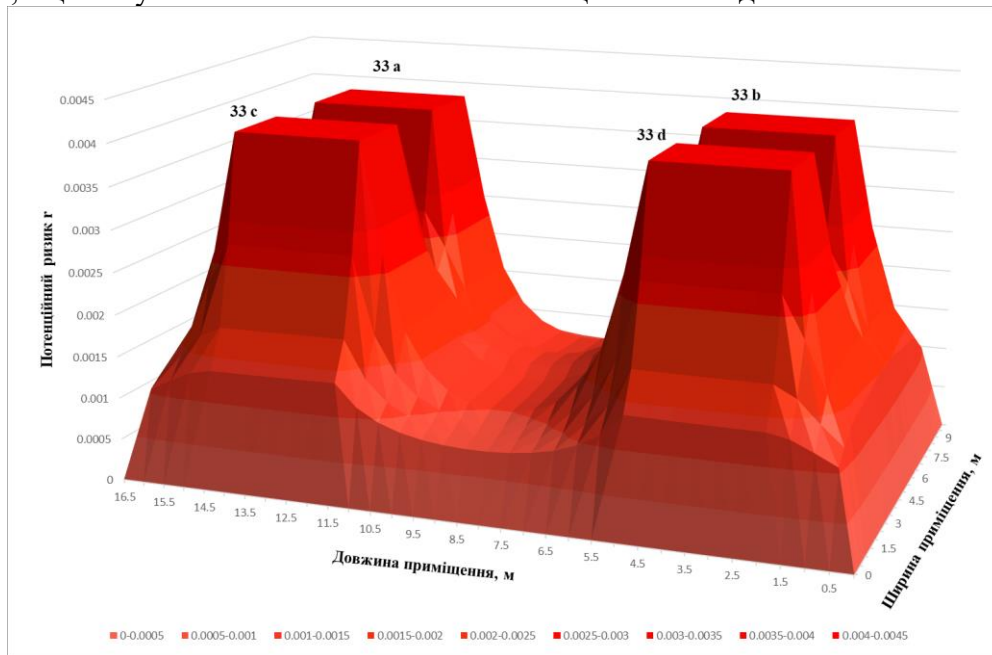


Рис. 4. Рівень виробничого ризику для поряд розташованих робочих місць слюсарів з ремонту рухомого складу (РМ № 33а, РМ № 33б, РМ № 33с, РМ № 33д)

Висновки. Застосування запропонованого підходу дозволяє проводити оцінку значень потенційного виробничого ризику при будь-якій кількості шкідливих і небезпечних факторів на робочих місцях, з урахуванням їх взаємного впливу, визначати зони з найбільшими рівнями виробничого ризику між робочими місцями та на будь-

якій відстані від них, для визначення оптимальних і найбільш небезпечних маршрутів пересування працівників по території цеху. Таким чином, визначено обґрунтування застосування ризик-орієнтованого підходу для застосування топографічного методу прогнозування виробничого травматизму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ILO Introductory Report: Decent Work – Safe Work. Geneva : International Labor Office, 2006. 56 p.
2. Linn H. I., Amendola A. A. Occupational Safety Research : overview. Encyclopedia of Occupational Safety and Health. International Labor Organization. Geneva, 2005. URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_116863.pdf
3. Nyirendaavwil V., Chinniah Y., Agard B. Identifying Key Factors for an Occupational Health and Safety Risk estimation Tool in Small and Medium-size Enterprises. IFAC-PapersOnLine. 2015. Vol. 48 (3). URL: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.137>
4. Jilcha K., Kitaw D. Industrial occupational safety and health innovation for sustainable development. *Engineering Science and Technology, an International Journal*. 2017. Vol. 20 (1). URL: <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2016.10.011>.
5. Nicoletti L., Padovano A. Human factors in occupational health and safety 4.0: a cross-sectional correlation study of workload, stress and outcomes of an industrial emergency response. *International Journal of Simulation and Process Modelling*. 2019. Vol. 14 (2). DOI: 10.1504/IJSPM.2019.10021441.
6. Присяжна Л. П., Сметанкін В. О., Переверзева Л. М., Немічева Н. В. Класифікація методів аналізу травматизму. *Вісник ХНАДУ*. 2012. Вип. 59. С. 60–63.
7. Zijng Zhang. Statistical methods on risk management of extreme events : Doctoral Dissertation. *University of Massachusetts Amherst*. 2017.
8. ISO 45001. Системи менеджменту охорони здоров'я і безпеки праці. Вимоги з застосування. URL: <https://www.iso.org/standard/63787.html>
9. Henshall A. How to Use The Deming Cycle for Continuous Quality Improvement. *Process. ST* : веб-сайт. URL: <https://www.process.st/deming-cycle/>

10. Terje Aven. Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. *European Journal of Operational Research*. 2016. Pp. 1–13. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221715011479#bib0077>.
11. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ України № 248 від 08 квітня 2014 р. URL: <https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14> (дата звернення : 03.08.2020).
12. Гунченко О. М., Беліков А. С., Касьянов М. А., Шаломов В. А., Стефонович П. І. Удосконалення методики оцінювання та управління виробничим ризиком. *Новини інженерної науки Придніпров'я*. Вип. 1 (2). 2017. С. 30–38.
13. Marcrae C. Regulation and Risk : Occupational Health and Safety on the Railways. *Risk Analysis*. 2004. № 2. Pp. 509–510.
14. Kuzminov B. P., Lototska-Dudyk U. B. Occupational factors and their influence on the health of workers in shoe productions. National Medical University by Danilo Galitsky, Lviv. URL: <https://doi.org/10.33573/ujoh2016.01.074>.
15. Moghissi A. A., Narland R. E., Congel F. J., Eckerman K. F. Methodology for environmental human exposure and health risk assessment. *Exposure and Hazard Assessment Toxic chem*. Michigan, USA. 1980. Pp. 471–489.
16. Metzgar Carl R. Safety analysis: principles & practices in occupational safety, 2nd edition. *Professional safety - Proquest ABI/INFORM*. 2003. № 8. 12 p.
17. Koradecka D., Pośniak M., Widerszal-Bazyl M., Augustyńska D., Radkiewicz P. A Comparative study of objective and subjective assessment of occupational risk. *International journal of occupational safety and ergonomics. Centranly Instytut Ochrony Pracy*. 2010. № 1. Pp. 3–22.
18. Басиль Е. Е., Изотов С. А., Гогунский В. Д. Риск сокращения продолжительности жизни : рабочая зона. *Труды Одесского политехнического университета*. 1997. Вып. 2. С. 133–135.
19. Tretyakov O., Harmash B., Biletska Yev. Methodology for Determining Potential Industrial Risks on the Basis of Mutual Influence of Harmful Factors of the Industrial Environment and Labour Process. *European Journal of Advances in Engineering and Technology*. 2020. Vol. 7(10). Pp. 26–32.
20. ISO/IEC Guide 73. Risk Management – Vocabulary. URL: <https://www.iso.org/standard/44651.html> (last access: 16.02.2020).
21. Третьяков О. В., Доронін Є. В., Пономаренко Р. В., Безсонний В. Л. Основи охорони праці : підруч. Харків : ТОВ «Планета-Прінт», 2020. 588 с.
22. Aarthi Raman, Teuta Cata. Conceptual Data Vault Modeling and its Opportunities for the Future. TX : Decision Sciences Institute, 2017. 10 p.
23. Dusan Petkovic. Microsoft SQL Server 2012. A beginner's guide New York : The McGraw-Hill Companies, 2012. 833 p.
24. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99> (дата звернення : 05.02.2020).
25. ДБН В.1.1-31:2013. Захист територій, будинків і споруд від шуму. [Чинний від 2014-06-01]. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/zakhist_vid_shumu/1-1-0-1814 (дата звернення : 07.02.2020).

REFERENCES

1. ILO Introductory Report : Decent Work – Safe Work. Geneva, International Labor Office, 2006, 56 p.
2. Linn H.I. and Amendola A.A. Occupational Safety Research : overview. Encyclopedia of Occupational Safety and Health. International Labor Organization. Geneva, 2005. URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_116863.pdf
3. Nyirendaavwil V., Chinniah Y. and Agard B. Identifying Key Factors for an Occupational Health and Safety Risk estimation Tool in Small and Medium-size Enterprises. IFAC-PapersOnLine. 2015. Vol. 48 (3). URL: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.137>
4. Jilcha K. and Kitaw D. Industrial occupational safety and health innovation for sustainable development. Engineering Science and Technology, an International Journal. 2017. Vol. 20 (1). URL: <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2016.10.011>
5. Nicoletti L., Padovano A. Human factors in occupational health and safety 4.0 : a cross-sectional correlation study of workload, stress and outcomes of an industrial emergency response. International Journal of Simulation and Process Modelling. 2019, vol. 14 (2). DOI: 10.1504/IJSPM.2019.10021441.
6. Prisyazhna L.P., Smetankin V.O., Pereverzeva L.M. and Nemicheva N.V. *Klasifikaciya metodiv analizu travmatizmu* [Classification of methods of injury analysis]. *Visnik HNADU* [Bulletin of the KhNASU]. 2012, vol. 59, pp. 60–63. (in Ukrainian).
7. Zijng Zhang. Statistical methods on risk management of extreme events : Doctoral Dissertation. University of Massachusetts Amherst. 2017.

8. ISO 45001. *Sistemi menedzhmentu ohoroni zdorov'ya i bezpeki praci. Vimogi z zastosuvannya* [Occupational health and safety management systems. Application requirements]. URL: <https://www.iso.org/standard/63787.html> (in Ukrainian).
9. Henshall A. How to Use The Deming Cycle for Continuous Quality Improvement. Process. ST : web-site. URL: <https://www.process.st/deming-cycle/>
10. Terje Aven. Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. European Journal of Operational Research. 2016, pp. 1–13. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221715011479#bib0077>
11. *Pro zatverdzhennya Derzhavnih sanitarnih norm ta pravil "Gigienichna klasifikaciya praci za pokaznikami shkidlivosti ta nebezpechnosti faktoriv virobnichogo seredovischa, vazhkosti ta napruzhenosti trudovogo procesu": Nakaz MOZ Ukraini № 248 vid 08 kvitnya 2014 r.* [About the statement of the State sanitary norms and rules "Hygienic classification of work on indicators of harmfulness and danger of factors of the working environment, weight and intensity of labor process": Order of the Ministry of Health of Ukraine no. 248 of April 8, 2014]. URL: <https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14> (last access : 03.08.2020). (in Ukrainian).
12. Gunchenko O.M., Bielikov A.S., Kas'yanov M.A., Shalomov V.A. and Stefonovich P.I. *Udoskonalennya metodiki ocinyuvannya ta upravlinnya virobnichim rizikom* [Improving the methodology of assessment and management of production risk]. *Novini inzhenernoi nauki Pridniprov'ya* [Prydniprovye Engineering Science News]. Vol. 1 (2), 2017, pp. 30–38. (in Ukrainian).
13. Marcrae C. Regulation and Risk : Occupational Health and Safety on the Railways. Risk Analysis. 2004, no. 2, pp. 509–510.
14. Kuzminov B.P. and Lototska-Dudyk U.B. Occupational factors and their influence on the health of workers in shoe productions. National Medical University by Danilo Galitsky, Lviv. URL: <https://doi.org/10.33573/ujoh2016.01.074>.
15. Moghissi A.A., Narland R.E., Congel F.J. and Eckerman K.F. Methodology for environmental human exposure and health risk assessment. Exposure and Hazard Assessment Toxic chem. Michigan, USA, 1980, pp. 471–489.
16. Metzgar Carl R. Safety analysis: principles & practices in occupational safety, 2nd edition. Professional safety – Proquest ABI/INFORM. 2003, no. 8, 12 p.
17. Koradecka D., Pośniak M., Widerszal-Bazyl M., Augustyńska D. and Radkiewicz P. A Comparative study of objective and subjective assessment of occupational risk. International journal of occupational safety and ergonomics. Centranly Instytut Ochrony Pracy. 2010, no. 1, pp. 3–22.
18. Basil' E.E., Izotov S.A. and Gogunskij V.D. *Risk sokrascheniya prodolzhitel'nosti zhizni: rabochaya zona* [Risk of reduced life expectancy: work area]. *Trudy Odesskogo politehnicheskogo universiteta* [Proceedings of Odessa Polytechnic University]. 1997, vol. 2, pp. 133–135. (in Russian).
19. Tretyakov O., Harmash B. and Biletska Yev. Methodology for Determining Potential Industrial Risks on the Basis of Mutual Influence of Harmful Factors of the Industrial Environment and Labour Process. European Journal of Advances in Engineering and Technology. 2020, vol. 7 (10), pp. 26–32.
20. ISO/IEC Guide 73. Risk Management – Vocabulary. URL: <https://www.iso.org/standard/44651.html> (last access : 16.02.2020).
21. Tretyakov O.V., Doronin Yev.V., Ponomarenko R.V. and Bezsonnij V.L. *Osnovi ohoroni praci : pidruchnik* [Fundamentals of labor protection: textbook]. Kharkiv : TOV "Planeta-Print", 2020, 588 p. (in Ukrainian).
22. Aarthi Raman and Teuta Cata. Conceptual Data Vault Modeling and its Opportunities for the Future. TX : Decision Sciences Institute, 2017, 10 p.
23. Dusan Petkovic. Microsoft SQL Server 2012. A beginner's guide New York : The McGraw-Hill Companies, 2012, 833 p.
24. DSN 3.3.6.037-99. *Sanitarni normi virobnichogo shumu, ul'trazvuku ta infrazvuku* [SSN 3.3.6.037-99. Sanitary standards of industrial noise, ultrasound and infrasound]. Effective from 1999-12-01. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99> (дата звернення: 05.02.2020). (in Ukrainian).
25. DBN V.1.1-31:2013. *Zahist teritorij, budinkiv i sporud vid shumu* [SBCN B.1.1-31: 2013. Protection of territories, buildings and structures from noise]. Effective from 2014-06-01]. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/zakhist_vid_shumu/1-1-0-1814 (last access : 07.02.2020). (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 12.04.2021.

УДК 69.059.7:658.2

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.63.752

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ УМОВ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ЗІ ЗМІНОЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ Й ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ

ЗАЯЦЬ Є. І.¹, докт. техн. наук, доц.,
КОВАЛЬОВ В. В.^{2*}, канд. техн. наук, доц.,
КОСОЛАПОВ А. Ф.³, канд. техн. наук, доц.

¹ Кафедра планування і організації виробництва, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

^{2*} Кафедра інженерної геології і геотехніки, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (068) 906-86-42, e-mail: kovvyach12@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

³ Кафедра геодезії, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», пр. Дмитра Яворницького, 19, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 373-07-69, e-mail: sgm@sgm.org.ua, ORCID ID: 0000-0001-8931-0352

Анотація. Постановка проблеми. На разі актуальним постає завдання створення інструментарію оцінювання тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, з урахуванням ймовірнісних впливів мінливого зовнішнього середовища, ресурсних обмежень проекту та дотриманням сучасних вимог щодо об'єктів будівництва, призначеного, перш за все, для потреб замовника, інвестора. **Мета статті.** Виклад основних положень методики оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення й обґрунтування ефективних організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт. **Висновок.** Вибір ефективних організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт заснований на оцінюванні умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, з урахуванням існуючих ресурсних обмежень, вимог до енергоефективності, безпечності, якості та екологічності об'єктів, прийнятого рівня ризику, умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах. Обґрунтування та вибір раціональних організаційно-технологічних рішень засновані на визначенні тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, у розрахунку яких необхідно брати до уваги системний вплив визначальних факторів та ймовірнісну природу цього впливу, а також можливості коригування рішень, що розглядаються, з метою забезпечення заданих ресурсних обмежень. Основна особливість розробленого підходу – те, що, змінюючи значення факторів впливу, в межах існуючих ресурсних обмежень отримуємо різні варіанти рішень із відповідними значеннями тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення. Вибір найбільш раціонального рішення з отриманих варіантів здійснюватиме замовник (інвестор) залежно від можливостей і побажань.

Ключові слова: організаційно-технологічні рішення; реконструкція; промислова будівля; функціональне призначення; тривалість; вартість; ефективне використання ресурсів

DEVELOPMENT OF THE METHODS FOR ASSESSING THE CONDITIONS FOR THE RECONSTRUCTION OF INDUSTRIAL BUILDINGS WITH A CHANGE IN FUNCTIONAL PURPOSE AND THE SUBSTANTIATION FOR EFFECTIVE ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL DECISIONS

ZAIATS Yev.I.¹, Dr. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,
KOVALIOV V.V.^{2*}, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,
KOSOLAPOV A.F.³, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.

¹ Department of Planning and Organization of Production, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

^{2*} Department of Engineering Geology and Geotechnics, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (068) 906-86-42, e-mail: kovvyach12@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

³ Department of Geodesy, National Technical University "Dnipro University of Technology", 19, Dmytra Yavomytskoho Ave., 49005, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 373-07-69, e-mail: sgm@sgm.org.ua, ORCID ID: 0000-0001-8931-0352

Abstract. Raising of problem. Today, the task of creating the toolkit for estimating the duration and cost of the reconstruction of industrial buildings with a change in their functional purpose is important, taking into account the probabilistic impact of the changing external environment, the resource restrictions of the project and compliance with modern requirements for construction objects intended primarily for the needs of the customer, investor. **Purpose of the article.** Statement of the main provisions of the methods for assessing the conditions for the reconstruction of industrial buildings with a change in their functional appointment and the substantiation for the effective organizational and technological decisions for the production of building work. **Conclusion.** The choice of effective organizational and technological decisions for building work is based on the assessment of the conditions for the reconstruction of industrial buildings with a change in their functional purposes, taking into account the existing resource restrictions, the requirements for energy efficiency, safety, quality and environmental friendliness of objects, acceptable risk levels, the conditions for the stability of the slopes and the sustainability of buildings, located on the slopes. The substantiation and the choice of rational organizational and technological decisions are based on determining the duration and cost of reconstruction of industrial buildings with a change in functional purpose, when calculating which it is necessary to take into account the systemic effect of determining factors and probabilistic nature of this impact, as well as the possibility of adjusting the decisions considered in order to ensure the specified resource restrictions. The main feature of the developed approach is that, changing the values of determining factors, within the existing resource restrictions, we obtain various solutions with the corresponding values of the duration and cost of the reconstruction of industrial buildings with a change in functional purpose. The choice of the most rational decision from the options received is carried out by the customer (investor), depending on the possibilities and wishes.

Keywords: *organizational and technological decisions; reconstruction; industrial building; functional purpose; duration; cost; efficient use of resources*

Постановка проблеми. На разі актуальним бачиться завдання створення інструментарію оцінювання тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, з урахуванням ймовірнісних впливів мінливого зовнішнього середовища, ресурсних обмежень проекту та дотриманням сучасних вимог щодо об'єктів будівництва, призначеного, перш за все, для потреб замовника, інвестора.

Аналіз публікацій. Проблемі розроблення та обґрунтування організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель присвячено наукові праці К. Б. Ганієва [2], Д. Ф. Гончаренка [3], В. А. Давидова [4], В. М. Кірнос [7], О. Ф. Осипова [9] та інших учених.

Завдання прогнозування та оптимізації параметрів технологічних процесів і систем організації будівництва, підвищення організаційно-технологічної надійності будівництва висвітлювали публікації

О. І. Менейлюка [8], В. Р. Млодецького [6], С. В. Шатова [12], І. В. Шумакова [13] та інших дослідників.

Розробленню та оптимізації форм керування будівельним виробництвом, обґрунтуванню і вибору раціональних організаційних структур і методів керування в будівництві, розвитку інформаційних технологій організації та управління будівництвом, удосконаленню методів створення та експлуатації нерухомості присвячено дослідження Є. Ю. Антипенка [1], В. І. Доненка [5], Є. І. Зайця [6], В. Р. Млодецького [6], О. А. Тугая [10], Д. О. Чернишева [11] та інших.

Результати виконаного аналізу наукових праць провідних учених і фахівців у галузі проектування, реконструкції та експлуатації промислових будівель [14–16; 19] дозволили зробити висновок про відсутність єдиного підходу як до розроблення та обґрунтування організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення,

так і до врахування факторів впливу та вибору критерію ефективності управління, а також про відсутність вичерпного наукового обґрунтування прогнозованих показників ефективності організаційно-технологічних рішень, які забезпечують підвищення якості реконструкції будівель і споруд за умови ефективного використання ресурсів та зниження несприятливих впливів на довкілля.

Мета статті – виклад основних положень методики оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективних організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт.

Результати досліджень. Вибір ефективних організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт заснований на оцінюванні умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, з урахуванням існуючих ресурсних обмежень, вимог до енергоефективності, безпечності, якості та екологічності об'єктів, прийнятного рівня ризику, умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах.

Обґрунтування та вибір раціональних організаційно-технологічних рішень засновані на визначенні тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, у розрахунку яких необхідно брати до уваги системний вплив визначальних факторів та ймовірнісну природу цього впливу, а також можливості коригування рішень, що розглядаються, з метою забезпечення заданих ресурсних обмежень.

Запропонований методичний підхід до обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення передбачає формування множини вихідних даних, множини вимог і обмежень щодо отримання та застосування очікуваного результату, з урахуванням існуючих

ресурсних обмежень, вимог до енергоефективності, безпечності, якості та екологічності об'єктів, прийнятного рівня ризику, умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах.

Цей підхід дозволяє здійснювати коригування організаційно-технологічних рішень для забезпечення заданих ресурсних обмежень шляхом поступового наближення до заданих умов.

Коригування рішень здійснюється покроково, доти, поки вимоги замовника і можливості підрядника не будуть збалансовані.

Як вихідні дані розглядаємо такі:

- PW – фізичний знос будівлі, %;
- F_g – вільна площа території об'єкта реконструкції;
- F_{mbi} – площа, необхідна для розміщення тимчасової будівельної інфраструктури;
- L_{nim} – протяжність інженерних мереж, які потребують захисту або перенесення в процесі реконструкції;
- L_{zagim} – загальна протяжність інженерних мереж об'єкта реконструкції;
- V_{zn} – будівельний обсяг інженерних споруд, які підлягають знесенню;
- $V_{рек}$ – будівельний обсяг інженерних споруд, які підлягають реконструкції;
- $f_{яkj}$ – j -та складова фактора якості будівлі;
- m – кількість складових фактора якості будівлі;
- f_{en_1} – складова фактора енергоефективності, яка характеризує поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій;
- f_{en_2} – складова фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами;
- w_{en_1} – коефіцієнт вагомості складової фактора енергоефективності, яка характеризує поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій;

- w_{en_2} – коефіцієнт вагомості складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами;
- $f_{en_{k_k}}$ – k -й елемент складової фактора енергоефективності, яка характеризує поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій;
- l – кількість елементів складової фактора енергоефективності, яка характеризує покращення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій;
- $f_{en_{2_g}}$ – g -й елемент складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами;
- h – кількість елементів складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами;
- $f_{\delta_{тер}}$, $f_{\delta_{бюд}}$ – складові відповідно безпечності території та безпечності власне будівлі;
- $w_{\delta_{тер}}$, $w_{\delta_{бюд}}$ – коефіцієнти вагомості складових відповідно безпечності території та безпечності власне будівлі;
- $f_{\delta_{тер_i}}$ – i -та складова безпечності території будівлі;
- n – кількість складових безпечності території будівлі;
- $f_{\delta_{бюд_z}}$ – z -та складова безпечності власне будівлі;
- w – кількість складових безпечності власне будівлі;
- $f_{еко_{l_1}}$ – складова фактора екологічності зовнішнього середовища будівлі;
- $f_{еко_{l_2}}$ – складова фактора екологічності внутрішнього середовища будівлі;
- $w_{еко_{l_1}}$, $w_{еко_{l_2}}$ – коефіцієнти вагомості складових фактора екологічності відповідно зовнішнього і внутрішнього середовища будівлі;
- $f_{еко_{l_1_p}}$ – p -й елемент складової фактора екологічності зовнішнього середовища будівлі;

- q – кількість елементів складової фактора екологічності зовнішнього середовища будівлі.

Використовуючи вищенаведені вихідні дані, за формулами, наведеними в [17], розраховують значення визначальних факторів, а саме:

- значення фактора технічного стану будівлі ($f_{тс}$);
- значення фактора стисненості території об'єкта реконструкції ($f_{ст}$);
- значення фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ($f_{іс}$);
- значення фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ($f_{ім}$);
- значення фактора якості будівлі ($f_{як}$);
- значення фактора енергоефективності будівлі ($f_{ен}$);
- значення фактора безпечності будівлі (f_{δ});
- значення фактора екологічності будівлі ($f_{еко_{л}}$).

На підставі отриманих значень визначальних факторів, застосовуючи статистично достовірні моделі для обґрунтування тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, обчислюємо прогнозовані показники реконструкції.

Якщо прогнозовані значення тривалості і вартості реконструкції промислової будівлі зі зміною функціонального призначення не відповідають вимогам замовника, здійснюється коригування вихідних параметрів, повторний розрахунок значень визначальних факторів, а також значень тривалості і вартості реконструкції промислової будівлі зі зміною функціонального призначення.

Якщо прогнозовані значення тривалості і вартості реконструкції промислової будівлі зі зміною функціонального призначення відповідають вимогам замовника,

переходимо до обчислення значення ризику проекту (R_{np}), відповідно до положень, викладених у [18].

Якщо значення рівня ризику, асоційованого з конкретним проектом реконструкції промислової будівлі зі зміною функціонального призначення (R_{np}), більше за рівень допустимого ризику ($R_{дон}$), необхідно з'ясувати, чи можливо знизити рівень ризику проекту. Якщо така можливість існує, розробляються заходи щодо зниження рівня ризику проекту.

Після цього знову перевіряється умова $R_{np} \leq R_{дон}$. Якщо ця умова не виконується, приймається рішення про недоцільність подальшого розгляду і реалізації проекту. Якщо ж ця умова виконується, для будівлі, що розташована на схилі, визначається значення коефіцієнта стійкості з отриманням інтервальних значень.

Після цього перевіряється дотримання умови $K_{ст} \geq [K]$. Якщо ця умова не дотримується, необхідно розробити заходи з підвищення стійкості схилу.

Якщо вказана умова дотримується, це означає, що умова стійкості схилу виконується.

Таким чином, отримуємо прогнозовані значення тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, засновані на оцінюванні умов реконструкції, з урахуванням існуючих ресурсних обмежень, забезпеченням збалансованості можливостей замовника і підрядника, дотриманням вимог щодо енергоефективності, безпечності, якості та екологічності об'єктів, прийнятного рівня ризику, умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах.

Запропонований методичний підхід до оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективних організаційно-технологічних рішень з виконання будівельних робіт, із урахуванням існуючих ресурсних обмежень, вимог до енергоефективності, безпечності, якості та

екологічності об'єктів, прийнятного рівня ризику, умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах, призначений, перш за все, для замовників, інвесторів, підрядників, органів державного управління і місцевого самоврядування, розробників інвестиційно-будівельних проектів, і може бути застосований, зокрема, для формування договірних відносин, проведення підрядних торгів, земельних аукціонів тощо.

У випадку, коли користувачем запропонованого підходу постає замовник або інвестор, доцільно буде врахувати містобудівну цінність території шляхом множення прогнозованого значення вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення на відповідний коефіцієнт.

Для забезпечення актуальною інформацією щодо прогнозованої тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення для прийняття своєчасних рішень необхідний інструмент оперативного оброблення та аналізу вихідних даних. Із цією метою здійснено програмну реалізацію моделей обґрунтування раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення за допомогою додатка Microsoft Access, засоби якого дозволяють суттєво спростити процеси введення та оброблення початкових даних, аналізу цих даних, а також подання розрахованих значень досліджуваних показників у вигляді звітів.

Розроблений програмний продукт дозволяє приймати науково обґрунтовані рішення щодо ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення за критеріями тривалості і вартості завдяки врахуванню системного впливу визначальних факторів.

Введення вихідної інформації виконується за допомогою закладок, що містять окремі поля, з яких інформація надходить до бази даних, де потім зберігається.

Інформація вводиться по групах, що відповідають назві закладок у формі для введення та зміни даних (рис. 1).

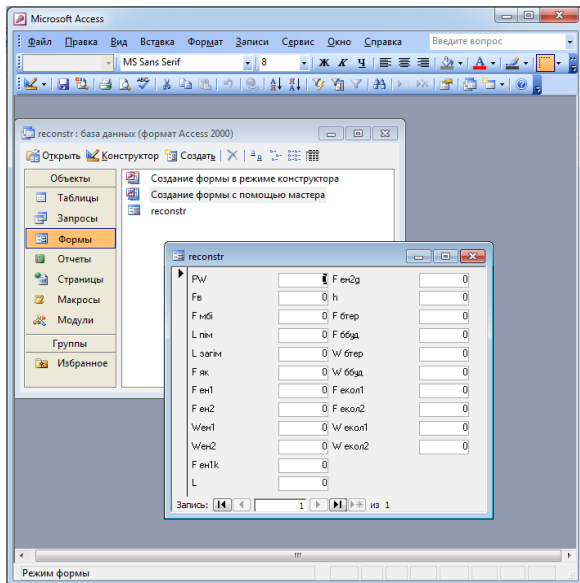


Рис. 1. Введення до бази даних вихідної інформації щодо значень складових факторів

Результати розрахунку прогнозованих тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення наведені у звіті про одержані результати.

Отримані розрахункові значення тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення можна, для зручності користування даними, відсортувати за зростанням.

За результатами виконаних розрахунків здійснюється виведення значень прогнозованих тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення (рис. 2).

Розроблений програмний продукт на основі створеної бази даних може бути вдосконалений відповідно до потреб користувача/замовника та переліку виконуваних завдань.

Застосування такого програмного продукту для вирішення питання обґрунтування організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення дозволить суттєво скоротити витрати часу, зменшити трудомісткість і підвищити рівень

оперативності надання оброблених даних для подальшого прийняття рішень.

N	Fm	Fm1	Fm2	Fm3	Fm4	Fm5	Fm6	Fm7	Fm8	Fm9	Fm10	Fm11	Fm12	Fm13	Fm14	Fm15	Fm16	Fm17	Fm18	Fm19	Fm20	T	C
1	0.7	0.5	0.2	0.2	0.8	0.7	0.81	0.54	14	14096													

Рис. 2. Виведення прогнозованих значень тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення

Розроблений методичний підхід може бути використаний для обґрунтування показників ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, а саме: промислово-складських будівель підприємств переважно легкої і харчової промисловості, друкарень тощо; переважно одноповерхових; площею 900...4 000 м²; з цегляними несними стінами або самонесними стінами зі збірних легкобетонних панелей; переважно прямокутної форми у плані.

Ефективність і практична цінність отриманих результатів дослідження та розроблених на їх основі рекомендацій підтверджена випробуванням і впровадженням у проектних та будівельних організаціях.

Висновки. Основна особливість розробленого підходу полягає в тому, що, змінюючи значення факторів впливу в межах існуючих ресурсних обмежень, отримуємо різні варіанти рішень із відповідними значеннями тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення. Вибір найбільш раціонального

рішення з отриманих варіантів здійснюватиме замовник (інвестор) залежно від можливостей і побажань.

Таким чином, запропонований методичний підхід до оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективних організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт забезпечує можливість:

- зменшення підприємницького ризику;
- врахування особливостей об'єкта реконструкції та умов виконання робіт;
- визначення показників ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення існуючих ресурсних обмежень;
- розрахунку тривалості та вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення з

урахуванням системного впливу визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських факторів;

– одержання обґрунтованих значень тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення залежно від наявної вихідної інформації щодо об'єкта та умов реконструкції;

– уточнення значень показників ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення на різних етапах їх життєвого циклу, завдяки коригуванню значень тривалості та вартості реконструкції шляхом варіювання параметрів, які входять до складу визначальних факторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антипенко Є. Ю. Науково-акомодативні засади ресурсно-календарного моделювання будівельного виробництва : автореф. дис. на здоб. наук. ступ. д-ра техн. наук : 05.23.08. Київ, 2011. 40 с.
2. Ганиев К. Б. Совершенствование организации реконструкции и расширения промышленных предприятий : автореф. дисс. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук : 05.23.08. Москва, 1991. 36 с.
3. Гончаренко Д. Ф. Методы формирования инженерной подготовки реконструкции промышленных предприятий : автореф. дисс. ... д-ра техн. наук : 05.23.08. Москва, 1992. 34 с.
4. Давыдов В. А. Научно-методологические принципы обоснования организационно-технологических решений реконструкции промышленных зданий : автореф. дисс. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук : 05.23.08. Санкт-Петербург, 1992. 60 с.
5. Доненко В. І. Теоретико-методологічний комплекс забезпечення адаптивного розвитку будівельних організацій : автореф. дис. на здоб. наук. ступ. д-ра техн. наук : 05.23.08. Київ, 2011. 40 с.
6. Заяць Є. І., Млодецький В. Р., Ткач Т. В., Мартиш О. О. Методи забезпечення управлінської реалізованості календарних планів зведення об'єктів будівництва : монографія. Дніпро : Акцент-ПП, 2019. 148 с.
7. Кирнос В. М. Научно-методологические основы организационно-технологического регулирования продолжительности и стоимости реконструкции промышленных предприятий : дисс. ... д-ра техн. наук : 05.23.08. Харьковск. гос. техн. ун-т стр-ва и арх-ры. Харьков, 1994. 351 с.
8. Менейлюк О. І. Розробка теоретичних основ, дослідження і впровадження інновацій при будівництві методом «стіна в ґрунті» : автореф. дис. на здоб. наук. ступ. д-ра техн. наук : 05.23.08. Харків, 2001. 28 с.
9. Осипов О. Ф. Система обґрунтування та вибору організаційно-технологічних рішень реконструкції будівель : автореф. дис. на здоб. наук. ступ. д-ра техн. наук : 05.23.08. Одеса, 2015. 43 с.
10. Тугай О. А., Осипова А. О. Передумови вдосконалення організаційно-технологічних рішень ревіталізації технологічних процесів будівельного виробництва. *Управління розвитком складних систем*. 2017. Вип. 30. С. 200–204.
11. Чернишев Д. О. Методологія, аналітичний інструментарій та практика організації біосферосумісного будівництва. Київ : КНУБА, 2017. 294 с.
12. Шатов С. В. Формування організаційно-технологічних рішень розбирання руйнувань будівель в особливих умовах : автореф. дис. на здобуття наук. ступ. д-ра техн. наук : 05.23.08. Дніпропетровськ, 2014. 37 с.
13. Шумаков И. В., Каржинерова Е. Г. Особенности производства строительно-монтажных работ в условиях реконструкции при ревитализации промышленных зданий. *Научовий вісник будівництва*. Харків : ХНУБА, ХОТБ АБУ, 2017. Т. 90, № 4. С. 80–86.
14. Chan M., Leung P. Industrial Revitalization Scheme 2.0: Optimising Industrial Property Redevelopment in Hong Kong. CBRE Research. April 2019. URL: www.cbre.com.hk (last accessed : 01.03.2021).

15. Kee T. Adaptive Reuse of Industrial Buildings for Affordable Housing in Hong Kong. *Journal of Design and Built Environment*. 2014. Vol. 14 (1). URL: www.thei.edu.hk (last accessed : 01.03.2021).
16. Mesthrige J. W., Wong J. K. W., Yuk L. N. Conversion or redevelopment? Effects of revitalization of old industrial buildings on property values. *Habitat International*. 2018. № 73. Pp. 53–64. URL : <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.12.005> (last accessed : 01.03.2021).
17. Kravchunovska T., Zaiats Yev., Kovalov V., Nechepurenko D., Kirnos K. Choosing the rational management of high-rise building construction projects. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 3, № 3 (105) (2020): Control Processes. Pp. 24–33. URL : DOI: 10.15587/1729-4061.2020.205135.
18. Zaiats Yev.I., Kovalov V.V., Kravchunovska T.S., Kirnos O.V. Risk level assessment while organizational-managerial decision making in the condition of dynamic external environment. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2018. № 2 (164). Pp. 123–129. URL : DOI: 10.29202/nvngu/2018-2/24.
19. Zavadskas E. K., Antucheviciene J., Vilutiene T., Adeli H. Sustainable decision-making in civil engineering, construction and building technology. *Sustainability*. 2018. № 10 (1). P. 14. URL : DOI: <https://doi.org/10.3390/su10010014>

REFERENCES

1. Antypenko Yev.Yu. *Naukovo-akomodatyvni zasady resursno-kalendarnoho modeliuвання budivelnoho vyrobnytstva : avtoreferat diss.* [Scientific and accommodating principles of resource-calendar modeling of building production : Author's abstract]. Kyiv, 2011, 40 p. (in Ukrainian).
2. Ganiev K.B. *Sovershenstvovanie organizatsii rekonstruksii i rasshyreniya promyshlennykh predpriyatiy : avtoreferat diss.* [Improving the organization of reconstruction and expansion of industrial enterprises : Author's abstract]. Moscow, 1991, 36 p. (in Russian).
3. Goncharenko D.F. *Metodi formirovaniya inzhenernoy podgotovki rekonstruksii promishlennikh predpriyatiy : avtoreferat diss.* [Methods of formation of engineering training for the reconstruction of industrial enterprises : Author's abstract]. Moscow, 1992, 34 p. (in Russian).
4. Davidov V.A. *Nauchno-metodologicheskie printsipi obosnovaniya organizatsionno-tekhnologicheskikh reshenii rekonstruksii promishlennikh zdaniy : avtoreferat diss.* [Scientific and methodological principles of substantiation for organizational and technological decisions for the reconstruction of industrial buildings : Author's abstract]. Sankt-Peterburg, 1992, 60 p. (in Russian).
5. Donenko V.I. *Teretyko-metodolohichniy kompleks zabezpechennia adaptivnoho rozvytku budivelnikh orhanizatsii : avtoreferat diss.* [Theoretical and methodological complex of provision of adaptive development of building organizations : Author's abstract] Kyiv, 2011, 40 p. (in Ukrainian).
6. Zaiats Yev.I., Mlodetskyi V.R., Tkach T.V. and Martysh O.O. *Metody zabezpechennia upravlinskoi realizovanosti kalendarnykh planiv zvedennia obektiv budivnytstva : monografiya* [Methods of providing of management realization of calendar plans for building objects : monograph]. Dnipro : Aktsent-PP Publ., 2019, 148 p. (in Ukrainian).
7. Kirnos V.M. *Nauchno-metodologicheskie osnovy organizatsionno-tekhnologicheskogo regulirovaniya prodolzhitel'nosti i stoimosti rekonstruksii promyshlennikh predpriyatiy : dokt. diss.* [Scientific and methodological bases of organizational and technological regulation of duration and cost of reconstruction of industrial enterprises : Doct. Diss.]. Kharkiv, 1994, 351 p. (in Russian).
8. Meneiliuk O.I. *Rozrobka teoretychnykh osnov, doslidzhennia i vprovadzhennia innovatsii pry budivnytstvi metodom «stina v hrunti» : avtoreferat diss.* [Development of theoretical bases, research and implementation of innovations in construction by the method of “wall in the soil” : author's abstract]. Kharkiv, 2001, 28 p. (in Ukrainian).
9. Osypov O.F. *Systema obgruntuvannya ta vyboru organizatsiino-tekhnologichnykh rischen rekonstruksii budivel : avtoreferat diss.* [System of substantiation and selection of organizational and technological solutions of reconstruction of buildings : Author's abstract]. Odessa, 2015, 43 p. (in Ukrainian).
10. Tuhai O.A. and Osypova A.O. *Peredumovy vdoskonalennia orhanizatsiino-tekhnolohichnykh rischen revitalizatsii tekhnolohichnykh protsesiv budivelnoho vyrobnytstva* [Prerequisites for improving of organizational and technological decisions of the revitalization of technological processes of building production]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system* [Management of development of complex systems]. 2017, iss. 30, pp. 200–204. (in Ukrainian).
11. Chernyshev D.O. *Metodolohiia, analitychnyi instrumentarii ta praktyka orhanizatsii biosferosumisnoho budivnytstva : monografiya* [Methodology, analytical toolkit and practice of organizing of biosphere-mixing construction : monograph]. Kyiv : KNUBA Publ., 2017, 294 p. (in Ukrainian).
12. Shatov S.V. *Formuvannya orhanizatsiino-tekhnolohichnykh rischen rozbyrannia ruinyvan budivel v osoblyvykh umovakh : avtoreferat diss.* [Formation of organizational and technological decisions of disassembly of the destruction of buildings in special conditions : Author's abstract]. Dnipropetrovsk, 2014, 37 p. (in Ukrainian).
13. Shumakov I.V. and Karzhynova Ye.H. *Osobennosti proizvodstva stroitelno-montaznykh rabot v usloviyakh rekonstruksii pri revitalizatsii promishlennikh zdaniy* [Features of the production of building works in the conditions of reconstruction in the revitalization of industrial buildings]. *Naukovyi visnyk budivnytstva* [Scientific bulletin of civil engineering]. 2017, iss. 90, no. 4, pp. 80–86. (in Russian).

