



ISSN 2312-2676

ВІСНИК

**Придніпровської державної академії
будівництва та архітектури**

BULLETIN

**OF PRYDNIPROVS'KA
STATE ACADEMY OF
CIVIL ENGINEERING
AND ARCHITECTURE**



№ 1 СІЧЕНЬ 2017 РОКУ

ДНІПРОПЕТРОВСЬК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»**

ВІСНИК

**ПРИДНІПРОВСЬКОЇ
ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Заснований у травні 1997 року

№ 1 (226)
січень 2017

Дніпро 2017

РЕДАКЦІЙНА РАДА:

Головний редактор

В. І. Большаков, д-р техн. наук

Заступник головного редактора

М. В. Савицький, д-р техн. наук

Відповідальний секретар

Г. П. Євсєєва, д-р наук держ. упр.

В. В. Данішевський, д-р техн. наук, В. М. Дерев'яно, д-р техн. наук, Н. І. Верхоглядова, д-р екон. наук, І. В. Рижков, канд. техн. наук, В. Г. Заренбін, д-р техн. наук, С. В. Іванов, д-р екон. наук, Т. С. Кравчуновська, д-р техн. наук, С. О. Слободянюк, д-р техн. наук, О. В. Челноков, канд. техн. наук, М. В. Шпірько, д-р техн. наук

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

В. Ф. Башев, д-р фіз.-мат. наук, *Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро*. А. І. Білоконь, д-р техн. наук, *Придніпровська державна академія будівництва та архітектури (ПДАБА), Дніпро*. В. М. Вадимов, д-р архітектури, *Полтава*. Н. І. Верхоглядова, д-р екон. наук, *ПДАБА, Дніпро*. Д. Ф. Гончаренко, д-р техн. наук, *Харківський національний університет будівництва та архітектури (ХНУБА), Харків*. В. В. Данішевський, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. В. М. Дерев'яно, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. В. І. Дубницький, д-р екон. наук, *Донецький економіко-гуманітарний інститут, Донецьк*. М. М. Дьомін, д-р архітектури, *Київський національний університет будівництва та архітектури (КНУБА), Київ*. Г. П. Євсєєва, д-р наук держ. упр., *ПДАБА, Дніпро*. Є. А. Єгоров, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. В. Г. Заренбін, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. С. В. Іванов, д-р екон. наук, *ПДАБА, Дніпро*. С. В. Каламбет, д-р екон. наук, *Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Дніпро*. Г. М. Ковшов, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. Ю. О. Кірічек, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. Т. С. Кравчуновська, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. В. П. Мироненко, д-р архітектури, *ХНУБА, Харків*. Ю. В. Орловська, д-р екон. наук, *ПДАБА, Дніпро*. А. В. Плеханов, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. В. Л. Седін, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. С. О. Слободянюк, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. В. О. Тимохін, д-р архітектури, *КНУБА, Київ*. А. В. Челноков, канд. техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. М. В. Шпірько, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. М. Куна-Бронійовські, проф., *Університет природничих наук, Люблін (Польща)*. Є. Красовський, д-р техн. наук, проф., *Польська Академія наук, Комісія механізації та енергетики землеробства, Люблін (Польща)*. В. І. Проскураков, д-р арх., *НУ Львівська політехніка, Львів*. Дашнор Ходжа, д-р техн. наук, *Орлеанський університет, Франція*. Міхаель Шмідт, канд. техн. наук, проф., *Бранденбургський технічний університет, Котбус-Зенфтенберг, Німеччина*. Станіслав Дукач, проф., *Словацький технічний університет, Братислава, Словацька республіка*

Збірник наукових праць входить

до переліку № 1 наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук та архітектури згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 07.10.2015 № 1021

Свідоцтво про Державну реєстрацію

друкованого засобу масової інформації – серія КВ № 9702 – видане Державним комітетом телебачення і радіомовлення України 24 березня 2005 р.

Засновник та видавець

Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»
Виходить 12 разів на рік

Рекомендовано до друку

вченою радою академії, протокол № 7 від 27.12.2016 р.

Сайт видання

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

Наукометричні бази та електронні бібліотеки, в яких зареєстрований науковий журнал

Інформаційно-аналітичні системи: РИНЦ (eLibrary), 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, Українські наукові журнали, Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського
Художній і технічний редактор С. Д. Моїсеєнко
Перекладач О. В. Огієнко
Редактор В. Д. Маловик
Коректор В. Д. Маловик.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ
«ПРИДНЕПРОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»**

ВЕСТНИК

**ПРИДНЕПРОВСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Основан в мае 1997 года

№ 1 (226)
январь 2017

Днепр 2017

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Главный редактор	В. И. Большаков, д-р техн. наук
Заместитель главного редактора	Н. В. Савицкий, д-р техн. наук
Ответственный секретарь	Г. П. Евсеева, д-р наук гос. упр.

В. В. Данишевский, д-р техн. наук, В. Н. Деревянко, д-р техн. наук, Н. И. Верхоглядова, д-р экон. наук, И. В. Рыжков, канд. техн. наук, В. Г. Заренбин, д-р техн. наук, С. В. Иванов, д-р экон. наук, Т. С. Кравчуновская, д-р техн. наук, С. А. Слободянюк, д-р техн. наук, А. В. Челноков, канд. техн. наук, Н. В. Шпирько, д-р техн. наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Ф. Башев, д-р физ.-мат. наук, *Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, Днепр*. А. И. Белоконь, д-р техн. наук, *Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры (ПГАСА), Днепр*. В. М. Вадимов, д-р архитектуры, *Полтава*. Н. И. Верхоглядова, д-р экон. наук, *ПГАСА, Днепр*. Д. Ф. Гончаренко, д-р техн. наук, *Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА), Харьков*. В. В. Данишевский, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепр*. В. Н. Деревянко, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепр*. В. И. Дубницкий, д-р экон. наук, *Донецкий экономико-гуманитарный институт, Донецк*. Н. М. Демин, д-р архитектуры, *Киевский национальный университет строительства и архитектуры (КНУСА), Киев*. Г. П. Евсеева, д-р наук гос. упр., *ПГАСА, Днепр*. Е. А. Егоров, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепр*. В. Г. Заренбин, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепр*. С. В. Иванов, д-р экон. наук, *ПГАСА, Днепр*. С. В. Каламбет, д-р экон. наук, *Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Днепр*. Г. Н. Ковшов, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепр*. Ю. А. Киричек, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепр*. Т. С. Кравчуновская, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепр*. В. П. Мироненко, д-р архитектуры, *ХНУСА, Харьков*. Ю. В. Орловская, д-р экон. наук, *ПГАСА, Днепр*. А. В. Плеханов, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепр*. В. Л. Седин, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепр*. С. А. Слободянюк, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепр*. В. А. Тимохин, д-р архитектуры, *КНУСА, Киев*. А. В. Челноков, канд. техн. наук, *ПГАСА, Днепр*. Н. В. Шпирько, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепр*. М. Куна-Бронийовски, проф., *Университет естественных наук, Люблин (Польша)*. Е. Красовский, д-р техн. наук, проф., *Польская Академия наук, Комиссия механизации и энергетики земледелия, Люблин (Польша)*. В. И. Проскуряков, д-р арх., *НУ Львовская политехника, Львов*. Дашнор Ходжа, д-р техн. наук, *Орлеанский университет, Франция*. Михаэль Шмидт, канд. техн. наук, проф., *Бранденбургский технический университет, Котбус-Зенфтенберг, Германия*. Станислав Дукач, проф., *Словацкий технический университет, Братислава, Словацкая республика*

Сборник научных трудов входит в перечень № 1 научных профессиональных изданий Украины, в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ на получение ученых степеней доктора и кандидата технических наук и архитектуры в соответствии с приказом Министерства образования и науки Украины от 07.10.2015 № 1021

Свидетельство о государственной регистрации печатного средства массовой информации – серия КВ № 9702 – выдано Государственным комитетом телевидения и радиовещания Украины 24 марта 2005 г.

Основатель и издатель Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»
Выходит 12 раз в год

Рекомендовано к печати ученым советом академии, протокол № 7 от 27.12. 2016 г.

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

Научометрические базы и электронные библиотеки, в которых зарегистрирован научный журнал
Информационно-аналитические системы: РИНЦ (eLibrary), InfoBase Index (IBI Factor = 3,96), Universal Impact Factor, Open Academic Journal Index, Directory Indexing of International Research Journals (CiteFactor). *Электронные библиотеки и поисковые системы:* Bielefeld Academic Search Engine (BASE), CyberLeninka, OCLC WorldCat, Open Journal Systems, Украинские научные журналы, Национальная библиотека Украины им. В. И. Вернадского
Художественный и технический редактор С. Д. Моисеенко
Переводчик О. В. Огиенко
Редактор В. Д. Маловик
Корректор В. Д. Маловик.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

**STATE HIGHER EDUCATION ESTABLISHMENT
PRYDNIPROVS'KA STATE ACADEMY
OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE**

BULLETIN

**OF PRYDNIPROVS'KA
STATE ACADEMY
OF CIVIL ENGINEERING
AND ARCHITECTURE**

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS

Established in May, 1997

No. 1 (226)

January 2017

Dnipro 2017

EDITORIAL BOARD:

Chief Editor

V. I. Bolshakov, Doctor of Engineering Science, Professor

Deputy Chief Editor

M. V. Savytskyi, Doctor of Engineering Science, Professor

Executive Secretary

G. P. Yevseieva, Doctor of Public Management, Professor

V. V. Danyshevskiy, Doctor of Engineering Science, V. M. Derevianko, Doctor of Engineering Science, N. I. Verkhogliadova, Doctor of Economics, I. V. Ryzhkov, Candidate of Engineering Science, V. G. Zarenbin, Doctor of Engineering Science, S.V. Ivanov, Doctor of Economics, T. S. Kravchunovska, Doctor of Engineering Science, S. O. Slobodianiuk, Doctor of Engineering Science, O. V. Chelnokov, Candidate of Engineering Science, M. V. Shpirko, Doctor of Engineering Science

EDITORIAL STAFF:

V. F. Bashev, Doctor of Physics and Mathematics, *Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Dnipro*.
A. I. Bilokon, Doctor of Engineering Science, *Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture (PSACEA), Dnipro*. V. M. Vadymov, Doctor of Architecture, *Poltava*. N. I. Verkhogliadova, Doctor of Economics, *PSACEA, Dnipro*. D. F. Goncharenko, Doctor of Engineering Science, *Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kharkiv (KSUCEA), Kharkiv*. V. V. Danyshevskiy, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. M. Derevianko, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. I. Dubnytskyi, Doctor of Economics, *Donetsk Institute of Economics and Humanities, Donetsk*. M. M. Diomin, Doctor of Architecture, *Kyiv National University of Construction and Architecture (KNUCA), Kyiv*. G. P. Yevseieva, Doctor of Public Management, *PSACEA, Dnipro*. I. A. Yegorov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. G. Zarenbin, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. S. V. Ivanov, Doctor of Economics, *PSACEA, Dnipro*. S. V. Kalambet, Doctor of Economics, *Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnipro*. G. M. Kovshov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. Yu. O. Kirichek, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. T. S. Kravchunovska, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. P. Myronenko, Doctor of Architecture, *KSUCEA, Kharkiv*. Yu. V. Orlovska, Doctor of Economics, *PSACEA, Dnipro*. A. V. Plie Khanov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. L. Siedin, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. S. O. Slobodianiuk, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. O. Tymokhin, Doctor of Architecture, *KNUCA, Kyiv*. O. V. Chelnokov, Candidate of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. M. V. Shpirko, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. M. Kuna-Broniowski, Prof., *University of Life Sciences, Lublin, Poland*. E. Krasowski, Doctor of Engineering Science, Prof., *Polish Academy of Sciences, Commission mechanization and energy of agriculture, Lublin, Poland*. V. I. Proskuriakov, Dr. Sc. (Arch.), *The Lviv Politechnic National University, Lviv*. Dashnor Hoxha, Doctor of Engineering Science, *Orlean University, France*. Michael Schmidt, Candidate of Engineering Science, Prof., *Branderburg University of Technology, Cottbus-Senftenberg, Germany*. Stanislav Dukat, Prof., *Slovak Technical University, Bratislava, Slovak Republic*

Collection of Scientific Papers is included in

List No. 1 of scientific professional publications of Ukraine, where the results of dissertations for the degree of Doctor and Candidate of Engineering Sciences and Architecture can be published according to the Resolution of the Ministry of science and education of Ukraine No.1021 dated 07.10.2015

Certificate of Incorporation

of the Print Media – Series KV No. 9702 – issued by the State Committee for Television and Radio Broadcasting of Ukraine dated March 24, 2005

Founder & Publisher

State Higher Educational Institution ‘Prydniprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture’
Issued 12 times a year

Recommended for publication by

the Academic Board of the Academy, Minutes No.7 27.12.2016

Journal website

[http:// visnyk.pgasa.dp.ua](http://visnyk.pgasa.dp.ua)

Placement of the journal in the international scientometric databases and repositories

Abstracting systems: information and analytical system RSCI (Russian Science Citation Index), InfoBase Index (IBI Factor = 3,96), Universal Impact Factor, Open Academic Journal Index, Directory Indexing of International Research Journals (CiteFactor). *Electronic Libraries:* Bielefeld Academic Search Engine (BASE), CyberLeninka, OCLC WorldCat, Open Journal Systems, Ukrainian scientific journals, The V. I. Vernadsky National Library of Ukraine

Art & Technical Editor S. D. Moiseienko

Interpreter O. V. Ohiienko

Editor V. D. Malovyk

Proofreader V. D. Malovyk.

У ЦЬОМУ НОМЕРІ

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

- Большаков В. І., Євсєєва Г. П., Перетокін А. Г.
ІЧМ – НАУКОВИЙ ЦЕНТР РОЗВИТКУ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ. 10
- Большаков В. І., Моторний М. А.
АНАЛІЗ ПРИЧИН «ТОПОЛИНОЇ» КАТАСТРОФИ ТА ЗАХОДИ, ЩО ВИКЛЮЧАЮТЬ ПОДІБНІ ЯВИЩА ПІД ЧАС ПРОЕКТУВАННЯ І СПОРУДЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ НА ПРОСАДНИХ ГРУНТАХ (ДО 20-РІЧЧЯ КАТАСТРОФИ) (ЧАСТИНА 1) 23
- Гончаренко Д. Ф., Убийвовк А. В., Гармаш А. А.
КОНСТРУКТИВНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ВІДНОВЛЕННЯ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ТУНЕЛІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ ІЗ ВТОРИННИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ 37
- Беліков А. С., Шатов С. В., Улітіна М. Ю., Голендер В. А.
ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ РУЙНУВАНЬ ВЕРХНІХ ПОВЕРХІВ БУДІВЕЛЬ ПІД ЧАС ТЕХНОГЕННИХ АВАРІЙ 43
- Дісковський О. А., Прудько О. І.
ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ СТРУКТУРИ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ГРАДІЄНТНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА МАЛОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВКЛЮЧЕНЬ 49
- Парусов Е. В., Луценко В. А., Чуйко І. М., Сагура Л. В., Голубенко Т. М.
ПРО НОРМУВАННЯ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМОЇ ГЛИБИНИ ДЕФЕКТІВ НА ПОВЕРХНІ СТАЛЬНОЇ ЗАГОТОВКИ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА ГАРЯЧЕКАТАНОГО БУНТОВОГО ПРОКАТУ 57
- Заяць Є. І.
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ БУДІВНИЦТВА «ВВЕРХ – ВНИЗ» ПІД ЧАС ЗВЕДЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ 64
- Млодецький В. Р., Андрущенко О. М., Кобенець Я. Я., Спектор Ю. В.
АНАЛІТИЧНО-НАУКОВИЙ ОГЛЯД СИСТЕМИ ПРОГРАМ І ПРОЄКТІВ ІЗ РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЇ ПЕРЕТВОРЕНЬ 70
- Мішук К. М.
ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ БІТУМНО-РУБЕРОЙДОВОГО ПОКРИТТЯ 80
- ### АРХІТЕКТУРА
- Євсєєва Г. П., Перетокін А. Г., Жак О. Д.
ТВОРЧА ДІЯЛЬНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АРХІТЕКТУРНОЇ МАЙСТЕРНІ «ДОЛЬНИК І К^о» 85
- Лихоград В. В.
ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЯКІ СПРИЧИНЮЮТЬ РУЙНУВАННЯ БУДІВЕЛЬ ПРАВОСЛАВНИХ ХРАМІВ І ОКРЕМИХ ЇХ ЧАСТИН 100

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Большаков В. И., Евсеева Г. П., Перетокин А. Г. ИЧМ – НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ	10
Большаков В. И., Моторный Н. А. АНАЛИЗ ПРИЧИН «ТОПОЛИНОЙ» КАТАСТРОФЫ И МЕРЫ, ИСКЛЮЧАЮЩИЕ ПОДОБНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ (К 20-ЛЕТИЮ КАТАСТРОФЫ) (ЧАСТЬ 1)	23
Гончаренко Д. Ф., Убийвовк А. В., Гармаш А. А. КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТОННЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ	37
Беликов А. С., Шатов С. В., Улитина М. Ю., Голендер В. А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА РАЗРУШЕНИЙ ВЕРХНИХ ЭТАЖЕЙ ЗДАНИЙ ПРИ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЯХ	43
Дисковский А. А., Прудько Е. И. ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНО- ГРАДИЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ МАЛОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ВКЛЮЧЕНИЙ	49
Парусов Э. В., Луценко В. А., Чуйко И. Н., Сагура Л. В., Голубенко Т. Н. О НОРМИРОВАНИИ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ ГЛУБИНЫ ДЕФЕКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНОЙ ЗАГОТОВКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГОРЯЧЕКАТАНОГО БУНТОВОГО ПРОКАТА	57
Заяц Е. И. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА СТРОИТЕЛЬСТВА «ВВЕРХ – ВНИЗ» ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ	64
Млодецкий В. Р., Андрищенко А. М., Кобенец Я. Я., Спектор Ю. В. АНАЛИТИЧЕСКИ-НАУЧНЫЙ ОБЗОР СИСТЕМЫ ПРОГРАММ И ПРОЕКТОВ ПО РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ	70
Мишук Е. Н. ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ БИТУМНО- РУБЕРОИДНОГО ПОКРЫТИЯ	80
АРХИТЕКТУРА	
Евсеева Г. П., Перетокин А. Г., Жак О. Д. ТВОРЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРНОЙ МАСТЕРСКОЙ «ДОЛЬНИК И К ^о »	85
Лихограй В. В. ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, КОТОРЫЕ ПРИВОДЯТ К РАЗРУШЕНИЮ ЗДАНИЙ ПРАВОСЛАВНЫХ ХРАМОВ И ОТДЕЛЬНЫХ ИХ ЧАСТЕЙ	100