14. Chan M. and Leung P. Industrial Revitalization Scheme 2.0: Optimising Industrial Property Redevelopment in Hong Kong. CBRE Research. April 2019. URL: www.cbre.com.hk (last accessed : 01.03.2021).
15. Kee T. Adaptive Reuse of Industrial Buildings for Affordable Housing in Hong Kong. Journal of Design and Built Environment. 2014, vol. 14 (1). URL: www.thei.edu.hk (last accessed : 01.03.2021).
16. Mesthrige J.W., Wong J.K.W. and Yuk L.N. Conversion or redevelopment? Effects of revitalization of old industrial buildings on property values. Habitat International. 2018, no. 73, pp. 53–64. URL : DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.12.005> (last accessed : 01.03.2021).
17. Kravchunovska T., Zaiats Ye., Kovalov V., Nechepurenko D. and Kirnos K. Choosing the rational management of high-rise building construction projects. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 3, no. 3 (105), 2020: Control Processes. Pp. 24–33. URL : DOI: 10.15587/1729-4061.2020.205135.
18. Zaiats Yev.I., Kovalov V.V., Kravchunovska T.S. and Kirnos O.V. Risk level assessment while organizational-managerial decision making in the condition of dynamic external environment. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu* [Scientific Bulletin of the National Mining University]. 2018, no. 2 (164), pp. 123–129. URL: DOI: 10.29202/nvngu/2018-2/24.
19. Zavadskas E.K., Antucheviciene J., Vilutiene T. and Adeli H. Sustainable decision-making in civil engineering, construction and building technology. Sustainability. 2018, no. 10 (1), p. 14. URL : DOI: <https://doi.org/10.3390/su10010014>.

Надійшла до редакції: 31.03.2021 р.

УДК 614.0.06

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.72.753

СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ТА ПСИХОЛОГІЧНА ОЦІНКА УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ

КАЛДА Г. С.^{1*}, *докт. техн. наук, проф.*,
БЕЛІКОВ А. С.², *докт. техн. наук, проф.*,
СОКОЛАН Ю. С.³, *канд. техн. наук, доц.*,
РИБАЛКА К. А.⁴, *канд. техн. наук, доц.*

^{1*} Кафедра будівництва та цивільної безпеки, Хмельницький національний університет, вул. Інститутська, 11, 29016, Хмельницький, Україна, тел. +38 (097) 478-59-86, e-mail: kalda.galina@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-6309-7661

² Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 611-26-48, e-mail: belikov@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

³ Кафедра будівництва та цивільної безпеки, Хмельницький національний університет, вул. Інститутська, 11, 29016, Хмельницький, Україна, тел. +38 (068) 202-16-17, e-mail: sokolan.julia@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0273-5719

⁴ Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 905-51-42, e-mail: ekaterina.rybalka1980@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7049-6871

Анотація. Постановка проблеми. Проведено аналіз причин нещасних випадків, які можуть статися як у виробничому, так і в побутовому середовищі, що пов'язані із соціальними, економічними та психологічними умовами праці. Порушення цих умов може бути причиною не менш важких як фізичних, так і психологічних травм на робочих місцях у будь-якій галузі промисловості. Розглянуто умови праці, які формуються у процесі роботи та контакту з колегами на робочому місці. Проаналізовано фактори, що впливають на діяльність людини під час роботи. Розглянуто психологічні та фізіологічні межі виробничого середовища. Проведено оцінювання робочого місця з урахуванням впливу всіх факторів виробничого середовища та трудового процесу на працівників і на підставі комплексної оцінки робочого місця вказується, до якого з видів умов праці належить те чи інше робоче місце. Описано основні фактори виробничого середовища, що впливають на працездатність людини в процесі виробництва, а також психологічні та соціальні аспекти підвищення рівня безпеки праці. Надано рекомендації щодо організації безпечної поведінки працівників у процесі роботи. Оцінюється робоче місце з урахуванням впливу всіх факторів виробничого середовища та трудового процесу на працівників, на підставі комплексної оцінки якого те чи інше робоче місце відносять до відповідного виду умов праці. Вказано, як до зменшення дії психофізіологічних чинників небезпеки в процесі праці необхідно враховувати індивідуальні якості працівника, оскільки помилки на виробництві, а також нещасні випадки стають наслідком зіткнення якостей людини з особливостями конкретної професійної діяльності. З метою посилення безпеки і захисту здоров'я працівників під час роботи необхідно проводити професійний психофізіологічний відбір для широкого кола професій. **Мета дослідження** – встановити зв'язок між психологічними, соціальними та економічними аспектами та ймовірністю отримання професійного травматизму або професійного захворювання на робочому місці у виробничому середовищі. **Висновок.** Проведено аналіз психологічних, соціальних та економічних основ охорони праці та їх вплив на виробничий травматизм.

Ключові слова: соціальна; економічна оцінка; психологічні аспекти; охорона праці; виробництво; безпека

SOCIOECONOMIC AND PSYCHOLOGICAL EVALUATION OF WORK ENVIRONMENT AT PRODUCTION SITE

KALDA H.S.^{1*}, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
BIELIKOV A.S.², *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
SOKOLAN Yu.S.³, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
RYBALKA K.A.⁴, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

^{1*} Department of Construction and Civil Security, Khmelnytskyi National University, 11, Instytutska Str., 29016, Khmelnytskyi, Ukraine, tel. +38 (097) 478-59-86, e-mail: kalda.galina@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-6309-7661

² Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (067) 611-26-48, e-mail: belikov@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

³ Department of Construction and Civil Security, Khmelnytskyi National University, 11, Instytutska Str., 29016, Khmelnytskyi, , Ukraine, tel. +38 (068) 202-16-17, e-mail: sokolan.julia@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0273-5719

⁴ Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (050) 905-51-42, e-mail: rubalkakatrinn@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-7049-6871

Abstract. Problem statement. The analysis of accident causes, which can take place both at the production site and within living environment, connected with social, economic and psychological working conditions is carried out in the article. Violation of these conditions can be a reason of equally hard both physical and psychological traumas at work areas in any manufacturing sector. Working conditions, which form during work and during the contact with colleagues at work places are envisaged. Factors, effecting on human activity during work were analyzed. Psychological and physiological limits of working environment are envisaged. The evaluation of the work bench is realized with allowances made for the influence of all factors of manufacturing environment and working process and on the grounds of complex evaluation of working place it is indicated, that one or another work place is relating to specific types of working environment. Main factors of working environment, influencing of human performance capability during working process are described. Psychological and social aspects of the increase of occupational safety level are presented. Recommendations concerning organization of safe behavior of workers during labor are provided. Work place is evaluated taking into consideration the influence of all manufacturing factors and working environment on workers, on the grounds of which one or another work place is related to corresponding type of working conditions. It is shown that to the deduction of the effect of psycho-physiologic safety concerns during working process it is necessary to take into account individual qualities of the worker, such as errors, and also unfavorable accidents, arising from the encounter of human's qualities with specific aspects of specific professional activity. With the purpose of the improvement of safety and health protection of workers during labor it is necessary to realize professional psycho-physiological selection for wide range of professions. **Object.** Determine connection between psychological, social and economic aspects and probability of professional injuries or professional disease at work places in manufacturing environment. **Conclusion.** The analysis of psychological, social and economic bases of occupational safety and the influence on injury rate is carried out.

Keywords: social; economic evaluation; psychological aspects; occupational safety; manufacture; safety

Постановка проблеми. У процесі трудової діяльності людина перебуває в контакті з іншими людьми, предметами та знаряддям праці. При цьому на людину діють різні фактори виробничого середовища (температура, вологість та швидкість руху повітря), параметри яких не відповідають нормативним значенням, наприклад, надмірний шум, вібрація, шкідливі виділення, електромагнітне та радіоактивне випромінювання тощо. Все це характеризує умови, в яких працює людина [8].

Умови праці – це сукупність взаємопов'язаних виробничих, санітарно-гігієнічних, психофізіологічних, естетичних та соціальних факторів конкретної праці, зумовлених рівнем розвитку продуктивних сил суспільства, які визначають стан виробничого середовища та впливають на здоров'я і працездатність людини [5].

Умови праці формуються у процесі трудової діяльності людини і становлять головну продуктивну силу суспільства. Процес праці здійснюється лише у разі єднання продуктивних сил із робочою

силою людини. Змінюючи елементи продуктивних сил (засоби та знаряддя праці, предмет праці та технологію обробки), предмет праці та технологію обробки), спостерігаємо, у свою чергу, зміни в умовах праці. У процесі роботи формуються специфічні для кожного виду виробництва умови. Це залежить від особливостей продукції, що виробляється, сукупності обладнання, інструментів, пристосувань, сировини та матеріалів, методики технології та організації виробництва.

Ці чинники перебувають у тісному взаємозв'язку, впливають на процес формування умов праці. Отже, вирішення складного питання формування сприятливих умов праці залежить, перш за все, від створення безпечної техніки, технології та належної організації виробництва [5].

Аналіз публікацій. Згідно з вітчизняними та закордонними дослідженнями, а також нормативними документами у сфері охорони праці [1–5; 8] щодо впливу соціальних, економічних та психологічних аспектів на життя та здоров'я працівників у всіх галузях виробництва, показано, що мікроклімат у колективі,

психологічний стан людей та створення належних умов праці становлять чи не основу безпечних умов праці. У статті проведено узагальнення цих аспектів для можливості поліпшення умов праці на виробництві.

Метою статті є аналіз умов праці у виробничій сфері та вплив та ці умови психічного стану кожного працівника, соціальна атмосфера у колективі та економічні важелі щодо покращення умов праці та зменшення можливих нещасних випадків на виробництві.

Виклад матеріалу. Умови праці визначаються двома основними показниками: характером виробничого процесу, пов'язаного із робочою позою, нервово-психічним станом, напруженням м'язів робітника тощо, а також виробничими обставинами під час роботи, які впливають на його здоров'я, нервово-м'язову та психічну діяльність [6]. Складові виробничих обставин такі:

- організаційні форми виробничих процесів;
- прийнятий регламент;
- темп та ритм роботи;
- режим праці та відпочинку;
- умови, які забезпечують безперебійну високопродуктивну працю (організацію робочих місць, виробничий інструктаж тощо);
- форми керування виробничим процесом;
- соціальний мікроклімат у виробничому колективі [4].

Отже, умови праці як поняття містять комплекс факторів, які впливають на працездатність людини. Зменшити негативний вплив шкідливих виробничих факторів та забезпечити допустимі та оптимальні умови праці можна, послаблюючи їх дію на робочих місцях робітників підприємств.

Практика підприємств свідчить, що оцінювання умов праці може бути здійснене шляхом зіставлення фактичних умов праці з нормативними, прийнятими для базового періоду.

У сучасних умовах господарювання все більшого значення набуває проблема поліпшення умов праці не за рахунок компенсаційних виплат, а шляхом упровадження нової техніки, технологій, оздоровлення виробничого середовища, врахування вимог естетики праці [5].

Фактичний стан умов праці оцінюється в практиці роботи підприємств тільки на робочих місцях, передбачених галузевими переліками робіт із важкими та шкідливими, особливо важкими та особливо шкідливими умовами праці. Оцінювання умов праці виконується на основі інструментальних вимірів рівнів факторів виробничого середовища або за результатами чергової атестації робочих місць. Результати оцінювання заносяться у Карту умов праці відповідного робочого місця. Ступінь шкідливості факторів виробничого середовища та ваги робіт устанавлюється в балах за критеріями, наведеними у Гігієнічній класифікації праці, розробленій вченими-гігієністами та затвердженій Міністерством охорони здоров'я України [3; 6; 7].

У Гігієнічній класифікації наведено сім санітарно-гігієнічних факторів умов праці та чотири показники ступеня важкості праці [6].

За результатами інструментальних вимірів або на підставі експертних оцінок (як виняток) кожний із значимих факторів може бути віднесений до першої, другої або третьої групи шкідливості та відповідно його вплив на умови праці буде оцінюватися в один, два або три бали. Для оцінювання впливу цього фактора на стан умов праці враховується тривалість його дії протягом зміни [4].

Бали (X_ϕ), встановлені за ступенем шкідливості та ваги роботи, коректуються за формулою:

$$X_\phi = X_{cm} \cdot T, \quad (1)$$

де: X_{cm} – ступінь шкідливості або ваги робіт, встановлений за показниками Гігієнічної класифікації праці та виражений у балах; T – відношення часу дії даного фактора до тривалості зміни.

Організації, що мають обмежені можливості для проведення інструментальних вимірів рівнів факторів виробничого середовища, можуть, як виняток, застосувати метод експрес-оцінювання. На робочих місцях, де в цей час технічно або економічно неможливо усунути шкідливий вплив факторів виробничого середовища, встановлюється доплата працівнику за роботу у несприятливих умовах праці. Так, на роботах із важкими та шкідливими умовами праці (сумарна оцінка за всіма факторами від 2 до 6 балів) вводиться доплата до тарифної ставки (окладу) у розмірі від 4 до 12 %; на роботах з особливо важкими та особливо шкідливими умовами праці (сумарна оцінка в балах від 6 до 10 і більше) доплати можуть становити від 16 до 24 % [2].

Окрім вищенаведених факторів, на працездатність людини впливають особистісні фактори: її настрій, ставлення до роботи, стан здоров'я тощо.

Фактори виробничого середовища мають психологічні та фізіологічні межі.

Психологічна межа характеризується певними нормативами, перевищення яких викликає у працівників відчуття дискомфорту [4].

Фізіологічна межа характеризується такими нормативами, перевищення яких потребує припинення роботи [4].

Кожний із цих факторів виробничого середовища діє відокремлено, і його вплив враховується окремо під час атестації та паспортизації робочого місця.

На кожному робочому місці на працездатність впливають здебільшого декілька факторів, але не всі, і їх вплив можна подати через інтегральну оцінку умов праці. Крім особистих факторів, вплив яких неможливо врахувати прямими показниками, його можна врахувати через показники приросту виробітку за одиницю часу в разі незмінних умов виробничого середовища і якісного стану робочої сили [4].

Вивчення факторів виробничого середовища та трудового процесу. У ході

вивчення потрібно визначати: характерні для конкретного робочого місця виробничі фактори, які підлягають лабораторним дослідженням; нормативне значення (ГДК, ГДР) параметрів, факторів виробничого середовища та трудового процесу, використовуючи систему стандартів безпеки праці, санітарні норми і правила, інші регламенти; фактичне значення факторів виробничого середовища та трудового процесу шляхом лабораторних досліджень або розрахунків [1; 4; 6].

Прилади та обладнання для вимірів повинні відповідати метрологічним вимогам та підлягати перевірці у встановлені строки.

Лабораторно-інструментальні дослідження фізичних, хімічних, біологічних факторів, визначення психофізіологічних факторів проводяться в процесі роботи у характерних (типових) виробничих умовах, зі справними та ефективно діючими засобами колективного та індивідуального захисту [3].

Результати замірів (визначень) показників шкідливих та небезпечних виробничих факторів оформлюють протоколами за формами, передбаченими у ГОСТ (ДСТУ) або затвердженими Міністерством охорони здоров'я України, і заносяться у Карту [3].

Визначається тривалість (процент від тривалості зміни) дії виробничого фактора.

Працездатність визначається здатністю людини виконувати певну роботу протягом заданого часу і залежить від чинників як суб'єктивного, так і об'єктивного характеру (статі, віку, стану здоров'я, рівня кваліфікації, умов, за яких відбувається робота, тощо) [8].

Відповідно до рекомендацій МОП визначають такі основні фактори виробничого середовища, що впливають на працездатність людини в процесі виробництва:

– фізичне зусилля (переміщення вантажів певної ваги в робочій зоні, зусилля, пов'язані з утримуванням вантажів, натисненням на предмет праці або важіль управління механізмом протягом певного часу). Розрізняють такі види фізичного

зусилля, як незначне, середнє, сильне та дуже сильне;

- нервові напруження (складність розрахунків, особливі вимоги до якості продукції, складність керування механізмом, апаратом, приладдям, небезпека для життя та здоров'я людей під час виконання робіт, особлива точність виконання). Є такі види напруження, як незначне, середнє, підвищене;

- робоче положення (положення тіла людини та його органів відносно засобів виробництва). Розрізняють робоче положення обмежене, незручне, незручно-стиснене та дуже незручне;

- монотонність роботи (багаторазове повторення одноманітних, короточасних операцій, дій, циклів) [2].

Значення адаптації у трудовому процесі. Суть механізму адаптації полягає у змінах меж чутливості аналізаторів, розширенні діапазону фізіологічних резервів організму та зміні в певних межах параметрів фізіологічних функцій. Завдяки фізіологічній адаптації фізичні та біохімічні параметри, які визначають життєдіяльність організму, змінюються у вузьких межах порівняно із значними змінами зовнішніх умов: підвищується стійкість організму до холоду, тепла, нестачі кисню, змін барометричного тиску та інших факторів [5].

Велике значення у фізіологічній адаптації має реактивність організму, його початковий функціональний стан (вік, тренованість тощо), залежно від якого змінюються і відповідні реакції організму на різні дії. Процес фізіологічної адаптації до незвичайних, екстремальних умов проходить декілька стадій або фаз: спочатку переважають явища декомпенсації (порушення функцій), потім неповного пристосування (активний пошук організмом стійких станів, що відповідають новим умовам середовища) і, нарешті, фаза відносного стійкого пристосування [5].

Фізіологічна адаптація до праці має активний характер і за сприятливих умов виробничого середовища та оптимальних навантажень зумовлює підвищення

стійкості та працездатності організму, збільшення його резервних можливостей, зменшення захворювань та травматизму. Проте коливання умов середовища, в яких відбувається фізіологічна адаптація, має певну межу, характерну для кожного організму. Якщо працівник потрапляє в умови, коли інтенсивність впливу чинників виробничого середовища переважає можливості його адаптації, настають патологічні зміни фізіологічних систем, захворювання організму [4].

Психічна адаптація – це процес установлення оптимальної відповідності особистості до навколишнього середовища в процесі діяльності. Зрозуміло, що такі властивості як гальмування мислення та низька швидкість переробки інформації, обмежений діапазон сприйняття, порушення функції пам'яті гальмують адаптацію; висока рухливість нервових процесів, навпаки, її підвищує [4].

Психічна адаптація в процесі праці залежить від психічних властивостей працівника, його психічного стану, психологічних реакцій на стреси, що виникають на роботі, кваліфікації та культури людини, особливостей професійної діяльності, конкретних умов праці тощо [4].

Соціальна адаптація – це пристосування працюючої людини до системи відносин у робочому колективі з його нормами, правилами, традиціями, ціннісними орієнтаціями [4].

За несприятливого перебігу соціальної адаптації підвищується рівень стресу на роботі, наслідки якого позначаються на поведінці працівника та можуть спричинити міжособові конфлікти, нещасні випадки [4].

Професійна адаптація – це адаптація до трудової діяльності з усіма її складовими: адаптація до робочого місця, знарядь та засобів праці, об'єктів та предметів праці, особливостей технологічного процесу, часових параметрів роботи тощо. Вона вважається завершеною тоді, коли працівник досягає кваліфікації, відповідної існуючим стандартам [4; 5].

Кожен із розглянутих видів адаптації впливає на працездатність та здоров'я працівника, формує у нього певний рівень чутливості та стійкості до психоемоційних перевантажень, внаслідок розвитку яких може істотно змінитися надійність професійної діяльності [4; 5].

Психологічні аспекти підвищення рівня безпеки праці. На безпеку праці значною мірою впливають індивідуальні якості працівника (психофізіологічні, соціальні, виробничі).

Серед психофізіологічних якостей слід виділити такі: недостатня здатність до розподілу і концентрації уваги, мислення; низькі якості щодо обережності, спостережливості, кмітливості, розсудливості; недостатня установка до трудової діяльності; надмірна критичність до керівництва і менша до себе; гордовитість, самовпевненість, неповага до інших тощо [4].

Основні соціальні якості працівника, які необхідно враховувати для створення безпечних умов праці, – це: ставлення до роботи; контакти зі співробітниками, керівництвом та іншими людьми; соціально-політичні, соціально-економічні та побутові фактори; рівень спілкування; рівень освіти та культури; стан здоров'я; рівень задоволеності своєю працею [4].

Найважливіші виробничі якості працівника, які впливають на безпеку праці, – стаж та досвід роботи. Стаж роботи взагалі пов'язаний із віком працівника. На основі аналізу різних досліджень зроблено висновок: найбільш значний вплив на безпеку праці справляє стаж роботи, а не вік працівника. Безпечні дії працівника, створення небезпечних ситуацій можуть бути зумовлені недостатністю знань, роботою не за спеціальністю, зміною характеру або умов праці добре знаної професії [4].

Для зменшення дії психофізіологічних чинників небезпеки у процесі роботи необхідно враховувати індивідуальні якості працівника, оскільки помилки на виробництві, а також нещасні випадки являють собою наслідки зіткнення якостей

людини з особливостями конкретної професійної діяльності. З метою поліпшення безпеки і захисту здоров'я працівників під час роботи необхідно проводити професійний психофізіологічний відбір для широкого кола професій [4].

Організація безпечної поведінки працівника у процесі праці полягає у:

- створенні психологічного настрою на безпечну поведінку;
- стимулюванні безпечної поведінки;
- навчанні безпечних методів виконання робіт;
- виконанні та контролі правил безпеки праці;
- вихованні безпечної поведінки;
- створенні психологічного клімату в колективі [4; 8].

Для створення психологічного настрою працівника на безпеку праці необхідна правильна загальна політика керівництва в галузі охорони праці.

Ставлення керівника та посадових осіб організації, установи, підприємства до питань охорони праці проявляється в тому, якого значення надають вони цим питанням у загальному процесі праці та якою мірою показник безпеки враховується в оцінюванні її ефективності.

Працівник вірить у небезпеку тільки тією мірою, якою вірить у неї його безпосередній керівник. Тому всі ланки керування виробництвом повинні постійно проявляти інтерес до забезпечення безпеки праці, проявляти підвищену увагу та турботу щодо безпеки та благополуччя працівників. Причому працівники повинні це постійно відчувати [4; 8].

Настрій на безпечну роботу з'явиться у працівника тоді, коли він буде бачити, що на підприємстві, в організації та установі існує суворий контроль за виконанням правил безпеки.

На жаль, сьогодні у невиробничій сфері та недержавному секторі економіки України стан охорони праці викликає тривогу. Більшість керівників у цих сферах не мають спеціальної підготовки і досвіду роботи з охорони праці. Вони проявляють байдужість до проблем охорони праці і небажання

серйозно займатися їх вирішенням. Першочерговим завданням охорони праці у невиробничій сфері постає формування у роботодавців думки про те, що охороні праці необхідно приділяти пріоритетну увагу. Тоді працівник повірить, що безпека його праці – одна із ключових цінностей підприємства, а це стає одним із мотивів його безпечної поведінки.

Безпечній поведінці у процесі праці сприяє стимулювання. Негативне стимулювання – це покарання за порушення правил безпеки (штрафи, позбавлення премії, дисциплінарне покарання). Позитивне – заохочування за безпечну роботу (грошові надбавки до заробітної плати, моральне схвалення) [2; 4].

Як свідчить міжнародний досвід, чергове підвищення заробітної плати (матеріальне стимулювання) працівникові здійснюється з урахуванням роботи без порушень норм охорони праці. Працівники, які порушують норми охорони праці, не мають шансів до професійного росту і стають першими кандидатами на звільнення з роботи [2; 4].

В Україні найчастіше застосовується негативне стимулювання, що пов'язано із порушенням правил безпеки праці. Найбільш поширена причина навмисних порушень законодавства – прагнення за рахунок цього досягти будь-яких вигід (полегшення, прискорення, спрощення роботи). Незважаючи на покарання, за таких умов працівник усе одно продовжуватиме ці порушення, доки вони не перестануть бути джерелом вигід. У таких випадках, застосовуючи негативне стимулювання, слід зробити так, щоб витрати від порушення правил безпеки перевищували отримані за рахунок цього вигоди. Тоді їх буде не вигідно порушувати.

Покарання за ненавмисне порушення правил безпеки праці, як свідчать психологічні дослідження, мають незначну

ефективність. Такі покарання корисно застосовувати у процесі навчання, для формування навичок до безпечного поводження в процесі праці. У таких випадках покарання, по-перше, будуть перешкоджати закріпленню недоцільних і небезпечних навичок у роботі, і, по-друге, сприятимуть створенню мотивів до обережної поведінки [2; 4].

Найбільш доцільно та ефективно використовувати позитивне стимулювання. Застосування заохочень за безпечну роботу, як свідчить міжнародний досвід, – це найдієвіший спосіб підвищення безпеки праці [2; 4].

Стимулювання охорони праці має бути індивідуальним. Для організації стимулювання повинні бути розроблені критерії оцінювання рівня безпеки праці кожного робітника (бали, коефіцієнти тощо). Треба періодично підводити підсумки безпечної роботи.

Показники, умови, форми та розміри стимулювання охорони праці конкретизуються в колективних договорах, положеннях про оплату праці, трудових договорах (контрактах) з урахуванням особливості організації праці на підприємстві, в установі, організації.

Практичне застосування системи стимулювання безпечної праці показує, що вона сприяє суттєвому зменшенню нещасних випадків, підвищує продуктивність праці, а отриманий прибуток значно перевищує витрати, пов'язані з таким стимулюванням [2; 4].

Висновки. Показано, що комфортний психологічний стан людини, соціальний мікроклімат у колективі та об'єктивне і справедливе стимулювання працівника стає запорукою безпечних умов праці на виробництві, що знижує або взагалі прибирає причини можливих нещасних випадків на робочих місцях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бодров А. А. Практикум по дифференциальной психодиагностике профессиональной пригодности. Москва : ПЕРСЭ, 2003. 768 с.

2. Гогішвілі Г. Г., Карчевські Є. Т., В. М. Лапін Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами. Київ: Знання, 2007. 367 с.
3. Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць за умовами праці. Постанова Міністерства праці України № 41 від 1 вересня 1992 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0041205-92#Text>
4. Ткачук К. Н., Калда Г. С., Каштанов С. Ф. та ін. Психологія праці та її безпеки : навч. посіб. Хмельницький : ХНУ, 2011. 176 с.
5. Корольчук М. С., Крайнюк В. М. Соціально-психологічне забезпечення професійної діяльності в звичайних та екстремальних умовах. Київ : Ніка-Центр, 2006. 580 с.
6. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу : ДСНтаП. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 № 248. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>
7. Про порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці : постанова КМУ від 01.08.1992 р. № 442. *Охорона праці. Правові консультації*. 2008. № 9. С. 2–4.
8. Корольчук М. С., Крайнюк В. М., Коенко А. Ф., Кочергіна Т. І. Психологічне забезпечення психічного і фізичного здоров'я : навч. посібник. Київ : Фірма «ІНКОС», 2002. 272 с.

REFERENCES

1. Bodrov A.A. *Praktikum po differentsial'noy psikhodiagnostike professional'noy prigodnosti* [Workshop on differential psychodiagnosics of professional suitability]. Moscow : PERSE, 2003, 768 p. (in Russian).
2. Gogishvili G.G., Karchevski E.T. and Lapin V.M. *Upravlinnya okhoronoyu pratsi ta ryzykom za mizhnarodnyimi standartamy* [Management of labor protection and risk according to international standards]. Kyiv : Knowledge, 2007, 367 p. (in Ukrainian).
3. *Metodychni rekomendatsiyi dlya provedennya atestatsiyi robochykh mist' za umovamy pratsi. Postanova Ministerstva pratsi Ukrayiny № 41 vid 1 veresnya 1992 r.* [Methodical recommendations for certification of workplaces for working conditions. Resolution of the Ministry of Labor of Ukraine no. 41 of September 1, 1992]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0041205-92#Text>
4. Kalda G., Tkachuk K., Kashtanov S. and oth. *Psykhohihiya pratsi ta yiyi bezpeky : navchal'nyy posibnyk* [Psychology of work and its safety : tutorial]. Khmelnytsky, 2011, 176 p. (in Ukrainian).
5. Korolchuk M.S. and Krainyuk V.M. *Sotsial'no-psykhologichne zabezpechennya profesynoyi diyal'nosti v zvychnykh ta ekstremal'nykh umovakh* [Socio-psychological support of professional activity in ordinary and extreme conditions]. Kyiv : Nika-Center Publ., 2006, 580 p. (in Ukrainian).
6. *Hihiyenichna klasyfikatsiya pratsi za pokaznykamy shkidlyvosti ta nebezpechnosti faktoriv vyrobnychoho seredovyscha, vazhkosti ta napruzhenosti trudovoho protsesu : DSNTaP. Nakaz Ministerstva okhorony zdorov'ya Ukrayiny 08.04.2014 № 248* [Hygienic classification of work on indicators of harmfulness and danger of factors of the production environment, weight and intensity of labor process : DSNTaP. Order of the Ministry of Health of Ukraine 04.08.2014 no. 248]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text> (in Ukrainian).
7. *Pro poriyadok provedennya atestatsiyi robochykh mist' za umovamy pratsi : postanova KМУ vid 1.08.1992 r. № 442* [On the procedure for certification of jobs under working conditions : Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of 1.08.1992 no. 442]. *Okhorona pratsi. Pravovi konsul'tatsiyi* [Labor protection. Legal advice]. 2008, no 9, pp. 2–4. (in Ukrainian).
8. Korolchuk M.S., Krainyuk V.M., Koenko A.F. and Kochergina T.I. *Psykhologichne zabezpechennya psykhychnoho i fizychnoho zdorov'ya : navch. posibnyk* [Psychological support of mental and physical health : textbook]. Kyiv : Firm “INCOS” Publ., 2002, 272 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 29.03.2021.

УДК 691.32

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.80.754

ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕТОНУ ПІД ЧАС ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ПЛИТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

КОЛОХОВ В. В.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,
ВОЛКОВА В. Є.², докт. техн. наук, проф.,
МОРОЗ Л. В.³, канд. техн. наук, доц.,
БОГДАН С. М.⁴, інж.

^{1*} Кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 362-26-9, e-mail: kolokhov.viktor@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-4131-0155

² Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: drvev09@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-1883-1385

³ Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: linysek-slv@i.ua, ORCID ID 0000-0003-3150-74727

⁴ Кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: s.bogdan@mapei.ua, ORCID ID: 0000-0002-1109-344

Анотація. Постановка проблеми. Експлуатація будівель та споруд ґрунтується на періодичному оцінюванні стану конструкцій. Процедура визначення міцності бетону неруйнівними методами потребує підготовки певним чином поверхні бетону конструкції та відбору зразків із метою тарування приладів. Під час відбору зразки можуть отримати пошкодження, крім того, зазвичай поверхня циліндрів не відповідає вимогам щодо нормованих умов випробувань. Частина кернів під час відбору руйнується, що знижує репрезентативність результатів визначення фізико-механічних властивостей бетону. **Мета статті** – з'ясування можливостей підвищення достовірності визначення фізико-механічних властивостей бетону. **Результати.** В умовах реального об'єкта для вивчення показників міцності бетону пошкодженої ділянки виконано відбір зразків кернів. Зразки, які не відповідали нормованим параметрам, підготували до випробування за допомогою ремонтної суміші Mapegrout Thixotropic. Випробування відновлених зразків кернів показало, що ремонтна суміш добре зчепилася з поверхнею керна. Характер руйнування відновлених та нормованих зразків схожий. **Висновки.** Проведені дослідження показали, що: застосування існуючої методики визначення міцності бетону для плитних конструкцій обмежує можливість використання зразків кернів, відібраних із конструкцій; використання ремонтної суміші Mapegrout Thixotropic дозволяє провести випробування за нормативною методикою пошкоджених зразків бетону або зразків, відбракованих через невідповідність розмірів; достовірне оцінювання деформативних властивостей бетону кернів у багатьох випадках неможливе; існуюча методика потребує вдосконалення або заміни на альтернативну; кількісне оцінювання реологічних властивостей бетонної суміші, використана для виготовлення бетону конструкції, можлива на підставі порівняння деформативних та міцнісних характеристик бетону конструкції, що потребує формалізації процедури та вноормування.

Ключові слова: бетон; фізико-механічні характеристики; ремонтна суміш; kern

DETERMINATION OF CONCRETE PROPERTIES DURING THE ASSESSMENT OF THE CONDITION OF FLAT REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

KOLOKHOV V.V.^{1*}, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,
VOLKOVA V.Yev.², Dr. Sc. (Tech.), Prof.,
MOROZ L.V.³, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,
BOGDAN S.M.⁴, Eng.

^{1*} Department of Technology of Building Materials, Products and Structures, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (050) 362-26-94, e-mail: kolokhov.viktor@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-4131-0155

² Department of Civil Engineering, Construction Technologies and Environmental Protection, Dnipro State Agrarian-Economic University, 25, Serhii Efremov Str., 49600, Dnipro, Ukraine, e-mail: drvev09@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-1883-1385

³ Department of Civil Engineering, Construction Technologies and Environmental Protection, Dnipro State Agrarian-Economic University, 25, Serhii Efremov Str., 49600, Dnipro, Ukraine, e-mail: linysek-slv@i.ua, ORCID ID 0000-0003-3150-74727

⁴ Department of Technology of Building Materials, Products and Structures, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, e-mail: s.bogdan@mapei.ua, ORCID ID: 0000-0002-1109-344

Abstract. Formulation of the problem. Operation of buildings and structures is based on periodic assessment of the condition of structures. The procedure for determining the strength of concrete by non-destructive methods requires a certain preparation of the concrete surface of the structure and sampling in order to calibrate the devices. During sampling, the samples may be damaged, in addition the surface of the cylinders does not meet the requirements for normalized test conditions. Part of the cores during selection is being destroyed, which reduces the representativeness of the results of determining the physical and mechanical properties of concrete. **The purpose of the article** is to find out the possibilities to increase the reliability of determining the physical and mechanical properties of concrete. **Results.** In the conditions of a real object, core samples were taken to study the concrete strength of the damaged area. Samples that did not meet the normalized parameters were prepared for testing using a repair mixture Mapegrout Thixotropic. Testing of the recovered core samples showed that the repair mixture adhered well to the surface of the core. The nature of the destruction in the restored and normalized samples is similar. **Conclusions.** Studies have shown that: the application of the existing method of determining the strength of concrete for slab structures limits the possibility of using core samples taken from structures; the use of Mapegrout Thixotropic repair mixture allows to carry out tests according to the normative method of damaged concrete samples or samples rejected due to size mismatch; reliable assessment of the deformable properties of concrete cores in many cases is impossible; the existing methodology needs to be improved or replaced by an alternative one; quantitative assessment of the rheological properties of the concrete mixture used for the manufacture of concrete structure is possible on the basis of comparing the deformable and strength characteristics of concrete structure, which requires formalization of the procedure and standardization.

Keywords: concrete; physical-mechanical characteristics; repair mix; core

Постановка проблеми. Експлуатація будівель та споруд ґрунтується на періодичному оцінюванні стану конструкцій [1]. Одна з основ [1] – ДСТУ з правил контролю міцності бетонів [2], оскільки залізобетон – це основний конструкційний матеріал у сучасному будівництві. Окрім періодичного контролю, більшість визначень технічного стану конструкцій виконується після виникнення в конструкціях різних видів дефектів і пошкоджень. Згідно з діючими нормами властивості бетону конструкцій визначають неруйнівними методами [3; 4], що потребує підготовки певним чином поверхні бетону конструкції та виконання відбору зразків з метою тарування приладів. Визначення фізико-механічних характеристик бетону конструкцій за зразками, відібраними з конструкцій в нормовано в [5]. Але, як показано у попередніх дослідженнях [6–8], умови проведення випробувань та, особливо, стан поверхні бетону конструкцій суттєво обмежує можливості неруйнівних методів. Тобто випробування зразків бетону, відібраних із конструкцій, залишається єдиною можливістю визначення фізико-механічних характеристик бетону конструкцій.

Зазвичай з конструкцій відбирають зразки циліндричної форми (керни), які за певною процедурою випробовують. Необхідно зауважити, що до розмірів кернів існують певні обмеження [6]. За результатами випробувань визначають лише міцність бетону, чого здебільшого достатньо для оцінювання стану конструкцій.

Під час відбору зразки можуть пошкоджуватись, та, крім того, зазвичай поверхня циліндрів не відповідає вимогам щодо нормованих умов випробувань. Автори статті [9] показали, що ретельна підготовка поверхні зразків суттєво впливає на достовірність результатів вимірювань.

Для отримання достовірних результатів випробувань дослідники вдаються до різних «хитрощів». Із найбільш поширених можна навести добетонування певного шару у зонах спірання кернів, або застосування різних матеріалів, які б вирівнювали поверхню спірання кернів. Застосування ненормованих матеріалів у кожному випадку додає в результати випробувань несистематичну похибку невизначеного розміру. Однак нормативної документації, яка б чітко регламентувала умови вживання таких заходів в Україні немає.

Застосування внормованих матеріалів для випробувань кернів із пошкодженими поверхнями особливо актуальне, оскільки дозволяє отримувати адекватні результати – тобто такі, які можливо порівняти з результатами інших випробувань. Необхідно зазначити що частина кернів під час відбору руйнується, отож знижується репрезентативність результатів визначення фізико-механічних властивостей бетону.

Мета статті – з'ясування можливостей підвищення достовірності визначення

фізико-механічних властивостей бетону можливостей застосування ремонтної.

Виклад матеріалу. Дослідження проведене в умовах реального об'єкта. Під час експлуатації (9 місяців із моменту укладення бетонної суміші) виявлено ділянки бетонної поверхні з дефектами (рис. 1). Пошкодження мають локальний характер та характеризуються злущенням верхнього шару поверхні (рис. 2).



Рис. 1. Ділянка пошкодженого бетонного покриття



Рис. 2. Пошкодження бетонної поверхні досліджуваної ділянки

Для вивчення властивостей бетону пошкодженої ділянки відібрали зразки кернів (рис. 3 та 4).



Рис. 3. Відбір кернів



Рис. 4. Відібраний керн

Для всіх зразків під час візуального огляду виявлено такі особливості будови: верхній шар (близько 1,5...2 см) представлений лише цементно-піщаним розчином (рис. 5), усередині зразків велика кількість цементно-піщаного розчину

(рис. 6), наявність великої кількості пор в окремих зразках (рис. 7).



Рис. 5. Верхня зона керна



Рис. 6. Цементно-піщана складова бетону керна



Рис. 7. Порова структура бетону зразка

Із відібраних кернів підготовлено зразки відповідно до вимог [5]. Для більшості зразків цих вимог дотримано. Однак три зразки випробувати за нормами не вдалося. Для двох зразків неможливо було забезпечити нормативний інтервал співвідношення висоти зразка до його діаметра. Зменшення діаметра керна

виявилось неможливим через розмір заповнювача. Третій зразок під час відбору з конструкції розколовся на частки.

Для забезпечення вимог ДСТУ [5] зразки було відновлено за допомогою ремонтної суміші Mapegrout Thixotropic 10]. Ця суміш складається з високоміцного цементу, синтетичних волокон, спеціальних заповнювачів і добавок, рецептуру яких розробила компанія MAPEI. У процесі змішування з водою вона перетворюється на легкопереробний розчин із високою тиксотропністю.