IN THIS ISSUE

SCIENTIFIC RESEARCH

Bolshakov V. I., Yevseieva G. P., Peretokin A. H. IFM – SCIENTIFIC CENTRE OF THE DEVELOPMENT OF THE UKRAINIAN METALLURGICAL INDUSTRY	10
Bolshakov V. I., Motorny N. A. REASONS ANALYSIS OF THE "TOPOLINA" CATASTROPHE AND ACTIVITIES, EXCLUDING DESIGNING SIMILAR PHENOMENA OF BUILDINGS ON COLLAPSIBLE SOILS (TO THE 20TH ANNIVERSARY OF DISASTER) (PART 1)	23
Goncharenko D. F., Ubiivovk A. V., Garmash A. A. DESIGN AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THE RESTORATION OF SEWERS USING ELEMENTS OF RECYCLED POLYMER COMPOSITE MATERIALS	37
Belikov A. S., Shatov S. V., Ulitina M. Yu., Holender V. A. DETERMINATION OF DESTRUCTIONS CHARACTER OF BUILDING UPPER FLOORS AT TECHNOGENIC FAILURES	43
Diskovsky A. A., Prudko O. I. STRUCTURAL OPTIMIZATION OF FUNCTIONALLY GRADED MATERIALS WITH SMALL CONCENTRATION OF INCLUSIONS	49
Parusov E. V., Lutsenko V. A., Chuiko I. N., Sahura L. V., Golubenko T. N. ABOUT RATIONING MAXIMUM ALLOWABLE DEFECT DEPTH ON THE SURFACE OF STEEL BILLETS IN PRODUCTION OF HOT-ROLLED STEEL	57
Zaiats Y. I. FEATURES APPLICATION OF A CONSTRUCTION METHOD «UP – DOWN» IN THE HIGH-RISE BUILDINGS CONSTRUCTION	64
Mlodetskij V. R., Andriushchenko A. M., Kobenec Ya. Ya., Spektor. Yu. V. ANALYTICAL AND SCIENTIFIC REVIEW OF PROJECTS AND PROGRAMMES ON CHANGES STRATEGY IMPLEMENTATION	70
Mishuk K. M. TECHNOLOGY OF REPAIRING OPERATIONAL SUITABILITY BITUMEN-POLIMERIC CARPET	80
ARCHITECTURE	
Yevseieva G. P., Peretokin A. G., Zhak O. D. CREATIVE ACTIVITIES AND PROSPECTS OF ARCHITECTURAL WORKSHOP «DOL'NIK AND K ^o »	85
Lykhohrai V. V. THE INVESTIGATION OF THE FACTORS WHICH LEAD TO THE DESTRUCTION OF ORTHODOX CHURCH BUILDINGS AND THEIR PARTS	100

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 001.32:669.1]:94(477)''1939/2016''

**ІЧМ – НАУКОВИЙ ЦЕНТР РОЗВИТКУ МЕТАЛУРГІЙНОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ**

БОЛЬШАКОВ В. І.¹, *д. т. н., проф.*,
ЄВСЄЄВА Г. П.², *д. н. держ. управ.*,
ПЕРЕТОКІН А. Г.³, *к. і. н., доц.*

¹Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (05-62) 745-23-72, e-mail: bolshakov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-0790-6473

²Кафедра українознавства, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (05-62) 46-94-98, e-mail: evseeva@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

³Кафедра українознавства, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (050) 975-77-93, ORCID ID: 0000-0001-8881-1024

Анотація. Постановка проблеми. Розглядається історія створення та розвитку Інституту чорної металургії імені З. І. Некрасова Національної Академії наук України. ІЧМ став науковим центром розвитку металургійної промисловості країни. Дослідження видатних учених-металургів ІЧМ свідчать про вагомий внесок, який вони зробили у розвиток металургійної науки та у впровадження їх наукових досягнень у виробництво, у розвиток металургійної промисловості України. **Аналіз публікацій.** Історія ІЧМ висвітлюється у фундаментальних працях, присвячених металургійній промисловості України, а також у дослідженнях, які були опубліковані до ювілеїв видатних вчених-металургів Інституту чорної металургії, наприклад, академіків З. І. Некрасова, Вад. І. Большакова та ін.

Мета статті – проаналізувати процес створення ІЧМ та етапи його розвитку у ХХ та ХХІ ст., а також розглянути вплив на цей процес економічної та політичної ситуації в країні, визначити роль видатних учених-металургів, вплив їх наукових досліджень на розвиток вітчизняної науки та металургійної промисловості України. Історія ІЧМ починається у 1939 р., коли Інститут було організовано у м. Харків у складі Академії наук Української РСР. На початку Великої Вітчизняної війни ІЧМ був евакуйований до Уфи – столиці Башкирії. Під час війни вчені ІЧМ працювали, щоб збільшити випуск металу, спеціальних сталей для оборонної промисловості. У 1943 році. Інститут переведено до Москви, потім до Києва. У 1952-му було прийнято рішення перевести ІЧМ до Дніпропетровська. З. І. Некрасова було обрано директором ІЧМ. Відділи Інституту очолили академіки З. І. Некрасов, О. П. Чекмарьов, К. Ф. Стародубов, член-кор. Академії наук Української РСР К. П. Бунін, С. Н. Кожевников, проф. Н. О. Воронова та ін. У 1960-му році для будівництва лабораторної бази ІЧМ виділено ділянку в районі Ботанічного саду. **Висновки.** Після творчого піднесення у 1960–1980 рр. ІЧМ пережив складні 1990-ті, але залишився провідним галузевим науково-дослідним Інститутом, зберіг високий науковий потенціал і продовжує виконувати комплексні науково-дослідницькі роботи у галузі чорної металургії. З 1996 до 2015 року, тобто майже 20 років директором ІЧМ був академік НАН України Вад. І. Большаков. ІЧМ співпрацює з великими металургійними підприємствами України, країн СНД, КНР, Японії та ін.

Ключові слова: науково-дослідний інститут; чорна металургія; історія; Україна; промисловість; виробництво

**ИЧМ – НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ**

БОЛЬШАКОВ В. И.¹, *д. т. н., проф.*,
ЕВСЄЄВА Г. П.², *д. н. гос. управ.*,
ПЕРЕТОКИН А. Г.³, *к. и. н., доц.*

¹Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (05-62) 745-23-72, e-mail: bolshakov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-0790-6473

²Кафедра украиноведения, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (05-62) 46-94-98, e-mail: evseeva@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

³Кафедра українознавства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (050) 975-77-93, ORCID ID: 0000-0001-8881-1024

Аннотация. Постановка проблемы. Рассматривается история создания и развития Института черной металлургии им З. М. Некрасова Академии наук Украины. ИЧМ стал научным центром развития металлургической промышленности нашей страны. Исследования выдающихся ученых-металлургов свидетельствуют об их значительном вкладе в развитие металлургической науки и во внедрение научных достижений в производство, в развитие металлургической промышленности Украины. **Анализ публикаций.** История ИЧМ освещается в фундаментальных работах, посвященных развитию металлургической промышленности в Украине, а также в книгах, которые были опубликованы к юбилеям выдающихся ученых-металлургов Института черной металлургии, например, академиков З. И. Некрасова, Вад. И. Большакова и др.

Цель статьи – проанализировать процесс создания ИЧМ и этапы его развития в XX и XXI вв., а также рассмотреть влияние на этот процесс экономической и политической ситуации в стране, определить роль выдающихся ученых-металлургов, влияние их научных достижений на развитие металлургической промышленности Украины. История ИЧМ начинается в 1939 г., когда он был создан в г. Харьков в составе Академии наук Украинской ССР. В начале Великой Отечественной войны Институт был эвакуирован в Уфу – столицу Башкирии. Во время войны ученые работали, чтобы увеличить выпуск металла, специальных сталей для оборонной промышленности. В 1943 году Институт перевели в Москву, а потом в Киев. В 1952-м было принято решение перевести Институт в Днепропетровск. З. И. Некрасова избрали директором ИЧМ. Отделы ИЧМ возглавляли академики З. И. Некрасов, А. П. Чекмарев, К. Ф. Стародубов, чл.-корр. Академии наук Украинской ССР К. П. Бунин, С. Н. Кожевников, проф. Н. А. Воронова и др. В 1960 году для строительства лабораторной базы ИЧМ был выделен участок возле Ботанического сада. **Выводы.** После творческого подъема в 1860–1980-х гг. ИЧМ пережил тяжелые 1990-е, но остался головным отраслевым научно-исследовательским институтом, сохранил высокий научный потенциал и продолжает выполнять комплексные научно-исследовательские работы в отрасли черной металлургии. С 1996 до 2015-го, т. е. почти 20 лет директором ИЧМ был академик НАН Украины Вад. И. Большаков. ИЧМ сотрудничает со всеми крупными металлургическими заводами Украины, стран СНГ, КНР, Японии и других.