Щоб підготувати поверхню зразків кернів очищували вручну їх щіткою – поверхня має бути чистою та шорсткою. Поверхню зразку змочували водою. Ремонтна суміш перебувала в сухому стані, отож приготували розчин шляхом покрокового додавання сухої суміші в рекомендовану згідно з технічним паспортом виробника кількість води. Консистенція розчинової суміші має бути такою, щоб вона трималась на шпателі, якщо його перевернути. Після чого суміш залишали у стані спокою на 2...3 хвилини. Перед нанесенням розчин повторно перемішували. Готовий до використання розчин наносили на вологу поверхню зразків (рис. 8). Зовнішній вигляд відновлених бетонних кернів показано на рисунку 9.

Із відібраних кернів підготовлено зразки відповідно до вимог [5]. Для більшості зразків цих вимог дотримано. Однак три зразки випробувати за нормами не вдалося. Для двох зразків неможливо було забезпечити нормативний інтервал співвідношення висоти зразка до його діаметра. Зменшення діаметра керна виявилось неможливим через розмір заповнювача. Третій зразок під час відбору з конструкції розколовся на частки.

Для забезпечення вимог ДСТУ [5] зразки було відновлено за допомогою ремонтної суміші Mapegrout Thixotropic[10]. Ця суміш складається з високоміцного цементу, синтетичних волокон, спеціальних заповнювачів і добавок, рецептуру яких розробила компанія MAPEI. У процесі

змішування з водою вона перетворюється на легкопереробний розчин із високою тиксотропністю.

Щоб підготувати поверхню зразків кернів очищували вручну їх щіткою – поверхня має бути чистою та шорсткою. Поверхню зразку змочували водою. Ремонтна суміш перебувала в сухому стані, отож приготували розчин шляхом покрокового додавання сухої суміші в рекомендовану згідно з технічним

паспортом виробника кількість води. Консистенція розчинової суміші має бути такою, щоб вона трималась на шпателі, якщо його перевернути. Після чого суміш залишали у стані спокою на 2...3 хвилини. Перед нанесенням розчин повторно перемішували. Готовий до використання розчин наносили на вологу поверхню зразків (рис. 8). Зовнішній вигляд відровлених бетонних кернів показано на рисунку 9.

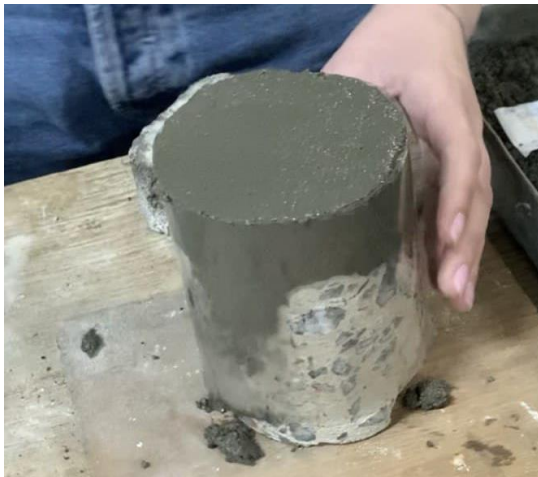


а



б

Рис. 8. Підготовка кернів до випробувань: а – очищення поверхні, б – нанесення ремонтної суміші Mapegrout Thixotropic



а



б

Рис. 9. Підготовлені до випробувань: а – добетонування до необхідного розміру, б – відновлення суцільності керну ремонтною сумішшю Mapegrout Thixotropic

Випробування зразків кернів показали, що ремонтна суміш добре зчепилася з поверхнею бетону, що дозволило відновити суцільність зруйнованого під час відбору зразка. На рисунку 10 показано характер

руйнування зразків, які готувалися до випробувань за стандартною методикою.



Рис. 10. Характер руйнування зразка підготовленого до випробувань за стандартною методикою

Рисунок 11 демонструє характер руйнування зразків підготовлених до випробувань за допомогою ремонтної суміші Mapegrout Thixotropic.



Рис. 11. Характер руйнування зразка підготовленого до випробувань за допомогою ремонтної суміші Mapegrout Thixotropic

Порівняльний аналіз показує, що характер руйнування зразків в обох випадках однаковий.

Результати випробувань дозволили визначити, що міцність бетону зразків, відібраних на ділянках із незруйнованою поверхнею, відповідає проектним

значенням. На ділянках зі зруйнованою поверхнею міцність бетону складає 54...68 % від проектної. Міцність бетону основи становить 98...113 % від проектного рівня.

Необхідно зауважити, що визначення міцності бетону постає достатньою основою для складання звіту про відповідність або невідповідність проекту конструкцій такого типу, але з'ясування причин відхилення показників міцності бетону від проектних значень до цього часу ґрунтується на експертних висновках. Не існує нормативної бази для визначення реологічних властивостей бетонної суміші, використаної для виготовлення конструкцій, що експлуатуються.

Основою для такого визначення може бути залежність між модулем пружності та міцністю бетону. Така методологія в нормована у СНБ 5.03.01-02 [11], які не діють в Україні. Окрім цього, визначення модуля пружності бетону, в нормоване в Україні [12], потребує більш прискіпливої ретельної зразків до випробувань. Зазвичай відбір зразків, які б відповідали за параметрами нормам [12], для плитних конструкцій неможливо.

Таким чином, для підвищення достовірності визначення властивостей матеріалу плитних бетонних конструкцій необхідно розробити методику визначення модуля пружності бетону або на зразках меншого розміру ніж в нормовано у [12], або змінити цю методику.

Висновки. Проведені дослідження показали, що:

- застосування існуючої методики визначення міцності бетону для плитних конструкцій обмежує можливість використання зразків кернів, відібраних із конструкцій;
- використання ремонтної суміші Mapegrout Thixotropic дозволяє провести випробування за нормативною методикою пошкоджених зразків бетону або зразків, відбракованих через невідповідність розмірів;

- достовірне оцінювання деформативних властивостей бетону кернів у багатьох випадках неможливе;
- існуюча методика потребує вдосконалення або заміни на альтернативну;
- кількісне оцінювання реологічних властивостей бетонної суміші,

використана для виготовлення бетону конструкції, можлива на підставі порівняння деформативних та міцнісних характеристик бетону конструкції, що потребує формалізації процедури та в нормування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану : ДСТУ-Н Б В.1.2-18...2016. Київ : ДП УкрНДНЦ, 2017. 43 с.
2. ДСТУ Б В. 2.7-224:2009. Будівельні матеріали. Бетони правила контролю міцності. [Введене вперше (зі скасуванням ГОСТ 18105-86); чинний з 2010-09-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 23 с. (Національний стандарт України).
3. ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. [Введене вперше (зі скасуванням ГОСТ 22690-88); чинний з 2010-09-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 20 с. (Національний стандарт України).
4. ДСТУ Б В.2.7-226:2009. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності. [Чинний від 2010-09-01]. Київ : ДП Укрархбудінформ, 2010. 27 с. (Національний стандарт України).
5. ДСТУ Б В. 2.7-223:2009. Будівельні матеріали. Бетони методи визначення міцності за зразками, відібраними з конструкцій. [Введене вперше (зі скасуванням ГОСТ 22690-88); чинний з 2010-09-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 12 с. (Національний стандарт України).
6. Колохов В. В., Кожанов Ю. О., Зезюков Д. М. Вплив рівня напруги на швидкість розповсюдження ультразвукових коливань у бетоні конструкцій. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2019. № 1. С. 49–57.
7. Колохов В. В., Колохов О. В. Зміна часу поширення ультразвукових коливань у бетоні за зміни умов проведення вимірювань. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2019. № 2. С. 95–104.
8. Колохов В. В., Колохов О. В. Деякі аспекти вимірювання часу поширення ультразвукових коливань у бетоні. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2019. № 3. С. 58–65.
9. Shishkin A., Netesa N., Scherba V. Effect of the iron-containing filler on the strength of concrete. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 5/6, no. 89. 2017. Pp. 11–16. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.109977>
10. MAPEI : клеї, герметики, продукція будівельної хімії : web-site. Mapegrout Tissotropico. URL: <https://www.mapei.com/ua/uk/materialy-i-tehnichni-rishennia/spysok-materialiv/detavno-pro-material/mapegrout-tissotropico>.
11. СНБ 5.03.01-02. Бетонные и железобетонные конструкции. Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. Минск : Стройтехнорм, 2003. 139 с.
12. ДСТУ Б В. 2.7-217:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення призмової міцності, модуля пружності і коефіцієнта Пуассона. [Відведене вперше (зі скасуванням ГОСТ 24452-80); чинний з 2010-09-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 16 с. (Національний стандарт України).

REFERENCES

1. DSTU-N B V.1.2-18...2016. *Nastanova schodo obstezhennya budivel' i sporud dlya viznachennya ta ocinki ih tehnicznego stanu* [Guidelines for inspection of buildings and structures to determine and assess their technical condition]. Kyiv : SE UkrSRNC, 2017, 43 p. (in Ukrainian).
2. DSTU B V. 2.7-224:2009. *Budivel'ni materialy. Betony pravyla kontrolyu mitsnosti* [Building materials. Concrete strength control rules]. Introduced for the first time, with the abolition of GOST 18105-86; valid since 2010-09-01. Kyiv : Ministry of Regional Development of Ukraine, 2010, 23 p. (National Standard of Ukraine). (in Ukrainian).
3. DSTU B V.2.7-220:2009. *Betony. Vyznachennya mitsnosti mekhanichnymi metodamy neruynivnoho kontrolyu* [Concrete. Determination of strength by mechanical methods of non-destructive testing]. Introduced for the first time, with the abolition of GOST 22690-88; valid since 2010-09-01. Kyiv : Ministry of Regional Development of Ukraine, 2010, 20 p. (National Standard of Ukraine). (in Ukrainian).
4. DSTU B V.2.7-226:2009. *Betony. Ul'trazvukovy metod vyznachennya mitsnosti* [Concrete. Ultrasonic method for determining the strength]. Valid since 2010-09-01. Kuiv : SE Ukrarhbudinfom, 2010, 27 p. (National Standard of Ukraine). (in Ukrainian).

5. DSTU B V. 2.7-223:2009. *Budivel'ni materialy. Betony metody vyznachennya mitsnosti za zrazkamy, vidibranymy z konstruktsiy* [Building materials. Concrete methods for determining the strength of samples taken from structures]. Introduced for the first time (with the abolition of GOST 22690-88); valid from 2010-09-01]. Kyiv : Ministry of Regional Development of Ukraine, 2010, 12 p. (National Standard of Ukraine). (in Ukrainian).
6. Kolokhov V.V., Kozhanov Yu.O. and Zezyukov D.M. *Vplyv rivnya napruhy na shvidkist' rozpovsyudzhennya ul'trazvukovykh kolyvan' u betoni konstruktsiy* [Influence of voltage level on the speed of propagation of ultrasonic vibrations in concrete structures]. *Visnik Pridniprovs'koï derzhavnoï akademii budivnictva ta arhitekturi* [Bulletin of the Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2019, no. 1, pp. 49–57. (in Ukrainian).
7. Kolokhov V.V., Kolokhov V.V. and Kolokhov O.V. *Zmina chasu poshyrennya ul'trazvukovykh kolyvan' u betoni za zminy umov provedennya vymiryuvan'* [Change of propagation time of ultrasonic oscillations in concrete with changes in measurement conditions]. *Visnik Pridniprovs'koï derzhavnoï akademii budivnictva ta arhitekturi* [Bulletin of the Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2019, no. 2, pp. 95–104. (in Ukrainian).
8. Kolokhov V.V. and Kolokhov O.V. *Deyaki aspekty vymiryuvannya chasu poshyrennya ul'trazvukovykh kolyvan' u betoni* [Some aspects of measuring the propagation time of ultrasonic vibrations in concrete]. *Visnik Pridniprovs'koï derzhavnoï akademii budivnictva ta arhitekturi* [Bulletin of the Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2019, no. 3, pp. 58–65. (in Ukrainian).
9. Shishkin A., Netesa N. and Scherba V. Effect of the iron-containing filler on the strength of concrete. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 5/6, no. 89, 2017, pp. 11–16. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.109977>.
10. MAPEI : Adhesives, Sealants, Construction Chemicals : web-site. Mapegrout Tissotropico. URL: <https://www.mapei.com/ua/uk/materialy-i-tekhnichni-rishennia/spysok-materialiv/detalno-pro-material/mapegrout-tissotropico>. (in Ukrainian).
11. SNB 5.03.01-02. *Betonnyye i zhelezobetonnyye konstruktsii* [Concrete and reinforced concrete structures]. Ministry of Architecture and Construction of the Republic of Belarus, Minsk : Stroytekhnorm Publ., 2003, 139 p. (in Russian).
12. DSTU B V. 2.7-217:2009. *Budivel'ni materialy. Betony. Metody vyznachennya pryzmovoyi mitsnosti, modulya pruzhnosti i koefitsiyenta Puassona* [Building materials. Concrete. Methods for determining the prism strength, modulus of elasticity and Poisson's ratio]. Allocated for the first time (with the abolition of GOST 24452-80); valid from 2010-09-01. Kyiv : Ministry of Regional Development of Ukraine, 2010, 16 p. (National Standard of Ukraine) (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 02.04.2021.

УДК 082 + [550.8+553] (082)

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.88.755

ВИКОРИСТАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ДЛЯ ОБЛИЦЮВАННЯ БУДІВЕЛЬ ПДАБА В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

СЄДІН В. Л.¹, *докт. техн. наук, проф.*,
ГРАБОВЕЦЬ О. М.², *канд. техн. наук, доц.*,
КОВБА В. В.^{3*}, *канд. техн. наук, доц.*,
УЛЬЯНОВ В. Ю.⁴, *асист.*,
МИКАЛО В. В.⁵, *студ.*

¹Кафедра інженерної геології і геотехніки, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: sedin.volodymyr@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-2293-7243

²Кафедра інженерної геології і геотехніки, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: grabovets.oksana@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-8890-9811

^{3*}Кафедра інженерної геології і геотехніки, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (096) 588-46-71, e-mail: kovba.vladyslav@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-5140-8140

^{4*}Кафедра інженерної геології і геотехніки, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-43, e-mail: ulianov.vasiliy@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-9028-3408

⁵Кафедра інженерної геології і геотехніки, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна

Анотація. Постановка проблеми. Проблема вдосконалення навчального процесу може бути вирішена завдяки збільшенню колекцій мінералів і порід, які можна зустріти кожного дня, але з різних причин не звернути на них увагу. Зазвичай для облицювання використовували найліпші зразки різноманітного кам'яного матеріалу. Так само і в зовнішньому і внутрішньому облицюванні приміщень академії були використані різновиди гірських порід, що відрізняються міцністю, забарвленням, текстурою, структурою і включеннями мінералів і являють собою найкращі зразки декоративних матеріалів будівництва. **Мета статті** – враховуючи, що у зовнішньому та внутрішньому облицюванні деяких корпусів ПДАБА свого часу були використані різноманітні гірські породи всіх основних типів: магматичні, метаморфічні, осадові, з багатьох родовищ, нині розташованих у різних державах, усе це різноманітне кам'яне вбрання академії цілком можна використовувати в навчальному процесі, зокрема, для вивчення мінералів і гірських порід у межах дисципліни «Інженерна геологія». **Висновки.** Різноманітне кам'яне оздоблення академії цілком можливо використовувати в навчальному процесі, зокрема, для вивчення мінералів і гірських порід у рамках викладання дисципліни «Інженерна геологія», яка читається для всіх студентів будівельного й архітектурного факультетів, а також факультету цивільної інженерії та екології. Завдяки полірованій поверхні великих плит облицювальних порід можна наочно і більш повно визначати гірські породи під час вивчення відповідних дисциплін, що зручно для викладання студентам усіх профільних спеціальностей. Доцільно використовувати облицювальні матеріали корпусів у процесі вивчення геологічних дисциплін, особливо для студентів-архітекторів, для яких слід передбачати цільові екскурсії по академії. Різноманітні гірські породи, якими облицьовані елементи інтер'єру, служать хорошим доповненням до наявних навчальних колекцій кафедри «Інженерна геологія і геотехніка».

Ключові слова: родовище; граніт; мармур; вапняк; лабрадорит; структура; текстура

USING OF ROCKS OF FACING OF BUILDINGS PSACEA IN THE EDUCATIONAL PROCESS

SIEDIN V.L.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
HRABOVETS O.M.², *Ph. D., Assoc. Prof.*,
KOVBA V.V.^{3*}, *Ph. D., Assoc. Prof.*,
ULIANOV V.Yu.⁴, *Assist.*,
MYKALO V.V.⁵, *Stud.*

¹Department of Engineering Geology and Geotechnics, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, e-mail: sedin.volodymyr@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-2293-7243

² Department of Engineering Geology and Geotechnics, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, e-mail: grabovets.oksana@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-8890-9811

^{3*} Department of Engineering Geology and Geotechnics, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (096) 588-46-71, e-mail: kovba.vladyslav@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-5140-8140

⁴ Department of Engineering Geology and Geotechnics, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-43, e-mail: uluanov.vasiliy@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-9028-3408

⁵ Department of Engineering Geology and Geotechnics, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine

Abstract. Problem statement. The problem of improving the learning process can be solved by increasing the educational collections of minerals and rocks that can be found every day, but for various reasons, do not pay attention to them. The best samples of various stone materials were usually used for cladding. Similarly, in the external and internal cladding of the academy buildings were used varieties of rocks that differ in strength, color, texture, structure and inclusions of minerals and are the best examples of decorative building materials. **Purpose of the article.** All this diverse stone decoration of the Academy can be used in the educational process, in particular, for the study of minerals and rocks within the discipline “Engineering Geology”, which is read to all students of the Faculty of Civil Engineering and Architecture, as well as the Faculty of Civil Engineering and Ecology. **Conclusion.** All this diverse stone decoration of the Academy is quite possible to use in the educational process, in particular, for the study of minerals and rocks in the framework of teaching the discipline “Engineering Geology”, which is read to all students of the Faculty of Civil Engineering and Architecture, as well as the Faculty of Civil Engineering and Ecology. Thanks to the polished surface of large slabs of facing rocks, it is possible to visually and more fully identify rocks while studying the relevant disciplines, which is convenient for teaching students of all specialties. It is expedient to use facing materials of buildings of educational institution in the course of studying of geological disciplines, especially for students-architects for what it is necessary to provide target excursions on buildings of academy. Various rocks, with which the interior elements are faced, serve as a good addition to the existing educational collections of the Department of Engineering Geology and Geotechnics.

Keywords: *deposit; granite; marble; limestone; labradorite; structure; texture*

Постановка проблеми. Використання різноманітних гірських порід у будівлях і спорудах має давню історію. Зазвичай для облицювання брали найліпші зразки різноманітного кам'яного матеріалу. Так само і в зовнішньому і внутрішньому облицюванні будівель академії були використані різновиди гірських порід, що відрізняються міцністю, забарвленням, текстурою, структурою і включеннями мінералів і являють собою найкращі зразки декоративних матеріалів будівництва.

Мета статті. На наш погляд, в академії виник своєрідний музей, експонати котрого сповна можна використовувати для навчального процесу, з метою вивчення гірських порід у рамках дисципліни «Інженерна геологія», яку викладають студентам будівельного і, почасти, архітектурного факультету академії.

Відмітимо різноманітність природних і штучних облицювальних матеріалів, що були використані під час будівництва і реконструкції старих навчальних корпусів академії: тут представлені всі основні типи

гірських порід: магматичні, метаморфічні й осадові. Тому доцільне використання облицювальних матеріалів корпусів у процесі вивчення геологічних дисциплін, особливо для студентів-архітекторів, для чого слід передбачувати цільові екскурсії по корпусах академії [2–4].

Результати досліджень. Вивчення гірських порід як облицювальних матеріалів доцільно проводити поетапно, враховуючи походження порід.

Магматичні гірські породи, розповсюджені на всій території України, представлені в облицюванні майданчика перед входом у головний корпус академії з боку вул. Чернишевського (корпус називають «скляним» або «петровським», що з «козирком»); він вимощений вітчизняними гранітами різних родовищ.

Граніти належать до магматичних порід, мінеральний склад яких: польові шпати (ортоклази) 50...70 %, кварц різноманітних кольорів 25...40 %, слюди і рогова обманка до 10 %. Декоративні особливості гранітоїдів у цілому визначаються

забарвленням кварцу и польових шпатів, їх розподіленням у породі, наявністю темнокольорових мінералів. Від забарвлення польових шпатів залежить

колір граніту. Як відомо, за кольором вітчизняні граніти зазвичай поділяють на три основні групи (табл.).

Таблиця

Класифікація облицювальних гранітів України (за проф. І. С. Солонинко)

№ п/п	Колір і текстурно-структурні особливості граніту	Родовище
1	Сірі граніти (від світло-сірих до темно-сірих), середньо- і дрібнозернисті, порфіроподібні Бузько-Подольського (архей) і Овруцько-Волинського складчастих комплексів	Богуславське, Жежелевське, Гниванське, Корнинське, Коростишевське, Кудашевське, Старо-Бабанське, Трикратненське, Янцевське та ін.
2	Червоні, рожево-червоні рівномірнозернисті, порфіроподібні або трахітоїдні граніти Інгуло-Інгулецького та Овруцько-Волинського складчастих комплексів	Ємельяновське, Лезниковське, Горіховське, Токовське та ін.
3	Рожеві, рожево-сірі граніти велико- і середньозернисті, порфіроподібні Інгуло-Інгулецького складчастого комплексу середнього протерозою	Капустинське, Новоданилівське, Каранське, Софіївське та ін.

У нашому випадку майданчик «під козирком» виконаний червоними гранітами Токовського родовища, розробленого, до речі, в нашій області (рис. 1). Граніти дрібно- і середньозернисті, масивні, однорідні, місцями з порфіроподібними вклученнями червоного польового шпату, коричнево-червоні та рожево-сірі. Фізико-механічні властивості граніту: щільність – 2,66...2,71 г/см³, об'ємна маса – 2,62...2,65 г/см³, морозостійкість – Мрз «50», міцність на стиск – 125...290 МПа, водовбирання – 0,07...0,53 %, втрати під час стирання – 0, +2...0,33 г/см². Фактура лицьової поверхні матова [5].

Інший використаний на майданчику різновид (у підпорядкованій кількості) – це *граніт Капустинського родовища*, що в Кіровоградській області (рис. 2). Мінеральний склад граніту: мікроклін – 15...75 %, плагіоклаз – 5...45 %, кварц – 15...20 %, біотит – 1...5 %, гранат – 4 %. Фізико-механічні властивості граніту: щільність – 2,69...2,73 г/см³, об'ємна маса – 2,63 г/см³, міцність на стиск – 180...210 МПа, водовбирання – 0,2 %. Фактура лицьової поверхні цього різновиду матова, хоча відомі капустинські граніти сприймають полірування найвищого класу.

Включення рубіново-червоного гранату – альмандину, що належить до коштовного каменю 2-го класу, становлять особливість гранітоїдів кіровоградсько-житомирського комплексу Українського кристалічного масиву (УКМ), яка тільки покращує їх декоративну цінність.

Сходи, що ведуть до головного входу в академію з боку вул. Чернишевського, виконані із сірого Кудашевського граніту, так само виявленого в нашій області. Фізико-механічні властивості граніту: щільність – 2,69 г/см³, об'ємна маса – 2,59 г/см³, міцність на стиск – 100...140 МПа, водовбирання – 0,3...0,52 %. Фактура лицьової поверхні гранітних сходів для зменшення ковзання – крапкова (бучардувана).

Портал головного входу, згодом, облицьований світло-сірими гранодіоритами Покостовського родовища. Фізико-механічні властивості гранодіориту: об'ємна вага – 2,74 г/м³, водовбирання – 0,24 %, міцність на стиск – 220 МПа, втрати під час стирання – 0,64 г/см². Мінеральний склад (%): мікроклін – 15...30, плагіоклаз – 35...55, кварц – 10...25, біотит – 5...15. Фактура лицьової поверхні полірована.

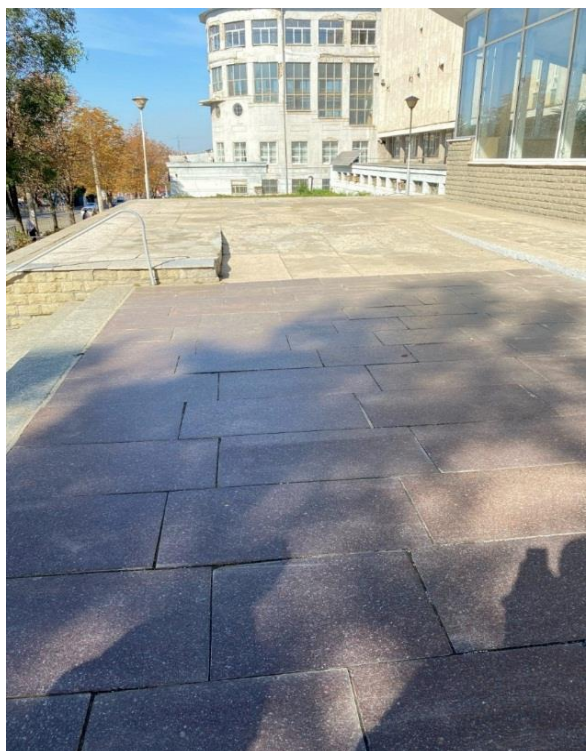


Рис. 1. Граніт Токовського родовища Найвищі

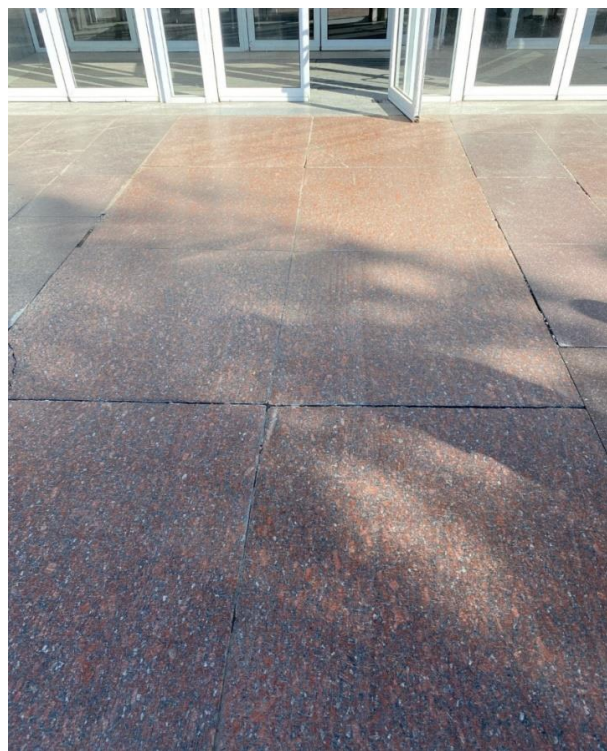


Рис. 2. Граніт Капустинського місцезнаходження

Різноманітними гранітами вибукувані й підлоги деяких поверхів «скляного» і старого корпусів академії, так само з них виконані східці деяких сходів холу головного корпусу. Причому у вигляді різних геометричних композицій

використані майстерно поєднані вітчизняні граніти різноманітної кольорової гами – в основному темно-червоні й сірі, а також іноді зі включенням й інших гірських порід – лабрадоритів і мармурів укупі зі штучними мармуровими брекчіями (рис. 3).



Рис. 3. Поєднання червоного і сірого гранітів в облицюванні підлоги



Рис. 4. Пегматитова жила в Токовському граніті

Тут також використані *граніти Токовського родовища*, у деяких плитах дуже ефектно виглядають пегматитові жили (рис. 4). Хоча слід зазначити, що граніти цього родовища, як і деяких інших, зазвичай не використовують для облицювання внутрішніх частин будівель, але частина

підлог й окантовки майданчиків і терас першого і другого поверхів «скляного» корпусу вибукувані сірими гранітами згодом Янцевського і Жежелевського родовищ (рис. 5). Фактура їх лицьової поверхні полірована.

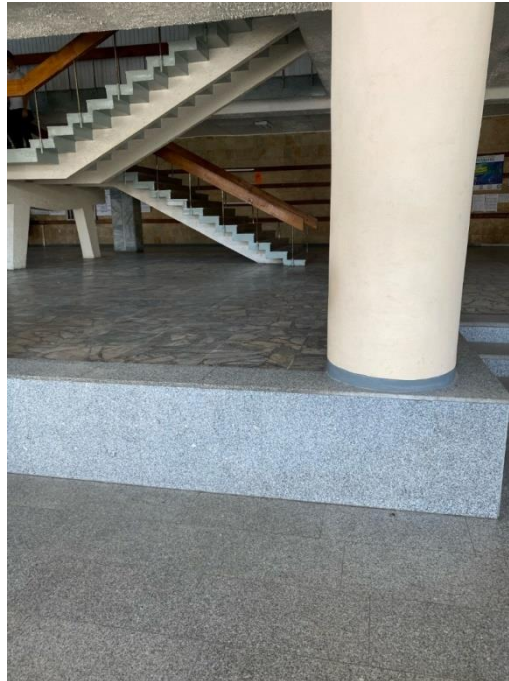


Рис. 5. Сірі граніти в елементах підлоги й уступів вестибюля «скляного» корпусу

Граніти Жежелевського родовища, що в Житомирській області, середньозернисті, іноді нерівномірнозернисті, темно-сірі. Фізико-механічні властивості граніту: щільність – $2,65 \text{ г/см}^3$, об'ємна вага – $2,57 \text{ г/см}^3$, водовбирання – $0,27...0,41 \%$, міцність на стиск – $130...150 \text{ МПа}$, стираність – до $0,1 \text{ г/см}^2$. Граніт стійкий до морозів. Фактура лицьової поверхні полірована.

Граніти Янцевського родовища, що в Запорізькій області, середньозернисті, однорідні, іноді порфіроподібні, сірі й світло-сірі з блакитнуватим відтінком. Мінеральний склад (%): мікроклін – 30, плагіоклаз – 40, кварц – 25, біотит – $2...5$, іноді рогова обманка і магнетит. Фактура лицьової поверхні полірована. Фізико-механічні властивості граніту: щільність – $2,62...2,82 \text{ г/см}^3$, об'ємна вага – $2,58...2,8 \text{ г/см}^3$, водовбирання – $0,22...2,2 \%$, міцність на стиск –

$94...230 \text{ МПа}$. Граніт морозостійкий – Мрз «50». Фактура лицьової поверхні полірована.

У більш пізніх реконструкціях камінного вбрання будівель академії не виключене і застосування зарубіжних облицювальних матеріалів, визначення яких, на жаль, має низку труднощів, особливо в частині встановлення постачальників на місцевий ринок будівельного і облицювального каменю.

У зовнішньому облицюванні будівлі актового залу (ріг вул. Чернишевського і Володимира Моссаковського) можна впевнено визначити лабрадорити (рис. 6). Лабрадорити – це магматичні гірські породи від середньої до гігантозернистої структури, в основному віднесені до Волинського плутону в Україні. До складу лабрадоритів УКМ входять плагіоклази, піроксени, рудні мінерали, іноді олівін, біотит, калієвий польовий шпат, вторинні мінерали. Система

тріщинуватості дозволяє отримувати крупні моноліти. Лабрадорити сприймають усі види обробки, в основному, полірування високого класу. Вони іризують у блакитних, синіх і зеленуватих тонах (ефект «павиного пера»), що збільшує їхні декоративні властивості. Головні родовища України: Головинське, Слободське, Кам'яна Піч, Синій Камінь та ін. – розташовані в Житомирській області [10; 11]. За своїми структурно-текстурними особливостями лабрадорити, використані у зовнішньому облицюванні актового залу академії, не належать до висококласних. Із цієї ж причини слід зазначити, що облицювання



Рис. 6. Фрагмент облицювання лабрадоритом зовнішньої частини актового залу академії

Зазначимо, що лабрадоритом більш високої якості фрагментарно вибукувані ділянки підлоги старого і головного корпусів академії. Фактура їх лицьової поверхні полірована.

Метаморфічні гірські породи представлені мармурами. Мармур – гірська порода, що дивує різноманітністю кольорів і структурно-текстурних характеристик. Підлога холу першого поверху головного корпусу вибукувана плитами штучної брекчії, що складається з кутастих уламків мармуру різноманітних родовищ. Тут в основному представлений мармур згодом Нижньотагільського родовища (рис. 8).

будівлі актового залу з роками виявилось значною мірою схильне до процесів вивітрювання, котрі проявилися в зміні кольору на великих ділянках (ефект «іржавіння») з частковою втратою полірування (рис. 7). Та й сам лабрадорит виявився досить низької якості, зі значною кількістю включень слабоміцних світлозабарвлених вторинних мінералів і з мінімальною кількістю так званих «вічок», котрі традиційно додають цьому різновиду лицьовального каменя особливий колорит. Фактура лицьової поверхні, як правило, полірована.



Рис. 7. Дефекти облицювання лабрадоритом зовнішньої частини актового залу академії

Нижньотагільське (Сапальське) родовище розроблене в Свердловській області на Південному Уралі. Воно розташоване на східному схилі Уралу поблизу міста Нижній Тагіл у межах Тагільсько-Магнітогорської структурно-фаціальної зони. Нижньотагільське (Сапальське) родовище приурочене до карбонатних відкладів павдинської світи (венлокський ярус нижнього силуру), розвинутих на південь від масиву Денсжкін Камінь. Карбонатні відклади представлені рифовими, переважно кораловими вапняками і вапняними конгломератами, змінюваними до стадії метагенезу.

Мармуризовані вапняки й вапновані мармури мають дрібнозернисту структуру. Звичайно вони багатокольорові : сургучні, червоні, бузкові, іноді брекчувані та мають плямисту текстуру. Порода пронизана численними тріщинами, заповненими кальцитовими прожилками, що зазнали

пластичної деформації. Так само не виключається одночасне використання в мармуровій брекчії уламків мармурів і мармуризованих вапняків інших родовищ Сибіру, Уралу, Середньої Азії та Кавказу (зокрема, родовища Молиті та Саліеті в Грузії).

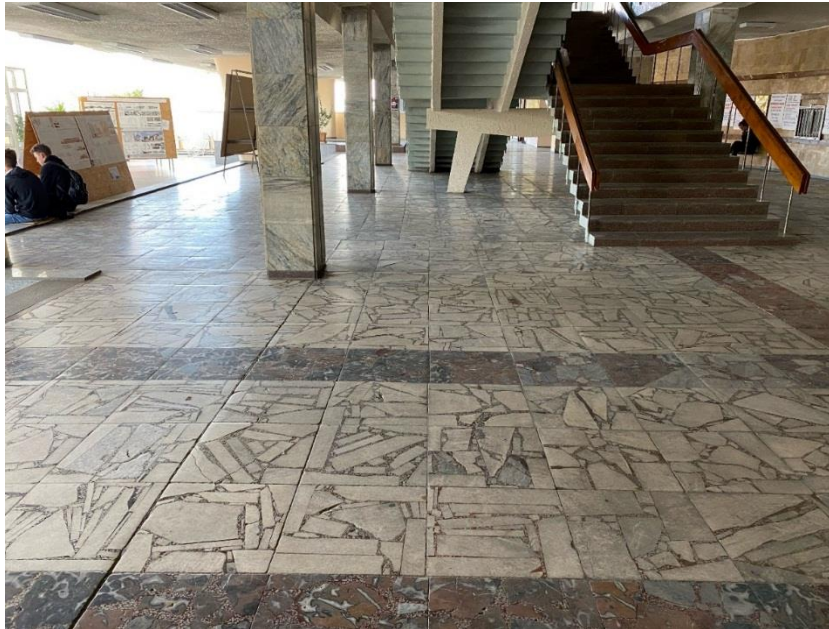


Рис. 8. Мармурове облицювання холу «скляного» корпусу академії

Мармуризований вапняк родовищ Молиті та Саліеті виділяється в брекчії підлоги академії своєрідною, унікальною кольоровою гамою, в основному червоних і бурувато-червоних, так званих сургучних відтінків. Мармуризований вапняк родовища Молиті щільний, з овоїдними білими «озерами», що збільшують його декоративні властивості. Перебільшує коричнево-рожеве забарвлення. Фізико-механічні властивості вапняку: щільність – $2,7 \text{ г/см}^3$, об'ємна маса – $2,63 \text{ г/см}^3$, морозостійкість – Мрз «25», міцність на стиск – $50 \dots 80 \text{ МПа}$, пористість – $1,64 \%$, водовбирання – $0,43 \%$.

Мармуризований вапняк родовища Саліеті кристаличний, із порами вилугування, червоний. Фізико-механічні властивості вапняку: щільність – $2,69 \text{ г/см}^3$, об'ємна маса – $2,66 \text{ г/см}^3$, морозостійкість – Мрз «25», міцність на стиск – $53 \dots 110 \text{ МПа}$, пористість – $0,98 \%$, водовбирання – $0,77 \%$. Вапняк можна полірувати до дзеркального блиску.

Мармуровою брекчією строкатої кольорової гамаи вибукувані і фрагменти підлог в інших корпусах, а також окремі ділянки зовнішнього майданчика «під козирком» [12].

Мармур більшої частини колон холу, ймовірно, представлений Уфалейським родовищем. Але не виключається й облицювання фрагментів деяких колон мармуром родовища Зарбанд в Узбекистані. Уфалейське родовище тривалий час розроблялося в Єкатеринбурзькій області Уралу. Мрамур тонкозернистий, кальцитовий, блакитно-сірий, смугастий, іноді з гніздами крупнокристалічного білого кальциту. Фізико-механічні властивості мармуру: щільність – $2,8 \text{ г/см}^3$, об'ємна маса – $2,76 \text{ г/см}^3$, морозостійкість – Мрз «25», міцність на стиск – $47 \dots 130 \text{ МПа}$, втрати під час стирання – до $2,8 \text{ г/см}^2$, водовбирання – $0,29 \dots 0,75 \%$. Фактура лицьової поверхні полірована.

Мармур родовища Зарбанд середньозернистий, масивний, блакитно-

сірий, однотонний і сіро-смугастих, декоративний. Родовище належить до потужної пачки масивних і масивно-шаруватих мармурів актауської світи, простеженої за простяганням на 5 км. Фізико-механічні властивості мармуру: щільність – 2,71 г/см³, пористість – 0,92 %, міцність на стиск – 40...126 МПа. Фактура лицьової поверхні полірована.



Рис. 9. Черепашник в облицюванні стін навчальних корпусів

Це органогенна осадова порода, яка складається з цілих черепашок двостулкових молюсків роду *Mastra* сарматського ярусу верхнього міоцену. Має бежевий колір (місцями стіни забарвлені рожевим кольором), біоморфну структуру й однорідну пористу текстуру. Фізико-механічні властивості черепашнику: морозостійкість – Мрз «15», міцність на стиск – 5...7,5 МПа, пористість – 21...39 %, водовбирання – 2,34...37 %, коефіцієнт розм'якшення – 0,66. Вміст кремнезему низький – 0,8...1,8 %, окиси заліза та алюмінію – до 2,1 %. Фактура лицьової поверхні пиляна. У подальшому стіни неодноразово фарбувалися в рожеваті відтінки.

Стіни холу головного корпусу (панель об'яв) оброблені дуже рідкісним видом

Осадів породи представлені черепашником. Стіни коридорів і частина аудиторій старого і головного корпусів облицьовані добре відомим вапняком-черепашником Жетибайського родовища, розташованого на півострові Мангишлак у Казахстані (рис. 9).