Ключевые слова: научно-исследовательский институт; черная металлургия; история; Украина; промышленность; производство

IFM – SCIENTIFIC CENTRE OF THE DEVELOPMENT OF THE UKRAINIAN METALLURGICAL INDUSTRY

BOLSHAKOV V. I.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,

YEVSEIEVA G. P.², *Dr. Sc. (Public Management), Prof.*,

PERETOKIN A. H.³, *Cand. Sc. (Hist.), Ass. Prof.*

¹Department of Materials and Materials Processing, State Higher Educational Establishment “Prydniprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, phone: +38 (05-62) 745-23-72, e-mail: bolshakov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-0790-6473

²The department of Ukrainian studies, State Higher Educational Establishment “Prydniprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, phone: +38 (05-62) 46-94-98, e-mail: evseeva@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

³The department of Ukrainian studies, State Higher Educational Establishment “Prydniprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, phone: +38 (050) 975-77-93, ORCID ID: 0000-0001-8881-1024

Abstract. The history of creation and development of the Institute of ferrous metallurgy of the Ukrainian Academy of Sciences named after Z. I. Nekrasov is regarded in the article. IFM has become the scientific center of the development of the metallurgical industry of Ukraine. Researches of the outstanding scientists show their significant contribution in the development of the metallurgical science and implementation of their achievements in the production of the metallurgical industry of Ukraine. **Analysis of publications.** History of the Institute of the ferrous metallurgy is regarded in the fundamental works devoted to the development of the metallurgical industry in Ukraine and in the works published to the jubilee dates of the prominent scientists academicians Z. I. Nekrasov, V. I. Bol’shakov and others.

The purpose of the article is to analyze the process of the creation of the Institute and the stages of its development in the 20th and 21st centuries and to define the influence of the economic and political situation in the country upon this process? To regard the role of the outstanding scientists and influence of their achievements on the development of the metallurgical industry of Ukraine. The history of IFM began in 1939 when it was organized in Kharkiv as a part of the Academy of Sciences of Ukraine. At the beginning of the Great Patriotic war the Institute was moved to Ufa – the capital of Bashkiria. During the war the scientists of the Institute tried to increase the output of metal and special steels for the defence industry. In 1943 the Institute moved to Moscow and then to Kiev. In 1952 it

was decided to move the Institute to Dnepropetrovsk. In order to combine the scientific researches and production of metal. Z. I. Nekrasov was elected Director of the Institute. The departments of the Institute were headed by academicians Z. I. Nekrasov, A. P. Chekmariov, K. F. Starodubov, Correspondence Members of the Ukrainian Academy of Sciences K. P. Bunin, S. N. Kozhevnikov. Professor N. O. Voronova.

Conclusion. In 1960 the site for the construction of the laboratory base was given to the Institute, It was near the Botanical garden. Academician Z. I. Nekrasov creates the Institute of his dream. After creative rise in 1960–1980s the Institute survived during difficult 1990s and remained the leading branch scientific research Institute. IFM has saved high scientific potential and continues to carry out complex scientific research works in the field of the ferrous metallurgy. Academician V. I. Bol'shakov was Director of the Institute for about 20 years (1996–2015). The Institute collaborates with all big metallurgical plants of Ukraine, countries of UIS, China, Japan and other countries.

Keywords: *scientific research Institute; ferrous metallurgy; history; Ukraine; industry; production*

Виклад матеріалу. Інститут чорної металургії створений у 1939 році у м. Харків у складі Академії наук Української РСР. На той час Радянський Союз посідав одне з перших місць у світі з виробництва чорних металів. Тут були побудовані висококомеханізовані підприємства, створена матеріально-технічна база чорної металургії, однак потреби в металі народного господарства й оборонної промисловості постійно зростали. Особлива увага приділялася розвитку металургійної науки. Створювалися науково-дослідні інститути, які пізніше стали великими науковими центрами.

Організацію інституту було доручено його першому директору академіку АН УРСР М. В. Луговцову. Головні відділи інституту очолили академіки АН УРСР Н. Н. Доброхотов, В. Н. Свечніков, Г. В. Курдюмов, члени-кореспонденти АН УРСР І. Н. Францевич, В. Є. Васильєв, П. Т. Ємельяненко [6, с. 85–86].

Із дня створення тематика інституту була актуальною і багатогранною, що зумовлювалось досвідом, ініціативністю та масштабністю діяльності вчених, які в ньому працювали. У передвоєнні роки вчені Інституту чорної металургії зробили вагомий внесок у вивчення багатьох актуальних проблем – промислове використання керченських руд, процеси виробництва залізного порошку, технологія плавлення мартенівської сталі, конструкції мартенівських печей, дослідження змін у структурі сталі за впливу високих температур та ін.

На початку Великої Вітчизняної війни Інститут чорної металургії був

евакуйований у столицю Башкирії – Уфу. Завдяки зусиллям академіка М. В. Луговцова наукові сили інституту були об'єднані і мобілізовані на виконання оборонних завдань. Вже в липні та серпні 1941 р. відбулося перше засідання Президії АН УРСР, на якому обговорювалися питання організації роботи інститутів академії для забезпечення оборони країни. Було визначено чіткі форми й напрями роботи інститутів.

За короткий час українські вчені встановили тісні творчі зв'язки з місцевими науковими організаціями та підприємствами. У жовтні 1941 року було створено Науково-технічний комітет сприяння обороні, який очолив президент Академії наук УРСР академік А. А. Богомолець [6, с. 86–88].

Під час війни метал був важливим стратегічним матеріалом. Багато виробничих підприємств чорної металургії були втрачені. Гостро відчувалася нестача металу, палива, сировини, матеріалів. Перед металургами постало відповідальне і складне завдання – мобілізувати всі підприємства чорної металургії на збільшення випуску металу, поліпшити структуру галузі, збільшити випуск спеціальних сталей, які були необхідні для виробництва танків, літаків, боєприпасів, озброєння. Дев'ятого травня 1943 року була прийнята постанова про переведення Академії наук УРСР у Москву. Вчені Інституту чорної металургії України мали можливість працювати в лабораторіях Академії наук СРСР.

Після звільнення України від фашистських загарбників почали створюватися спеціальні виїзні бригади

для здійснення допомоги промисловим підприємствам. Взимку 1943–1944 рр. працівники Інституту чорної металургії організували у Києві та Харкові лабораторії для механічного випробування матеріалів.

У складних умовах під час війни вчені інституту публікували свої статті в журналі «Сталь», який виходив у Свердловську. Перша збірка наукових праць учених Інституту чорної металургії була опублікована у Києві в 1946 р. Вона була присвячена дослідженням, проведеним ученими в евакуації. У повоєнні роки особлива увага приділялася відродженню підприємств чорної металургії. Була створена спеціальна комісія на чолі з академіком А. А. Богомольцем, яка вирішувала питання відновлення народного господарства, в першу чергу, вугільної, енергетичної та металургійної галузей промисловості.

Навесні 1944 р. почалася реевакуація Інституту чорної металургії із Москви в Україну. Виникло складне питання, куди повертатися. До війни ІЧМ базувався у трьох містах: Харкові, Дніпропетровську і Києві. Було вирішено, щоб Інститут базувався в Києві. У 1944 році Академія наук УРСР одержала 24 млн карбованців для проведення наукової роботи в Україні. Бібліотека ім В. І. Леніна виділила для ІЧМ із своїх фондів необхідну науково-технічну літературу. В зруйнованому фашистами Києві у працівників ІЧМ виникло багато труднощів. Не було лабораторних меблів, приладів, відчувалася гостра нестача матеріалів, реактивів, обладнання. Але вже протягом 1945 р. матеріальні цінності ІЧМ зросли на 1 млн карбованців.

Після війни перед металургами стояло актуальне завдання забезпечити металом країну, відновити й розвивати народне господарство. У повоєнні роки почали формуватися пріоритетні принципи і напрями наукової діяльності Інституту, які охоплювали всі головні розділи чорної металургії. Наукові розробки Інституту завжди характеризувалися комплексним підходом до вивчення складних питань. У вирішенні багатьох питань брали участь різні наукові підрозділи.

Перед наукою стояло невідкладне завдання – забезпечити технічний прогрес, розвивати технологію виробництва, його автоматизацію і механізацію. Необхідно було розширити наукові дослідження, поглибити спеціалізацію науки, яка б могла забезпечити піднесенню виробництва.

У 1952 році Зота Ілліча Некрасова було обрано директором Інституту чорної металургії Академії наук України. З. І. Некрасов був не тільки видатний вчений, а й талановитий організатор науки. В ті складні повоєнні роки країна потребувала багато високоякісного металу. Для цього треба було розробити та використовувати в промисловості нові ефективні технології [6; 9].

З метою наблизити наукову базу до виробництва було прийнято рішення про перебазування Інституту чорної металургії у Дніпропетровськ, ближче до металургійних підприємств. Дніпропетровськ був металургійним центром країни. Ще в дореволюційні роки в Катеринославському гірничому, а пізніше в Дніпропетровському металургійному інституті готувалися висококваліфіковані кадри та працювало багато видатних учених-металургів.

Перебазування Інституту почало здійснюватися у 1953, а закінчилося у 1954 році. Філія Інституту в Дніпропетровську не тільки поновила свою роботу, а й почала швидко розширюватися й розвиватися. Перебазування не обійшлося без значних втрат. Видатні вчені, які свого часу зробили вагомий внесок у створення й розвиток Інституту, залишилися в Києві. Молодому директору доводилося створювати новий інститут. Невичерпна енергія, фантастична працездатність, високий професіоналізм та організаторський талант допомагали З. І. Некрасову справлятися зі складним завданням.

Кількість співробітників зростала за рахунок молодих спеціалістів, в основному випускників Дніпропетровського металургійного інституту, а також завдяки досвідченим науковим працівникам Металургійного інституту та інших вузів міста [9, с. 4–7].

Перед керівниками Інституту чорної металургії стояло відповідальне завдання – створити новий інститут, здатний досягти рівня металургійної науки, що відповідає потребам вітчизняної чорної металургії, який був би укомплектований висококваліфікованими кадрами та мав би сучасну лабораторну базу.

У Дніпропетровську Інститут чорної металургії одержав корпус по вулиці Писаржевського 5, який раніше належав Хіміко-технологічному інституту. Після перебудування з Києва до

Дніпропетровська до складу ІЧМ увійшли відділ металургії чавуну, відділ сталі, прокатний відділ, відділ термічної обробки, відділ металознавства, ливарна група, хіміко-аналітична лабораторія. Ці відділи очолили академіки АН УРСР З. І. Некрасов, А. П. Чекмарьов, К. Ф. Стародубов, член-кореспондент АН УРСР К. П. Бунін, доктор техн. наук Н. О. Воронова, канд. техн. наук Г. П. Пухнарович, канд. хім. наук М. С. Ковтун.



Академік АН України Зот Ілліч Некрасов

У 1954 році було організовано лабораторію з проблем механізації та автоматизації металургійних агрегатів, керівником якої став член-кореспондент АН УРСР С. Н. Кожевников.

З 1954 року почала свою діяльність аспірантура ІЧМ. Серед перших аспірантів були В. Д. Чехранов, В. А. Теряєв, В. Ф. Пешат, В. Л. Павлов, Г. З. Ковальчук та ін. [6, с. 98].

Перебудування Інституту чорної металургії до Дніпропетровська відіграло значну роль. Інститут опинився у центрі металургійного регіону, а вчені ІЧМ сприяли прогресу металургійного виробництва. На підприємствах Дніпропетровська і області розроблялися технічні та технологічні нововведення в галузі чорної металургії:

– на заводі ім. Дзержинського досліджувалася робота доменних печей з

підвищеним тиском колошникового газу, розроблявся ефективний спосіб прокатки двох злиwkів [18];

– на заводі ім. Петровського вперше у світі почали вдувати в горн доменної печі природний газ, а на заводі ім. Дзержинського природний газ збагачували киснем [8, с. 38–40];

– на Криворізькому металургійному заводі ім. В. І. Леніна будували і використовували найбільші для свого часу доменні печі об'ємом 1 719, 2 000 і 2 700 м³ [1; 2].

Співробітники Інституту брали активну участь у всіх цих розробках. Прогресивна технологія плавлення з підвищеним тиском газу на колошнику широко застосовувалася у вітчизняній практиці – 50 печей було переведено на використання підвищеного тиску. За цією технологією виплавлялося 70 % чавуну в країні. На заводі

ім. С. М. Кірова (Макіївка) та на заводах ім. К. Є. Ворошилова та ім. Г. І. Петровського у Дніпропетровську проводилися роботи з удосконалення технології мартенівської плавки.

Під керівництвом академіка АН УРСР К. Ф. Стародубова була проведена робота з підвищення стійкості лемешів тракторних плугів, які вироблялися з спеціальної сталі. Співробітники ІЧМ під керівництвом академіка АН УРСР З. І. Некрасова застосували технологію інтенсифікації доменної плавки, яка почала широко використовуватися у світі. За цю роботу у 1960 р. вчені ІЧМ були нагороджені Ленінською премією [16].

У 1962 році з ініціативи З. І. Некрасова Інститут чорної металургії з АН УРСР було переведено до Міністерства чорної металургії СРСР. Це відкривало перед колективом Інституту нові перспективи, зростали обсяги та складність завдань. У той час будувалися нові металургійні заводи, створювалися принципово нові металургійні технології, зростали вимоги до якості металу.

Колектив Інституту під керівництвом талановитого директора з успіхом виконує фундаментальні та прикладні дослідження, здійснює науково-технічний супровід багатьох металургійних виробництв країни. Вперше у світовій практиці вчені Інституту під керівництвом академіка АН УРСР О. П. Чекмарьова розробили технологію подвійної прокатки зливків, яка значно підвищила ефективність прокатного виробництва і поширилась у світовій практиці. Робота була відзначена Державною премією України в галузі науки і техніки у 1970 р. [17; 18].

Видатні вчені ІЧМ неодноразово брали участь у закордонних науково-технічних конференціях: З. І. Некрасов у ЧССР, К. Ф. Стародубов – в НДР, С. Н. Кожевников – у США, а також протягом року читав лекції у Фрайберзькій гірничо-металургійній академії в Німеччині [6, с. 101].

З. І. Некрасов прекрасно розумів, що без серйозної бази для фундаментальних та прикладних досліджень неможливо виконати грандіозні завдання, поставлені перед ІЧМ. Видатний вчений створює

Інститут своєї мрії, в якому організовані сучасні лабораторії з обладнанням для проведення досліджень у різних галузях металургійного виробництва.

У 1960 році для будівництва лабораторної бази ІЧМ було виділено ділянку площею 11,5 га в районі Ботанічного саду. У цей період Інститут продовжує розробки зі створення, сертифікації та стандартизації напівспокійних сталей для прокату з підвищеною та високою міцністю відповідною міжнародних норм. У 1960-ті роки особлива увага в ІЧМ приділяється розробкам, спрямованим на механізацію та автоматизацію металургійного процесу. Відділ, яким керував член-кореспондент АН УРСР С. Н. Кожевников, розробляв 11 наукових тем, безпосередньо пов'язаних із металургійним виробництвом. З 1962 року під керівництвом академіка О. П. Чекмарьова розроблялася важлива комплексна проблема безперервного прокату [17; 18].

У 1963 році Інститут чорної металургії було визнано головною організацією за трьома найважливішими напрямками розвитку чорної металургії:

- інтенсифікація доменного виробництва з метою підвищення потужностей доменних печей;
- введення в прокатне виробництво швидкісних процесів і методу безкінечної прокатки;
- розробка і введення ефективних методів і засобів зміцнювальної термообробки прокату.

У 1964 році відділ автоматизації та механізації розробив та впровадив на Південнотрубному Нікопольському заводі пристрій, який дозволив підвищити швидкість стану на 25 %. Уперше у світовій практиці прокатного виробництва у 1965 р. одержали промислову партію прокату зі зварним швом. У 1967-му вперше у світовій практиці вчені Інституту під керівництвом академіка АН УРСР К. Ф. Стародубова розробили нетрадиційну енергозберігальну технологію зміцнення прокату [15].

На заводі «Запоріжсталь» була проведена експериментальна плавка з метою одержання високоякісної сталі, яку

можно було використовувати в автомобілебудуванні.

У 1960-ті роки в Інституті з'являються нові наукові підрозділи, шість металургійних лабораторій. В цей час почали експлуатуватися нові корпуси в Ботанічному саду, були встановлені творчі та ділові контакти практично з усіма металургійними центрами СРСР та

закордонними підприємствами. Інститут чорної металургії АН України зробив великий внесок у розвиток металургійної науки, у створення та введення у металургійне виробництво нових ефективних технологій. ІЧМ було визнано головним науково-дослідним інститутом у Радянському Союзі.



Академік АН України Кирило Федорович Стародубов

У 1970-ті роки Інститут продовжував виконувати важливі дослідницькі роботи, які визначали напрями прогресу галузі:

– у галузі доменного виробництва – технологія плавлення з використанням концентрату, багатого на залізо; використання кисню та природного газу, дослідження та введення доменних печей великого об'єму [10; 11];

– у галузі виробництва сталі – вдосконалення мартенівського та конвертерного виробництва [8];

– у галузі прокатного виробництва – одночасна прокатка двох зливків, удосконалення технології процесу прокату [7; 17];

– у галузі термічної обробки – розроблення і впровадження технології і обладнання для термообробки прокату [16; 17].

Держава високо оцінила вагомий внесок З. І. Некрасова в економіку країни, в її науково-технічний прогрес.

З. І. Некрасова нагороджено трьома орденами Леніна, двома орденами Трудового Червоного Прапора, орденом «Знак Пошани», багатьма медалями. Серед перших учених України у 1969 р. З. І. Некрасов одержав звання Героя Соціалістичної праці СРСР [6; 9].

З 1978 року З. І. Некрасов повністю переходить на наукову роботу.

В 1970-ті розвивається та удосконалюється структура Інституту. Для розширення досліджень у галузі виробництва тонкого листа зі складу прокатного відділу виділяється самостійний підрозділ виробництва тонкого листа. У 1975 році на базі відділу термічної обробки сталі і лабораторій металознавства і кристалізації сталі створено відділ металознавства та термічної обробки сталі. Керівником призначено професора І. Г. Узлова [13; 14].

У 1978 році створюються нові відділи з вивчення металургійних властивостей

залізорудної сировини і відділ метрології. Того ж 1978 року директором Інституту чорної металургії було призначено докт. техн. наук, професора І. Г. Узлова. З його ім'ям пов'язані теоретичні проблеми розроблення і практичне застосування нової галузі металургії – термічної обробки прокату в умовах його масового виробництва. В ті роки продовжувалось будівництво і поліпшення матеріальної бази Інституту. У 1976 році здано до експлуатації головний корпус Інституту чорної металургії. У ньому розташувалися конференц-зал на 500 місць, лабораторії, бібліотека та їдальня [6, с. 116].