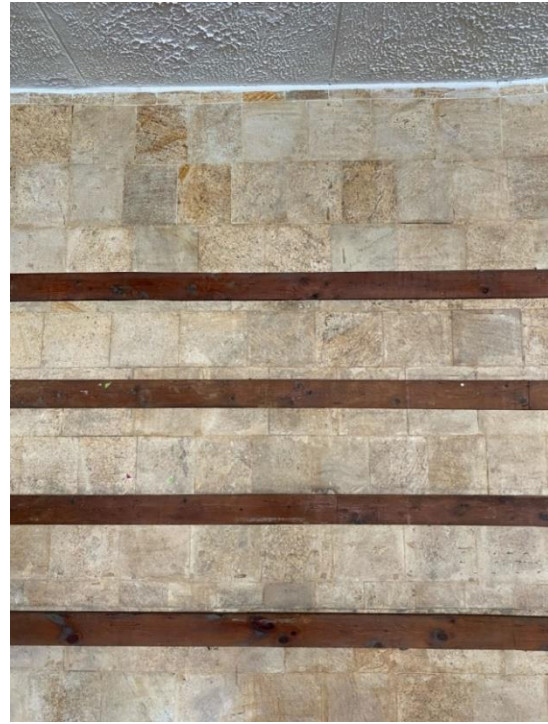


Рис. 10. Фельзитовий туф і пісковик в облицюванні інформаційної панелі стіни головного корпусу

лицьовального каменю – здогадно армянським кременистим (фельзитовим) туфом (рис. 10). Також не виключено і використання окремих плит із пісковика у верхній частині стіни. Фельзитовий туф — природний гідровулканічний камінь щільної маси, що складається з однорідної суміші кварцових порфірів і ортофірів, котрі частіше позначаються за назвою як фельзитові порфіри. Часто у складі присутній мінерал заліза – ярозит із бурокоричневими узорами. Фельзитовий туф дуже світлий, але стриманий і достатньо однобарвний, за текстурою значно схожий на дерево.

Фельзитовий туф Мартироського родовища дрібно- і середньозернистий, світло-жовтий і світло-блакитний з поступовими переходами одного різновиду

в інший, іноді візерунчастий. Фізико-механічні властивості туфу: щільність – 2,71 г/см³, об'ємна маса – 2,0 г/см³, морозостійкість – Мрз «15», міцність на стиск – 51 МПа, пористість – 25,6 %, водовбирання – 7,71 %, коефіцієнт розм'якшення – 0,73, а морозостійкості – 0,78. Фактура лицьової поверхні первісно полірована і пиляна.

Фельзитовий туф Цатер-Качанського родовища рожевий, кремовий і білий. Вік середньоеоценовий. Основна маса представлена склом, розкристалізованим у різному ступені. Фізико-механічні властивості туфу: щільність – 2,6 г/см³, об'ємна маса – 1,9 г/см³, міцність на стиснення – 39 МПа, пористість – 27,2 %, водовбирання – 10,7 %, коефіцієнт

розм'якшення – 0,6. Фактура лицьової поверхні первісно полірована і пиляна.

Одиничні плитки в бічних гранях стіни об'яв представлені унікальним матеріалом із текстурно-структурними особливостями, притаманними мармуровому оніксу, але наявно силікатного ряду (рис. 11). Онікс – це мінерал, порода силікатного складу, шаруватий різновид агату. У перекладі з грецького «ніготь». Колір оніксу змінюється від світло- до темно-коричневого. Оніксу притаманне чергування плоскопаралельних шарів різного кольору. Родовища облицювального каменю цього виду надзвичайно рідкісні (на відміну від мармурового оніксу) і на території колишнього СРСР практично не відомі, що не виключає і його штучного походження.



Рис. 11. Онікс силікатного ряду в облицюванні стін інформаційної панелі

Деякі фрагменти стін старого корпусу академії облицьовані класичними армянськими туфами Артикського й Агавнатурського родовищ (рис. 12). Вулканічний туф – пірокластична гірська порода, утворена з різної величини уламків порід або окремих мінералів, вулканічного матеріалу у вигляді бомб, піску, лапілей, попелу, а також вулканічного скла. Мають велику різноманітність забарвлення: від рожевих до чорних і коричневих.

Туф Артикського родовища дрібнопористий, блідо-рожево-коричневий і фіолетово-рожевий. Фізико-механічні властивості туфу: щільність – 2,63 г/см³, об'ємна маса – 1,23...2,35 г/см³,

морозостійкість – Мрз «25», міцність на стиск – 6,4...62,0 МПа, пористість – 12,26...52,6 %, водовбирання – до 25 % (середнє – 14,34 %). Фактура лицьової поверхні первісно пиляна.

Туф Агавнатурського родовища бюраканського типу пористий, коричневий і чорний. Фізико-механічні властивості туфу: щільність – 2,57 г/см³, об'ємна маса – 1,78 г/см³, морозостійкість – Мрз «25», міцність на стиск – 25 МПа, пористість – 30 %, водовбирання – 12,5 %, коефіцієнт розм'якшення – 0,84, морозостійкості – 0,87. Фактура лицьової поверхні первісно пиляна.



Рис. 12. Туф в облицюванні стін старого корпусу академії

Висновки. Облицювання будівель ПДАБА, що відображає всі типи гірських порід (осадові, магматичні й метаморфічні), представлене різноманітними зразками різного забарвлення, текстури і структури. Завдяки полірованій поверхні великих плит облицювальних порід можна наочно і більш повно визначати гірські породи під час вивчення відповідних дисциплін, що зручно для викладання студентам усіх профільних спеціальностей. Кам'яне облицювання будівель академії – варте уваги доповнення до навчальних колекцій кафедри «Інженерна геологія і геотехніка» (ауд. В-905 та 906), що постають прикладом практичного застосування різноманітних гірських порід.

З метою інформування майбутніх спеціалістів про можливості застосування

вітчизняного каменю в зовнішньому і внутрішньому облицюванні будівель і споруд рекомендовано також вивчити питання про розміщення в академії постійно діючої широкоформатної виставки «Граніти України».

У зв'язку з відсутністю профільної проектної і виконавчої документації з кам'яного облицювання будівель академії автори цієї статті висловлюють подяку спеціалістам ООО «Гранит.UA», ООО «УралКаменьСнаб», ООО «Уралмрамор», «UzSTONE», ТК «МраморКрим», ООО «Петро Стоун» і багатьом іншим за допомогу в установленні регіональної належності родовищ облицювального каменю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Погребс Н. А. Изучение горных пород в облицовке здания МГРИ. Новые идеи в науках о Земле : матер. XIV Междунар. науч.-практ. конф. : в 3-х т. Москва : Изд-во РГГУ, 2019. Т. 1. С. 76–79.
2. Сычев Ю. И. Камень в облицовке : ошибки, которых можно было избежать. *Камень вокруг нас*. № 6. 1999.
3. Бычкова А. Каменные «одежды» дома. *Строительство и реконструкция*. № 1–2. 2003. 47 с.
4. Гелета О. Дослідження зовнішньоекономічного обігу декоративного каміння в Україні. *Коштовне та декоративне каміння*. № 2. Київ, 2009.
5. Осколков В. А. Облицовочные камни месторождений СССР. Москва : «Недра», 1984. С. 192.
6. Щербак Н. П., Павлишин В. И., Литвин А. Л. и др. Минералы Украины : краткий справочник. АН УССР. Институт геохимии и физики минералов. Киев : Наукова думка, 1990. 408 с.
7. Мінеральні ресурси України, 2014 рік : щорічник. Державний інформаційний геологічний фонд України; за редактуванням Н. В. Корпана. Київ, 2014. 270 с.
8. Михайлов В. А., Виноградов Г. Ф., Курило М. В. та ін. Неметалічні корисні копалини України: підручник. Київ : ВПЦ Київ. ун-т, 2008. 495 с.
9. Усенко И. С., Есипчук К. Е., Личак И. Л. и др. Справочник по петрографии Украины (магматические и метаморфические породы). Киев : Наукова думка, 1975. 580 с.

10. Коренной В. И., Марусевич Я. А., Страшевская Л. В. Лабрадориты Житомирщины – каменная визитка Украины. *Молодий вчений*. № 8 (48). 2017. С. 1–4.
11. Котенко В. В. Дослідження речовинного складу та фізико-механічних властивостей лабрадоритів Українського кристалічного щита. *Вісник ЖДТУ*. № 2 (37). 2006. С. 155–167.
12. Ерёмин Н. И. Неметаллические полезные ископаемые. Москва : Изд-во Москов. ун-та, 2007. 461 с.

REFERENCES

1. Pogrebs N.A. *Izucheniye gornyykh porod v oblitovke zdaniya MGRI* [Study of rocks in the cladding of the MGRI building]. *Novyye idei v nauках o Zemle : materialy XIV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v 3 tomah* [New Ideas in Geosciences : materials of the XIV International Scientific and Practical Conference in three volumes]. Vol. 1, Moscow : Publishing house RSGE, 2019, pp. 76–79. (in Russian).
2. Sychev Yu.I. *Kamen' v oblitovke : oshibki, kotorykh mozno bylo izbezhat'* [Stone in facing : mistakes that could have been avoided]. *Kamen' vokrug nas* [Stone around us]. No. 6, 1999. (in Russian)
3. Bychkova A. *Kamennyye "odezhdy" doma* [Stone "clothes" at home]. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya* [Construction and Reconstruction]. 2003, no. 1–2, 47 p. (in Russian).
4. Geleta O. *Doslidzhennya zovnishn'oeconomichnoho obihu dekoratyvnoho kaminnya v Ukrayini (2008 rik)* [Research of foreign economic circulation of decorative stones in Ukraine (2008)]. *Koshtovne ta dekoratyvne kaminnya* [Precious and decorative stones sciences zhurn]. No. 2, Kyiv, 2009. (in Ukrainian).
5. Oskolkov V.A. *Oblitsovochnyye kamni mestorozhdeniy SSSR* [Facing stones of the USSR deposits]. Moscow : "Nedra" Publ., 1984, 192 p. (in Russian).
6. Shcherbak N.P., Pavlishin V.I., Litvin A.L. and oth. *Mineraly Ukrainy : kratkiy spravochnik. AN USSR. Institut geokhimii i fiziki mineralov* [Minerals of Ukraine : a brief reference of Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Institute of Geochemistry and Physics of Minerals]. Kyiv : Naukova Dumka Publ., 1990, 408 p. (in Russian).
7. Polunin G.V., Bashkirova G.O. and oth. *Mineral'ni resursy Ukrainy, 2014 rik : shchorichnyk. Derzhavnyy informatsiynnyy heolohichnyy fond Ukrainy; za redahuvannyam N.V. Korpana* [Mineral resources of Ukraine, 2014 : yearbook. State Geological Information Fund of Ukraine; edited by N.V. Korpan]. Kyiv, 2014, 270 p. (in Ukrainian).
8. Mikhailov V.A., Vinogradov G.F., Kurilo M.V. and oth. *Nemetalichni korysni kopalyny Ukrainy : pidruchnyk* [Non-metallic minerals of Ukraine : a textbook]. Kyiv : VOC Kyiv. un-t, 2008, 495 p. (in Ukrainian).
9. Usenko I.S., Esipchuk K.E., Lychak I.L. and oth. *Spravochnik po petrografii Ukrainy (magmaticheskiye i metamorficheskiye porody)* [Handbook on petrography of Ukraine (igneous and metamorphic rocks)]. Kiev: Naukova Dumka, 1975. 580 p. (in Russian)
10. Korennoy V.I., Marusevich Ya.A. and Strashevskaya L.V. *Labradority Zhitomirshchiny – kamennaya vizitka Ukrainy* [Labradorites of Zhytomyr region - a stone business card of Ukraine]. "Molodiy Vcheniy" no. 8 (48), 2017. pp.1–4. (in Russian)
11. Kotenko V.V. *Doslidzhennya rehovynnoho skladu ta fizyko-mekhanichnykh vlastyvostey labradorytiv Ukrayins'koho krystalichnoho shchyta* [Research of material composition and physical and mechanical properties of labradorites of the Ukrainian crystal shield]. *Vistnik ZhDTU* [Bulletin of ZhSTU]. No. 2 (37), 2006, pp. 155–167. (in Ukrainian).
12. Eremin N.I. *Nemetallicheskiye poleznyye iskopayemyye* [Non-metallic minerals]. Moscow : Moscow University Publishing House, 2007, 461 p. (in Russian).

Надійшла до редакції 23.03.2021.

УДК 360.821

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.99.756

ДОСЛІДЖЕННЯ СОЦІАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ ВНУТРІШНЬОДВОРОВИХ ПРОСТОРІВ В АРХІТЕКТУРНИХ РІШЕННЯХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

СМАДИЧ І. П., канд. арх., доц.

Кафедра архітектури та містобудування, Інститут архітектури, будівництва та енергетики ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, 76019, Івано-Франківськ, Україна, e-mail: Architectvan@gmail.com, тел. +38 (067) 466-77-46, ORCID ID: 0000-0001-7964-5730

Анотація. Постановка проблеми. Соціальна активність на прибудинкових територіях багатоквартирних житлових будинків – один із ключових елементів життя в місті та показник вдалих архітектурно-планувальних рішень. Попри активне зростання житлового будівництва в Україні та підвищення якості архітектурних рішень дворів багатоквартирних житлових будинків, має місце різна соціальна активність мешканців у межах прибудинкової території. **Мета статті** – визначити параметри, що впливають на соціальну активність та комфортність перебування мешканців у дворах багатоквартирних житлових будинків та шляхи їх урахування в проектних рішеннях. **Висновки.** В ході опрацювання джерельної бази досліджень прибудинкових просторів та соціальної активності жителів, що питання соціальної активності мешканців – багатофакторне явище, на яке впливає ціла множина як архітектурно-просторових, так і соціопсихологічних ознак. Шляхом порівняльного аналізу прибудинкових територій м. Івано-Франківськ визначено, що такі двори відрізняються укрупненим показником часу перебування особи на їх території та розосередженістю людей по ділянці. Для оцінювання окремих показників та формування рекомендацій щодо соціопсихологічної комфортності та атрактивності двору застосовано метод побудови матриці Мак Кінсі «Дженерал Електрик», яка інтерпретована до архітектурних завдань. Основними векторами побудови цієї матриці є «соціопсихологічна комфортність» та «атрактивність архітектурно-просторових рішень». Методом експертних оцінок визначено місце розташування кожного з досліджуваних дворів на загальному полі матриці, а саме: дворова територія ЖК «Калинова Слобода», розташована в полі «Дієве проектне рішення»; ЖК «Липки», в полі «Архітектурне рішення потребує доопрацювання на всіх стадіях», що підтверджує різницю соціальної активності на прибудинкових територіях цих дворів. Отже, даний алгоритм дослідження можна застосовувати ще на стадії проектування для перевірки соціальної комфортності та атрактивності проектних рішень.

Ключові слова: *прибудинкова територія; двори багатоквартирних житлових будинків; соціально активний простір; соціопсихологічна комфортність; атрактивність архітектурно-просторових рішень*

RESEARCH OF SOCIAL ACTIVITY OF INTERIOR SPACES IN ARCHITECTURAL SOLUTIONS OF RESIDENTIAL HOUSES

SMADYCH I.P., Cand. Arch. (PhD), Assoc. Prof.

Department of Architecture and Urban Planning, Institute of Architecture, Construction and Energy IFNTUOG, 15, Karpatska Str., 76019, Ivano-Frankivsk, Ukraine, e-mail: Architectvan@gmail.com, tel. +38 (067) 466-77-46, ORCID ID: 0000-0001-7964-5730

Abstract. Formulation of the problem. Social activity in the adjacent areas of multi-apartment residential buildings is one of the key elements of life in the city and an indicator of successful architectural and planning solutions. Despite the active growth in the sphere of housing construction in Ukraine and the improvement in the quality of architectural solutions for the courtyards of multi-apartment residential buildings, there is a different social activity of residents within the local area. **The purpose of the article** is to determine the parameters that affect the social activity and comfort of people in the courtyards of apartment buildings and ways to take them into account in design solutions. **Conclusions.** In the course of the analysis of scientific research on the subject of house spaces and social activity of city residents, it is highlighted that the issues of social activity of residents is a multifactorial task that is influenced by a whole variety of both architectural-spatial and socio-psychological characteristics. By comparative analysis of the adjacent territories of Ivano-Frankivsk with similar architectural and spatial indicators and different levels of social activity, it was determined that these courtyards differ in the general indicator of the time a person spends on their territory and the dispersion of people across the site. To assess individual indicators and

formulate recommendations for the socio-psychological comfort and attractiveness of the courtyard, the method of constructing the McKinsey / General Electric matrix was used, which was interpreted to solve architectural problems. The main vectors for constructing this matrix are “socio-psychological comfort” and “attractiveness of architectural and spatial solutions”. Using the method of expert assessments, the location of each of the studied courtyards was determined on the general field of the matrix, namely: the courtyard area of the Kalinova Sloboda residential complex is located in the field “Effective design solution”; residential complex “Lipki”, in the field “Architectural solution requires improvement at all stages”, which confirms the difference in social activity in the adjacent areas of these courtyards. Therefore, this research algorithm can be applied even at the design stage to check the social comfort and attractiveness of design solutions.

Keywords: *adjoining territory; courtyards of apartment buildings; socially active space; socio-psychological comfort; attractiveness of architectural and spatial solutions*

Постановка проблеми. Соціальна активність на прибудинкових територіях багатоквартирних житлових будинків – це один із ключових елементів життя в місті та показник вдалих архітектурно-планувальних рішень. У період 2015–2020 років динаміка росту житлового фонду та підвищення конкуренції на ринку житла зумовила пошук цікавих архітектурних рішень і підвищення уваги архітекторів та інвесторів до створення соціальноактивних прибудинкових територій. Попри активне розширення сфери житлового будівництва та підвищення якості архітектурних рішень дворів багатоквартирних житлових будинків, має місце різна соціальна активність мешканців у межах прибудинкової території.

Аналіз джерельної бази дослідження. У науковій літературі особлива увага приділяється пошуку шляхів підвищення комфортності та зручності житлового середовища. Багато науковців підкреслюють потребу переосмислення «двору житлового будинку» як первинного природного середовища, де повинна забезпечуватись уся множина потреб людини [1; 2]. У контексті досліджень важливою віхою стало формування системи аналізу та оцінювання якості просторових рішень дворових територій [5; 6].

Ен Гейл у своїх працях висуває теорію про дуалістичне дослідження житлового середовища, де в системі внутрішніх чинників впливу на дворові території повинні враховуватись як низка архітектурно-планувальних факторів, так і соціальні потреби людини щодо житлового

двору [7]. Саме він виділяє показники часу перебування особи на території двору та розосередженість людей по визначеній ділянці як основні «маркери» соціальноактивного простору.

Результати досліджень. Попри наукову зацікавленість дослідженнями різних компонентів соціальноактивних прибудинкових територій, недостатня увага приділяється визначенню соціальної активності на внутрішніх дворах житлових будинків на стадії проектування. Часто в «міській тканині» спостерігається явище цікавих, проте неефективних архітектурно-планувальних рішень дворів [4].

Для порівняльного аналізу та оцінювання архітектурно-планувальних та соціо-психологічних факторів комфортності використано проектну документацію житлових комплексів, різних за своїми архітектурно-планувальними особливостями та показниками соціальної активності на їх територіях.

Шляхом аналізу проектної документації житлових комплексів 2010–2017 рр. будівництва визначено низку об'єктів, що відповідають цим ознакам у м. Івано-Франківськ. На наступному етапі дослідження методом натурних обстежень конкретизовано цю вибірку та виділено житлові комплекси «Калинова Слобода» (рис. 1) та ЖК «Липки» (рис. 2) будівельної компанії «Ярковиця», що споруджені в м. Івано-Франківськ.

Саме на етапі натурних обстежень визначено, що укрупнений показник часу перебування людини на території двору в ЖК «Калинова Слобода» становить 60...120 хв із рівнем розосередженості

людей по території, що складає 77 %, на відміну від ЖК «Липки», де ці показники становлять 50...65 хв та 65 % відповідно. Безперечно, отримані результати мають певну похибку, проте в нашому дослідженні основним завданням постає

саме перевірка дієвості алгоритмів, які забезпечують урахування соціальної активності жителів на прибудинкових територіях ще на стадії створення проектних рішень.



Площа ділянки - 57 000 кв.м
Поверховість забудови - 9-10
Площа двору - 37000 кв.м
Кількість квартир - 1650
Площа озеленення - 22800 кв.м
Площа мощення - 14000 кв.м
Площа дит. майданчиків та спортивної інфраструктури - 1800 кв.м
Укрупнений показник часу перебування особи на території двору - 60-120 хв.
Розосередженість людей по території - 77%

Рис. 1. Характеристика прибудинкових територій ЖК «Калинова Слобода» в м. Івано-Франківськ



Площа ділянки - 50 000 кв.м
Поверховість забудови - 9-10
Площа двору - 20 500 кв.м
Кількість квартир - 1368
Площа озеленення - 18000 кв.м
Площа мощення - 12000 кв.м
Площа дит. майданчиків та спортивної інфраструктури - 1400 кв.м.
Укрупнений показник часу перебування особи на території двору в літній день - 50-65 хв.
Розосередженість людей по території - 65%



Рис. 2. Характеристика прибудинкових територій ЖК «Липки» в м. Івано-Франківськ

Вивчення джерельної бази вказує на багатофакторність впливів, які слід враховувати для аналізу та оцінювання дворових просторів. Для дослідження застосовано метод побудови матриці Мак Кінсі «Дженерал Електрик» [3]. Інтерпретована матриця багатофакторного аналізу сформована на основі векторів «соціопсихологічної комфортності» та «атрактивності архітектурно-просторових рішень», як інтегральні фактори, що формують відповідні рекомендаційні поля оцінювання (рис. 3).

Шляхом соціологічного опитування в студентських групах VI–VII семестрів навчання спеціальності «Архітектура» ІФНТУНГ визначено дві групи факторів, вплив яких має пріоритетне значення для соціальної активності внутрішнього двору. Це соціопсихологічна комфортність мешканців та архітектурно-просторова атрактивність території. На цьому етапі проведено стратифікацію даних макро-факторів із виділенням їх структурних частин. Для «соціопсихологічної комфортності» – це безпека території, унікальність двору, соціальна активність на території двору, чинник «зеленого двору»

та можливості задоволення потреб відпочинку та рекреації (табл. 1).

Для інтегрального фактора оцінювання «атрактивність архітектурно-просторових рішень» такими компонентами (факторами) оцінки стали: поліфункціональність двору, можливість відпочинку різним віковим групам населення, можливість всесезонного використання двору, розмежування тихих та гучних зон та сучасні архітектурно-проектні рішення. Також визначено вагу кожного з факторів відповідно до 100 % ваги інтегрального фактора (табл. 2).

Експертне оцінювання всіх факторів, що впливають на соціопсихологічну комфортність та атрактивність проектних рішень, проводив незалежний архітектор із числа членів АПУ НСАУ за 5-бальною шкалою. Сума добутків ваги оцінки та саму оцінку формують відповідні координати житлового двору в полях матриці. Розрахункова позиція двору в певному полі і вказує на правильність прийнятих проектних рішень для забезпечення соціальної активності на відповідних внутрішньодворових територіях житлових будинків (рис. 4).



Рис. 3. Інтерпретована матриця Мак Кінсі «Дженерал Електрик» для багатофакторного аналізу дворових територій м. Івано-Франківськ

Таблиця 1

Експертні оцінки фактора «соціопсихологічна комфортність»

Характеристика	Вага	Оцінка вираження фактора		Підсумкова оцінка ЖК «Калинова Слобода»	Підсумкова оцінка ЖК «Липки»
		ЖК «Калинова Слобода»	ЖК «Липки»		
Безпека території	0,3	5	5	1,5	1,5
Унікальність двору	0,1	4	3	0,4	0,3
Соціальна активність на території двору	0,15	5	3	0,75	0,45
Чинник «Зеленого двору»	0,3	5	3	1,5	0,9
Можливості задоволення потреб відпочинку та рекреації	0,15	5	3	0,75	0,45
Загальна оцінка	1	24	17	4,9	3,6

Таблиця 2

Експертні оцінки фактора «Атрактивність архітектурно-просторових рішень»

Характеристика	Вага	Оцінка вираження фактора		Підсумкова оцінка ЖК «Калинова Слобода»	Підсумкова оцінка ЖК «Липки»
		ЖК «Калинова Слобода»	ЖК «Липки»		
Поліфункціональність двору (спорт, відпочинок, рекреація)	0,20	5	4	1	0,8
Можливість відпочинку різним віковим групам населення	0,25	5	3	1,25	0,75
Можливість всесезонного використання двору	0,15	4	3	0,6	0,45
Розмежування тихих та гучних зон	0,15	5	4	0,75	0,6
Сучасні архітектурно-проектні рішення	0,25	4	4	1	1
Загальна оцінка	1	23	18	4,6	3,6

Результати оцінювання позицій обох дворів вказують що, попри досить подібні просторові показники величини ділянки, площі забудови, кількості озеленення тощо, існують суттєві відмінності в соціо-психологічній комфортності даних дворів та їх архітектурно-просторовій атрактивності. Саме ці фактори мають безпосередній вплив на соціальну

активність усередині двору, що підтверджено отриманими результатами.

Також дослідження підтверджує дієвість вибраного алгоритму для визначення потенційної соціальної активності проектних рішень та їх порівняння. Це дозволить сформувати альтернативні моделі та оцінити найбільш ефективні проектні рішення.

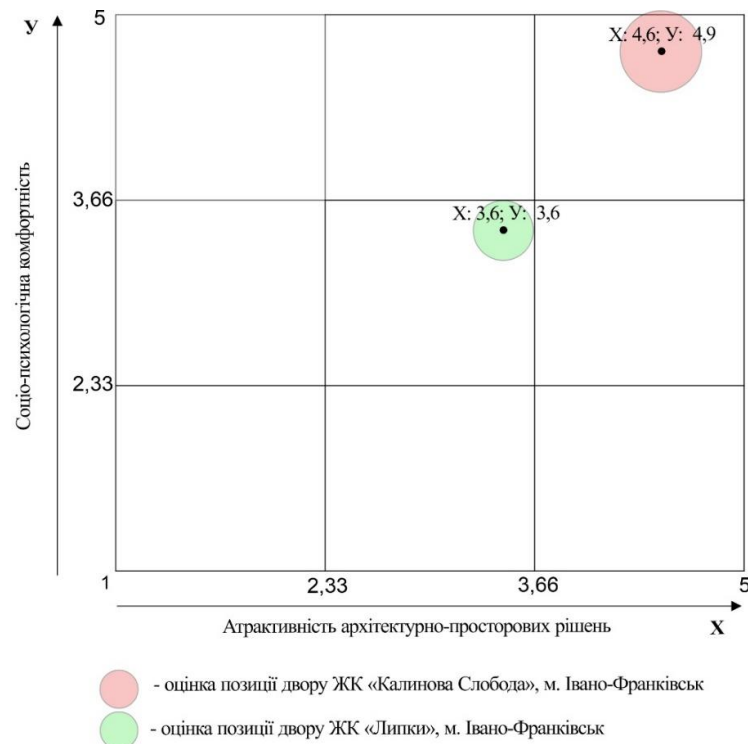


Рис. 4. Адаптована матриця Мак Кінсі «Дженерал Електрик» для багатofакторного порівняльного аналізу прибудинкових територій ЖК «Калинова Слобода» та ЖК «Липки» в м. Івано-Франківськ

Висновки. У ході опрацювання джерельної бази досліджень прибудинкових просторів та соціальної активності жителів міста виділено, що питання соціальної активності мешканців – це багатofакторне явище, на яке впливає ціла множина як архітектурно-просторових, так і соціопсихологічних ознак. Шляхом порівняльного аналізу прибудинкових територій м. Івано-Франківськ із подібними архітектурно-просторовими показниками та різним рівнем соціальної активності визначено, що ці двори відрізняються укрупненим показником часу перебування особи на їх території та розосередженістю людей по ділянці.

Для оцінювання окремих показників та формування рекомендацій щодо соціопсихологічної комфортності та атрактивності двору застосовано метод побудови матриці Мак Кінсі «Дженерал

Електрик», яка інтерпретована до архітектурних завдань. Основними векторами побудови цієї матриці стали «соціопсихологічна комфортність» та «атрактивність архітектурно-просторових рішень».

Методом експертних оцінок визначено місце розташування кожного з досліджуваних дворів на загальному полі матриці, а саме: дворова територія ЖК «Калинова Слобода» розташована в полі «Дієве проектне рішення»; ЖК «Липки» – в полі «Архітектурне рішення потребує доопрацювання на всіх стадіях», що підтверджує різницю соціальної активності на прибудинкових територіях цих дворів.

Отже, даний алгоритм дослідження можна застосовувати ще на стадії проектування для перевірки соціальної комфортності та атрактивності проектних рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жук М. Й. Предметно-просторова модернізація прибудинкових територій в районах масової житлової забудови. *Традиції та новачі у вищій архітектурно-художній освіті*. Харків : ХДАДМ, 2013. С. 130–133.
2. Кучеренко І. М. Об'єднання співвласників багатоквартирного будинку як особлива форма утримання приватного житлового фонду. Академія правових наук України, НДІ приват. права і підприємництва. Київ : НДІ приватного права і підприємництва АПРН України, 2006. 35 с.

3. Наливайко А. П. Теорія стратегії організації. Сучасний стан та напрямки розвитку : монографія. Київ : КНЕУ, 2001. 227 с.
4. Сердюк Т. В. Концепція розвитку архітектурно-планувальної структури внутрішньодворового простору житлової забудови. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Міське будівництво та архітектура*. 2018. Т. 24. С. 66–73.
5. Смалійчук А. Д. Особливості пристосування щільної забудови середньої поверховості до потреб дітей. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Архітектура*. 2015. № 816. С. 80–89.
6. Стецюк І. Типи та види гармонійної трансформації міського середовища. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2015. Вип. 41. С. 203–208.
7. Gehl J. *Cities for People*. IslandPress. Washington, 2010. 288 p.

REFERENCES

1. Zhuk M.Y. *Predmetno-prostorova modernizatsiia prybudynkovykh terytorii v raionakh masovoi zhytlovoi zabudovy* [Subject-spatial modernization of adjacent territories in areas of mass housing construction]. *Tradytzii ta novatsii u vyshchii arkhitekturno-khudozhnii osviti* [Traditions and innovations in higher architectural and artistic education]. Kharkiv : KhDADM, 2013, pp. 130–133. (in Ukrainian).
2. Kucherenko I.M. *Obiednannia spivvlasnykiv bahatokvartyrnoho budynku yak osoblyva forma utrymattia pryvatnoho zhytlovoho fondu* [Association of co-owners of an apartment building as a special form of maintenance of private housing]. *Akademiya pravovyh nauk Ukrainy, NDI pryvatnogo prava i pidpriemnytstva* [Academy of right Sciences of Ukraine, Private Research Institute, law and entrepreneurship]. Kyiv : NDI pryvatnoho prava i pidpriemnytstva APrN Ukrainy Publ., 2006, 35 p. (in Ukrainian).
3. Nalyvaiko A.P. *Teoriia stratehii orhanizatsii. Suchasnyi stan ta napriamky rozvytku : monohrafiia* [Organization strategy theory. Current state and directions of development : monograph]. Kyiv : KNEU Publ., 2001, 227 p. (in Ukrainian).
4. Serdiuk T.V. *Kontseptsiiia rozvytku arkhitekturno-planuvanoi struktury vnutrishnodvorovoho prostoru zhytlovoi zabudovy* [The concept of development of the architectural and planning structure of the courtyard space of residential buildings]. *Suchasni tekhnologii, materialy i konstruksii v budivnytstvi. Miske budivnytstvo ta arkhitektura* [Modern technologies, materials and structures in construction. Urban construction and architecture]. 2018, vol. 24, pp. 66–73. (in Ukrainian).
5. Smaliichuk A.D. *Osoblyvosti prystosuvannia shchilnoi zabudovy serednoi poverkhovosti do potreb ditei* [Features of adaptation of dense building of average storeys to needs of children]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnikha". Seriiia : Arkhitektura* [Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic". Series : Architecture]. 2015, no. 816, pp. 80–89. (in Ukrainian).
6. Stetsiuk I. *Typy ta vydy harmoniinoi transformatsii miskoho seredovyshcha* [Types and kinds of harmonious transformation of the urban environment]. *Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia* [Modern Problems of Architecture and Urban Planning]. 2015, no. 41, pp. 203–208. (in Ukrainian).
7. Gehl J. *Cities for People*. IslandPress. Washington, 2010, 288 p.

Надійшла до редакції: 02.03.2021.

УДК [72:711.4/712:72.012](477.54)

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.106.757

ПРИНЦИПИ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ КАР'ЄРІВ НА ПРИКЛАДІ м. КРИВИЙ РІГ

ХАРЧЕНКО К. С.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,
ЧОРНА В. І.², докт. біол. наук, проф.,
ВОРОШИЛОВА Н. В.³, канд. біол. наук, доц.,
БЕЛКІНА М. Д.⁴, студ.

^{1*} Кафедра дизайну та реконструкції архітектурного середовища, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 756-93-37, e-mail: katerinaharchenko75@gmail.com

² Кафедра екології, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25, 49027, Дніпро, Україна, тел. +38 (097) 268-38-71, e-mail: v.ch.49a@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8815-130X

³ Кафедра екології, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25, 49027, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 932-91-19, e-mail: Khlyzina@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-1434-3285

⁴ Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна

Анотація. *Постановка проблеми.* Кар'єр класифікується як архітектурний об'єкт, який має власну структуру. Оскільки кожен промисловий об'єкт має термін дії, все частіше постає питання його відновлення та включення в планувальну структуру міста. Кар'єри, що не використовуються за призначенням, становлять реальну загрозу розосередження житлової та громадської забудови міста, ускладнення громадських зв'язків. Хоча видобуток корисних копалин необхідний для розвитку економіки країни, освоєння родовищ негативно впливає на навколишнє середовище. По-перше – зміна природного рельєфу, різного за глибиною та іншими параметрами, по-друге – неоднотипність проектного рішення в ході ревіталізації відпрацьованого кар'єру. Наявність аналізу та принципів реорганізації простору та функціонального призначення на території кар'єрів здатні поліпшити порушені ділянки міста. **Мета статті** – розроблення науковообґрунтованих пропозицій та рекомендацій принципів ревіталізації кар'єрів як відпрацьованих промислових об'єктів міського середовища відповідно до вже існуючого функціонального наповнення міста з метою створення екологічно збалансованого та комфортного осередку перебування людини з позитивним впливом на екосистему міського середовища. **Висновки.** Вивчення відпрацьованого кар'єру не як гірничого об'єкта з видобутку корисних копалин, а як інженерного комплексного промислового об'єкта, який, у свою чергу, здатний відповідати основним групам процесів діяльності людини, розширює критерії аналізу та вдосконалення процесу ревіталізації території. Відновлення таких об'єктів спрямоване на поліпшення архітектурного, екологічного та емоційного стану міста. Застосовуючи необхідні принципи для окремої точки інтегрування (кар'єр), можна зробити міську територію більш збалансованою за функціональним наповненням.

Ключові слова: ревіталізація; кар'єр; відпрацьовані кар'єри; суспільний простір

PRINCIPLES OF REVITALIZATION OF WORKED OUT QUARRIES, BASED ON EXAMPLE OF KRYVYJ RIH

HARCHENKO K.S.^{1*}, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,
CHORNA V.I.², Dr. Sc. (Biology), Prof.,
VOROSHYLOVA N.V.^{3*}, Cand. Sc. (Biology), Assoc. Prof.,
BIELKINA M.D.⁴, Stud.

^{1*} Department of Design and Reconstruction of Architectural Space, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-A, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0562) 756-93-37, e-mail: katerinaharchenko75@gmail.com

^{2*} Department of Ecology, Dnipro State Agrarian and Economic University, 25, Serhiy Yefremov Str., 49027, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (097) 268-38-71, e-mail: v.ch.49a@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8815-130X

^{3*} Department of Ecology, Dnipro State Agrarian and Economic University, 25, Serhiy Yefremov Str., 49027, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (050) 932-91-19, e-mail: Khlyzina@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-1434-3285

^{4*} Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-A, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine

Abstract. Problem statement. A quarry is classified as an architectural object that has its own structure. As each industrial facility has an expiration date, the question of its restoration and inclusion in the planning structure of the city increasingly arises. Quarries that are not used for their intended purpose pose a real threat to the dispersal of housing and public buildings in the city, complicating public relations. Although mining is necessary for the development of the country's economy, the development of deposits has a negative impact on the environment. Firstly – the change of natural relief, different in depth and other parameters, and secondly – not the same type of design solution during the revitalization of the worked quarry. The presence of analysis and principles of reorganization of space and functional purpose in the quarries can improve the affected areas of the city. **Purpose** – development of scientifically substantiated proposals and recommendations of the principles of revitalization of quarries as spent industrial facilities in the urban environment in accordance with the existing functional content of the city in order to create an ecologically balanced and comfortable human environment with a positive impact on the urban ecosystem. **Conclusions.** The study of the worked quarry not as a mining object for mining, but as an engineering complex industrial object, which in turn is able to meet the main groups of human processes, expands the criteria for analysis and improvement of the revitalization of the territory. Restoration of these facilities is aimed at improving the architectural, environmental and emotional state of the city. Using the necessary principles for a single point of integration (career), the urban area becomes more balanced in terms of functional content.

Keywords: *revitalization; quarry; worked out quarries; social space*

Постановка проблеми. Завдання:

– оцінити стан наукових досліджень і тенденції проектування та будівництва громадських будинків і споруд на території кар'єрів;

– виявити методи ревіталізації та рекультивації відпрацьованих промислових територій;

– визначити функціонально-типологічні чинники, які впливають на створення екологічно збалансованого та комфортного осередку перебування людини в міському середовищі м. Кривий Ріг;

– розробити принципи формування нового функціонального наповнення відпрацьованих кар'єрів та їх інтегрування в архітектурну структуру м. Кривий Ріг.

Об'єкт дослідження: інтегрування відпрацьованих кар'єрів (промислові об'єкти) в планувальну структуру м. Кривий Ріг.

Предмет дослідження: функціонально-планувальна організація рекреаційної зони що може бути залучена до ревіталізації кар'єрів, принципи та прийоми архітектурної ревіталізації у м. Кривий Ріг, архітектурні аспекти трансформації кар'єрів та їх інтеграція в архітектурне середовище міста.

Наукова гіпотеза закладається у вивченні відпрацьованого кар'єру не як гірничого об'єкта з видобутку корисних копалин, а як інженерного комплексного промислового об'єкта, який, у свою чергу, здатний відповідати основним групам процесів діяльності людини. Відновлення

таких об'єктів спрямоване на поліпшення архітектурного, екологічного та емоційного стану міста. Застосовуючи необхідні принципи для окремої точки інтегрування (кар'єр), можна зробити міську територію більш збалансованою за функціональним наповненням.

Принципи ревіталізації. Наразі стрімкими темпами розвиваються гірничодобувна промисловість і будівництво. Це тягне за собою утворення кар'єрів у всіх кліматичних зонах Землі [1]. Після вироблення кар'єри часто залишаються в запустінні, це, у свою чергу, згубно впливає на навколишнє середовище, спричинює геотехнічні порушення і забруднення ґрунтово-рослинного шару, води, повітря та погіршення санітарно-гігієнічних умов життя людини. Програму ревіталізації порушених територій показано на рисунку 1.

У районах відкритого видобутку корисних копалин великі площі займають кар'єрно-відвальні урочища, що негативно впливають на довкілля. У Криворізькому залізорудному басейні площі таких урочищ та інших техногенно порушених земель сягають понад 30 000 га, тому пошукові та прикладні дослідження, спрямовані на оптимізацію цих земель, нагально необхідні для підтримки біологічної рівноваги та різноманіття у Степовій зоні України.

Серед відвалів гірничо-збагачувальних комбінатів значну частину займають такі, що складені скельними різноуламковими розкритими гірськими породами та бідними

рудами, переробка та промислове використання яких не налагоджені, сповільнені та ще недостатньо визначені в часі. Природне заростання таких відвалів та їх фіторекультивация багатофакторно ускладнені.

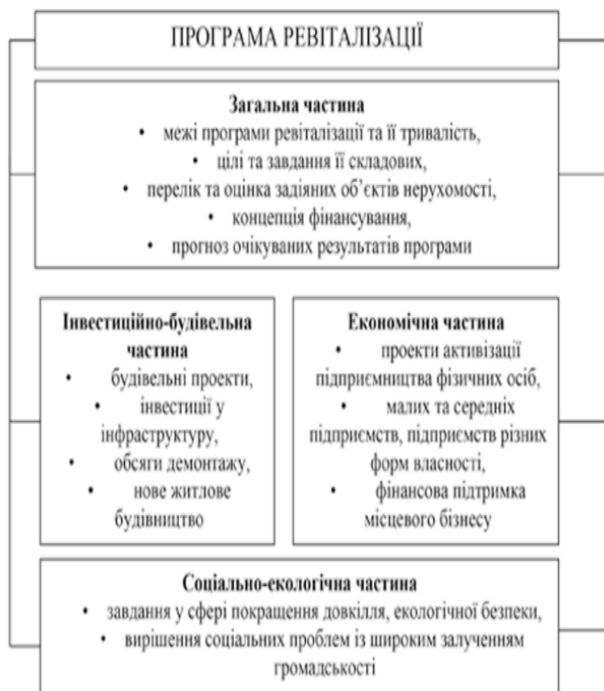


Рис. 1. Програма ревіталізації порушених територій

Розвиток рослинності в умовах техногенезу та, особливо, її самовідтворення в локусах порушень, зведення, зміни геоморфології – складна теоретична проблема з виходом на принципи та практику оптимізації техногенно порушених ландшафтів із відповідними фітомеліоративними, фіторекультивативними і природоохоронними заходами.

За ступенем лісопридатності порушених земель гірничорудної промисловості Кривбасу можна виділити три основні типи місцезростань: лісопридатних – родючі місцезростання, представлені в основному сухуватими з низьким умістом солей субстратами (сюди відносять зони обвалень, уступи і відкоси, складені лісоподібними суглинками); потенційно лісопридатні – шламосховища, глинисті, щебінчасто-скельні відвали (володіють поганими фізичними властивостями і незадовільним гідрологічним режимом, вимагають меліорації – збагачення органічними речовинами тощо); лісонепридатні – глибісті скельні відвали, сильно засолені

глинисті відвали (наприклад, червоно-бурі глини вимагають корінної меліорації).

Характеризуючи придатність вказаних місцезростань під нелісові культури, слід підкреслити, що навіть лісонепридатні місцезростання стають місцем поселення деяких рослин. На кам'янистих відвалах поселяються лишайники і мохи, на щебінному субстраті – сегетальні одно- і багаторічні рослини, на червоно-бурих засолених глинах – курай та інші солелюби.

Тому доцільно розрізняти категорії порід відвалів за їх рослинопридатністю, розуміючи під цим здатність субстрату забезпечувати зростання поширених у такій зоні аборигенних видів рослин.

Породи промислових відвалів Кривбасу за цією ознакою можуть бути поділені на чотири категорії:

1. природні, які забезпечують виростання і розвиток багатьох трав'янистих і деяких деревних рослин (лісоподібні суглинки, свіжі і свіжуваті незасолені суглинки і глини, змішані суглинисто-глинисто-щебінні субстрати);

2. відносно придатні (середньо-придатні), такі, що вимагають незначного поліпшення (шлами збагачувальних комбінатів, сухуваті незасолені і слабо засолені глини, сухі і сухуваті суглинки, дрібнощебінні субстрати, змішані дрібно-глибисто-кам'янисто-суглинні субстрати);

3. малопридатні, такі, що вимагають значного поліпшення (дуже сухі і сухі важкі глини, дуже сухі суглинки, вапняки, скельні породи);

4. непридатні, такі, що вимагають корінного поліпшення (дуже засолені глинки і суглинки, крупноглибистий кам'янистий субстрат, молоді скельні субстрати) [2; 3; 5].

На основі аналізу світової практики можна сформулювати декілька напрямків використання відпрацьованих кар'єрів [4].

Сільськогосподарський напрям рекультивативції – створення на порушених землях сільськогосподарських угідь.

Вимоги до рекультивативції земель за сільськогосподарського напрямку:

– формування ділянок порушених земель, зручних для використання за рельєфом, розмірами і формою,

поверхневий шар яких повинен бути складений породами, придатними для біологічної рекультивації;

- планування ділянок порушених земель, що забезпечує продуктивне використання сучасної техніки для сільськогосподарських робіт і виключає розвиток ерозійних процесів і зсувів ґрунту;

- нанесення родючого шару ґрунту на малопридатні породи у процесі підготовки земель під рілля;

- використання потенційно родючих порід із проведенням спеціальних агротехнічних заходів за відсутності або нестачі родючого шару ґрунту;

- проведення інтенсивної меліорації з вирощуванням однорічних, багаторічних злакових та бобових культур для відновлення і формування кореневого шару і його збагачення органічними речовинами із застосуванням спеціальних агрохімічних, агротехнічних, агролісомеліоративних, інженерних і протиерозійних заходів;

- отримання висновку агрохімічної і санітарно-епідеміологічної служб про відсутність небезпеки винесення рослинами речовин, токсичних для людини і тварин.

Для вирощування сільськогосподарських культур платоподібні вершини, тераси (берми), схили скельних відвалів можна покривати мінімальним шаром (20...30 см) пухких розкритих порід із подальшим вирівнюванням поверхні плоских частин відвалів і прямим (без підготовки або після обробки дисковими бородами) посівом багаторічних і однорічних рослин.

Для створення більшої товщі покриття (до 40...60 см) скельних поверхонь пухкими породами і чорноземом з унесенням добрив (N50 P30 K30) на таких площах можна висівати соняшник, ячмінь, овес та кормові або медоносні культури [2; 5].

Лісогосподарський напрям рекультивації – створення на порушених землях лісових насаджень господарського і полезахисного призначення, лісорозсадників. Вимоги до рекультивації земель за лісогосподарського напрямку:

- створення насаджень експлуатаційного призначення, а, за необхідності,

лісів захисного, водорегулювального рекреаційного призначення;

- створення рекультиваційного шару на поверхні укосів і берм відвалів із матеріалу, сприятливого для вирощування лісу;

- планування ділянок, що не допускає розвиток ерозійних процесів і забезпечує безпечне застосування ґрунтообробних, лісосадивних машин і машин для догляду за посадками;

- створення в несприятливих ґрунтових умовах лісонасаджень, що виконують меліоративні функції;

- підбір деревних і чагарникових рослин залежно від класифікації гірських порід, характеру гідрогеологічного режиму та інших екологічних факторів;

- організація протипожежних заходів [6; 7].

На сформованих відвалах утворюються унікальні асоціації деревних видів, що виникли природним чином у результаті орнітохорії (поширення насіння птахами), а також анемохорії (перенесення діаспорового матеріалу вітром), і меншою мірою зоохорії та випадкового занесення людиною. При цьому природне занесення відбувалося шляхом надходження зародків, як із довколишніх острівців природної степової деревної рослинності, так і з азональних рослинних комплексів заплави р. Інгулець.

Вивчаючи деревну флору цих відвалів, можна виділити два основні флористичні ядра: азональної заплавно-лісової рослинності, пов'язаної з долиною р. Інгулець, і природною деревною степовою рослинністю. Утворені таким чином оригінальні рідколісся у поєднанні з особливими ґрунтовими умовами на техногенних ландшафтах унікальні й вимагають всебічного вивчення та охорони.

Виходячи з досліджень природного заростання відвалів деревинно-чагарниковою рослинністю, можна виділити такі види екосистем:

1. Зрілі 15...25-річні маслинково-берестові і бересто-маслинкові асоціації. Деревостан проріджений, дерева або чагарникоподібні особини заввишки до 4...6 м з діаметром стовбура до 12 см (зімкнутість насаджень – 0,2...0,3). На поверхні ґрунту утворився мертвий покрив

завтовшки 1...3 см з листя лоха і відмерлих трав. За структурою – типові лісові екосистеми, утворені на схилових землях сухих і сухуватих градацій зволоження степової зони, що характеризуються так званою «clump-мозаїкою». Такі асоціації характерні для пологих схилів північної і північно-західної експозиції і пологих терас схилів різної експозиції, відсипаних лісоподібними і червоно-бурими суглинками. Вони складені маслинкою вузьколистою і в'язом граболистим (берестом), до яких на терасах домішуються яблуня, груша й абрикоса. На крутих схилах відмічається більш висока зімкнутість деревостану, зростає роль береста і знижується участь маслинки, а також відмічається досить висока кількість глоду одноматочкового та шипшини за участю абрикоса та груші.

Біля підніжжя схилів на терасах спостерігається формування ділянок чагарникової рослинності з терену з домішкою шипшини і незначною участю береста.

2. Молоді 5...10-річні асоціації маслинки вузьколистої з одиничною участю береста, груші і абрикоса являють собою початкові стадії утворення маслинково-берестових асоціацій. Характеризуються відсутністю сформованих деревних куртин, потужним травостаном і відсутністю мертвого покриву. Характерні для терас і схилів різної експозиції.

3. Чисті маслинкові асоціації (маслинкові зарості деревовидного типу) низького бонітету і зімкнутості, сформовані на схилах або терасах різної експозиції.

4. Молоді і зрілі деревні формування на платоподібних вершинах відвалів являють собою окремі дерева або групи різноманітного породного складу – маслинка вузьколиста, берест, абрикос, приурочені до понижень або улоговин. Не утворюють зімкнутого деревостану або куртин.

5. Тополеві асоціації утворені біогрупами в середньому по 5...10 особин тополі чорної на виходах скельних порід платоподібних вершин відвалів або терас.

Виходячи з багатой різновидності флори, яка формується на цих площах, можна

зробити висновок, що в майбутньому тут сформуються біогеоценози, близькі за структурою до степових лісів, але не аналогічні їм. У зв'язку з тим, що на більш старих відвалах кількість заселених видів значно зростає, можна припустити, що екологічні умови будуть поступово поліпшуватися. Цю динаміку детальніше можна буде визначити спеціальними моніторинговими дослідженнями в майбутньому.

Штучні насадження чагарникових і деревних лісових або плодкових і ягідних культур слід здійснювати як на пухких, так і на скельних породах на основі траншейного методу з глибиною траншей 50...80 см. Ділянки відвалів пухких та скельних порід із насипним шаром із посівами багаторічних бобових трав, насадженнями плодкових культур і винограду можна передавати садово-дачним кооперативам [3; 8].

Водогосподарський напрям – створення в зниженнях техногенного рельєфу водойм господарсько-побутового, промислового призначення, для цілей зрошення і рибництва. Вимоги до рекультивації земель за водогосподарського напрямку:

- створення водойм різного призначення в кар'єрних виїмках, траншеях, деформованих ділянках шахтних полів;

- комплексне використання водойм переважно для водопостачання, рибницьких і рекреаційних цілей, зрошення;

- будівництво відповідних гідротехнічних споруд, необхідних для затоплення кар'єрних виїмок і підтримки в них розрахункового рівня води;

- заходи до запобігання зсувам і розмиву відкосів водойм;

- захист дна і берегів від можливої фільтрації;

- заходи до запобігання потраплянню у водойми кислих або лужних підземних вод та підтримання сприятливого режиму і складу води відповідно до санітарно-гігієнічних норм;

- заходи з благоустрою території та озеленення укосів.

Рекреаційний напрям – створення на порушених землях зон відпочинку і спорту: парки та лісопарки, водоймища для оздоровчих цілей, мисливські угіддя,

туристичні бази і спортивні споруди. Вимога до рекультивації земель за рекреаційного напрямку:

- вертикальне планування території з мінімальним обсягом земляних робіт, збереження існуючих або утворених у результаті виконання робіт форм рельєфу на стадії технічного етапу;
- забезпечення стабільності ґрунтів під час будівництва споруд для відпочинку та занять спортом;
- проектування, будівництво і експлуатація зон рекреації водних об'єктів для організованого масового відпочинку і купання повинні проводитися відповідно до вимог [7; 9].

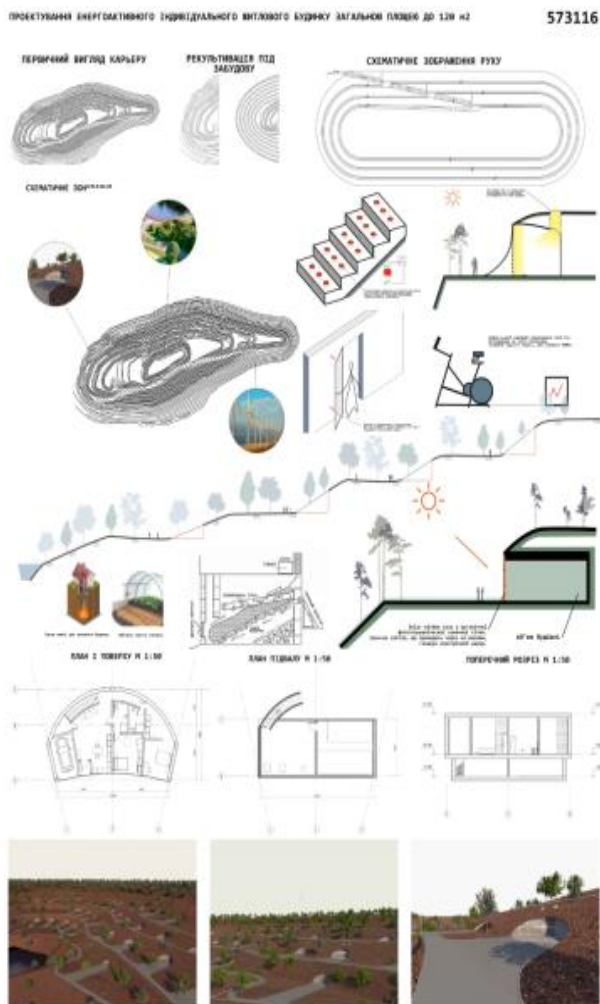


Рис. 2. Проект-концепція щодо розміщення житлової зони в басейні кар'єру

Будівельний напрям – приведення порушених земель у стан, придатний для промислового, цивільного та іншого будівництва (рис. 2) [6].

Природоохоронний напрям –
приведення порушених земель у стан,
придатний для використання з
природоохоронною метою: протиерозійні
лісонасадження, задерновані або обводнені
ділянки, ділянки, закріплені або
законсервовані технічними засобами.

Санітарно-гігієнічний напрям – біологічна або технічна консервація порушених земель, що негативно впливають на навколишнє середовище, рекультивація яких для використання в народному господарстві економічно не ефективна. Вимоги до рекультивації земель за санітарно-гігієнічного напрямку:

– вибір засобів консервації порушених земель залежно від стану, складу і властивостей порід.

Затоплення. Кар'єр затоплюють тоді, коли його дно досить близько підходить до підводних ґрунтових вод.

Архітектурно-дизайнерський напрям
включає: будівництво споруд громадського та житлового користування. Ландшафтне перетворення (організація екологічних стежок, рекреаційних зон, спортивних майданчиків тощо).

Для методів реновації кар'єрів сформовано алгоритм, що вміщує такі етапи: підготовчий, технічний, біологічний та етап забудови [9].

Підготовчий етап передбачає збирання даних. Мета цього етапу – вибір напрямів подальшого використання кар'єру, вишукувальні роботи. Технічний етап передбачає застосування інженерно-технічних методів, методів укріплення терас та геопластики. Біологічний етап залучає методи агрохімічного та санітарно-епідеміологічного моніторингу та меліоративний. Етап забудови залучає методи функціонального переоснащення та передбачає зміну функціонального типу територіальної одиниці з промислової на громадську.

Визначення та пошук нового підходу будівельного дизайну формують нове уявлення про можливості перетворення вже штучно створених людиною об'єктів, які, у свою чергу, відповідають таким характеристикам як примхливі вигини, плавні лінії (кар'єр – промислова

конструкція, що має спіральну форму) [1], максимальна функціональність (відновлення таких об'єктів спрямоване на поліпшення архітектурного, екологічного та емоційного стану міста; використовуючи необхідні принципи для окремої точки інтегрування (кар'єр), міську територію можна зробити більш збалансованою за функціональним наповненням) (рис. 3.).

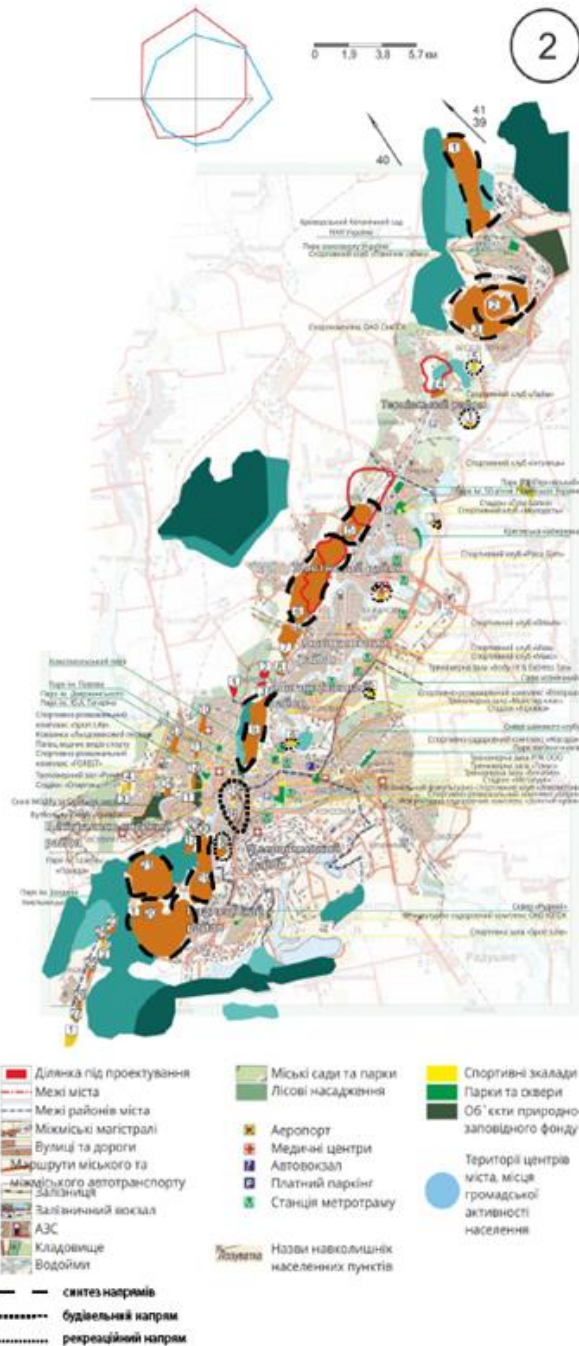


Рис. 3. Застосування принципів рекультивації на базі кар'єрів м. Кривий Ріг

Вирішальними за своїм впливом на формування архітектурно-планувальної структури громадських будинків і споруд

постають топогеологічні фактори: на будівлю на території кар'єру найбільшою мірою впливає середовище самого кар'єру. Світові практики використання відпрацьованих кар'єрів показані на рисунку 4.



Рис. 4. Світові практики ревіталізації відпрацьованих кар'єрів

Умови забудови кар'єрів значною мірою диктуються ухилом, типами трас та параметрами дороги, що спускається до дна кар'єру. До таких типів належать петлеподібний, спіралеподібний та змішаний види формування траси. Фактори економічного, містобудівного та екологічного напрямку формують особливості для проектування будинків в умовах рекультивованих кар'єрів.

Висновки. У результаті вивчення та аналізу існуючих методів рекультивації та ревіталізації територій відпрацьованих

кар'єрів сформовано принципи, які в поєднанні з результатами аналізу ситуації в м. Кривий Ріг виокремлюють метод залежно від функції, якої не вистачає для збалансованого громадського простору.

Слід зазначити, що Кривий Ріг – лінійне місто, яке стало наслідком розвитку промисловості. Сформовано принципи, що диктують формування архітектурно-планувальної організації громадських будинків і споруд на території рекультивованих кар'єрів. До них належать:

- принцип диференціації об'єктів обслуговування в кар'єрі, принцип середовищної локальності,
- принцип ландшафтної інтегрованості,
- принцип доступності до дна кар'єру,

- принцип висотної диференціації будівлі у кар'єрі.

Для кожного з принципів сформульовано прийоми, через які ці принципи реалізуються на таких ієрархічних рівнях об'єкта: на рівні структури кар'єру, на рівні об'ємно-планувального рішення будівлі, на рівні інженерно-конструкційного рішення. Соціологічні опитування (100 осіб, різного віку) демонструють необхідність надання певної функції у ревіталізований простір.

Подяки. Дослідження виконане за фінансової підтримки Міністерства освіти і науки України у рамках держбюджетної теми № 012OU102383 «Оцінка якості лісової рекультивації ґрунтів в умовах мінливості кліматичних чинників».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Руденко М. О., Ніколаєнко В. А. Історичні передумови формування громадських будинків і споруд на території кар'єрів. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2014. Вип. 35. С. 417–421.
2. Доброчаева Д. Н., Котов М. И., Прокудин Ю. Н. и др. *Определитель высших растений Украины*. Киев : Наукова думка, 1987. 548 с.
3. Хлизина Н. В. Літофільні сукцесії в скельних ектопах відвалів гірничо-збагачувальних комбінатів Кривбасу. *Ґрунтознавство*. 2007. Т. 8, № 3–4. С. 57–65.
4. Сметанин В. И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель : учеб. для студ. ВУЗов. Москва : КолосС, 2003. 94 с.
5. Осмидов А. А., Кобец А. С., Грицан Ю. И., Жуков А. В. Просторова агроекологія і рекультивация земель: монографія. Дніпропетровськ : Изд-во «Свидлер», 2013. 560 с.
6. Руденко М. О., Ніколаєнко В. А. Принципи архітектурно-планувальної організації громадських будинків і споруд, сформованих на території рекультивованих кар'єрів. *Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури: зб. наук. праць*. 2014. Вип. 2. С. 159–162.
7. Руденко М. О. Принцип екологічності у формуванні громадських будинків і споруд на території кар'єрів. *Містобудування та територіальне планування*. 2015. Вип. 55. С. 350–354.
8. Шанда В. І., Євтушенко Е. О., Ворошилова Н. В., Шанда М. В., Маленко Я. В., Кобряшко О. О. Теоретичні проблеми біогеоценології : колективна монографія; наук. ред. Н. А. Білова. Криворізький державний педагогічний університет. Кривий Ріг, 2020. 330 с.
9. Руденко М. О. Теоретична модель організації громадських будинків і споруд, сформованих в умовах складного рельєфу (на прикладі кар'єрів). *Містобудування та територіальне планування*. 2014. Вип. 51. С. 500–504.

REFERENCES

1. Rudenko M.O. and Nikolaenko V.A. *Istorichni peredumovi formuvannja gromads'kih budinkiv i sporud na teritorii kar'ieriv*. [Historical preconditions for the formation of public buildings and structures on the territory of quarries]. *Suchasni problemi arhitekturi ta mistobuduvannja : nauk.-tehn. zbirnik* [Modern problems of architecture and urban planning: scientific and technical : collection]. Kyiv : KNUBA, 2014, no. 35, pp. 417–421. (in Ukrainian).
2. Dobrochaeva D.N., Kotov M.I., Prokudin Ju.N. and oth. *Opredelitel' vysshih rastenij Ukrainy* [Determinant of higher plants of Ukraine]. Kyiv : Naukova Dumka Publ., 1987, 548 p. (in Russian).
3. Hlizina N.V. *Litofil'ni sukcesii v skel'nih ekotopah vidvaliv girnichozbagachuv'al'nih kombinativ Krivbasu* [Lithophilic successions in rock ecotopes of heaps of mining and processing plants of Kryvbas]. *Gruntoznastvo* [Pedology]. 2007, vol. 8, no. 3–4, pp. 57–65. (in Ukrainian).
4. Smetanin V.I. *Rekul'tivacija i obustrojstvo narushennyh zemel' : uchebnik dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij* [Reclamation and improvement of disturbed lands : textbook for students of higher educational institutions]. Moscow : KolosS Publ., 2003, 94 p. (in Russian).
5. Osmidov A.A., Kobec A.S., Grican Ju.I. and Zhukov A.V. *Prostorova agroekologija i rekul'tivacija zemel' :: monografija* [Expanse agroecology and land reclamation : monograph]. Dnipropetrovsk : Izd-vo "Svidler" Publ., 2013, 560 p. (in Ukrainian).

6. Rudenko M.O. and Nikolaenko V.A. *Principi arhitekturno-planival'noi organizacii gromads'kih budinkiv i sporud, sformovanih na teritorii rekul'tivovanih kareeriv* [Principles of architectural and planning organization of public buildings and structures formed on the territory of reclaimed quarries]. *Visnik Donbas'koï nacional'noi akademii budivnictva i arhitekturi* [Bulletin of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2014, no. 2, pp. 159–162. (in Ukrainian).

7. Rudenko M.O. *Princip ekologichnosti u formuvanni gromads'kih budinkivi sporud na teritorii kareeriv* [The principle of environmental friendliness in the formation of public buildings and structures on the territory of quarries]. *Mistobuduvannja ta teritorial'ne planuvannja* [Urban Planning and Spatial Planning]. 2015, no. 55, pp. 350–354. (in Ukrainian).

8. Shanda V.I., Evtushenko E.O., Voroshilova N.V., Shanda M.V., Malenko Ja.V. and Kobrjushko O.O. *Teoretichni problemi biogeocenologii : kolektivna monografija nauk. red. N.A. Bilova* [Theoretical problems of biogeocenology : a collective monograph of sc. ed. N.A. Bilova]. Kryvyi Rih State Pedagogical University, Krivij Rig : 2020, 330 p. (in Ukrainian).

9. Rudenko M.O. *Teoretichna model' organizacii gromads'kih budinkiv i sporud, sformovanih v umovah skladnogo releefu (na prikladi kareeriv)* [Theoretical model of organization of public buildings and structures formed in conditions of complex terrain (on the example of quarries)]. *Mistobuduvannja ta teritorial'ne planuvannja* [Urban Planning and Spatial Planning]. 2014, no. 51, pp. 500–504. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 01.04.2021.

УДК 624.014.2

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.115.758

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗТАШУВАННЯ, КОНСТРУЮВАННЯ І РОЗРАХУНКУ ШАРНІРНИХ БОЛТОВИХ З'ЄДНАНЬ У ПРОГОНАХ СТАЛЕВИХ ДВОТАВРОВИХ БАЛОК ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ

ХЛІБОРОДОВ В. П.¹, канд. техн. наук, доц.,
ЖУРБА І. П.², ас.,
КОЦЮБА Т. В.^{3*}, ас.

¹ Кафедра металевих, дерев'яних і пластмасових конструкцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 901-33-01, e-mail: mdk@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-5198-1297

² Кафедра металевих, дерев'яних і пластмасових конструкцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-61, e-mail: zhurba.ivan@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-2643-4811

^{3*} Кафедра металевих, дерев'яних і пластмасових конструкцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-61, e-mail: kottany@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4404-8896

Анотація. Постановка проблеми. Об'єкт дослідження – сталеві балки технологічних майданчиків і покриттів будівель за статичного навантаження. Розглядаються статично невизначені балки 1-го класу (за класифікацією, наведеною в ДБН В.2.6-198:2014), для яких унаслідок передбаченої у проекті реконструкції будівлі, збільшення інтенсивності навантаження потрібне підвищення несної здатності. Наводиться аналіз існуючих способів підвищення несної здатності балок без підсилення методом збільшення поперечних перерізів, а саме, вертикальним переміщенням опор балки, влаштуванням штучних шарнірів у прогонах балки. Ці способи дозволяють виконати таке регулювання зусиль у балці, щоб згинальні моменти в прогоні й опорному перерізі були однаковими за абсолютним значенням, яке менше, ніж максимальний згинальний момент у балці до регулювання зусиль. Проблемним постає конструювання виконання болтового шарнірного з'єднання підвісної балки з консольною балкою без демонтажу збереженої для подальшої експлуатації балки, або без улаштування тимчасових опор у зоні стику. **Мета статті** – виявити і врахувати особливості розташування, розрахунку, конструювання і виконання шарнірних болтових з'єднань у прогонах збережених для подальшої експлуатації балок без їх демонтажу. **Висновок.** Розроблено конструкцію шарнірного болтового з'єднання підвісної балки з консольною. Стінки підвісної і консольної балок передбачено з'єднувати так, щоб з одного боку стику болти були розташовані в одному вертикальному ряді, що забезпечує вільний поворот перерізів підвісної і консольної балок за достатньої, визначеної розрахунками, різниці між діаметрами отворів і болтів. Один вертикальний ряд болтів доцільно розташовувати в стінці підвісної балки, на міцність болтового з'єднання накладок. Наведено приклад конструювання і розрахунку шарнірно-консольної балки, утвореної з нерозрізної двопрогінної балки під час реконструкції будівлі.

Ключові слова: шарнір; нерозрізна балка; шарнірно-консольна балка; накладки; болти

SOME PECULIARITIES OF THE INSTALLATION, DESIGN AND CALCULATION OF HINGE BOLT CONNECTIONS IN THE FLOWS OF STEEL DOUBLE BEAMS IN THE RECONSTRUCTION OF BUILDINGS

KHLIBORODOV V.P.¹, Cand. Sc.(Tech.), Assoc. Prof.,
ZHURBA I.P.², Ass.,
KOTSIUBA T.V.^{3*}, Ass.

¹ Department of Metals, Woods and Plastics Constructions, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (067) 901-33-01, e-mail: mdk@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-5198-1297

² Department of Metals, Woods and Plastics Constructions, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-61, e-mail: zhurba.ivan@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-2643-4811

^{3*} Department of Metals, Woods and Plastics Constructions, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-61, e-mail: kottany@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4404-8896

Abstract. Formulation of the problem. The object of study is steel beams of technological sites and coatings of buildings under static load. Statically indeterminate beams of the 1st class (according to the classification given in DBN B.2.6-198:2014) are considered, for which as a result of the reconstruction of the building provided in the project, increase in intensity of loading increase of bearing capacity of beams is required. The analysis of the existing ways of increase of bearing capacity of beams without strengthening by a method of increase in cross sections, namely, vertical movement of supports of a beam, the device of artificial hinges in beams of a beam is resulted. These methods allow the adjustment of the forces in the beam so that the bending moments in the run and the support section are the same in absolute value, which is less than the maximum bending moment in the beam before the adjustment of the forces. The problem is the design of the bolted hinged connection of the suspension beam with the cantilever beam without dismantling the beam stored for further operation, or without the installation of temporary supports in the joint area. **The purpose of the article.** Identify and take into account the features of the location, calculation, design and execution of hinged bolted joints in the beams saved for further operation of the beams without their dismantling. **Conclusion.** The design of the hinged bolted connection of the suspended beam with the cantilever has been developed. The walls of the suspension and cantilever beams are connected so that on one side of the joint the bolts are located in one vertical row, which provides free rotation of the cross sections of the suspension and cantilever beam with sufficient, determined by calculation, the difference between the diameters of holes and bolts. One vertical row of bolts should be placed in the wall of the suspension beam, for the strength of the bolted connection of the pads. An example of construction and calculation of a hinged cantilever beam formed from an integral two-span beam during the reconstruction of the building is given.

Keywords: hinge; continuous beam; hinged cantilever beam; junction lining; the bolts

Аналіз досліджень. Для істотного збільшення несної здатності статично невизначеної сталевий балки постійного перетину шарніри в прогонах балки розставляють, як відомо, так, щоб домогтися вирівнювання по абсолютних значеннях опорних і максимальних прогонових згинальних моментів.

У балках змінного перерізу влаштуванням шарнірів досягається вирівнювання по абсолютних значеннях нормальних напружень в опорних і прогонових перерізах балки. Таке ж вирівнювання згинальних моментів (або напружень) може бути досягнуте і примусовим зміщенням (підняттям, опусканням) опор балки без улаштування шарнірів [1].

У шарнірно-консольних балках величини внутрішніх зусиль (згинальних моментів і поперечних сил) не залежать від зміщення опор. Тому не потрібно змінювати рівень розташування опор у статично невизначених балках, в яких влаштовують шарніри.

Шарнірне з'єднання в попередньо розрізаній балці влаштовується за

допомогою накладок, з'єднаних зі стінками балки болтами класу точності В. У балці зі ступінчастим розрізом, крім накладок, установлюють у центрі з'єднання плитний шарнір, або циліндричний шарнір (цапфу) [2].

Різання на всю висоту перетину в прогоні експлуатованої балки виконують після демонтажу балки, або після установки тимчасових опор, що спричинює збільшення трудомісткості і вартості робіт із влаштування болтового з'єднання. Тому актуальним постає вирішення питання улаштування болтового з'єднання в прогоні балки з поетапним виконанням різання і подальшого з'єднання болтами з накладками – спочатку стінки, потім поясів балки.

Мета роботи – виявлення і врахування особливостей розстановки, розрахунку, конструювання і виконання шарнірних болтових з'єднань у балках, які зберігаються для подальшої експлуатації, без їх демонтажу.

Виклад основного матеріалу. Розстановка шарнірів залежить від розрахункової схеми балки і схеми її завантаження.

Розглянемо приклад улаштування шарніра в однопрогоновій балці за рівномірного розподіленого інтенсивного навантаження q (рис. 1, а).

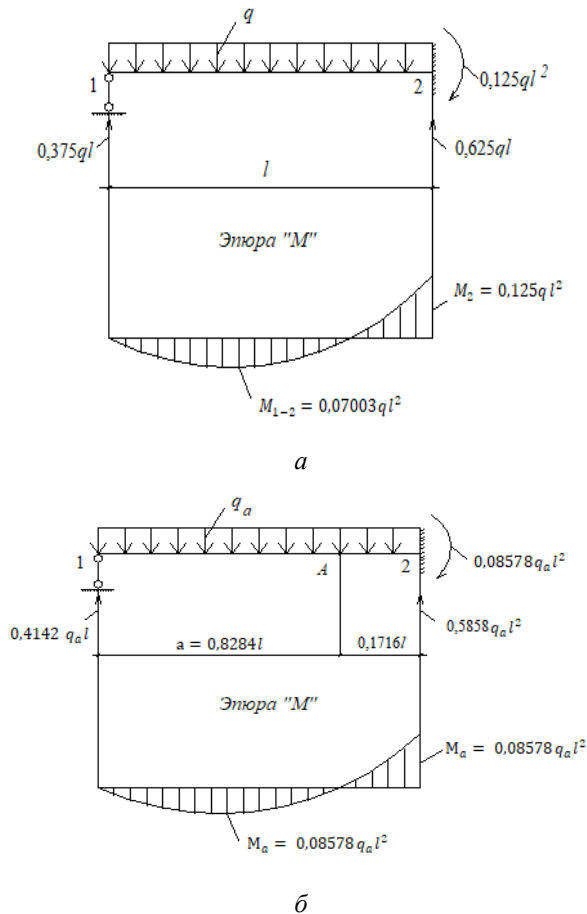


Рис. 1. Розрахункові схеми й епюри згинальних моментів M у балках:

а – у статично невизначеній балці;

б – у статично визначеній шарнірно-консольній балці

Згинальні моменти в балці: в прольоті 1–2 $M_{1-2} = 0,07003ql^2$; в перерізі біля опори 2 $M_2 = 0,125ql^2$.

Відстань a від шарніра А до опори 1 балки (рис. 1, б) визначаємо з умови: $M_{пр} = |M_{оп}|$.

$$M_{пр} = 0,125q_a a^2 = M_{оп} = 0,5q_a a(l - a) + 0,5q(l - a)^2$$

$$\text{Звідси } a = 2(\sqrt{2} - 1) \cdot l \approx 0,8284l.$$

$$M_{пр} = 0,125q_a (0,8284l)^2 = 0,08578q_a l^2 = |M_{оп}|. \quad (1)$$

Такий само результат дає регулювання зусиль у балці шляхом зміщення вгору опори 1 балки (без шарніра) на:

$$f_1 = \frac{(0,4142 q_a l - 0,375 q_a l) \cdot l^3}{3 EI} = \frac{0,01307 q_a l^4}{EI} = 0,01307 q_a l^4 / EI, \quad (2)$$

де EI – згинальна жорсткість перерізу балки.

Зі складених епюр згинальних моментів, наведених на рисунку 1, виходить, що в шарнірно-консольній балці $M_a = 0,08578q_a l^2$, що в 1,45 раза менше, ніж у балці без шарніра, (при $q = q_a$) $M = 0,125q_a l^2$.

Для виконання розрахунку балок, які зберігаються для подальшої експлуатації, приймають фактичні геометричні характеристики перерізів, характеристичні і розрахункові опори сталі, які визначаються на підставі натурного обстеження й оцінки якості сталі [3].

Шарнірно-консольна балка складається з основних частин (консольних балок) і додаткових частин (підвісних балок). Наприклад, для зображеної на рисунку 1, б балки: ділянка 1А – підвісна балка, а ділянка А2 – консольна балка.

З'єднання підвісної і консольної балок не повинно перешкоджати свободі повороту перерізів балок. Для цього накладки слід з'єднувати зі стінками балок так, щоб з одного боку стику з'єднувальні болти розташовувалися в одному вертикальному ряду (рис. 2). Горизонтальне зміщення Δ отворів δ між діаметрами отвору d і болта d_b ($\delta = 3 \text{ мм}$) [4].

Зміщення Δ отвору, розташованого на відстані $0,5l_{max}$ від нейтральної осі перерізу балки (рис. 2):

$$\Delta = 0,5l_{max} \cdot \alpha \leq \delta, \quad (3)$$

де α – взаємний кут повороту перерізів підвісної і консольної балок від дії розрахункового граничного навантаження.

Для балки, зображеної на рисунку 1, б:

$$\alpha = f_1/a = 0,01307 q_a l^4 / (0,8284 l EI) = 0,01578 q_a l^3 / (EI). \quad (4)$$

Болтове з'єднання піддається дії поперечної сили Q , чисельно рівній опорній реакції підвісної балки. Для урахування можливого нерівномірного розподілу зусиль між болтами розрахунок болтів і накладок

виконується на дію поперечної сили Q , збільшеної на 20 %, тобто на дію сили $Q_p = 1,2Q$ [4]. Болтове з'єднання накладок зі стінкою консольної балки розраховується на дію поперечної сили Q_p і моменту $M_c = Q_p \cdot b_c$, де b_c – відстань від центра болтового з'єднання до лінії дії опорної реакції підвісної балки (рис. 2).

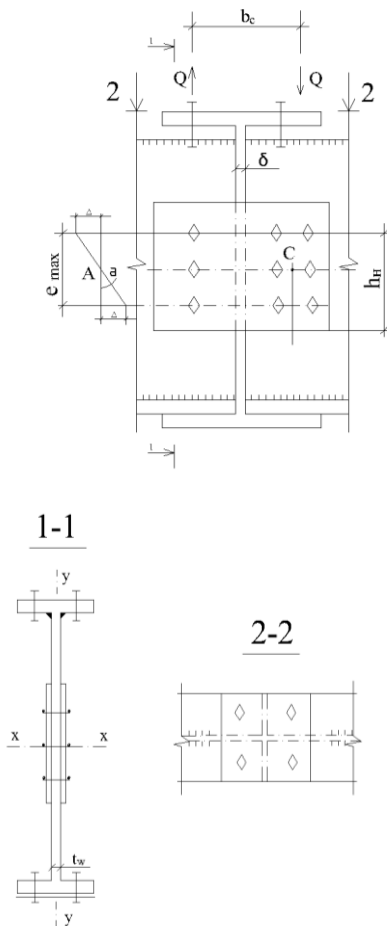


Рис. 2. Вузол шарнірного болтового з'єднання у зварній двотавровій балці

Для забезпечення загальної стійкості шарнірно-консольної балки передбачено улаштування накладок, що з'єднуються балками з поясами підвісної і консольної балок (рис. 2). При цьому в накладках з одного боку стику передбачені круглі отвори, а з іншого боку – овальні отвори розміром $d \cdot l_0$, де d – діаметр отвору, l_0 – довжина отвору $l_0 \geq d_b + ha/2$, тут h – висота балки. Поясні накладки закріплюють пояси балки, що з'єднуються, від взаємного горизонтального поперечного переміщення.

Накладки і болти, що з'єднують стислі пояси балки, розтягуються на фактичну або умовну поперечну силу, відповідно до [3].

Накладки для з'єднання їх зі стінками і поясами балок доцільно виготовити в заводських умовах.

До улаштування з'єднання накладок зі стінками балки передбачаємо вогневе (киснево-дугове) різання тільки стінки балки.

Розрахункові нормальні напруження σ_d в поясах (в полицях) балки, що піддаються нагріванню внаслідок вогневого різання, не повинні перевищувати $0,2R_y$ (як у разі застосування зварювання для підсилення елементів сталевих конструкцій категорії за призначенням А [3]).