У 1988 році Інститут чорної металургії АН СРСР очолив учений-металознавець В. Л. Пілюшенко. Йому довелося вирішувати складні проблеми: завершувалася перебудова в країні, перестала існувати держава СРСР. Колектив Інституту важко переживав ті часи. Розвалювалася економіка великої могутньої держави, змінювалися форми власності. Багато галузевих науково-дослідних інститутів завершували своє існування. В цей важкий час було необхідно зберегти Інститут. Президія Національної Академії наук України, її Президент Борис Євгенович Патон прийняли стратегічне рішення – повернути Інститут чорної металургії до складу Академії наук України. Життя підтвердило, що це було правильне рішення [6, с. 184].

1980-ті роки буди досить плідними для вчених інституту. Інститут чорної металургії як головна організація галузі брав участь у всіх видатних металургійних проектах того часу. У 1980 році вперше у вітчизняній практиці на Західно-Сибірському металургійному заводі за участю вчених прокатного відділу ІЧМ було застосовано виробництво економічних тонкостінних швелерів. Це впровадження дало змогу економити 20 % металу.

На базі теоретичних розробок та промислових досліджень вчені Інституту під керівництвом докт. техн. наук, професора В. А. Вихлевщука вперше в СРСР розробили та застосували ресурсозберігальні технологічні процеси та обладнання для глибокого рафінування

сталі в ковшах великого об'єму. Це дозволило створити сталь нового покоління з низьким вмістом шкідливих домішок і низькою собівартістю, що забезпечило роботу комплексу конвертер – установка рафінування.

У 1981 році вчені Інституту чорної металургії під керівництвом докт. техн. наук, професора Н. О. Воронової вперше у світовій практиці успішно вирішили проблему видалення сірки з рідкого чавуну за допомогою гранульованого магнезю у промислових масштабах. Ці досягнення дозволили випускати високоякісні марки сталі на металургійних комбінатах ім. Ілліча, «Запоріжсталь», «Азовсталь», «Криворіжсталь». Розробки в цій галузі відповідають найвищому світовому рівню [5].

У 1982-му вчені ІЧМ брали участь у комплексі робіт із виробництва високоякісної гарячекатаної листової сталі, яка використовується на 250 підприємствах. Під керівництвом докт. техн. наук Вадима Івановича Большакова була введена технологія плавки з частковою заміною природного газу коксовим на комбінаті «Криворіжсталь». Це дозволило заощаджувати 6–7 % коксу і підвищило виробничу потужність печей на 5 %.

Експерименти прокатки на блюмінгу 1 300 Криворіжсталі дозволили заощаджувати 25–30 % часу нагріву та забезпечити 10 % заощадження палива.

У 1995 році вчені ІЧМ розробили технологію плавки чавуну для найбільшої в світі доменної печі об'ємом 5500 м³ на Череповецькому металургійному комбінаті. Продовжувались роботи з удосконалення технології термічного зміцнення тонкого листа на стані 3 600 Азовсталі, що дозволило поліпшити якісні характеристики сталі. Співробітники ІЧМ брали участь у достроковому пуску доменної печі № 5 об'ємом 5 500 м³ з автоматизованою системою керування [1; 3; 4] на Череповецькому металургійному комбінаті.

У 1990-ті роки не фінансувалися ремонт корпусів та обладнання, купівля нової сучасної техніки, підтримання лабораторної бази, виїзди на промислові

підприємства для проведення досліджень. Частина співробітників Інституту перебувала у відпустках без заробітної плати, тому що замовники не розраховувались за виконану науково-дослідницьку роботу. Труднощі виникали також в інформаційному забезпеченні науково-дослідницької діяльності. Значна частина наукової тематики Інституту була пов'язана з проведенням великих обсягів розрахунково-теоретичних досліджень. Труднощі в проведенні досліджень і реалізації їх результатів виникали через те, що багато державних та галузевих програм було припинено.

Із другої половини 1996 р. Міністерство промисловості припинило фінансування науково-дослідницьких робіт, що спричинило значне погіршення фінансового стану Інституту. Внаслідок цього знизилася мотивація до плідної наукової роботи і зменшилася кількість висококваліфікованих наукових співробітників. Дві третини працівників звільнилися. Інститут мав заборгованість із заробітної плати від 6 до 12 місяців [6, с. 135].

Незважаючи на об'єктивні труднощі, вчені Інституту чорної металургії проводили серйозні наукові дослідження і реалізовували розробки на промислових підприємствах. Інститут залишається одним із головних науково-дослідних центрів галузі. Його тематика націлена на вирішення найважливіших та перспективних завдань чорної металургії. До 1995 року інститут як головна організація проводив координаційні засідання з 11 науково-технічних напрямів розвитку металургійного виробництва в таких галузях як доменне, конвертерне, прокатне виробництво і термомеханічна обробка прокату.

Дослідження Інституту завжди зберігали новизну та актуальність, вони були спрямовані головним чином на розроблення технологій, які дозволяли удосконалити та поліпшити техніко-економічні показники сталі, чавуну, прокату. ІЧМ створював прогресивні види металопродукції та технологію її ефективного використання на залізничному транспорті. Інститут виконав

декілька проектів за науково-технічними програмами Міністерства науки України, брав участь у виконанні проекту ТАСІС з розроблення програми розвитку чорної металургії України.

У 1994 році була розроблена Державна науково-технічна програма «Ефективні конструкційні сталі», метою якої було створення сталей з підвищеними характеристиками міцності для машинобудування, будівництва, енергетики й інших галузей промисловості. При цьому використовувалися прогресивні енергозберігальні та ресурсозберігальні процеси, які забезпечували зниження металомісткості механізмів, машин, металевих та залізобетонних конструкцій. Особливого значення набувало створення способів та технологій використання вторинних сировинних ресурсів і вирішення екологічних проблем. Велика увага приділялася розробленню технологічних рекомендацій для проектування нових металургійних об'єктів і реконструкції існуючих.

Сучасний етап науково-технічної революції в промисловості тісно пов'язаний зі створенням та введенням у виробництво інформаційних технологій. Специфіка цього процесу для металургії полягає не тільки в об'єктах дослідження, а й в необхідності організації фонду знань у вигляді трьох складових: фундаментальних, технологічних та технічних інформаційних баз. Щодо концепції створення інформаційних технологій в металургії, яку ІЧМ розробив разом з Інститутом металургії ім. А. А. Байкова Російської Академії наук, перша із цих баз включає фундаментальну фізико-хімічну інформацію про властивості матеріалів металургійного виробництва, друга – технологічну інформацію про параметри виробничих процесів, третя – дані про економічні та енергетичні показники роботи окремих агрегатів.

Протягом останніх років розроблені методологічні та технологічні основи аналізу виробництва та якості продукції металургійного комбінату повного циклу. Ця розробка відділу фізико-хімічних проблем металургійних процесів була

випробувана в умовах Дніпровського металургійного комбінату в 1999 р. й була уведена в експлуатацію. У 1992 році Інститут чорної металургії знову увійшов до складу Академії наук УРСР. Після цього було проведено значну роботу щодо коректування наукової тематики, збільшено частку фундаментальних досліджень, підвищено їх рівень, відповідно до вимог, які ставляться до тематики інститутів академічного профілю. З метою поліпшення діяльності інституту в складі Академії наук України було проведено низку заходів:

- змінено структуру інституту для посилення його наукової спрямованості, проведення фундаментальних досліджень, підвищення ефективності використання прогресивних технологій;

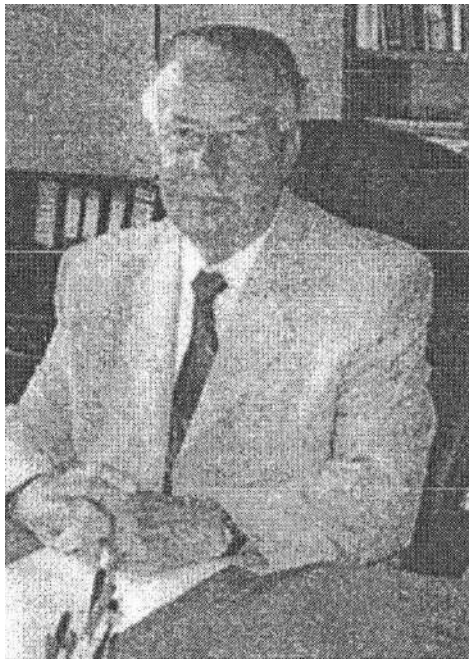
- підвищено роль вченої ради та наукових семінарів у формуванні тематики, розвитку наукового напрямку, оцінки виконання науково-дослідницької роботи, удосконалення підготовки наукових кадрів;

- поліпшено роботу аспірантури;

- визначено перспективні напрями наукових досліджень для проведення інформаційно-патентної роботи;

- розширено контакти з інститутами Академії наук України під час проведення наукових досліджень.

У 1990-ті роки наукові співробітники ІЧМ одержали високі урядові нагороди. За розроблення та введення в дію комплексу технологій, які забезпечували зниження витрат чавуну під час виробництва конверторної сталі. Премію Кабінету Міністрів СРСР у галузі науки і техніки було присуджено Є. С. Белокурову, В. В. Смоктю, Р. В. Старову. Премію Кабінету Міністрів Казахської РСР у галузі науки і техніки – за комплекс робіт із технічного переозброєння доменного цеху Карагандинського металургійного комбінату з розробленням та введенням нової енергозберігальної технології, яка забезпечила підвищення ефективності виробництва і поліпшення екологічної ситуації в регіоні, було присуджено Вад. І. Большакову і В. Л. Покришкіну [6, с. 132]. Завідувача відділу термообробки сталі І. Г. Узлова у 1992 р. було обрано членом Президії Євразійської асоціації з транспортного металу. Асоціація мала сприяти координації робіт і науково-технічної співпраці організацій і підприємств чорної металургії.