Гранична величина згинального моменту M_d в перерізі, де виконано різання стінки, при $\sigma_d = 0,2R_y$ (для балки симетричного перерізу):

$$M_d = 0,2A_f \cdot h \cdot R_y, \quad (5)$$

де A_f – площа перерізу поясу (полиці) двотавра; h – висота балки; R_y – розрахунковий опір сталі.

Оскільки $M_d < M = W_x \cdot R_y$, де W_x – момент опору перерізу бруто секції балки, на період улаштування болтового з'єднання балку потрібно розвантажити. Величина навантажень, які будуть діяти на балку (після розвантаження), визначається з умови $|M'_a| \leq M_d$, де M'_a – згинальний момент в статично невизначеній балці у перерізі, де влаштований шарнір.

Наприклад, для балки, зображеної на рисунку 1, а при $a = 0,8284l$ і $q = q_d$.

$$M'_a = 0,375 q_d \cdot l \cdot 0,8284l - 0,5 q_d \cdot (0,8284l)^2 = -0,0324 q_d \cdot l^2. \quad (6)$$

Допускається навантаження на балку:

$$q_d = M_d / (0,0324 l^2) = 30,86 M_d / l^2. \quad (7)$$

Роботи з улаштування болтового з'єднання в балці, що зберігається для подальшої експлуатації, виконують робітники відповідно до проекту виконання

робіт, що передбачає установку спеціального монтажного майданчика, на якому розміщується обладнання для різання сталевих елементів і свердління отворів.

Послідовність монтажних робіт:

1. Виконати свердління всіх отворів у стінці і поясах (полицях) балки.

2. Виконати різання стінки балки, прийнявши товщину прорізу $\sigma = 8 - 14 \text{ мм}$, але не менше ніж $\sigma_{p,min} = h \cdot \alpha$, де α – кут повороту суміжних перерізів розрізаної балки.

3. Установити двосторонні накладки, з'єднавши їх болтами зі стінками підвісної і консольної балок. При цьому, після контрольного складання проварити взаємне розташування отворів у накладках і стінках балок діаметром $d_k = d_b + \Delta$, де d_b – номінальний діаметр болта, Δ – горизонтальне зміщення крайнього болта, що визначається за формулою (3).

4. Виконати різання поясів (полиць) балки, прийнявши товщину прорізу σ_p таку само як і в стінці.

5. Установити односторонні накладки, з'єднавши їх болтами з поясами (полицями) підвісної і консольної балок.

Нижче наведено результати розрахунку і конструювання шарнірно-консольної балки, яку утворено із двопрокатної нерозрізної головної балки технологічного майданчика, розташованої усередині промислової будівлі 1-го класу відповідальності за такими даними: нерозрізна балка з рівними прольотами $l = 12 \text{ м}$ виконана з прокатного двотавра І 100Б1 по ГОСТ 26020-83 і зі сталі марки ВСт3пс5 по ГОСТ 380-71**.

У проекті реконструкції будівлі передбачається установка додаткового обладнання на технологічний майданчик, у зв'язку з чим прогнозоване збільшення інтенсивності розрахункового граничного навантаження в 1,33 раза – з $q = 108 \text{ кН/м}$ до $q_a = 142 \text{ кН/м}$ (рис. 3).

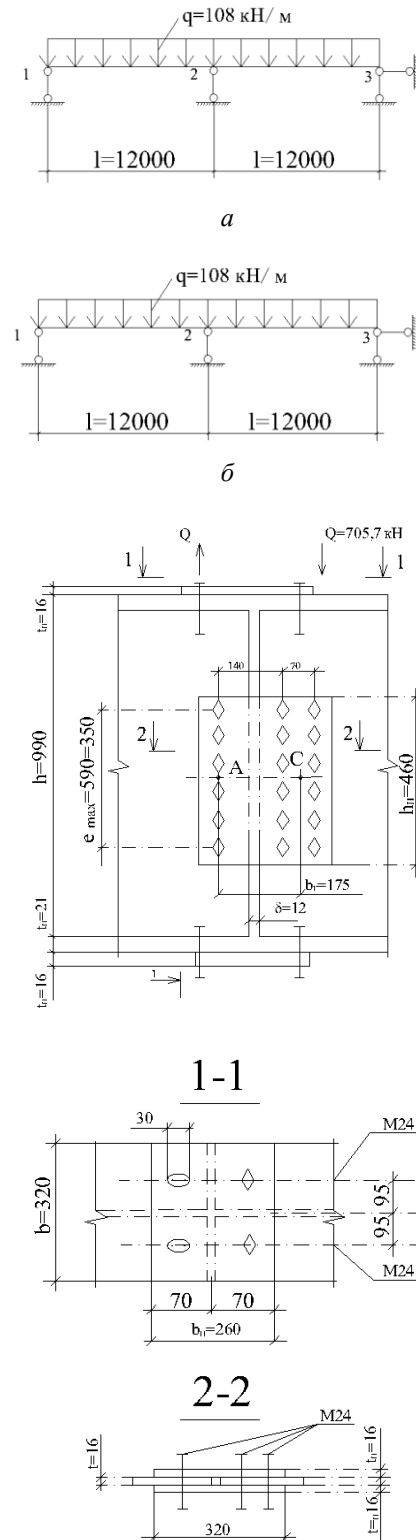


Рис. 3. Розрахункові схеми балки до реконструкції (а), після реконструкції (б), вузол А болтового шарнірного з'єднання підвісної і консольної частин балки (в)

Припускаємо, що технічний стан балки справний, відхилення фактичних розмірів

перерізів від наведених у сортаменті не перевищують допустимих, характеристичні і розрахункові опори сталі такі саме, як для сталі класу міцності С245 по ГОСТ 27772-88.

Розміри перетинів двотавра І 100Б1 наведені на рисунку 3.

Геометричні характеристики перерізів брутто: $I_x = 446000 \text{ см}^4$, $W_x = 9011 \text{ см}^3$, $S_x = 5234 \text{ см}^3$. Для опорних перерізів балки, де є в нижньому поясі отвори діаметром $d = 25 \text{ мм}$, геометричні характеристики перерізу нетто $I_{xn} = 421350 \text{ см}^4$, $W_{xn} = 8512 \text{ см}^3$ (за наявності двох отворів в одному перерізі балки).

Коефіцієнт надійності за призначенням $n = 1$.

Коефіцієнт умов роботи балки для розрахунку на міцність $\gamma_c = 1$.

Навантаження на двопрогонові балки симетричні відносно середньої опори 2 балки (рис. 3, а, б). Тому згинальні моменти і поперечні сили в перерізах балок між опорами 1 і 2 такі ж, як і в відповідних перерізах розглянутих вище однопрогонових балок (рис. 1).

Міцність нерозрізної балки за дії максимального згинального моменту в перерізі біля опори 2 від навантаження $q_a = 142 \text{ кН/м}$,
 $M_{\max} = 0,125 q_a \cdot l^2 = 0,125 \cdot 142 \cdot 12^2 = 2556 \text{ кН} \cdot \text{м} = 255600 \text{ кН} \cdot \text{см}$

— не забезпечується, тому що $M_{\max} \cdot \gamma_n / (W_{xn} \cdot R_y \cdot \gamma_c) = 255600 \cdot 1 / (8512 \cdot 23 \cdot 1) = 131 > 1$.

Тому передбачаємо непряме посилення балки шляхом улаштування шарніра.

Відстань від шарніра до опори 1 балки $a = 9,8284 \cdot l = 9,94 \text{ м}$ (рис. 3, б).

Максимальні значення внутрішніх зусиль у шарнірно-консольній балці після реконструкції:

$$M_a = 0,08578 \cdot q_a \cdot l^2 = 0,08578 \cdot 142 \cdot 12^2 = 1754 \text{ кН} \cdot \text{м} = 175400 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

$$Q_a = 0,5858 q_a \cdot l = 0,5858 \cdot 142 \cdot 12 = 998,2 \text{ кН}.$$

Міцність балки буде забезпечена,

оскільки:

$$M_a \cdot \gamma_n / (W_{xn} \cdot R_y \cdot \gamma_c) = 175400 \cdot 1 / (8512 \cdot 23 \cdot 1) = 0,9 < 1$$

$$\gamma_n \cdot Q_a \cdot S_x / (I_x \cdot t_w \cdot R_s \cdot \gamma_c) = 998,2 \cdot$$

$$1 / (446000 \cdot 1,6 \cdot 13,34 \cdot 1) = 0,55 < 1$$

(тут

$$R_s = 0,58 R_y = 0,58 \cdot 23 = 13,34 \text{ кН/см}^2).$$

Для зображеного на рисунку 3, в з'єднанні передбачаємо виготовлення накладок із листової сталі класу міцності С245, марки Ст3пс5 по ДСТУ 2651-94. Болти класу точності В, класу міцності 5.6. Діаметр болтів $d_b = 24 \text{ мм}$, діаметр отворів під болти $d = d_b + \sigma = 24 + 3 = 27 \text{ мм}$.

Зусилля в болтовому з'єднанні для розрахунку міцності стінки балки $Q = 9,5 q_a \cdot a = 9,5 \cdot 142 \cdot 9,34 = 703,7 \text{ кН}$, болтів, що з'єднують накладки зі стінкою підвісної частини балки $Q_p = 1,2 Q = 1,2 \cdot 703,7 = 846,9 \text{ кН}$; болтів, що з'єднують накладки зі стінкою консольної частини балки $Q_c = Q_p = 846,9 \text{ кН}$,
 $M_c = Q_p \cdot b_c = 846,9 \cdot 17,5 = 14820 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$;
 накладок $Q_n = Q_p = 846,9 \text{ кН}$.

Результати розрахунку болтового з'єднання:

- розрахункове зусилля, яке може бути сприйняте одним болтом $N_{b,\min} = 167,6 \text{ кН}$;

- найбільше зсувне зусилля в одному болті: в поєднанні зі стінкою підвісної балки $N_b = 141,5 < N_{b,\min} = 167,6 \text{ кН}$, зі стінкою консольної балки $N_{bk} = 166,9 < N_{b,\min} = 167,6 \text{ кН}$;

- дотичні напруження в стінці балки $\tau_w = 7,0 < R_s \cdot \gamma_c = 13,34 \cdot 1 = 13,34 \text{ кН/см}^2$

дотичні напруження в накладках $\tau_w = 13,32 < 13,92 \text{ кН/см}^2$.

Міцність болтів, стінки балки і накладок забезпечуються.

Взаємний кут повороту суміжних перерізів підвісної и консольної частин балки:

$$\alpha = 2 \cdot 0,01578 q_a \cdot l^3 / (E \cdot I_x) =$$

$$= 0,03156 \cdot 1,42 \cdot 1200^3 / (20600 \cdot 446000) =$$

$$= 2,00843 \text{ рад.} \quad (8)$$

Горизонтальне зміщення крайнього болта за формулою (3):

$$\Delta = 0,5 l_{max} \cdot \alpha = 0,5 \cdot 350 \cdot 0,00843 =$$

$$= 1,5 < \sigma = 3 \text{ мм.} \quad (9)$$

Розміри овальних отворів у з'єднанні накладки з полицями двотавра (рис. 3, в), радіус кривизни:

$$r = 0,5d = 0,5 \cdot 27 = 13,5 \text{ мм,}$$

довжина овалу:

$$l_o = d_b + 0,5h \cdot \alpha = 24 + 0,5 \cdot 990 \cdot$$

$$0,00843 = 28,2 \text{ мм}$$

Прийнято $l_o = 30 \text{ мм.}$

Несна здатність двох однозрізних болтів М24 значно більша умовної горизонтальної поперечної сили $Q_{fic} = 26,2 \text{ кН}$, для нижньої полиці (Q_{fic} визначено згідно з доказами, наведеними в [3]).

Граничне значення згинального моменту в перерізі балки з розрізною стінкою: за формулою (5) при $A_f = b \cdot t = 32 \cdot 1,6 = 65,6 \text{ см}^2$,

$$M_d = 0,2 A_f \cdot h \cdot R_y = 0,2 \cdot 65,6 \cdot 99 \cdot 23 =$$

$$306000 \text{ кН} \cdot \text{см} = 306 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Допустима інтенсивність навантаження на балку при влаштуванні болтового з'єднання:

$$q_d = 30,86 M_d / l^2 = 30,86 \cdot 306 / 12^2 =$$

$$65,6 \text{ кН/м}$$

що в 1,5 раза менше навантаження $q = 1,8 \text{ кН/м}$ (рис. 3, а).

Товщина прорізу після різання перерізу балки:

$$\sigma_p = 12 > \sigma_{p,min} = h \cdot \alpha =$$

$$= 990 \cdot 0,00843 = 8,4 \text{ мм.} \quad (10)$$

Висновки

1. Розстановку штучних шарнірів у статично невизначених балках із метою збільшення їх несної здатності можна виконувати за результатами регулювання напруг шляхом примусового зміщення опорної балки.

2. Для улаштування болтового з'єднання в прогоні балки без її демонтажу, або без улаштування тимчасових опор балки, треба виконати обґрунтоване розвантаження балки і поетапне різання з подальшим з'єднанням накладками, спочатку стінки, потім поясів (полиць) балки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лашченко М. Н. Регулирование напряжений в металлических конструкциях. Ленинград : Стройиздат, 1966. 192 с.
2. Хомутильников Н. И., Морозов К. Д. Металлические конструкции промышленных зданий. Москва : Госстройиздат, 1933. 536 с.
3. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. На зміну ДБН В.2.6-163:2010; Увед. 10.06.2014. Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. 199 с.
4. Ников А. А., Пермяков В. А., Пруцкер А. Я. Стальные конструкции производственных зданий : справочник. Київ : Будівельник, 1986. 272 с.

REFERENCES

1. Lashchenko M.N. *Regulirovaniye napryazheniy v metallicheskih konstruktsiyakh* [Regulation of tensions in metal constructions]. Leningrad : Stroyizdat Publ., 1966, 192 p. (in Russian).
2. Khomutynnikov N.I. and Morozov K.D. *Metallicheskiye konstruktсии promyshlennykh zdaniy* [Metal constructions of industrial buildings]. Moscow : Hosstroyizdat Publ., 1933, 536 p. (in Russian).
3. DBN V.2.6-198:2014. *Stalevi konstruktсии. Normy proektuvannya. Na zminu DBN V.2.6-163:2010; Uved. 10.06.2014* [DBN B.2.6-198:2014. Steel construction. Design standards. To replace DBN B.2.6-163:2010; Imposed by 10.06.2014]. Kyiv : Minregionstroy Ukraine, 2014, 199 p. (in Ukrainian).
4. Nykov A.A., Permiakov V.A. and Prutsker A.Ya. *Stal'nyye konstruktсии proizvodstvennykh zdaniy : spravochnik* [Steel construction of industrial buildings : handbooks]. Kyiv : BudivelnikPubl., 1986, 272 p. (in Russian).

Надійшла до редакції: 15.04.2021.

УДК 305-378:92-624

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.122.759

ГЕНДЕРНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ОСВІТИ В АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

ЧЕЛНОКОВ О. В.^{1*}, канд. техн. наук, проф.,
СОЛОГУБОВА С. В.², канд. фіз. вих., доц.,
ШВЕЦЬ І. А.³, ст. виклад.,
ГІРКІНА Д. Д.⁴, студ.,
ГОЛУБЄВА В. А.⁵, студ.

^{1*} Кафедра основ архітектури, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 950-66-00, e-mail: a.v.chelnokov56@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7314-090X

² Кафедра фізичного виховання та спорту, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (066) 782-90-69, e-mail: sologubovasv@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0374-1686

³ Кафедра архітектурного проектування і містобудування, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (095) 442-01-31, e-mail: irynashvets19@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6988-3540

⁴ Архітектурний факультет, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (095) 408-26-17, e-mail: g1rk1na89@gmail.com

⁵ Будівельний факультет, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (095) 230-90-33, e-mail: vg.26082001@gmail.com

Анотація. Постановка проблеми. Досліджено гендерну трансформацію освіти в архітектурно-будівельній галузі та проведено ретельний аналіз гендерної рівності студентів Придніпровської державної академії будівництва та архітектури (ПДАБА) під час вступу на різні факультети. **Мета роботи:** дослідити гендерну рівність студентів академії; проаналізувати можливості жінок отримувати вищу технічну освіту в різні історичні періоди; дослідити співвідношення юнаків та дівчат серед студентів денної форми навчання у ПДАБА під час вступу на різні факультети, а також можливість отримувати стипендію. Проаналізовано данні 2 214 студентів ПДАБА станом на лютий 2020–21 навчального року. Теоретичний аналіз та узагальнення науково-методичної літератури проводили з метою дослідження тенденцій гендерної трансформації освіти в різні історичні періоди. Особливу увагу приділяли вивченню можливості жінок отримати освіту в архітектурно-будівельній галузі. Експериментальні дані обробляли за допомогою загальноприйнятих методів математичної статистики. **Висновки.** Проведене дослідження дозволяє констатувати гендерну рівність студентів ПДАБА. Аналіз публікацій показав, що в попередні історичні періоди представниками архітектурно-будівельної галузі були переважно чоловіки. Зростання кількості дівчат на традиційно «чоловічих» спеціальностях в архітектурно-будівельній галузі вимагає модернізації освітніх програм і матеріально-технічної бази та адаптації їх до можливостей студентів різної статі, що може позитивно вплинути на заохочення абітурієнтів під час вступної кампанії.

Ключові слова: гендер; архітектура; будівельна галузь; освіта; навчання; трансформація

GENDER TRANSFORMATION OF EDUCATION IN THE ARCHITECTURAL AND CONSTRUCTION INDUSTRY

CHELNOKOV O.V.^{1*}, Cand. Sc. (Tech.), Prof.,
SOLOHUBOVA S.V.², Cand. Sc. (Phys. Ed.), Assoc. Prof.,
SHVETS I.A.³, Assist. Prof.,
HIRKINA D.D.⁴, Stud.,
HOLUBIEVA V.A.⁵, Stud.

^{1*} Department of Architecture, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (067) 950-66-00, e-mail: a.v.chelnokov56@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7314-090X

² Department of Physical Education and Sports, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (066) 782-90-69, e-mail: sologubovasv@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0374-1686

³ Department Architectural Design and Urban Planning, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (095) 442-01-31, e-mail: irynashvets19@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6988-3540

⁴ Faculty of Architecture, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (095) 408-26-17, e-mail: g1rk1na89@gmail.com

⁵ Faculty of Building, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (095) 230-90-33, e-mail: vg.26082001@gmail.com

Abstract. Formulation of the problem. The paper examines the gender transformation of education in the field of architecture and construction and conducts a thorough analysis of gender equality of students of the Dnieper State Academy of Civil Engineering and Architecture (PSACEA) when entering various faculties. **Purpose:** to investigate the gender equality of PSACEA students. **Objectives:** 1. To analyze the opportunities of women to receive higher technical education in different historical periods. 2. Investigate the ratio of boys and girls among full-time students of PSACEA when entering various faculties, as well as the opportunity to receive a scholarship. During the study, the data of 2214 PSACEA's students as of February 2020–21 academic year were analyzed. Theoretical analysis and generalization of scientific and methodological literature were conducted to study the trends of gender transformation of education in different historical periods. Particular attention was paid to the study of women's opportunities for education in the field of architecture and construction. During the study, experimental data were processed using conventional methods of mathematical statistics. **Conclusions:** The study allows us to establish the gender equality of students in PSACEA. The analysis of publications showed that in previous historical periods, the representatives of the architectural and construction industry were mostly men. The growing number of girls in traditionally "male" specialties in the field of architecture and construction requires the modernization of educational programs and material and technical base and their adaptation to the capabilities of students of different genders, which can positively affect the encouragement of applicants during the introductory campaign.

Keywords: gender; architecture; construction; education; training; transformation

Постановка проблеми. Гендерні питання завжди привертали увагу різних верств суспільства. Їх актуальність підтверджує велика кількість наукових та інших публікацій за цією темою як в Україні, так і за її межами. Незважаючи на велику кількість наукових праць, присвячених дослідженню цієї проблематики, в сучасній Україні це питання досі не визначене, оскільки більшість науковців обмежуються історичними оглядами, узагальненням ситуації у світі, а також спираються на аналіз експериментальних даних, отриманих науковцями інших країн.

Окрім того, спостерігаються певні протиріччя між затвердженням рівних прав для представників різної статі на законодавчому рівні та гендерною нерівністю у реальному житті. Саме тому детальне дослідження гендерної рівності студентів закладу вищої освіти (ЗВО) технічного профілю в Україні постає актуальною проблемою.

Аналіз публікацій. Доступність освіти для жінок та рівень їх освіченості змінювались протягом століть й досить часто залежали від територіального аспекту.

В давні часи ставлення до жіночої освіти залежало від загальнодержавного статусу жінки. Так, у Стародавніх Афінах жінки зовсім не мали права на освіту, їм заборонялося відвідувати заклади освіти, але, через жагу до знань, деякі жінки таємно ходили на лекції, перевдягнувшись у чоловічий одяг.

У Стародавньому Римі, навпаки, статус жінки був значно вищим, і досить багато жінок мали непогану освіту, особливо у сфері медицини. У своїх дослідженнях С. Д. Ліпатова (2007) висловлюється: «...з огляду на історичні дані можна зробити висновок, що давня освіта мала чоловічий характер, але жінки також мали доступ до наук, щоправда, дуже обмежено та винятково» [4, с. 350].

В епоху Просвітництва, зі становленням патріархального суспільства, ставлення до жіночої освіти зазнало трансформації. Вперше постало питання про можливість жіночого інтелектуального розвитку в теорії Жана-Жака Руссо про «природне» жіноче виховання, основними вимогами якого було: домашнє виховання і мінімізація контакту з оточенням, виховання дівчат для материнства та неперервність виховання, в

процесі якого функції батька переходили майбутньому чоловікові. Окрім того, права жінок на отримання якісної освіти активно відстоювала засновниця феміністського руху Мері Уолстонкрафт [4, с. 350–351].

Розглядаючи становлення освіти на території, яка нині належить нашій державі, слід зазначити, що ще до виникнення Давньої Русі слов'янська племінна освіта базувалася на досвіді предків, який передавався з покоління в покоління.

І. О. Колпачова (2014) вважає, що першочергово процес освіти здійснювали в рамках традицій старійшини роду та батьки. На самому ранньому етапі розвитку суспільства виховання мало диференційований характер через різні суспільні ролі чоловіка і жінки, але загальну основу: виховання якостей для боротьби із силами природи та трудової діяльності [1, с. 86].

Зміни в системі виховання та освіти почалися у 988 році зі становлення християнства на Русі. Базисом християнської педагогіки була книжна культура. Грамотність та писемні навички були необхідними для засвоєння релігійних норм, а виховні функції виконувало духовенство. Церква активно брала участь у створенні шкіл, що були народними та загальнодоступними. Перші окремі школи для дівчат виникли у XI столітті при жіночих монастирях. Основними дисциплінами в таких школах були: православне вчення, читання, письмо, спів, рахунок. За дослідженнями І. О. Колпачової (2014), освіта того часу не мала професійного спрямування, а передбачала, головним чином, «оволодіння книжною премудрістю» [1, с. 87–89].

Як зазначає Д. О. Ревін, у мусульманських країнах ще у VII столітті ісламських жінок навчали музики, танців та поезії; вони показували високий рівень знань з астрономії, медицини, закону, філософії, історії, арабської граматики, теології, літератури та шахів, а також відігравали значну роль у розвитку освіти, заснувавши багато освітніх закладів (наприклад, у 859 році Фатіма аль-Фіхрі

заснувала університет Аль-Карауїн). У ті часи жінки мали можливість неформально відвідувати лекції та вивчати предмети в мечетях, духовних школах та інших державних освітніх закладах, але офіційно їх не реєстрували як студентів.

Проте, незважаючи на наукові здібності жінок, із занепадом Багдада (1258 р.) мусульманок позбавили можливості отримувати освіту. Лише в XIX столітті, за впливу світських ідей європейських держав, була створена система освіти для дівчат, які протягом майже семи попередніх століть, отримували лише обмежену освіту або не мали доступу до неї взагалі.

Значний вклад у розвиток жіночої освіти в мусульманських країнах зробили західні місіонери Данієл та Еббі Марія Бліс, започаткувавши Сирійську протестантську колегію, що в 1905 році запровадила програму медичної підготовки, до якої допускались жінки, а в 1924 році надала жінкам можливість здобувати освіту на факультеті науки та мистецтв.

Проте в країнах Ісламського світу залишилося багато проблем, пов'язаних із доступністю освіти: багато мусульманських жінок не мали до неї доступу взагалі, існував лише певний відсоток тих, хто отримував недостатньо знань для можливості професійної реалізації [6, с. 237–238].

О. А. Косетченкова (2008), досліджуючи становлення системи жіночої освіти в Царській Росії, зазначила, що дореформова школа була орієнтована лише на хлопчиків, а для дівчат освіта вважалась зайвою. У 1856 році в Росії нараховувалося всього 8 227 народних шкіл, в яких отримували освіту 450 002 учні, серед яких було лише 36 900 дівчат (8,2 %).

Але вже в 50-х роках XIX століття розпочалася суспільна діяльність зі створення народних шкіл, спрямована на відкриття безкоштовних недільних шкіл (однією з перших вважається жіноча недільна школа, заснована М. С. Шпилевською в Петербурзі у березні 1859 року). У 1860 році тут уже

нараховувалось 14 чоловічих і 9 жіночих недільних шкіл.

Школи активно відкривались і в інших містах країни. У загальній кількості учнів усіх недільних шкіл жінки складали 25 %. У 1862 році діяльність таких шкіл зупинила влада, назвавши їх «противладними», але вони дали поштовх до розвитку суспільної ініціативи у сфері народної освіти [2, с. 17–18].

Першим кроком до реформування жіночої освіти був наказ від 5 березня 1856 року: «Приступить к соображениям об устройстве на первый раз в губернских городах женских школ, приближённых по курсу к гимназиям, по мере способов, которые к тому могут представиться».

О. А. Косетченкова (2008) повідомляє, що станом на 1894 рік система середньої жіночої освіти містила такі типи навчальних закладів, як Міністерські і Маріїнські гімназії, інститути шляхетних дівчат і Єпархіальні училища. За рівнем освітніх програм такі заклади значно поступалися чоловічим закладам того ж рівня, через меншу кількість дисциплін.

Навчання в гімназіях на той період не було безкоштовним, рік коштував близько 30 рублів [2, с. 19–20]. Жіночі гімназії передбачали 7 основних класів (пізніше – 8 класів) з річним курсом вивчення кожного. Основними предметами загального курсу були: Закон Божий, російська, французька та німецька мови, історія, географія, фізика, арифметика, геометрія, спів, танці, природознавство та гімнастика. Також існував спеціальний курс, на якому учениці вивчали основи педагогіки та методики навчання [2, с. 20–21].

Вітчизняний педагог К. Ушинський бачив у жінці «науку, мистецтво, поезію, а також права і характер усього народу». Він вважав необхідним всебічний розвиток жінки для її майбутньої реалізації не тільки в ролі матері та дружини. На думку С. А. Кремень та К. П. Цицикашвілі (2019), особливістю феміністського руху другої половини XIX століття була боротьба за можливість жінок отримувати середню та професійну освіту, незважаючи на

заперечення факту зміни ролі жінки в суспільстві владою, консерваторами та навіть багатьма лібералами.

У той час багато жінок для отримання професійної та вищої освіти були змушені від'їжджати за кордон [3, с. 99].

У країнах Європи та Північної Америки протягом XX століття гендерна трансформація суспільства набула відчутних масштабів та повністю змінила психологію соціуму. Цей процес у Західному Світі був пов'язаний з індустріалізацією та урбанізацією. Індустріальна модель передбачає залучення усіх верств населення і потребує високої кваліфікації та всеохопної системи освіти. Саме це сприяло збільшенню ролі жінки у західному суспільстві. Аналогічні зміни відбулися навіть у певних ісламських країнах Близького Сходу.

Досліджуючи становище жіночої освіти на Західноукраїнських землях за часів Австро-Угорської імперії, Г. М. Маслій зазначає, що основою становлення жіночої освіти стали державні шкільні закони (1805 та 1869 рр.), які забезпечили перехід початкової освіти від підпорядкування церкві до державного контролю, з метою дотримання єдиної державної політики в галузі освіти; створення умов для функціонування та розвитку навчально-виховних закладів; забезпечення масової початкової освіти жінок як громадянок із можливістю активної участі в суспільному житті.

Окрім того, розвиток середньої жіночої освіти пов'язано із цісарським декретом (1895 р.) та прийнятими на його впровадження, розпорядженнями Міністерства віросповідань і освіти Австрії та найвищого органу управління освітою Угорщини (1896–1897 рр.), що були видані за впливу загальноімперських емансипаційних вимог [5, с. 15–16].

У дореволюційній Росії зміни в економіці та соціальній сфері також сприяли відкриттю численних професійних курсів для жінок, однак більшість жінок все ще не мала можливості отримувати освіту взагалі. На початок XX століття у країні існувало

129 жіночих професійних шкіл. Незважаючи на це, на момент лютневої революції 1917 року лише 3 із 65 функціонуючих вищих навчальних закладів були жіночими (медичні та педагогічні).

Якщо думки тогочасного суспільства допускали існування жінки в медичній та педагогічній сферах професійної діяльності, залучення їх до технічної професійної освіти викликало супротив. Та вже в 1906 році відкрилися перші жіночі політехнічні курси в Санкт-Петербурзі, серед факультетів яких були: інженерно-будівельний, архітектурний, хімічний та електромеханічний. Освіта була платною (від 100 рублів), а термін навчання складав спочатку 5, а потім – 7 років [3, с. 100]. За часів Першої світової війни зросла кадрова необхідність, отож багато закладів освіти стали приймати жінок, а Жовтнева революція надала рівні права для осіб різної статі [3, с. 101].

У Радянський період жіноча освіта зазнала принципових змін. Згідно з марксистсько-ленінською концепцією, відбувалося суцільне залучення жінок у виробництво, а також їх багатогалузева освіта та гендерна рівність. У 1926 році грамотність жінок у віці 9...49 років у селах досягла 42,7 %, а в містах – 73,9%. На початку 30-х років неграмотність жінок була здебільшого ліквідована. У період з 1928 по 1938 рік відсоток жінок, що здобували вищу освіту збільшився з 28 до 43 %, паралельно відбувалося їх активне залучення до виробництва, і в 1940 році робітниць було вже 39 % [8, с. 2].

Ці процеси набули стабільного характеру. У 1980-х роках загальна чисельність робітниць складала 51 % по СРСР, а на 100 студентів ВНЗ та технікумів припадало 57 дівчат. В період з 1959 по 1989 рік кількість жінок із вищою освітою зросла в 4,7 раза і на початку 90-х років на 1 000 зайнятих у народному господарстві жінок припадало 927, що мали вищу або середню освіту, а на 1 000 чоловіків – 914. Таким чином, рівень освіченості став критерієм, у якому жінки досягли рівного становища з чоловіками [8, с. 2–3].

Прискіпливе ставлення до отримання жінками вищої технічної освіти впродовж кількох історичних періодів спонукає до дослідження гендерної рівності студентів Придніпровської державної академії будівництва та архітектури на сучасному етапі.

Мета роботи: дослідити гендерну рівність студентів ПДАБА.

Завдання:

1. Проаналізувати можливості жінок отримувати вищу технічну освіту в різні історичні періоди.

2. Дослідити співвідношення юнаків та дівчат серед студентів ПДАБА під час вступу на різні факультети, а також можливість отримувати стипендію.

Результати досліджень. У цій роботі гендерні аспекти розглянуто виходячи зі статі за паспортними даними студентів. У ході дослідження проаналізовано дані 2 214 студентів Придніпровської державної академії будівництва та архітектури станом на лютий 2020–21 навчального року (юнаки та дівчата навчаються у змішаних групах, гендерних обмежень під час вступу до академії не існує). Аналіз співвідношення кількості юнаків та дівчат серед студентів ПДАБА показав що, незважаючи на те, що архітектурно-будівельна галузь вважається пріоритетом чоловіків, серед студентів академії юнаки не мають значної кількісної переваги (табл. 1); а на деяких факультетах, навпаки, навчається більше дівчат.

Так, на архітектурному й економічному факультетах дівчата мають перевагу в 24 % і в 6 % відповідно, а на всіх інших факультетах на 30...60 % переважають хлопці. Аналізом співвідношення кількості юнаків та дівчат, що отримують звичайну або підвищену академічну стипендію (табл. 2–3), на старших курсах майже всіх факультетів відмічено збільшення кількості дівчат відносно кількості юнаків.

Припускаємось думки, що дівчата, які очолюють рейтинги, незважаючи на їх меншу кількість під час вступу до ПДАБА, в майбутньому стануть більш кваліфікованими спеціалістами архітектурно-будівельної галузі, ніж юнаки,

які отримують нижчі оцінки у процесі вивчення окремих предметів за відповідними освітніми програмами. Але це зовсім не свідчить про те, що саме дівчата стануть більш успішними працівниками. На відміну від гуманітарних та фундаментальних наук, в інженерних галузях успішні і середньоуспішні студенти мають однакову можливість стати успішними фахівцями.

Хороше навчання допомагає накопичувати теоретичні знання, розвиває мислення, виховує сумлінність, але успіх в архітектурно-будівельній галузі визначають практичні навички та морально-вольові якості, а також комунікаційні та креативні здібності, що розвиваються впродовж професійної діяльності. Окрім того, іноді жінки свідомо віддають перевагу сімейним цінностям, а не фаховому зростанню.

Таблиця 1

Кількісне співвідношення юнаків та дівчат серед студентів денної форми навчання ПДАБА*

Курс	Показник	Факультети										Студенти ПДАБА	
		архітектурний		економічний		будівельний		ІТтаМІ		ЦІ та Е			
		ю	д	ю	д	ю	д	ю	д	ю	д	ю	д
I	кількість	41	70	17	10	78	19	29	5	36	12	201	116
	всього	111		27		97		34		48		317	
	співвідн.(%)	37	63	63	27	80	20	85	15	75	25	63	37
I ст	кількість	—	—	7	3	24	2	18	3	12	5	61	13
	всього	—		10		26		21		17		74	
	співвідн.(%)	—	—	70	30	92	8	86	14	71	29	58	42
II	кількість	43	64	21	35	74	19	31	3	24	21	193	142
	всього	107		56		93		34		45		335	
	співвідн.(%)	40	60	37	63	80	20	91	9	53	47	58	42
II ст	кількість	4	4	1	3	25	2	14	4	7	4	51	17
	всього	8		4		27		18		11		68	
	співвідн.(%)	50	50	25	75	93	7	78	22	64	36	56	44
III	кількість	43	64	42	52	60	25	27	5	29	11	201	157
	всього	107		94		85		32		40		358	
	співвідн.(%)	40	60	45	55	71	29	84	16	72	28	56	44
III ст	кількість	4	6	5	8	8	11	12	—	15	6	44	31
	всього	10		13		19		12		21		75	
	співвідн.(%)	40	60	38	62	42	58	100	—	71	29	59	41
IV	кількість	46	60	46	63	72	27	29	4	21	22	214	176
	всього	106		109		99		33		43		390	
	співвідн.(%)	43	57	42	58	73	27	88	12	49	51	55	45
I мп	кількість	4	20	16	13	33	9	30	5	12	3	95	50
	всього	24		29		42		35		15		145	
	співвідн.(%)	17	83	55	45	79	21	86	14	80	20	66	34
II мп	кількість	15	48	38	26	59	26	49	10	13	12	174	122
	всього	63		64		85		59		25		296	
	співвідн.(%)	24	76	60	40	69	31	83	17	52	48	59	41
I мн	кількість	13	6	—	—	16	15	9	2	7	10	45	33
	всього	19		—		31		11		17		78	
	співвідн.(%)	68	32	—	—	52	48	82	18	41	59	58	42
II мн	кількість	4	14	—	—	17	9	8	3	18	5	47	31
	всього	18		—		26		11		23		78	
	співвідн.(%)	22	78	—	—	65	35	73	27	78	22	60	40
Σ	кількість	217	356	193	213	466	164	256	44	194	111	1 326	888
	всього	573		406		630		300		305		2 214	
	співвідн.(%)	38	62	47	53	74	26	85	15	64	36	60	40
Співвідн. за фак.		25.9 %		18.3 %		28.5 %		13.5 %		13.8 %		100 %	

* Станом на 2020–21 навчальний рік

На наш погляд, зменшення кількості юнаків серед студентів, які очолюють рейтинги (що формуються відповідно до середньої оцінки за предмети, що вивчаються у відповідних семестрах) за окремими спеціальностями, пов'язане не з більшими здатностями дівчат до опанування

відповідних освітніх програм, а зі зниженням мотивації юнаків до отримання високих оцінок.

Проблема недостатньої мотивації студентів через їх належність до певного гендеру досить розповсюджена але мало досліджена. Є. Г. Самойленко (2006) на

основі соціально-психологічного дослідження пояснює причини зниження мотивації студентів різних спеціальностей саме їх статево-рольовими відмінностями [7]. На старших курсах більшим пріоритетом для студентів стає передчасне працевлаштування, що значно погіршує мотивацію до навчання. Бажання молоді до скорішого виходу на роботу не завжди пов'язане з економічними проблемами або

прагненням до самостійності. Думка про те, що вища освіта відірвана від практики, також негативно відбивається на мотивації студентів. Добре, якщо при цьому студент працює за спеціальністю й отримує важливий досвід для подальшого професійного розвитку, а якщо ні, то навчальний ресурс безповоротно втрачається.

Таблиця 2

Кількісне співвідношення юнаків та дівчат серед студентів денної форми навчання ПДАБА (що отримують стипендію / що отримують підвищену стипендію)*

Курс	Показники	Факультети										Студенти ПДАБА	
		архітектурний		економічний		будівельний		ІТтаМІ		ЦІ та Е			
		ю	д	ю	д	ю	д	ю	д	ю	д	ю	д
І б.	кількість	2/–	15/5	2/–	4/2	25/6	11/6	5/1	3/2	6/1	9/4	40/8	42/19
	всього	17/5		6/2		36/12		8/3		15/5		82/27	
	співвідн. (%)	12/0	88/100	33/–	67/100	69/50	31/50	62/33	38/67	40/20	60/80	49/30	51/70
ІІ б.	кількість	1/–	12/4	5/–	9/2	30/8	24/7	12/3	2/2	10/2	7/3	58/13	54/18
	всього	13/4		14/2		54/15		14/5		17/5		112/31	
	співвідн. (%)	8/–	92/100	36/–	64/100	56/53	44/47	86/60	14/40	59/40	41/60	52/42	48/58
ІІІ б.	кількість	2/1	12/4	3/1	9/-	25/7	20/8	11/3	4/1	8/2	7/4	49/14	52/17
	всього	14/5		12/1		45/15		15/4		15/6		101/31	
	співвідн. (%)	14/20	86/80	25/100	75/-	55/47	45/53	73/75	27/25	53/33	47/67	49/45	51/55
ІV б.	кількість	5/2	12/4	5/–	12/6	25/7	21/8	11/4	–/–	6/1	15/7	52/14	60/25
	всього	17/6		17/6		46/15		11/4		21/7		112/29	
	співвідн. (%)	29/33	71/67	29/–	71/100	54/47	46/53	100/100	–/–	29/14	71/86	46/48	54/52
І м.	кількість	6/-	9/4	1/–	5/1	16/6	14/4	9/4	3/1	3/-	8/3	35/10	39/13
	всього	15/4		6/1		30/10		12/5		11/3		74/23	
	співвідн. (%)	40/–	60/100	17/–	83/100	53/60	47/40	75/80	25/20	27/-	73/100	47/43	53/57
ІІ м.	кількість	–/–	5/1	–	–	5/–	6/3	–/–	3/1	4/2	2/-	9/2	16/5
	всього	5/1		–		11/3		3/1		6/2		25/7	
	співвідн. (%)	–/–	100/100	–	–	45/-	55/100	–/–	100/100	67/100	33/-	36/29	64/71
Σ	кількість	10/1	65/22	16/1	39/11	126/34	96/36	48/15	12/7	37/8	48/21	237/59	260/97
	всього	75/23		55/12		222/70		60/22		85/29		497/156	
	співвідн. (%)	13/4	87/96	29/8	71/92	57/48	43/52	40/68	60/32	44/28	56/72	48/38	52/62

* Станом на лютий 2020–21 навчального року

Таблиця 3

Динаміка змін співвідношення юнаків та дівчат серед студентів ПДАБА*

Студенти, що:	Показники	Факультети										Студенти ПДАБА	
		архітектурний		економічний		будівельний		ІТтаМІ		ЦІ та Е			
		ю	д	ю	д	ю	д	ю	д	ю	д	ю	д
навчаються на денній формі	кількість	217	356	193	213	466	164	256	44	194	111	1326	888
	всього	573		406		630		300		305		2 214	
	співвідн. (%)	38	62	47	53	74	26	85	15	64	36	60	40
отримують стипендію	кількість	10	65	16	39	126	96	48	12	37	48	237	260
	всього	75		55		222		60		85		497	
	співвідн. (%)	13	87	29	71	57	43	40	60	44	56	48	52
отримують підвищену стипендію	кількість	1	22	1	11	34	36	15	7	8	21	59	97
	всього	23		12		70		22		29		156	
	співвідн. (%)	4	96	8	92	48	52	68	32	28	72	38	62

* Станом на лютий 2020–21 навчального року

Зменшення мотивації до навчання студентів старших курсів зумовлює застосування під час навчання засобів, наближених до реальних завдань на

виробництві та різноманітних професійних конкурсів [10].