Академік АН України Вадим Іванович Большаков

У 1996 році Інститут очолив докт. техн. наук, професор Вадим Іванович Большаков. У цей складний час діяльність дирекції була спрямована на пошук нових

форм організації та проведення досліджень, визначення перспективних напрямків наукових розробок, забезпечення стабільного фінансування,

ліквідацію заборгованостей із заробітної платні, збереження наукових кадрів і підвищення їх кваліфікації, що дозволило інституту зберегти високий науковий потенціал та виконувати комплексні науково-дослідницькі роботи у галузі чорної металургії [13].

Співробітники Інституту публікували наукові статті в журналі «Металургійна й гірничорудна промисловість», у збірнику наукових праць «Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії». За 60 років існування Інституту чорної металургії, тобто до 1999 р., вчені ІЧМ опублікували 1 000 статей в науково-технічних журналах. У 1990-ті роки 22 співробітники Інституту захистили кандидатські, а вісім науковців – докторські дисертації.

Ситуація із фінансуванням поліпшилась наприкінці 1990-х років. Президія НАН України встановила чіткий порядок, який дозволив своєчасно одержувати кошти на проведення науково-дослідницьких робіт і на утримання лабораторної бази. Почало здійснюватися цільове фінансування комп'ютеризації та створення баз даних. Ліквідувалися заборгованості із заробітної платні та з бюджетних робіт.

Дев'яності роки стали роками серйозних випробувань для Інституту чорної металургії, пов'язаних з економічними та соціальними змінами, які відбувалися в Україні. Це був час боротьби за виживання в складних фінансових та моральних умовах. Інститут, розробки якого забезпечували розвиток металургійного виробництва в країні, мав зберегти наукові кадри та складну інфраструктуру. Але він не мав можливості придбати нове обладнання, виконувалися лише невідкладні та аварійні роботи з ремонту приміщень та устаткування. Усі зусилля були сконцентровані на виплаті заборгованостей із заробітної плати та стабілізації фінансового стану Інституту [6, с. 126].

Не зважаючи на всі складності, інституту вдалося зберегти кадровий науково-технічний потенціал та залишитися провідним закладом у галузі чорної металургії України. Визнанням

цього була участь директора ІЧМ Вад. І. Большакова у засіданні Робочої групи з чорної металургії економічної ради ООН у 1996 р. у Женеві, на якій він виступив із доповіддю про гірничо-металургійний комплекс України та перспективи його розвитку.

Висновки. Теоретичні основи сучасних фундаментальних та прикладних розробок Інституту закладені відомими вченими, під керівництвом яких були створені та розвивалися нові наукові напрями. Сьогодні в ІЧМ працюють декілька авторитетних наукових шкіл. Важливим напрямом діяльності Інституту стали розроблення і супровід разом із Міністерством промислової політики державних програм розвитку чорної металургії України. В останні роки кадровий склад Інституту стабілізувався і простежується тенденція до збільшення чисельності наукових кадрів, у першу чергу – за рахунок прийому на роботу випускників вищих навчальних закладів та молодих спеціалістів.

ІЧМ співпрацює з металургійними заводами України – Криворіжсталлю, Запоріжсталлю та іншими підприємствами, а також із металургійними заводами країн СНД, КНР і Японії. Дирекція Інституту приділяє особливу увагу підготовці кваліфікованих молодих учених та інженерів для роботи в науково-дослідних інститутах, вищих навчальних закладах, проектних інститутах і технічного керівництва металургійними підприємствами.

В ІЧМ розширено очну та заочну аспірантуру, відкрито докторантуру. Для удосконалення підготовки магістрів між ІЧМ та Національною металургійною академією України існує договір про створення спеціального факультету з підготовки магістрів за участю провідних учених ІЧМ. На базі Інституту проводиться переддипломна практика, готуються магістерські роботи під керівництвом його спеціалістів. Провідні вчені ІЧМ читають лекції зі спеціальних курсів для студентів НМетАУ, очолюють державні екзаменаційні комісії, які оцінюють дипломні роботи студентів [6, с. 185].

Сьогодні вчені Інституту чорної металургії НАН України визначають нові напрями фундаментальних та прикладних досліджень та розробок, забезпечують науково-технічний супровід збалансованого розвитку гірничо-металургійного комплексу, знаходять найбільш ефективну реалізацію розпочатих

раніше розробок і створюють перспективний науковий доробок, який би визначав рівень технології та обладнання металургії майбутнього, вводять нові форми організації наукової роботи і підготовки молодих висококваліфікованих спеціалістів.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Доменное производство "Криворожстали" : монография / В. И. Большаков, А. В. Бородулин, Н. А. Гладков, Н. Г. Иванча, А. В. Кекух, Г. П. Костенко, В. С. Листопадов, Н. М. Можаренко, И. Г. Муравьева, А. С. Нестеров, Г. И. Орел, А. В. Сокурено, Д. Н. Тогобицкая, В. А. Шеремет, С. Т. Шулико, Ф. М. Шутылев ; Криворож. гос. гор.-металлург. комбинат "Криворожсталь". – Днепропетровск, 2004. – 377 с.
2. Большаков В. И. Теория и практика загрузки доменных печей : монография / В. И. Большаков. – Москва : Metallurgiya, 1990. – 256 с.
3. Большаков В. И. Технология энергосберегающей доменной плавки : монография / В. И. Большаков. – Киев : Наукова думка, 2007. – 412 с.
4. Вадим Иванович Большаков / сост. Г. Н. Голубых ; отв. ред. И. Г. Муравьева. – Днепропетровск, 2013. – 176 с.
5. Воронова Н. А. Десульфурация чугуна магнием : монография / Н. А. Воронова. – Москва : Metallurgiya, 1980. – 239 с.
6. Институт черной металлургии им. З.И. Некрасова / под ред. В. И. Большакова. – Днепропетровск : Арт-Пресс, 2007. – 448 с.
7. Управление качеством тонколистового проката / В. Л. Мазур, А. М. Сафьян, И. Ю. Приходько, А. И. Яценков. – Киев : Техніка, 1997. – 384 с.
8. Опытные плавки с обогащением дутья кислородом до 40% / Некрасов З. И., Можаренко Н. М., Москалина Ф. Н. [и др.] // Интенсификация процессов доменной плавки и освоение печей большого объема. Вып. 5 : темат. отрасл. сб. / М-во чер. металлургии СССР ; [редкол.: З. И. Некрасов (отв. ред.) и др.] Москва, 1979. – С. 38–40.
9. Можаренко Н. М. Творческое наследие и развитие идей доменщика З.И. Некрасова / Н. М. Можаренко // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 1998. – № 1. – С. 4–7.
10. Некрасов З. И. Эффективность применения комбинированного дутья высоких параметров / З. И. Некрасов // Сталь. – 1977. – № 10. – С. 880–883.
11. Некрасов З. И. Пути эффективного использования комбинированного дутья в доменных печах / Некрасов З. И., Товаровский И. Г., Ободан Я. М. // Сталь. – 1971. – № 11. – С. 972–977.
12. Нестеренко О. О. Розвиток промисловості на Україні. Ч. 2 : Економічна підготовка Великої Жовтневої Соціалістичної революції / О. О. Нестеренко ; за ред. Л. Е. Горелік. – Київ : АН УРСР, 1962. – 560 с.
13. Памяти Вадима Ивановича Большакова // Сталь. – 2015. – № 7. – С. 12.
14. Праздников А. В. Гидропривод в металлургии : монография / А. В. Праздников – Москва : Metallurgiya, 1975. – 336 с.
15. Развитие металлургии в Украинской ССР / [Ю. А. Анисимов, Н. А. Терещенко, В. Г. Тищенко и др. ; редкол. : З. И. Некрасов (отв. ред.) и др.]. – Киев : Наук. думка, 1980. – 959 с.
16. Термическое упрочнение проката / под ред. К. Ф. Стародубова. – Москва : Metallurgiya, 1970. – 368 с.
17. Отделка поверхности листа : монография / В. И. Мелешко, А. П. Чекмарев, В. Л. Мазур, А. П. Качайлов. – Москва : Metallurgiya, 1975. – 272 с.
18. Чекмарев А. П. Точная прокатка сортовых профилей : монография / А. П. Чекмарев, Г. Г. Побегайло. – Москва : Metallurgiya, 1968. – 236 с.

REFERENCES

1. Bol'shakov V.I., Borodulin A.V., Gladkov N.A., Ivancha N.G., Kekux A.V., Kostenko G.P., Listopadov V.S., Mozharensko N.M., Murav'eva I.G., Nesterov A.S., Orel G.I., Sokurenko A.V., Togobickaya D.N., Sheremet V.A., Shuliko S.T. and Shutylev F.M. *Domennoe proizvodstvo "Krivorozhstali"* [Blast-furnace production of «Krivorozhstal»]. Krivorozh. gos. gor.-metallurg. kombinat "Krivorozhstal" [Krivorozhskij State Mining and Smelting plant "Krivorozhstal"]. Dnepropetrovsk, 2004, 377 p. (in Russian).
2. Bol'shakov V.I. *Teoriya i praktika zagruzki domennyx pechej* [Theory and practice of blast-furnace charging]. Moskva: Metallurgiya, 1990, 256 p. (in Russian).
3. Bol'shhakov V.I. *Tekhnologiya energosberegayushhej domennoj plavki* [Technology of enegysaving blast-furnace melting]. Kiev: Naukova dumka, 2007, 412 p. (in Russian).
4. Golubyx G.N. and Murav'eva I.G., eds. *Vadim Ivanivich Bol'shakov*. Dnepropetrovsk, 2013, 176 p. (in Russian).