Аналіз співвідношення юнаків та дівчат серед студентів-іноземців архітектурного факультету з Марокко (91 %), Тунісу,

Туреччини та інших держав (табл. 4) виявив 27 % дівчат, які отримують освіту зі спеціальності «Архітектура та містобудування» із країн мусульманського

світу, що свідчить про можливість здобувати освіту у ЗВО технічного профілю дівчатами незалежно від їх віросповідання.

Таблиця 4

Співвідношення юнаків та дівчат серед студентів архітектурного факультету ПДАБА – представників інших держав: Марокко (91 %), Тунісу, Туреччини та ін.*

Показники	I курс		II курс		III курс		IV курс		маг. I курс		загаломі	
	ю	д	ю	д	ю	д	ю	д	ю	д	ю	д
всього	41		21		19		18		8		107	
кількість	29	12	14	7	16	3	14	4	5	3	78	29
співвідн. (%)	71	29	67	33	84	17	78	22	62	38	73	27

* Станом на 2020–21 навчальний рік

Таким чином, виходячи з аналізу співвідношення статей серед студентів академії, у розробленні освітніх програм, а також обладнанні матеріально-технічної та спортивної бази ПДАБА необхідно враховувати інтереси не лише юнаків, а і дівчат.

Навіть на окремих факультетах, де в загальній кількості превалюють юнаки, не можна орієнтуватися лише на них, оскільки на окремих курсах зафіксовано не прогнозовані винятки. Зазначене вище зумовлює необхідність адаптації освітніх програм до можливостей студентів різної статі, що може позитивно вплинути на заохочення абітурієнтів під час вступної кампанії. Дослідженням підтверджено дані І. О. Царенка (2015), котрий розглядає необхідність запровадження державних освітніх програм, які б ураховували інтереси жінок на рівні з чоловічими [9].

Висновки. Проведене дослідження дозволяє констатувати наявність гендерної рівності студентів у ПДАБА. Аналіз публікацій показав, що в попередні історичні періоди представниками архітектурно-будівельної галузі були переважно чоловіки. Зростання кількості дівчат на традиційно «чоловічих» спеціальностях в архітектурно-будівельній галузі вимагає модернізації освітніх програм і матеріально-технічної бази та їх адаптації до можливостей студентів різної статі, що може позитивно вплинути на заохочення абітурієнтів під час вступної кампанії.

Перспективи подальших досліджень: вивчення проблеми гендерної рівності в архітектурно-будівельній галузі у науці та на виробництві.

Подяка : головному бухгалтеру ПДАБА Оксані Кукулюк за професійну консультацію та сприяння проведенню дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Колпачева О. Ю. История отечественного образования и педагогики. *Историко-педагогический журнал*. 2014. № 4. С. 85–94.
2. Косетченкова Е. А. Становление системы женского образования в России. *Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки*. 2008. № 3. С. 17–26.
3. Кремень С. А. Цицикашвили К. П. Становление женского технического образования в России в конце XIX–начале XX вв. в контексте борьбы равноправия полов. *История политехнического образования в России*. Санкт-Петербург, 2019. С. 98–103.
4. Липатова С. Д. Гендерный подход в образовании: история и современность. *Урал индустриальный. Бакунинские чтения : VIII Всероссийская научная конференция*. Екатеринбург, 2007. С. 350–354.
5. Маслій Г. М. Становлення та розвиток жіночої освіти на західноукраїнських землях (кінець XVIII – початок XX століття). *Загальна педагогіка та історія педагогіки*. 2011. С. 23.
6. Ревіна Д. О. Історія жіночої освіти в країнах Азії та Північної Африки. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2012. № 36. С. 236–239.
7. Самойленко Є. Г. Дослідження впливу психологічної статі на мотивацію навчальної діяльності юнаків та дівчат. *Психологія і суспільство*. 2006. № 2. С. 133–136.
8. Хасбулатова О. А. Женщины и образование в России : исторический обзор. *Женщина в российском обществе*. 2003. № 1–2. С. 1–5.

9. Царенко І. О. Гендерна політика у сфері вищої освіти: проблеми нерівності та шляхи їх вирішення. *Актуальні проблеми секторальної економіки*. 2015. № 3. С. 110–117.
10. Челноков О. В., Сологубова С. В., Швець І. А., Гірка Д. Д. Шляхи вдосконалення навчання майбутніх архітекторів у закладі вищої освіти технічного профілю. *Вісник ПДАБА*. 2020. № 4 (267–268). С. 112–121.

REFERENCES

1. Kolpacheva O.Yu. *Ystoryia otechestvennoho obrazovanyia y pedahohyky* [History of national education and pedagogy]. *Ystoryko-pedahohycheskyi zhurnal* [Historical and Pedagogical Journal]. 2014, no. 4, pp. 85–94. (in Russian).
2. Kosetchenkova E.A. *Stanovlenye systemy zhenskoho obrazovanyia v Rossyy* [Formation of the system of women's education in Russia]. *Vestnyk Severnogo (Arktycheskoho) federalnogo unyversyteta. Seryia: Humanytarne y sotsyalnye nauky* [Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Humanities and Social Sciences]. 2008, no. 3, pp. 17–26. (in Russian).
3. Kremen S.A. and Tsytsykashvyly K.P. *Stanovlenye zhenskoho tekhnicheskoho obrazovanyia v Rossyy v kontse 19–nachale 20 vv. v kontekste borby ravnopravyia polov* [Formation of female technical education in Russia in the late 19th–early 20th centuries in the context of the fight against gender equality]. *Ystoryia polytekhnicheskoho obrazovanyia v Rossyy* [History of Polytechnic Education in Russia]. Saint-Petersburg, 2019, pp. 98–103. (in Russian).
4. Lypatova S.D. *Hendernyy podkhod v obrazovannyi: ystoryia y sovremennost* [Gender Approach in Education: Past and Present]. *Ural yndustrialnyi. Bakunynskye chteniia: VIII Vserossyiskaia nauchnaia konferentsiia* [The Ural is industrial. Bakunin Readings: VIII All-Russian Scientific Conference]. Yekaterynburh, 2007, pp. 350–354. (in Russian).
5. Maslii H.M. *Stanovlennia ta rozvytok zhinochoi osvity na zachidnoukrainskykh zemliakh (kinets XVIII – pochatok XX stolittia)* [Formation and development of women's education in Western Ukraine (late XVIII – early XX century)]. *Zahalna pedahohika ta istoriia pedahohiky* [General pedagogy and history of pedagogy]. 2011, 23 p. (in Ukrainian).
6. Revina D.O. *Istoriia zhinochoi osvity v krainakh Azii ta Pivnichnoi Afryky* [History of women's education in Asia and North Africa]. *Problemy inzhenerno-pedahohichnoi osvity* [Problems of engineering and pedagogical education.]. 2012, no. 36, pp. 236–239. (in Ukrainian).
7. Samoilenko Yev.H. *Doslidzhennia vplyvu psykholohichnoi stati na motyvatsiiu navchalnoi diialnosti yunakiv ta divchat* [Research of the influence of psychological sex on the motivation of educational activities of boys and girls]. *Psykhologhiia i suspilstvo* [Psychology and Society]. 2006, no. 2, pp. 133–136. (in Ukrainian).
8. Khasbulatova O.A. *Zhenshchyny y obrazovanye v Rossyy: ystorycheskyi obzor* [Women and Education in Russia: a historical overview]. *Zhenshchyna v rossiiskom obshchestve* [Woman in Russian Society]. 2003, no. 1–2, pp. 1–5. (in Russian).
9. Tsarenko I.O. *Henderna polityka u sferi vyshchoi osvity: problemy nerivnosti ta shliakhy yikh vyrishennia* [Gender policy in higher education: problems of inequality and ways to solve them]. *Aktualni problemy sektoralnoi ekonomiky* [Current Problems of the Sectoral Economy]. 2015, no. 3, pp. 110–117. (in Ukrainian).
10. Chelnokov O.V., Solohubova S.V., Shvets I.A. and Hirkin D.D. *Shliakhy vdoskonalennia navchannia maibutnikh arkhitektoriv u zakladi vyshchoi osvity tekhnichnoho profilu* [Inspired by the knowledge of the maybut architects at the pledge of the great education of the technical profile]. *Visnyk PDABA* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2020, no. 4 (267–268), pp. 112–121. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 28.02.2021.

УДК 624.15.001

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.131.760

РОЗПОДІЛ ВЕРТИКАЛЬНИХ НАПРУГ В ОСНОВІ ҐРУНТОВОЇ ГРЕБЛІ ІЗ ТРАПЕЦЕЇДАЛЬНИМ ПОПЕРЕЧНИМ ПЕРЕТИНОМ

ШАПОВАЛ В. Г.¹, *докт. техн. наук, проф.*,
СКОБЕНКО О. В.², *канд. техн. наук, доц.*,
НЕСТЕРОВА О. В.^{3*}, *канд. техн. наук, доц.*,
ГАПІЄВ С. М.⁴, *докт. техн. наук, доц.*

¹ Кафедра будівництва, геотехніки і геомеханіки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», пр. Д. Яворницького, 19, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: shapvv27@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2993-1311

² Кафедра будівництва, геотехніки і геомеханіки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», пр. Д. Яворницького, 19, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: skobenkoavdn@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4606-4889

^{3*} Кафедра водопостачання, водовідведення та гідравліки, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 756-34-74, e-mail: nesterova.olena@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-1035-6572

⁴ Кафедра будівництва, геотехніки і геомеханіки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», пр. Д. Яворницького, 19, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: hapiiev.s.m@nmu.one, ORCID ID: 0000-0003-0203-7424

Анотація. Постановка проблеми. Викладені у статті матеріали досліджень дозволяють виконати побудову проектного профілю гребель із ґрунтових матеріалів з урахуванням сильної стисливості ґрунту і перевірку міцності основ ґрунтових гребель по глибині. Крім того, отримані нами результати можуть бути використані для визначення нижньої межі стислої товщі основ, до верхньої межі яких прикладене розподілене навантаження трикутної або трапецеїдальної форми. Розглядається невідв'язний випадок напружено-деформованого стану основи – гребля з ґрунтового матеріалу, довжина якої значно більша її ширини і висоти. Поперечний профіль греблі має вигляд трапеції. При цьому в межах дамби можуть перебувати матеріали з різною питомою вагою (наприклад, ядро і тіло і ядро греблі). **Методи.** Теоретичні дослідження геомеханічних процесів проведено із застосуванням аналітичних і числових математичних методів. **Результати.** Отримано аналітичні залежності напружень в основі ґрунтових гребель від координат і прикладеної до верхньої межі основи трапецеїдального зовнішнього навантаження і показано методи урахування. **Наукова новизна.** Отримано аналітичні залежності вертикальних нормальних, в основі ґрунтової греблі з трапецеїдальним профілем. Розглянуто профілі греблі у вигляді рівнобедреної і нерівнобедреної трапецій.

Ключові слова: *гребля з ґрунтового матеріалу; плоска задача теорії пружності; нормальні вертикальні напруження в основі; розподілене навантаження трикутної і трапецеїдальної форми, стан плоскої деформації*

VERTICAL STRESS DISTRIBUTION AT THE BASE OF SOIL DAMS WITH A TRAPEZOIDAL CROSS SECTION

SHAPOVAL V.H.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
SKOBENKO O.V.², *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
NESTEROVA O.V.^{3*}, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
GAPIEV S.M.⁴, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

¹ Department of Construction, Geotechnics and Geomechanics, National Technical Dnipro Polytechnic University, 19, D. Yavornytskoho Ave., 49600, Dnipro, Ukraine, e-mail: shapvv27@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2993-1311

² Department of Construction, Geotechnics and Geomechanics, National Technical Dnipro Polytechnic University, 19, D. Yavornytskoho Ave., 49600, Dnipro, Ukraine, e-mail: skobenkoavdn@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4606-4889

^{3*} Department of Water-Supply, Water-Diversion and Hydraulics, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-A, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (097) 290-98-55, e-mail: melenanesterenko@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1035-6572

⁴ Head of the Department of Construction, Geotechnics and Geomechanics, National Dnipro Polytechnic Technical University, 19, D. Yavornytskoho Ave., 49600, Dnipro, Ukraine, Email: hapiiev.s.m@nmu.one, ORCID ID: 0000-0003-0203-7424

Abstract. Problem statement. The research materials outlined in this work make it possible to construct the design profile of dams from soil materials, taking into account the strong compressibility of the soil and check the strength of the foundation of soil dams in depth. In addition, the results obtained by us can be used to determine the lower boundary of the compressible thickness of the bases, to the upper boundary of which a distributed load of either a triangular or trapezoidal shape is applied. **Methods.** Theoretical studies of geomechanical processes using analytical and numerical mathematical methods. Analysis and generalization of the results of theoretical research. **Results.** In the course of writing this article, we obtained analytical dependences of stresses at the base of earth dams on the coordinates and applied to the upper boundary of the base of the trapezoidal external load and showed the methods of accounting. **Scientific novelty.** Analytical dependences of vertical normal at the base of a soil dam with a trapezoidal profile have been obtained. The profiles of the dam in the form of isosceles and non-isosceles trapezoids are considered. **Practical significance.** The research materials outlined in this work make it possible to construct the design profile of dams from soil materials, taking into account the strong compressibility of the soil and check the strength of the foundation of soil dams in depth. In addition, our results can be used to determine the lower boundary of the compressible strata of the bases, to the upper boundary of which a distributed load of either a triangular or trapezoidal shape is applied.

Keywords: dam made of soil material; plane problem of the theory of elasticity; normal vertical stresses at the base; distributed load of triangular and trapezoidal shape; plane deformation state

Постановка проблеми. Нині у процесі проектування ґрунтових гребель на основах, складених слабкими ґрунтами, іноді виникають такі проблеми:

1. Іноді осадки гребель мають один порядок з їх висотою [1–3]. Треба знати не тільки осадку основи греблі в її центрі, а й осадку характерних точок по всій її підшві. Це важливо для досягнення відповідності профілю греблі її проектному положенню з урахуванням деформацій земної поверхні.

2. Складені слабкими ґрунтами основи ґрунтових гребель мають низьку міцність. Тому важливо оцінювати міцність ґрунтових основ ґрунтових гребель. Це можливо лише в тому випадку, коли відомі властивості складають основи ґрунтів і діючі в основі напруги [1–4].

3. Профіль ґрунтових гребель зазвичай має трапецеїдальну форму. Крім того, гребля включає в себе елементи з різною питомою вагою (зазвичай це ґрунт тіла греблі, її ядро і кам'яна накидка) [3–7]. Тому навантаження на основу відрізняється від наведених на рисунках 1 і 2.

Також у працях [1; 3; 4] коефіцієнт загасання додаткових напружень по глибині (з його використанням розраховують вертикальні нормальні напруження по глибині основи) даний у табличній формі лише для навантаження, що має форму прямокутника (в аналітичній формі в нормативних документах ці дані також не наведені).

У діючих в даний час на території України і низки інших країн будівельних нормах з приводу урахування зазначених чинників на цей рахунок є досить загальні і приблизні вказівки [1–8].

Аналогічна картина має місце і в присвяченій цій проблемі науковій і технічній літературі [9; 10].

Викладені в пункті 3 тези дозволили нам зробити висновок, що застосування діючих на території України будівельних норм зумовлює до недостатньо точне врахування прикладеного до ґрунтової основи навантаження від ваги греблі.

4. Останнім часом широкого поширення набуло застосування для прогнозу напружено-деформованого стану ґрунтових основ методу скінченних елементів [11; 12]. Однак у цьому випадку на результати розрахунку істотно впливають роблять розміри розрахункової області основи. Оскільки в нормативних документах України відсутні будь-які вказівки з приводу визначення розмірів розрахункової області, отримані в ході прогнозу напружено-деформованого стану основ ґрунтових гребель дані потребують перевірки і, в міру потреби, коригування.

Тому ми мали на меті знайти вирішення зазначених проблем шляхом побудови точних аналітичних залежностей напруг від координат і прикладеної до верхньої межі основи трапецеїдального зовнішнього навантаження.

Методи. Геомеханічні процеси

досліджували аналітичними і числовими математичними методами.

Наукова новизна. Отримано аналітичні залежності вертикальних нормальних, в основі ґрунтової греблі з трапецеїдальним профілем. Розглянуто профілі греблі у вигляді рівнобедреної і нерівнобедреної трапецій.

Практична значимість. Викладені у статті матеріали досліджень дозволяють виконати побудову проектного профілю

гребель із ґрунтових матеріалів з урахуванням сильної стисливості ґрунту і перевірку міцності основи ґрунтових гребель по глибині.

Крім того, отримані нами результати можуть бути використані для визначення нижньої межі стисливої товщі основ, до верхньої межі яких прикладене розподілене навантаження трикутної або трапецеїдальної форми.

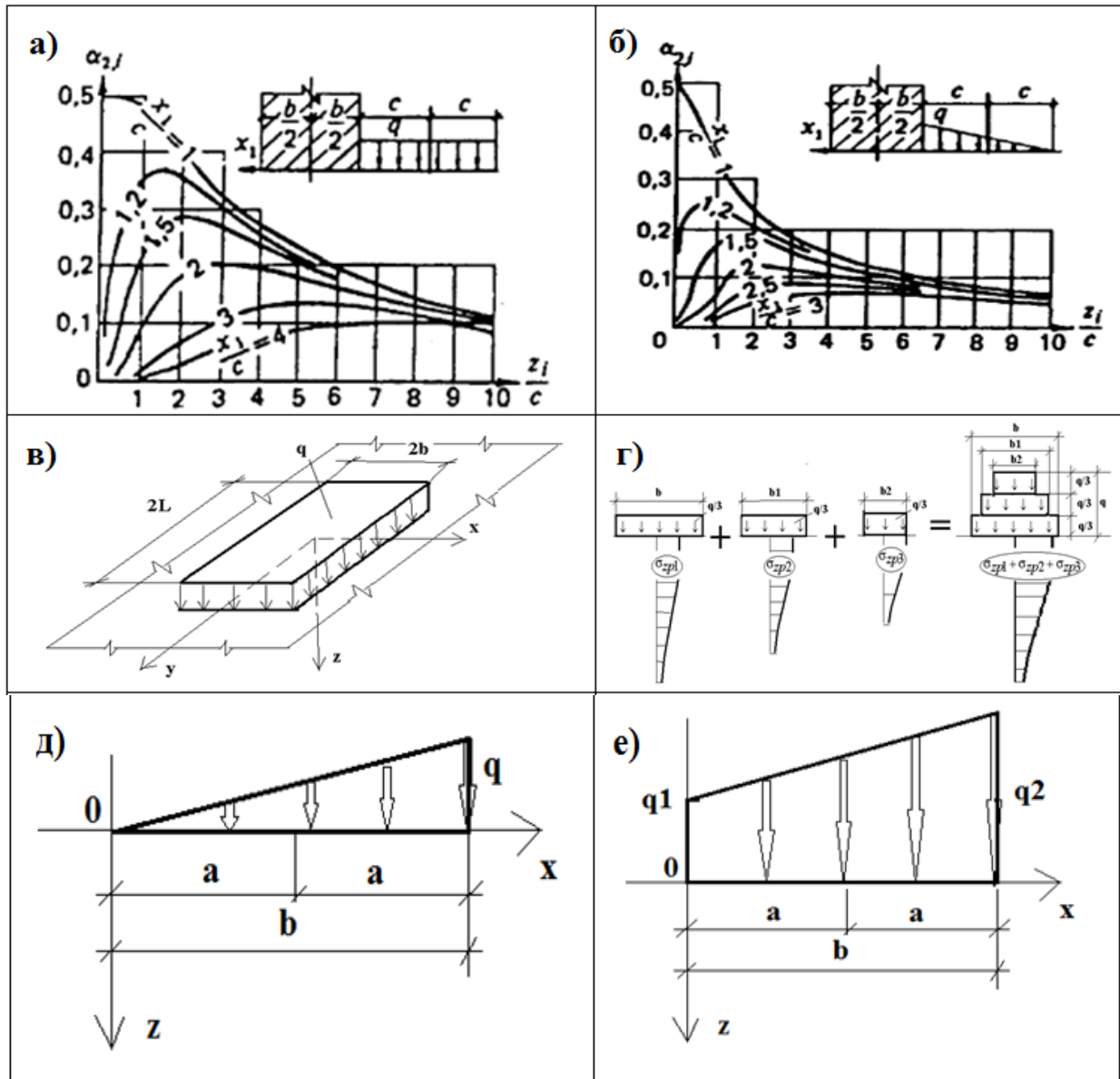


Рис. 1. Наведені в нормативних документах і технічній літературі види навантажень, які використовуються для визначення напружень в ґрунтових основах :

a і б – навантаження на основу, які розглядаються в [3; 4]; в) – те саме, в [1; 2]; д) і е) – те саме, в [10]

Аналіз досягнень у цій галузі. Наразі для визначення напружено-деформованого стану основ ґрунтових гребель

використовують види навантажень, показані на рисунку 1.

Матеріали і методика досліджень.

1. Розглядається невідомий випадок напружено-деформованого стану основи – гребля з ґрунтового матеріалу, довжина якої значно більша її ширини і висоти (рис. 2).

2. Поперечний профіль греблі має вигляд трапеції. При цьому в межах дамби можуть міститися матеріали з різною питомою вагою (наприклад, ядро і тіло і ядро греблі).

3. Тиск від ваги греблі на основу дорівнює добутку питомої ваги її матеріалу на висоту, рівну відстані від підосви греблі до денної поверхні греблі по вертикалі.

Необхідно:

1. В рамках моделі лінійного пружного ізоотропного середовища, умов плоскої деформації і наведеного на рисунку 2 навантаження отримати необхідні для визначення напружено-деформованого стану ґрунтових гребель точні аналітичні рішення.

2. Розробити алгоритм, що дозволяє враховувати для визначення осідання основ ґрунтових гребель різномірність матеріалів, із яких вони виготовлені.

3. Розробити алгоритм, що дозволяє враховувати для визначення осад ґрунтових гребель неоднорідність будови ґрунтової товщі.

4. Розробити алгоритм, що дозволяє одночасно враховувати викладені в пп. 1 і 2 чинники.

Виклад основного матеріалу дослідження. На першому етапі завдання досліджень сформульоване так: до основи прикладене трапецеїдальне вертикальне навантаження. У довільній точці основи з координатами потрібно визначити напруги, зумовлені цим навантаженням.

Ми використали показану на рисунку 2 схему профілю греблі, за допомогою якої трикутна епюра контактних тисків може бути перетворена на трапецеїдальне навантаження.

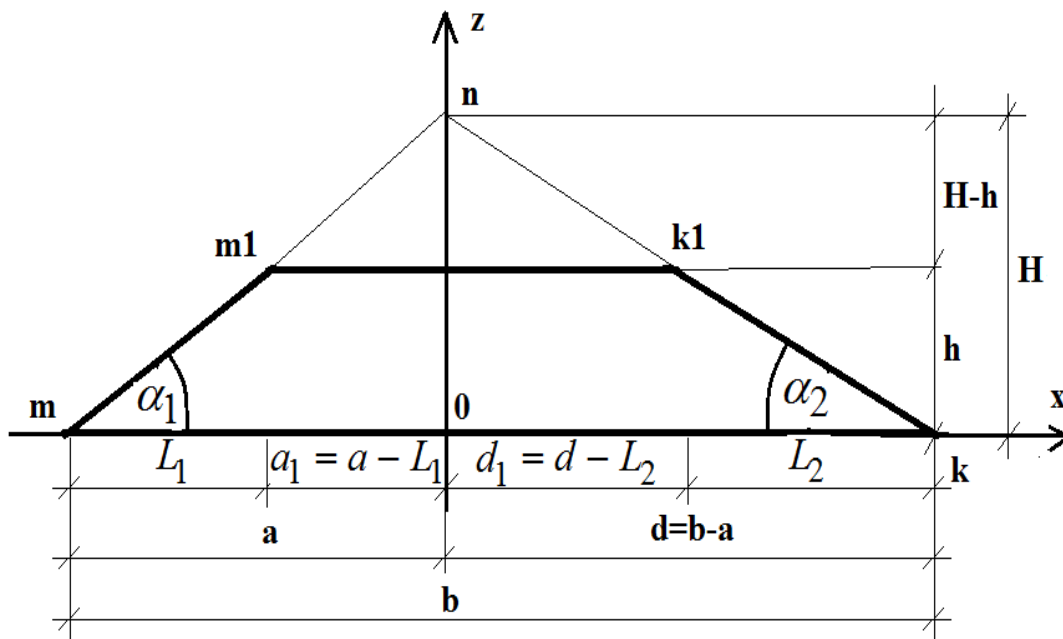


Рис. 2. До визначення геометричних розмірів ґрунтових гребель і навантаження на основу від її ваги.

Примітка: 1. Жирними лініями позначено контур греблі, а тонкими – допоміжні побудови.

2. H – висота греблі, b – ширина основи греблі; h – ширина гребеня греблі;

α_1 , α_2 – кути закладення лівого і правого укосів греблі відповідно

Для цього слід подати параметри контуру греблі у формульному вигляді. Маємо:

1. Координата будь-якої точки трикутника mnp може бути розрахована з використанням формули (1):

$$Z_{mnk}(x) = H \cdot \left\{ \left(1 + \frac{x}{a} \right) [U(x+a) - U(x)] + \left(1 + \frac{x}{d} \right) [U(x) - U(x-d)] \right\}. \quad (1)$$

Тут H, a и d – див. схему на рисунку 2, а $U(x)$ – ступінчаста функція Хевісайда [13].

2. Координата будь-якої точки трикутника m_1nk_1 на інтервалі висот $z \in (0, H-h)$ може бути розрахована з використанням формули (2):

$$Z_{m_1nk_1}(x) = (H-h) \cdot \left\{ \left(1 + \frac{x}{a_1} \right) \begin{bmatrix} U(x+a_1) - \\ -U(x) \end{bmatrix} + \left(1 + \frac{x}{d_1} \right) \begin{bmatrix} U(x) - \\ -U(x-d_1) \end{bmatrix} \right\}. \quad (2)$$

Тут H, h, a_1 и d_1 – див. схему на рисунку 2.

3. З використанням схеми на рисунку 2 і формул (1) і (2) знайдемо координату будь-якої точки трапеції mm_1k_1k .

Маємо:

$$\begin{aligned} Z_{mm_1k_1k}(x) &= Z_{mnk}(x) - Z_{m_1nk_1}(x) = \\ &= H \cdot \left\{ \left(1 + \frac{x}{a} \right) [U(x+a) - U(x)] + \left(1 + \frac{x}{d} \right) [U(x) - U(x-d)] \right\} - \\ &\quad (H-h) \cdot \left\{ \left(1 + \frac{x}{a_1} \right) \begin{bmatrix} U(x+a_1) - \\ -U(x) \end{bmatrix} + \left(1 + \frac{x}{d_1} \right) \begin{bmatrix} U(x) - \\ -U(x-d_1) \end{bmatrix} \right\} \end{aligned} \quad (3)$$

4. Для того, щоб визначити навантаження на основу від одного метра довжини ґрунтової греблі, слід помножити (3) на

питому вагу матеріалу греблі γ_{nl} і 1 метр. Маємо:

$$\begin{aligned} q(x) &= \gamma_{nl} \cdot [Z_{mnk}(x) - Z_{m_1nk_1}(x)] = \\ &= \gamma_{nl} \cdot H \cdot \left\{ \left(1 + \frac{x}{a} \right) [U(x+a) - U(x)] + \left(1 + \frac{x}{d} \right) [U(x) - U(x-d)] \right\} - \\ &\quad - \gamma_{nl} \cdot (H-h) \cdot \left\{ \left(1 + \frac{x}{a_1} \right) \begin{bmatrix} U(x+a_1) - \\ -U(x) \end{bmatrix} + \left(1 + \frac{x}{d_1} \right) \begin{bmatrix} U(x) - \\ -U(x-d_1) \end{bmatrix} \right\} \end{aligned} \quad (4)$$

Для визначення від координат використовуємо відоме фундаментальне рішення Фламана про вертикальну зосередженої сили, прикладеної до

горизонтальної верхньої межі півплощини і принцип супер положень (рис. 2).

Згідно з [14] маємо:

$$\sigma_z(x, z) = \frac{2 \cdot z^3}{\pi} \cdot \int_{x_1}^{x_2} q(\xi) \cdot d\xi / r(x, z, \xi)^4. \quad (5)$$

Тут: $\sigma_z(x, z)$ – вертикальні нормальні напруження. Далі знайдемо розподіл вертикальних нормальних напружень $\sigma_{z, mnk}(x, z)$ від в точці основи з

координатами (x, y) від наведеного на рисунку 1 навантаження, розподіленого по трикутнику mnk . Для цього у формулі (1) замінимо змінну x на змінну ξ , підставимо отриманий таким чином вираз у формулу (4)

і виконаємо процедуру інтегрування на інтервалі від $x_1 = -a$ до $x_2 = d$. Маємо:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{z,mnk}(x,z) &= \gamma \cdot H \cdot [\eta_1 \cdot \arctg(\chi_1) + \eta_2 \cdot \arctg(\chi_2) - \eta_3 \cdot x \cdot \arctg(\chi_0)]; \\ \eta_1 &= (-x+d)/(\pi \cdot d); \quad \eta_2 = (x+a)/(\pi \cdot a); \quad \eta_3 = (d+a)/(\pi \cdot a \cdot d); \\ \chi_0 &= x/z; \quad \chi_1 = (-x+d)/z; \quad \chi_2 = (x+a)/z; \quad d = b-a. \end{aligned} \right\}. \quad (6)$$

Далі знайдемо розподіл вертикальних нормальних напружень $\sigma_{z,m_1nk_1}(x,z)$ від в точці основи з координатами (x,y) від наведеного на рисунку 1 навантаження, розподіленого по трикутнику m_1nk_1 .

Для цього у формулі (2) замінимо змінну x на змінну ξ , підставимо отриманий таким чином вираз у верхню формулу (5) і виконаємо процедуру інтегрування на інтервалі від $x_1 = -a_1$ до $x_2 = d_1$.

Маємо:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{z,m_1nk_1} &= \gamma \cdot (H-h) [\eta_4 \cdot \arctg(\chi_3) + \eta_5 \cdot \arctg(\chi_4) - \eta_6 \cdot x \cdot \arctg(\chi_0)]; \\ \eta_4 &= (-x+d_1)/(\pi \cdot d_1); \quad \eta_5 = (x+a_1)/(\pi \cdot a_1); \quad \eta_6 = (d_1+a_1)/(\pi \cdot a_1 \cdot d_1); \\ \chi_3 &= (-x+d_1)/z; \quad \chi_4 = (x+a_1)/z; \quad d = b-a. \end{aligned} \right\}. \quad (7)$$

Залежність вертикальної нормальної напруги $\sigma_z(x,z)$ від координат знайдемо

як різницю напруг $\sigma_{z,mnk}(x,z)$ і $\sigma_{z,m_1nk_1}(x,z)$.

Маємо:

$$\begin{aligned} \sigma_z(x,z) &= \sigma_{z,mnk}(x,z) - \sigma_{z,m_1nk_1}(x,z) = \\ &= \gamma \cdot H \cdot [\eta_1 \cdot \arctg(\chi_1) + \eta_2 \cdot \arctg(\chi_2) - \eta_3 \cdot x \cdot \arctg(\chi_0)] - \\ &- \gamma \cdot (H-h) [\eta_4 \cdot \arctg(\chi_3) + \eta_5 \cdot \arctg(\chi_4) - \eta_6 \cdot x \cdot \arctg(\chi_0)] \end{aligned} \quad (8)$$

Тут $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4, \eta_5, \eta_6, \chi_0, \chi_1, \chi_2, \chi_3$, и χ_4 — див. формули (6) та (7).

Якщо поперечний переріз ґрунтової греблі має форму рівнобедреної трапеції, то звідки:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_z(x,z) &= \gamma \cdot H / \pi \cdot a \cdot [(x+a) \cdot \arctg(\chi_5) - 2 \cdot x \cdot \arctg(\chi_0) + \\ &+ (a-x) \cdot \arctg(\chi_6)] - \gamma \cdot (H-h) / (\pi \cdot a_1) \cdot [(x+a_1) \cdot \arctg(\chi_7) - \\ &- 2 \cdot x \cdot \arctg(\chi_0) + (a_1-x) \cdot \arctg(\chi_8)]. \quad \chi_5 = (x+a)/z; \\ \chi_6 &= (a-x)/z; \quad \chi_7 = (x+a_1)/z; \quad \chi_8 = (x-a_1)/z; \quad b = 2 \cdot a. \end{aligned} \right\}. \quad (9)$$

Результати. Отримано аналітичні залежності напруг в основі ґрунтових гребель від координат і прикладеної до верхньої межі основи трапецеїдального зовнішнього навантаження і показано методи урахування.

1. У рамках моделі основи у вигляді лінійного пружного ізотропного середовища і розрахункової схеми плоскої деформації отримано аналітичні залежності вертикальних нормальних напружень та деформацій півплощини, до верхньої межі

якої прикладене трапецеїдальне навантаження у вигляді одно- і нерівносторонні трапеції.

2. Ці дані необхідні для розрахунку по першій і другій групах граничних станів

основ гребель із ґрунтових матеріалів, насипів залізничних і автомобільних доріг та інших споруд, розташованих на основах, складених слабкими ґрунтами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-38:2016. Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від підтоплення та затоплення. Київ : ДП «УКРНДНЦ», 2017. 199 с.
2. ТКП 45-2.03-224-2010 (02250). Инженерная защита территории от затопления и подтопления. Строительные нормы проектирования.
3. СП 80.13330.2016. Гидротехнические сооружения речные. Актуализированная редакция СНиП 3.07.01-85. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456050592>
4. СП 39.13330.2012. Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84* (с Изменениями № 1, 2, 3). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095521>
5. ДБН В.2.1-10-2018. Основи та фундаменти споруд. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 104 с.
6. Флорин В. А. Основы механики грунтов [электронный ресурс]. URL: <https://dwg.ru/dnl/3808>
7. Нестерова Е. В. К определению коэффициента затухания вертикальных напряжений от собственного веса грунтовых плотин по глубине. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2015. № 12. С. 43–51.
8. PLAXIS 3D CE V21.00:1-Підручник.pdf. [Електронний ресурс]. URL: https://communities.bentley.com/cfs-file/key/communityserver-wikis-components-files/00-00-00-05-58/PLAXIS3DCE_2D00_V21.00_2D00_01_2D00_Tutorial_2D00_3D.pdf
9. Справочник по математике. Под ред. Г. Корн, Т. Корн. Москва : Наука, 1974. 840 с.
10. Шаповал В. Г., Седин В. Л., Шаповал А. В., Моркляник Б. В., Андреев В. С. Механика грунтов. Днепропетровск : «Пороги», 2010. 168 с.

REFERENCES

1. DSTU-N B V.1.1-38:2016. *Nastanova shhodo i`nzhenernogo zakhistu teritori`j, budi`vel` i` sporud vi`d pi`dtoplennya ta zatoplennya* [Guidelines for engineering protection of territories, buildings and structures from flooding and inundation]. Kyiv : DP "UKRNDNCz" Publ., 2017, 199 p. (in Ukrainian).
2. ТКП 45-2.03-224-2010 (02250). *Inzhenernaya zashhita territorii ot zatopleniya i podtopleniya. Stroitel`ny`e normy` proektirovaniya* [Engineering protection of the territory from flooding and flooding. Construction design standards]. (in Ukrainian).
3. SP 80.13330.2016. *Gidrotekhnicheskie sooruzheniya rechny`e* [Hydraulic structures are river. Updated edition]. Aktualizirovannaya redakciya SNIP 3.07.01-85. (in Ukrainian).
4. SP 39.13330.2012. *Plotiny` iz gruntovy`kh materialov. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 2.06.05-84* (s Izmeneniyami № 1, 2, 3)* [Dams from soil materials. Updated edition of CN&R 2.06.05-84* (with changes no. 1, 2, 3)]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095521> (in Ukrainian).
5. *DBN V.2.1-10-2018. Osnovi ta fundamenti sporud* [SCN V.2.1-10-2018. Basis and foundation building]. Kyiv: Ministry of Regional Development, 2018, 104 p. (in Ukrainian).
6. Florin V.A. *Osnovy` mekhaniki gruntov* [Fundamentals of Soil Mechanics]. Electronic source: URL: <https://dwg.ru/dnl/3808>. (in Russian).
7. Nesterova O. V. *K opredeleniyu koefficienta zatuhaniya vertikal`nyh napryazhenij ot sobstvennogo vesa gruntovyh plotin po glubine* [Determination of the coefficient of attenuation of vertical stresses from the own weight of earth dams in depth]. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2015, no. 12, pp. 43–51. (in Ukrainian).
8. *PLAXIS 3D CE V21.001-Pi`druchnik.pdf*. Electronic resource. URL: https://communities.bentley.com/cfs-file/key/communityserver-wikis-commentsfiles/0000000558/PLAXIS3DCE_2D00_V21.00_2D00_01_2D00_Tutorial_2D00_3D.pdf (in Ukrainian).
9. Korn H. and Korn T. *Spravochnyk po matematyke* [Mathematical Handbook]. Moscow : Nauka Publ., 1974, 840 p. (in Russian).
10. Shapoval V.G., Sedin V.L., Shapoval A.V., Morklyanik B.V. and Andreev V.S. *Mehanika gruntov* [Soil Mechanics]. Dnipropetrovsk : "Porogy" Publ., 2010, 168 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 03.04.2021.

АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ

УДК 347.781.53:378.014.15:37.062

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.138.761

**ДОТРИМАННЯ ПРАВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
У ЗВО УКРАЇНИ ЯК ВАЖЛИВИЙ ЧИННИК
АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ**

САВИЦЬКИЙ М. В.¹, *докт. техн. наук, проф.*,
ЄВСЄЄВА Г. П.², *докт. наук з держ. упр., проф.*,
БАБЕНКО В. А.^{3*}, *канд. іст. наук, доц.*

¹ Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: sav15@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-0002-0003

² Кафедра українознавства, документознавства та інформаційної діяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: veysieieva.halyna@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

^{3*} Кафедра українознавства, документознавства та інформаційної діяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: ukr@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-7105-4653

Анотація. Постановка проблеми. Інтеграція України до європейського освітнього, соціального та культурного простору сьогодні, як ніколи, залежить не тільки від модернізації вищої освіти, відкриття нових освітніх програм, запровадження інноваційних методів навчання, але й від слідування закладами вищої освіти України запровадженим передовими університетами світу принципів академічної доброчесності, які мають бути запобіжником багатьох негативних явищ та мотиваційними стимулами для прогресивного розвитку науково-освітнього середовища Української держави. Науково-освітні заклади у сучасних умовах мають зробити вагомий внесок у наукові та соціальні інновації в державі, активно сприяти її інтелектуальному, інноваційному, інвестиційному іміджу на міжнародному рівні. Держава повинна створювати максимально сприятливі умови та стимулювати науковців до наукової творчості, до розкриття власного інтелектуального потенціалу, що сприятиме більш ефективному розвитку наукової сфери – умови дотримання права інтелектуальної власності, як важливого чинника академічної доброчесності у ЗВО України. **Мета.** Метою роботи є дослідження щодо дотримання принципів академічної доброчесності в освітній сфері, як фактору створення та правомірного використання об'єктів права інтелектуальної власності, формування ментальної культури інтелектуальної власності в освітньому середовищі ЗВО України. **Висновки.** Без знання права інтелектуальної власності, його основних законодавчих норм, неможливо повною мірою дотримуватися принципів академічної доброчесності. Тому дотримання права інтелектуальної власності в системі вищої освіти є важливим фактором підготовки фахівців, розуміння ними цінності власних досягнень та вигод, які можна отримати через інновації та використання прав на результати власної творчості, фахівців, що будуть сприяти розбудові такого суспільства, де завдяки якісному забезпеченню захисту прав ІВ буде запроваджено і культуру академічної доброчесності. Категорія академічна доброчесність має розглядатися як взаємозв'язок важливих двох складових, які доповнюють одна одну, а саме: як система правових та морально-етичних принципів й правил у здобутті вищої освіти та наданні освітніх послуг, які забезпечують високу якість отриманих навчальних та наукових результатів та як система знань з права інтелектуальної власності, що формують креативний стиль мислення у молоді, здатність творити і ефективно розв'язувати складні міждисциплінарні завдання, не порушуючи моральних та законодавчих норм інтелектуальної власності.

Ключові слова: інтелектуальна власність; академічна доброчесність; принципи академічної доброчесності; вища освіта; освітні послуги; ЗВО України

COMPLIANCE WITH INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS OF UKRAINE AS AN IMPORTANT FACTOR OF ACADEMIC INTEGRITY

SAVYTSKYI M.V.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
YEVSIEIEVA H.P.², *Dr. Sc. (Publ. Admin.), Prof.*,
BABENKO V.A.^{3*}, *Cand. Sc. (History), Assoc. Prof.*

¹ Department of Reinforce-Concrete and Stone Constructions, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: sav15@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-0002-0003

² Department of Ukrainian Studies, Documentation and Information Activity, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: evseeva@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

^{3*} Department of Ukrainian Study, documentation and information activities, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: ukr@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-7105-4653

Abstract. Problem statement. Ukraine's integration into the European educational, social and cultural space today, more than ever, depends not only on the modernization of higher education, the opening of new educational programs, the introduction of innovative teaching methods, but also on the compliance by Ukrainian higher education institutions of the principles of academic integrity, which are introduced by the leading universities of the world and should be a safeguard against many negative phenomena and motivational incentives for the progressive development of the scientific and educational environment of Ukraine. Scientific and educational institutions in modern conditions must make a significant contribution to scientific and social innovations in the country, actively promote its intellectual, innovative, investment image at the international level. The state must create the most favorable conditions and stimulate scientists to scientific creativity, to reveal their own intellectual potential, which will contribute to more effective development of the scientific sphere – the conditions of intellectual property rights as an important factor of academic integrity in Ukraine. **The purpose of the article.** The purpose of the study is to consider the compliance of the principles of academic integrity in the educational sphere, as a factor in the creation and lawful use of intellectual property rights, the formation of a mental culture of intellectual property in the educational environment of Ukraine. **Conclusion.** Without understanding of basic legal norms of intellectual property law, it is impossible to fully adhere to the principles of academic integrity. Therefore, compliance with intellectual property rights in higher education is an important factor in training professionals, their understanding of the value of their own achievements and benefits that can be obtained through innovation and the use of rights to their own work, such professionals will contribute to the development of a society, where due to high-quality protection of IP rights, a culture of academic integrity will be introduced. The category of academic integrity should be considered as the relationship of two important components that complement each other, namely: as a system of legal, moral and ethical principles and rules in higher education and educational services that ensure high quality educational and scientific results and as a system of knowledge on intellectual property law, forming a creative style of young people's thinking, the ability to create and effectively solve complex interdisciplinary problems, without violating the moral and legal norms of intellectual property.

Keywords: *intellectual property; academic integrity; principles of academic integrity; higher education; educational services; higher education institutions of Ukraine*

Постановка проблеми. Інтеграція України до європейського освітнього, соціального та культурного простору сьогодні, як ніколи, залежить не тільки від модернізації вищої освіти, відкриття нових освітніх програм, запровадження інноваційних методів навчання, але й від слідування закладами вищої освіти України принципам академічної доброчесності, запровадженням передовими університетами світу, які мають бути запобіжником багатьох негативних явищ та

мотиваційними стимулами для прогресивного розвитку науково-освітнього середовища Української держави. Науково-освітні заклади у сучасних умовах мають зробити вагомий внесок у наукові та соціальні інновації в державі, активно сприяти її інтелектуальному, інноваційному, інвестиційному іміджу на міжнародному рівні. Але й від держави очікується «...формування нової наукової політики, побудова нової моделі взаємовідносин між науковцями, державою та суспільством, за

якої дотримуватиметься рівність інтересів держави та вченого, створення таких інституційних форм, які сприятимуть збільшенню попиту на інтелектуальні продукти, що продукують ЗВО. Держава повинна створювати максимально сприятливі умови <...>, що стимулюватимуть науковців до наукової творчості, до розкриття власного інтелектуального потенціалу, сприятимуть більш ефективному розвитку наукової сфери і країни у перспективі» [1]. До таких умов, у першу чергу, належить дотримання права інтелектуальної власності як важливого чинника академічної доброчесності у ЗВО України.

Аналіз публікацій. Проблема академічної доброчесності є темою наукових розвідок зарубіжних дослідників ще з 60-х років минулого століття, після декларування більшістю американських університетів доброчесного ставлення до навчання. Наразі поняття «академічна доброчесність» не тільки закріплено законодавчо, але розглядається в чисельних наукових розвідках вітчизняних дослідників, таких як: Ю. Д. Батан, Ю. В. Гаруст, Л. М. Грицаєнко, О. М. Рижко, А. С. Штефан, В. В. Ткаченко. І, хоча академічна доброчесність, як наукова тема, набула останнім часом досить широкого вивчення, особливо у зв'язку з прийняттям провідними ЗВО України нормативно-правових документів щодо імплементації закону України «Про освіту», зокрема статті 42 – Академічна доброчесність – [3], розгляд цієї категорії у співвідношенні з правом інтелектуальної власності є надзвичайно актуальним й нагальним для закладів вищої освіти та потребує подальших досліджень.

Метою роботи є дослідження щодо дотримання принципів академічної доброчесності в освітній сфері як фактору створення й правомірного використання об'єктів права інтелектуальної власності та формування ментальної культури інтелектуальної власності в освітньому середовищі ЗВО України.

Виклад матеріалу. Важливим чинником академічної доброчесності у ЗВО України має бути визнання права інтелектуальної власності, повага до наукових доробків, результатів творчої діяльності авторів. Це матиме значний вплив не тільки на формування нової ментальності й запровадження культури інтелектуальної власності у наукових колах та на формування інтелектуального капіталу, а й ефективне використання інтелектуального потенціалу Української держави. Національна стратегія у сфері інтелектуальної власності на період 2020–2025 роки однією з найважливіших стратегічних цілей розвитку вищої освіти в сучасний період вбачає «підвищення рівня знань з інтелектуальної власності <...> з метою зростання конкурентоспроможного людського капіталу задля високотехнологічного, інноваційного розвитку країни, створення умов для самореалізації й креативності особистості, забезпечення потреб суспільства, ринку праці і держави у кваліфікованих кадрах» [2, с. 96]. Специфічними заходами досягнення стратегічних цілей між іншим названо й «...здійснення послідовної політики з академічної доброчесності у вищій освіті та науці із запровадженням відповідних механізмів та інструментів, у т. ч. із недопущення плагіату, зокрема враховуючи позитивний досвід співпраці МОН України, ВНЗ, наукових установ та Unicheck; поширення наукових досліджень у сфері власності (ІВ) у ВНЗ та наукових установах з метою підготовки дисертаційних робіт для забезпечення сфери науки та освіти висококваліфікованими кадрами» [2, с. 96]. У попередніх дослідженнях нами вже аналізувалися заклади вищої освіти як надзвичайно важливий чинник підвищення ефективності інтелектуального потенціалу держави, бо значний відсоток з усіх результатів науково-технічної творчості, що створюються в державі, належить науково-педагогічним працівникам закладів вищої освіти (ЗВО). «Саме науково-педагогічний контингент вищого навчального закладу продукує

об'єкти права інтелектуальної власності (далі – ОПІВ), що зумовлено безперервністю процесу творчості у навчальних закладах. Окрім того, заклади вищої освіти, які готують фахівців за різними напрямками, є унікальними науковими установами завдяки концентрації різнопланового наукового потенціалу, <...> співпраці на стику наук, що дає можливість вирішувати будь-які творчі завдання науково-прикладного характеру» [1, с. 93]. Та під час вирішення означених завдань відбувається і значна частина дій, які входять до порушення принципів академічної доброчесності, такі як плагіат, фальсифікація, порушення принципів співавторства, недотримання правил цитування тощо, дій, що вкрай негативно впливають і на дотримання права інтелектуальної власності.

Вимоги щодо академічної доброчесності учасників освітнього процесу, основні види порушень, відповідальність за них визначає стаття 42 Закону України «Про освіту» [3]. Також у 2018 р. Міністерство освіти і науки України надало закладам вищої освіти методичні рекомендації із застосування цих вимог. Але закріплення академічної доброчесності на законодавчому рівні не позбавило проблем, бо, на думку МОНУ, деякі ЗВО, наукові установи, спеціалізовані вчені ради та редакції наукових видань почали на свій розсуд інтерпретувати та застосовувати окремі норми цього Закону. На думку авторів статті, дієвому запровадженню принципів академічної доброчесності у ЗВО України заважає й ще досі не сформована культура щодо дотримання права інтелектуальної власності й відсутність знань у галузі інтелектуальної власності. У Національній стратегії у сфері інтелектуальної власності на період 2020–2025 роки відзначається, що система інтелектуальної власності в Україні довгий час не була об'єктом критичного аналізу з позицій просвітництва. Серед основних суспільно-освітніх проблем щодо правового регулювання прав інтелектуальної власності вказано також на: «...неготовність суспільства поважати право інтелектуальної

власності, на існуючу зневагу до охорони результатів інтелектуальної праці, на відсутність в державі дієвих механізмів охорони та захисту результатів інтелектуальної творчості і, як наслідок, на великі масштаби порушень права інтелектуальної власності» [2, с. 75].

До нехтування правами авторів в українському суспільстві та у сфері вищої освіти, зокрема, є суперечливість законодавства з інтелектуальної власності, окремі законодавчі акти якого не приведені у відповідність між собою, а також мають деяку неузгодженість із законодавчим унормуванням академічної доброчесності, зокрема щодо нової, творчої ідеї, як першооснови для створення будь-якого результату творчої діяльності людини. Так, згідно Закону України «Про авторське право і суміжні права» (ст. 8, п. 3), передбачена законом правова охорона поширюється тільки на форму вираження твору і не поширюється «...на будь-які ідеї, теорії, принципи, методи, процедури, процеси, способи, концепції, відкриття, навіть якщо вони виражені, описані, пояснені, проілюстровані у творі» [4]. Як бачимо, ідея сама по собі, якщо вона не втілена в результат творчої діяльності та не виражена в об'єктивній формі, не є об'єктом права інтелектуальної власності та не підлягає правовій охороні. Тобто на ідею, як таку, не можна закріпити авторське право й так само її не можна запатентувати. У той же час, з точки зору академічної доброчесності, неприпустимим є явище, яке вже закріпило за собою назву «плагіат ідей». Це явище має умови для розповсюдження саме у науковому освітньому середовищі. Та зважаючи на те, що ідея не захищена сьогодні ні авторським, ні патентним правом – правом інтелектуальної власності, необхідно пам'ятати, що втілення нової, творчої ідеї у будь-яку об'єктивну форму одразу зробить її твором – об'єктом правової охорони авторського права. Або ж, реалізація ідеї в технічному (технологічному) рішенні та відповідність її втілення умовам обороноздатності надає можливість її захисту патентним правом.

Порушення права інтелектуальної власності та принципів академічної доброчесності досить часто прослідковується під час спільних творчих проєктів у співавторстві, поширеній формі розробки наукових результатів у ЗВО. Більшість винаходів, корисних моделей та промислових зразків, тез, наукових статей, підручників створюються у співавторстві. Якщо співавторство, свідомо або несвідомо, плутають зі співробітництвом, то з цього й починається недотримання права

інтелектуальної власності та принципів академічної доброчесності. Технічна або навіть матеріальна підтримка наукової розробки, підбирання наукових текстів з Інтернету, набір тексту на комп'ютері в жодному разі не буде співавторством, якщо до цих складників проєкту не докладений творчий результат. Необхідною умовою для спільної наукової роботи, яка вважається співавторством згідно Закону України «Про авторське право і суміжні права», є творчий характер спільної роботи авторів (рис. 1).

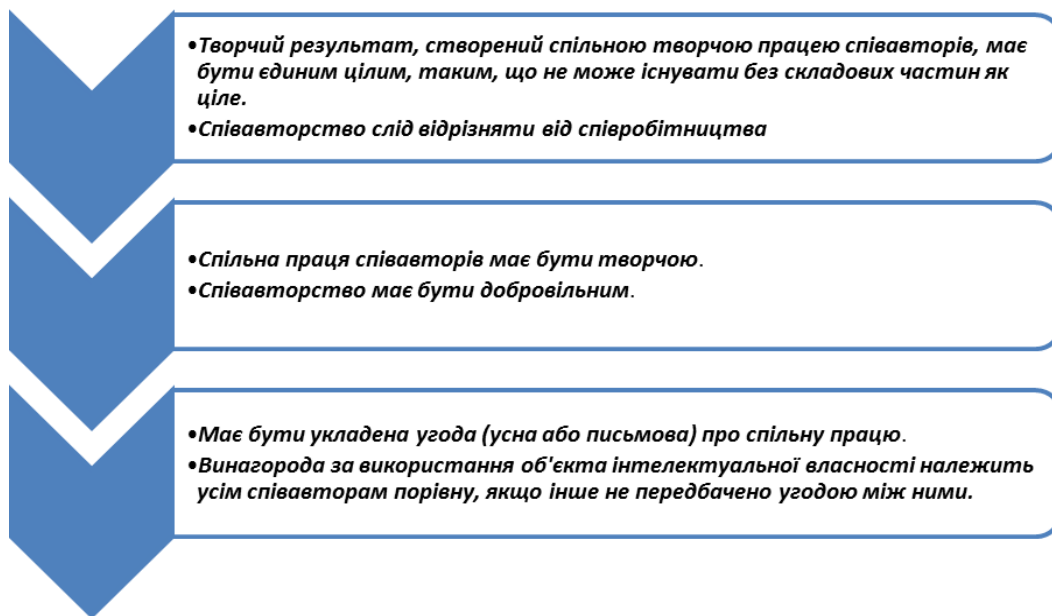


Рис. 1. Необхідні умови для визнання співавторства : розроблено авторами на основі джерел [4; 5, с. 436]

Згідно Закону України «Про авторське право і суміжні права» існує два види співавторства : роздільне та нероздільне (рис. 2). Найбільша кількість порушень права інтелектуальної власності та принципів академічної доброчесності відбувається за умови нероздільного співавторства, коли неможливо виділити працю кожного співавтора. За нероздільного співавторства, прикладом якого є тези, наукові статті, коли факт співробітництва, замість співавторства довести за допомогою права інтелектуальної власності практично неможливо, дієвим запобіжником має бути академічна доброчесність співавторів, дотримання ними таких її основних принципів як повага та довіра, чесність, персональна відповідальність, тощо [6].

Сумісна праця, як у роздільному, так і у нероздільному співавторстві має бути творчою з боку усіх співавторів. Автори об'єднують творчий процес і працюючи разом, намічають план, структуру твору, визначають кожному учаснику ту частину, яку він повинен створити. Звертає на себе увагу норма, прописана в законодавстві та представлена на рисунку 2, що за нероздільного співавторства об'єкт спільної праці може використовуватись лише за спільною угодою авторів. Тому, якщо співавторство можна розділити, (наприклад, під час видання підручників, навчальних посібників, створених колективом авторів), то це необхідно зробити обов'язково, зважаючи на проблеми, які в подальшому можуть виникнути між співавторами за нероздільного співавторства.

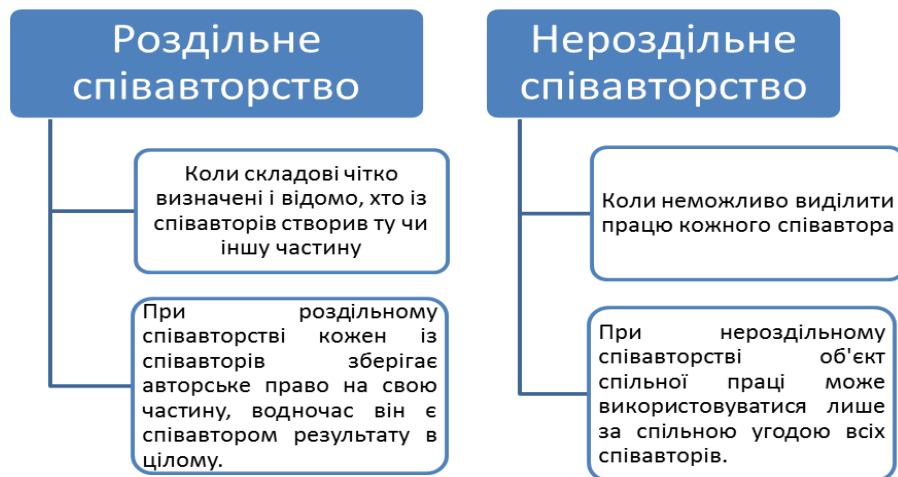


Рис. 2. Два види співавторства: розроблено авторами на основі джерела [4]

Суб'єктами авторського права можуть бути не лише автори, а й роботодавці, коли йдеться про так звані службові результати творчої діяльності, які найчастіше створюються саме у сфері вищої освіти. За певних умов роботодавець визнається суб'єктом права інтелектуальної власності незалежно від волі автора, хоча його не можна визнавати правонаступником, оскільки право інтелектуальної власності не переходить до нього від автора. Взаємовідносини між авторами та роботодавцями під час створення службових творів також вимагають дотримання принципів академічної доброчесності. «Чітко прописані службові обов'язки науково-педагогічних працівників у трудових договорах (контрактах), їх права та обов'язки відносно створення службових творів, а також відповідальність роботодавця (керівництва ЗВО) щодо службових ОПВ можуть стати запобіжником від порушень прав інтелектуальної власності у ЗВО України. Безумовно, науково-педагогічні працівники (автори) теж мають визнавати право ЗВО в особі роботодавця на об'єкти, створені на виконання службового завдання. Особливо, якщо працівник (автор) використовував для створення ОПВ матеріально-технічну базу закладу, будь-які технічні засоби, устаткування, лабораторії, інформацію, тощо. Але й роботодавець (ЗВО) має визнавати права науково-педагогічних працівників, захищати ці права...» [7, с. 63]. До сьогодні в Україні існує правова колізія,

пов'язана з протиріччям поєднання трудового права та права інтелектуальної власності у ЗВО України. Авторами «службових творів» є науково-педагогічні працівники, які перебувають у відносинах трудового найму у зв'язку з реалізацією трудових відносин, за трудовим договором та належать до сфери трудового права національного законодавства. Суб'єктом права, згідно цієї правової норми, є працівник як сторона трудового договору, а не як автор, тобто суб'єкт права інтелектуальної власності. У зв'язку з недоліками національного законодавства та відсутністю правового тлумачення цих протиріч, що негативно впливають на реалізацію прав науково-педагогічних працівників щодо ОПВ у ЗВО України, велика надія покладається на дотримання принципів академічної доброчесності всіма учасниками освітнього процесу.

Академічна доброчесність може стати запобіжником також від поширення у науковому середовищі явища, яке є характерним для сфери політики, коли деякі політичні діячі користуються послугами так званих «літературних поденників» або гетеронімів, які пишуть твори (так звані «гетеронімні твори») на замовлення іншої особи, яка оприлюднює такий твір від власного імені. У Законі «Про авторське право і суміжні права» цього терміну не існує. Але щодо цього явища, яке на нашу думку стосується не лише політичної, а й освітньої сфери, науково-практичний коментар до Цивільного кодексу України

дає розлогі пояснення. Оскільки взаємини між співавторами згідно ст. 436 ЦК України можуть визначатися угодою між ними (рис. 1), то автор твору і його замовник можуть розглядатися як співавтори, коли «...один розповідає про те, що було чи вигадане, а інший це записує і переробляє» [8, с. 122]. Працю гетероніма замовник оплачує за умови, що останній «...виявить бажання опублікувати твір анонімно, а замовник – під своїм власним ім'ям, і що гетеронім відмовиться від претензій на авторську винагороду під час опублікування твору. Таким чином з'являється твір лише з одним автором – замовником, який стає повноправним власником авторського права на твір <...>. Все начебто за законом, але проглядається явна моральна неохайність замовника» [8, с. 122]. Таку «моральну неохайність» необхідно розуміти як приклад академічної недоброчесності, якщо це стосується прикладів з освітньої сфери (зокрема, майже за такою схемою пишуться дисертаційні дослідження на замовлення). Оскільки національне законодавство поки що не має необхідної нормативної бази для запобігання такій практиці, то тут мають спрацювати основні принципи академічної доброчесності, формуючи академічну культуру співпраці.

Окрім вже названих аспектів великою проблемою академічного середовища є недопущення плагіату. 4 квітня 2018 року ТОВ «Антиплагіат» (Unicheck) та МОН України уклали Меморандум, згідно до якого українські ЗВО отримали можливість найближчі сім років безкоштовно використовувати надсучасний сервіс перевірки наукових робіт на плагіат. На червень 2019 року 130 закладів освіти підписало договори із компанією. Згідно зі статистикою Unicheck 173, в Україні (користувачі сервісу, які за географічною прив'язкою IP адреси знаходяться в Україні) у 2018 році середній показник текстових збігів у перевірених системою роботах сягнув 33,16 % [2, с. 78]. МОН України надав ЗВО кілька документів із рекомендаціями з академічної доброчесності для закладів вищої освіти (лист МОН від

23.10.2018 р. № 1/9-650, лист МОН від 15.08.2018 р. № 1/11-8681) [9; 10].

В Аналітичній записці «Запобігання окремих проблем і помилок у практиках забезпечення академічної доброчесності», підготовленій МОН України пояснюється, що «...академічний плагіат не зводиться до текстових збігів, а може стосуватися також некоректного запозичення фактів, гіпотез, числових даних, методик, ілюстрацій, формул, моделей, програмних кодів, тощо. З іншого боку, текстові збіги можуть бути як академічним плагіатом, так і коректними цитуваннями, загальновідомою інформацією, посиланнями на літературні джерела й т. п. Критерії зарахування текстових збігів до академічного плагіату визначені «Рекомендаціями щодо запобігання академічному плагіату та його виявлення в наукових роботах» [11]. Зазвичай, у наукових текстах – статтях, тезах, монографіях, підручниках, наукових звітах – науково-педагогічні працівники широко використовують цитування як нормативних документів, так і джерел інших авторів. Згідно Закону України «Про авторське право і суміжні права» (ст. 1. Визначення термінів) цитатою вважається «...порівняно короткий уривок з літературного, наукового чи будь-якого іншого опублікованого твору, який використовується, з обов'язковим посиланням на його автора і джерело цитування, іншою особою у своєму творі з метою зробити зрозумілішими свої твердження або для посилання на погляди іншого автора в автентичному формулюванні» [4]. Але в освітньому процесі (зокрема, в лекціях) виникає необхідність звернутися до підручників, посібників провідних вчених з того чи іншого питання та використати для пояснень цитати більшого обсягу або навіть великі наукові тексти. Закон України «Про авторське право і суміжні права» (ст. 23, пп. 1, 2) дозволяє таке використання з дотриманням законодавчих норм використання цитат достатньо великого обсягу і навіть відтворення цілісних творів. Згідно Закону дозволяється використання джерела запозичення без згоди автора

(табл.), але з навчальною просвітницькою метою та в обсязі, виправданому поставленою метою (навчання).

Таблиця

Використання джерела запозичення без згоди автора

Згідно Закону України «Про авторське право і суміжні права» (ст. 23, пп. 1, 2) без згоди автора, але з обов'язковим зазначенням імені автора і джерела запозичення допускається:		
Використання цитат (коротких уривків) з опублікованих творів в обсязі, виправданому поставленою метою (навчання)	Репрографічне відтворення одного примірника твору, у разі коли такий примірник використовується з метою освіти, навчання і приватного дослідження	Репрографічне відтворення навчальними закладами для аудиторних занять, опублікованих статей та інших невеликих за обсягом творів, а також уривків творів з ілюстраціями

Таблицю створено авторами згідно джерела [4].

Законом України «Про авторське право і суміжні права» (ст. 23) та ЦК України (ст. 444 «Випадки правомірного використання твору без згоди автора») прописано приклади вільного відтворення та

репрографічного відтворення навчальними закладами для аудиторних занять навіть примірників творів інших авторів (рис. 3).

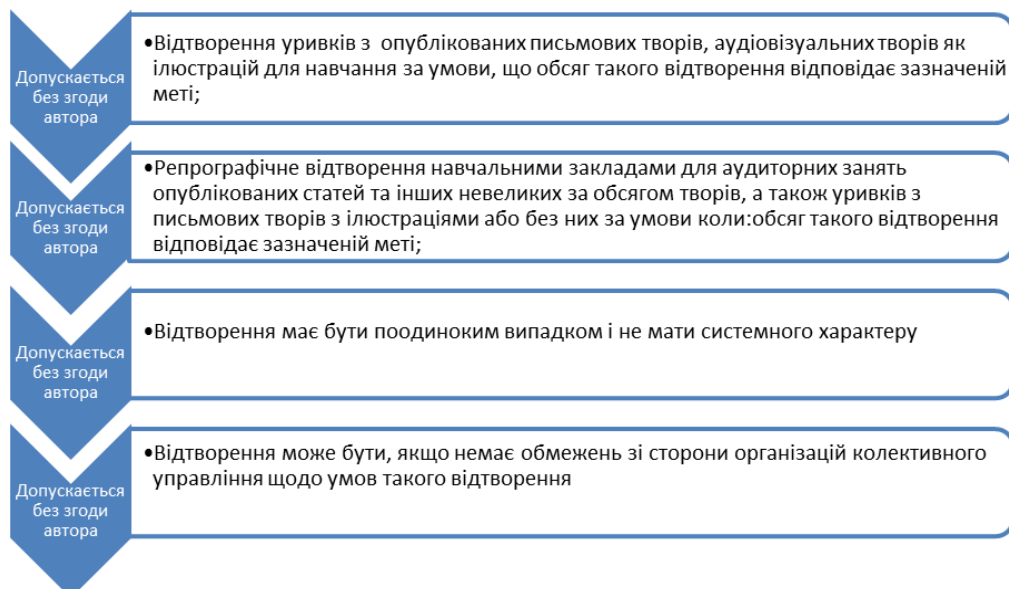


Рис. 3. Вільне відтворення примірників твору для навчання : розроблено авторами на основі джерел [4; 5]

Зважаючи на перехід до дистанційного навчання під час пандемії COVID-19, коли для проведення онлайн-занять науково-педагогічні працівники створюють свій навчальний контент та розміщують його з навчальною метою на різних освітніх платформах та в мережі Інтернет, необхідно бути особливо уважними до цих законодавчих норм. Бо, якщо навіть використання творів інших авторів буде зроблено з посиланням та обсяг цього використання буде виправдано навчальною метою, під час розміщення таких навчальних матеріалів на освітніх

платформах на постійній основі досить важко буде дотриматись виконання пункту закону, що «відтворення має бути поодиноким випадком та не мати системного характеру» [4; 5].

Таким чином, погоджуючись з думкою науковців, що академічна доброчесність є «...підґрунтям й дієвим інструментом надання й здобуття якісної вищої освіти, дотримання принципів, закладених у освітню діяльність та виховання цінностей академічної гідності» [12].

Слід все ж наголосити, що без знання права інтелектуальної власності, його

основних законодавчих норм буде неможливо повною мірою дотримуватися принципів академічної доброчесності. Тому знання права інтелектуальної власності в системі вищої освіти є важливим фактором підготовки фахівців, розуміння ними цінності власних досягнень та вигод, які можна отримати через інновації та використання прав на результати власної творчості фахівців, що будуть сприяти розбудові такого суспільства, де завдяки якісному забезпеченню захисту прав ІВ буде запроваджено і культуру академічної доброчесності. «Це також сприятиме міжнародній інтеграції та інтеграції системи вищої освіти України у Європейський простір вищої освіти та Європейський дослідницький простір, з урахуванням збереження і розвитку досягнень та

прогресивних традицій національної вищої школи» [2, с. 76].

Розуміючи під академічною доброчесністю «...багатогранну категорію, яка визначає систему правових та морально-етичних принципів й правил при здобутті вищої освіти та наданні послуг із вищої освіти, які забезпечують високу якість отриманих навчальних та наукових результатів» [12], надзвичайно важливим є таке доповнення цього визначення: на основі знань з права інтелектуальної власності, що формують креативний стиль мислення у молоді, здібність творити і ефективно розв'язувати складні міждисциплінарні завдання, не порушуючи моральних та законодавчих норм інтелектуальної власності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ступнікер Г. Л., Бабенко В. А. Інтелектуальний потенціал як ключовий чинник формування інтелектуального капіталу ЗВО України. *Економічний простір*. № 165. 2021. 148 с. С. 91–96.
2. Національна стратегія у сфері інтелектуальної власності на період 2020–2025 роки (проект). URL: <http://nipo.org.ua/activity/stvorennnya-efektivnogo-navchalnogo-centru-u-sferi-intelektualnoi-vlasnosti-iv>
3. Про освіту. Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. Стаття 42, частина 4. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>
4. Про авторське право і суміжні права : Закон України від 23.12.1993 № 3792-XII. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3792-12>
5. Цивільний кодекс України : текст відповідає офіційному станом на 1 квітня 2012 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1540-06#Text>
6. Кодекс честі ДВНЗ ПДАБА : сайт ПДАБА. URL: <https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2018/04/z-vstavkami.pdf>
7. Бабенко В. А. Реалізація прав інтелектуальної власності на службові твори у ЗВО України. Методологія оцінки вартості майнових прав інтелектуальної власності та практичні аспекти її застосування. *Всеукр. сем. з проблем економіки інтелектуальної власності : зб. наук. пр. III Всеукр. наук.-практ. конф.* (24 вересня 2020 р., м. Київ) : електр. зб. Київ : НДІ інтелектуальної власності НАПрН України, 2020. 192 с. С. 58–66.
8. Право інтелектуальної власності : науково-практичний коментар до Цивільного кодексу України. За заг. ред. М. В. Паладія, Н. М. Мироненко, В. О. Жарова. Київ : Парламентське вид-во, 2006. 432 с.
9. Методичні рекомендації для закладів вищої освіти із підтримки принципів академічної доброчесності; розширений глосарій термінів та понять ст. 42 «Академічна доброчесність» Закону України «Про освіту». Лист МОН від 23.10.2018 р. № 1/9-650. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/yak-pidtrimati-akademichnu-dobrochesnist-v-universiteti-mon-rozrobilo-ta-nadislalo-na-zvo-rekomendaciyi-z-akademichnoyi-dobrochesnosti>
10. Рекомендації щодо запобігання академічному плагіату та його виявлення в наукових роботах (авторефератах, дисертаціях, монографіях, наукових доповідях, статтях тощо). Лист МОН від 15.08.2018 р. № 1/11-8681. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/akredytatsiya/instruktsiya-list/1-11-8681-vid-15082018-rekomendatsii-shchodo-zapobigannya-akademichnomu-plagiatu.pdf>
11. Аналітична записка «Запобігання окремих проблем і помилок у практиках забезпечення академічної доброчесності». Лист МОН від 20.05.2020 р. №1/9-263 «До питання уникнення проблем і помилок у практиках забезпечення академічної доброчесності». URL: https://mon.gov.ua/ua/npa/do-pitannya-uniknennya-problem-i-pomilok-u-praktikah-zabezpechennya-akademichnoyi-dobrochesnosti?fbclid=IwAR1VYIpsJhbTwD7PQ_kbqHJECgeq5WNV-3KH1ALgfZT4qL_1UK89j5Cv_5XI
12. Чумак О. В. Концепт категорії академічної доброчесності у вищій освіті. *Теорія та методика управління освітою*. 2017. № 2 (20). URL: http://umo.edu.ua/images/content/nashi_vydanya/metod_upr_osvit/v2_17/%D0%A7%D1%83%D0%BC%D0%B0%D0%BA.pdf

REFERENCES

1. Stupniker G.L. and Babenko V. A. *Intelektualnyj potencijal jak ključovyj čynnnyk formuvannja intelektualnogo kapitalu ZVO Ukrainy* [Intellectual potential as a key factor in the formation of intellectual capital of the Free Economic Zone of Ukraine]. *Ekonomichnyj prostir* [Economic space]. 2021, no. 165, pp. 91–96. (in Ukrainian).
2. *Nacionalna strategija u sferi intelektualnoi vlasnosti na period 2020–2025 roky (proekt)* [National strategy in the field of intellectual property for the period 2020–2025 (project)]. URL: <http://nipo.org.ua/activity/stvorennja-efektivnogo-navchalnogo-centru-u-sferi-intelektualnoi-vlasnosti-iv> (in Ukrainian).
3. *Pro osvitu. Zakon Ukrainy vid 05.09.2017 r. № 2145-VIII, stattja 42, chastyna 4* [About education. Law of Ukraine of 05.09.2017 no. 2145-VIII, art. 42, p. 4]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (in Ukrainian).
4. *Pro avtorske pravo i sumizhni prava : Zakon Ukrainy vid 23.12.1993 № 3792-XII* [On copyright and related rights: Law of Ukraine of 23.12.1993 no. 3792-XII]. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3792-12> (in Ukrainian).
5. *Cyvilnyj kodeks Ukrainy : tekst vidpovidaє oficijnomu stanom na 1 kvitnja 2012 r.* [Civil Code of Ukraine : the text corresponds to the official state as of April 1, 2012]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1540-06#Text> (in Ukrainian).
6. *Kodeks česti DVNZ PDABA : sajт PDABA* [Code of honor of SHEI PSACEA : PSACEA website]. URL: <https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2018/04/z-vstavkami.pdf> (in Ukrainian).
7. Babenko V.A. *Realizacija prav intelektualnoi vlasnosti na sluzhbovi tvory u ZVO Ukrainy. Metodologija ocinky vartosti majnovykh prav intelektualnoi vlasnosti ta praktični aspekty ii zastosuvannja* [Implementation of intellectual property rights to official works in the higher education institutions of Ukraine. Methodology for assessing the value of intellectual property rights and practical aspects of its application]. *Vseukrainskij seminar z problem ekonomiky intelektualnoi vlasnosti : zbirnyk naukovykh prac III Vseukrainskoi naukovo-praktičnoi konferencii (24 veresnja 2020 r., m. Kyiv)* [All-Ukrainian seminar on intellectual property economics : Proceedings of the III All-Ukrainian scientific-practical conference (24 September 2020, Kyiv)]. 2020, pp. 58–66. (in Ukrainian).
8. Paladij M.V., Myronenko N.M. and Zharov O.V. *Pravo intelektualnoi vlasnosti : naukovo-praktičnyj komentar do Cyvilnogo kodeksu Ukrainy* [Intellectual property law : Scientific and practical commentary to the Civil Code of Ukraine]. Kyiv: Parliament Publ., 2006, 432 p. (in Ukrainian).
9. *Metodyčni rekomendacii dlja zakladiv vyshhoi osvity iz pidtrymky pryncypiv akademichnoi dobročesnosti; Rozshyrenyj glosarij terminiv ta ponjat st. 42 “Akademichna dobročesnist” Zakonu Ukrainy “Pro osvitu”*. *Lyst MON vid 23.10.2018 r. № 1/9-650* [Guidelines for higher education institutions to support the principles of academic integrity; extended glossary of terms and concepts of Art. 42 “Academic Integrity” of the Law of Ukraine “On Education”. Letter from the Ministry of Education and Science dated October 23, 2018, no. 1/9-650]. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/yak-pidtrimati-akademichnu-dobročesnist-vuniversiteti-mon-rozrobilo-ta-nadislalo-na-zvo-rekomendaciyi-z-akademichnoyi-dobročesnosti>. (in Ukrainian)
10. *Rekomendacii shhodo zapobigannja akademichnomu plagiatu ta jogo vyjavlennja v naukovykh robotah (avtoreferatah, dysertacijah, monografijah, naukovykh dopovidjah, stattjah toshho)*. *Lyst MON vid 15.08.2018 r. № 1/11-8681* [Recommendations for the prevention of academic plagiarism and its detection in scientific papers (abstracts, dissertations, monographs, scientific reports, articles, etc.). Letter of the Ministry of Education and Science dated 15.08.2018 no. 1/11-8681]. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/akredytatsiya/instruktsija-list/1-11-8681-vid-15082018-rekomendatsii-shhodozapobigannja-akademichnomu-plagiatu.pdf> (in Ukrainian).
11. *Analitichna zapyska “Zapobigannja okremykh problem i pomyluk u praktykah zabezpečennja akademichnoi dobročesnosti”*. *Lyst MON vid 20.05.2020 r. № 1/9-263* “Do pytannja unyknennja problem i pomyluk u praktykah zabezpečennja akademichnoi dobročesnosti” [Analytical note “Prevention of certain problems and errors in the practice of academic integrity”. Letter of the Ministry of Education and Science dated 20.05.2020 no. 1/9-263 “On the issue of avoiding problems and mistakes in the practices of ensuring academic integrity”]. URL: https://mon.gov.ua/ua/npa/do-pitannya-unyknennja-problem-i-pomyluk-u-praktykah-zabezpečennja-akademichnoyi-dobročesnosti?fbclid=IwAR1VYIpSjhbTwD7PQkbqHJECgeq5WNV-3KH1ALgfZT4qL_1UK89j5Cv5XI (in Ukrainian).
12. Chumak O.V. *Koncept kategorii akademichnoi dobročesnosti u vyshhij osviti* [The concept of the category of academic integrity in higher education]. *Teorija ta metodyka upravlinnja osvitoju* [Theory and methods of education management]. 2017, no. 2 (20). URL: http://umo.edu.ua/images/content/nashi_vydanya/metod_upr_osvit/v2_17/%D0%A7%D1%83%D0%BC%D0%B0%D0%BA.pdf. (in Ukrainian)

Надійшла до редакції 07.04.2021.

Відповідальність за достовірність інформації, що міститься в друкованих матеріалах,
несуть автори.

Редколегія не завжди поділяє авторську точку зору.

Комп'ютерну верстку виконано в редакційно-видавничому відділі ПДАБА.

Адреса редакції:

✉ вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Україна, м. Дніпро
кімната 501 (відповідальний секретар)

☎ +38(050) 452-43-63

e-mail: mitomdnipro1997@gmail.com

Підписано до друку 03.05.2021 р. Формат 60×84 1/8.

Друк цифровий. Умовн. друк. арк. 9,25. Умовн. фарб.-відб. арк. 9,25.

Обл.-видавн. арк. 18,50. Наклад 50 прим. Зам. 165

Authors are responsible for the accuracy of the information
contained in the printed materials.

Editors do not always agree with the author's point of view.

Desktop publishing is performed in the Editorial Department of PSACEA.

Editorial address:

✉ room 501 (Executive Secretary)

24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine

☎ +38 (050) 452-43-63

e-mail: mitomdnipro1997@gmail.com

Sent to press on 03 May 2021. Format 60×84 1/8.

Digital printing. Conventional quire 9,25. Conventional colour imprints 9,25.

Publisher's signatures 18,50. Number of copies 50. Order 165