5. Voronova N.A. *Desulfuraciya chuguna magniem* [Desulfuration of cast by magnesium]. Moskva: Metallurgiya, 1980, 239 p. (in Russian).
6. Bol'shakov V.I., ed. *Institut chernoj metallurgii im. Z. I. Nekrasova* [Institute of ferrous metallurgy named after Nekrasov Z.I.]. Dnepropetrovsk: Art-Press, 2007, 448 p. (in Russian).
7. Mazur V.L., Saf'yan A.M., Prikhod'ko I.Yu. and Yacenkov A.I. *Upravlenie kachestvom tonkolistovogo prokata* [Quality control of thin sheet rolling]. Kiev: Tekhnika, 1997, 384 p. (in Russian).
8. Nekrasov Z.I., Mozhareenko N.M., Moskalina F. N. [et al.] *Opytnye plavki s obogashheniem dut'ya kislorodom do 40%* [Experimental meltings with oxygen blowing enrichment up to 40%]. *Intensifikaciya processov domennoj plavki i osvoenie pechej bol'shogo ob'ema* [Intensification of the processes of blast-furnace melting and putting into production high capacity furnaces]. M-vo cher. metallurgii SSSR [Ministry of Iron and Steel Metallurgy of USSR]. Moskva, 1979, iss. 5, pp. 38–40. (in Russian).
9. Mozhareenko N.M. *Tvorcheskoe nasledie i razvitie idej domenshchika Z.I. Nekrasova* [Creative heritage and development of the ideas of blast-furnace operator Z. I. Nekrasov]. *Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost'* [Metallurgical and mining industry]. 1998, no. 1, pp. 4–7. (in Russian).
10. Nekrasov Z.I. *Effektivnost' primeneniya kombinirovannogo dut'ya vysokix parametrov* [Effective use of combined blowing of high parameters]. *Stal'* [Steel]. 1977, no. 10, pp. 880–883. (in Russian).
11. Nekrasov Z.I. Tovarovskij I.G. and Obodan Ya.M. *Puti effektivnogo ispol'zovaniya kombinirovannogo dut'ya v domennyx pechax* [Effective ways of using combined blowing in blast-furnaces]. *Stal'* [Steel]. 1971, no. 11, pp. 972–977. (in Russian).
12. Nesterenko O.O. *Rozvytok promyslovosti na Ukraini. Ch. 2: Ekonomichna pidhotovka Velykoi Zhovtnevoi Sotsialistychnoi revolyutsii* [Industrial development in Ukraine. Part 2: Economical preparation of the Great October Socialist Revolution]. Kyiv: AN URSSR, 1962, 560 p. (in Ukrainian).
13. *Pamiati Vadyma Ivanovycha Bol'shakova* [In memory of Vadim Ivanovich Bol'shakov]. *Stal'* [Steel]. 2015, no. 7, p. 12. (in Russian).
14. Prazdnikov A.V. *Gidroprivod v metallurgii* [Hydrodrive in metallurgy]. Moskva: Metallurgiya, 1975, 336 p. (in Russian).
15. Anisimov Yu.A., Tereshhenko N.A., Tishhenko V.G. [et al.] *Razvitie metallurgii v Ukrainskoj SSR* [Development of metallurgy in the Ukrainian SSR]. Kiev: Nauk. dumka, 1980, 959 p. (in Russian).
16. Starodubov K.F., ed. *Termicheskoe uprochnenie prokata* [Thermal rolling strengthening]. Moskva: Metallurgiya, 1970, 368 p. (in Russian).
17. Meleshko V.I., Chekmarev A.P., Mazur V.L. and Kachajlov A.P. *Otdelka poverxnosti lista* [Finishing of sheet surface]. Moskva: Metallurgiya, 1975, 272 p. (in Russian).
18. Chekmarev A.P. and Pobegajlo G.G. *Tochnaya prokatka sortovykh profilej* [Precise profiled rolling]. Moskva: Metallurgiya, 1968, 236 p. (in Russian).

Рецензент: Башев В. Ф. д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 16.11.2016 р. Прийнята до друку: 12.12.2016 р.

УДК 624.131.6:69.059.2

АНАЛИЗ ПРИЧИН «ТОПОЛИНОЙ» КАТАСТРОФЫ И МЕРЫ, ИСКЛЮЧАЮЩИЕ ПОДОБНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ (К 20-ЛЕТИЮ КАТАСТРОФЫ) (ЧАСТЬ 1)

БОЛЬШАКОВ В. И.¹, д. т. н., проф.,
МОТОРНИЙ Н. А.², к. т. н., доц.

¹Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (05-62) 745-23-72, e-mail: press.pgasa@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0790-6473

²Кафедра оснований и фундаментов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (05-62) 756-33-43, e-mail: A.motorchik@i.ua

Аннотация. Представлена историческая справка о формировании Днепропетровским городским советом нового микрорайона – Тополь. Выполнен анализ материалов изысканий для строительства новых жилмассивов Тополь-1, Тополь-2, Тополь-3. Проанализированы инженерно-геологические и гидрогеологические условия территории под застройку жилого массива Тополь-1. Даны обоснования предложенных вариантов фундаментов строящихся жилых домов, объектов соцкультбыта, представленных проектной организацией ГПИ «Укрспецстройпроект». Проанализированы проектные решения фундаментов жилого комплекса ЮМЗ вдоль ул. Запорожское шоссе. Раскрыты причины вынужденной замены предложенного варианта свайного фундамента под запроектированный ГПИ «ГИПРОГРАД», жилой комплекс на другой вариант фундаментов на искусственном основании, после перевода площадки строительства из второго типа в первый тип грунтовых условий по просадочности.

Дано краткое обоснование начала проявления подтопленности уже эксплуатируемой жилой застройки при выполнении предварительного замачивания территории под жилой комплекс ЮМЗ. Раскрыта причина проявления запредельных деформаций оснований, фундаментов и конструкций самых легких зданий дошкольных детских учреждений, эксплуатируемых еще до выполнения предварительного замачивания территории жилого комплекса ЮМЗ. Обосновано проявление суффозионных процессов на территории жилого массива Тополь-1, связанных с проявлением разгрузки подземных вод и повышения напорного градиента, разуплотнения и ослабления грунтов второго склона балки Встречная. Раскрыта причина гидравлического прорыва разрушенного второго склона балки Встречная и его последствия. Указаны ошибки при предложении ГП «ДнепроНИИСП» принять в производство вариант предварительного замачивания верхней территории, готовящейся под строительство жилого комплекса ЮМЗ. Приведены материальные и моральный ущербы проявившейся катастрофы жилого массива Тополь-1 и материальные и моральные потери на Приднепровской железной дороге.

Представлены общие выводы экспертной комиссии и отдельное мнение члена экспертной комиссии, автора данной статьи Н. А. Моторного.

Ключевые слова: предварительное замачивание; водонасыщенный грунт; подтопление территории; напорный градиент; разгрузка подземных вод; коэффициент фильтрации; суффозионный процесс; корневая система; ослабленный склон; гидравлический прорыв

АНАЛІЗ ПРИЧИН «ТОПОЛИНОЇ» КАТАСТРОФИ ТА ЗАХОДИ, ЩО ВИКЛЮЧАЮТЬ ПОДІБНІ ЯВИЩА ПІД ЧАС ПРОЕКТУВАННЯ І СПОРУДЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ НА ПРОСАДНИХ ГРУНТАХ (ДО 20-РІЧЧЯ КАТАСТРОФИ) (ЧАСТИНА 1)

БОЛЬШАКОВ В. І.¹, д. т. н., проф.,
МОТОРНИЙ М. А.², к. т. н., доц.

¹Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (05-62) 745-23-72, e-mail: press.pgasa@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0790-6473

²Кафедра основ і фундаментів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (05-62) 756-33-43, e-mail: A.motorchik@i.ua

Анотація. Наведено історичну довідку про формування Дніпропетровською міською радою нового микрорайону – Тополя. Виконано аналіз матеріалів вишукувань для будівництва нових житлових масивів Тополя-1, Тополя-2, Тополя-3. Проаналізовано інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови масиву під забудову житлового масиву Тополя-1. Дано обґрунтування запропонованих варіантів фундаментів споруджуваних житлових будинків, об'єктів соціальної інфраструктури, представлених проектною організацією

ДП «Укрспецбудпроект». Проаналізовано проектні рішення фундаментів житлового комплексу «Південмаш» уздовж вул. Запорізьке шосе. Розкрито причини вимушеної заміни запропонованого варіанта пального фундаменту під запроєктований ДП «ДІПРОМІСТО» житловий комплекс на інший варіант фундаментів на штучній основі після переведення майданчика будівництва з другого типу в перший тип ґрунтових умов щодо просідання.

Дано коротке обґрунтування початку прояву підтоплення вже експлуатованої житлової забудови під час виконання попереднього замочування території під житловий комплекс «Південмаш». Розкрито причини прояву позамежних деформацій основ, фундаментів і конструкцій найлегших будівель дошкільних дитячих установ, експлуатованих ще до виконання попереднього замочування території житлового комплексу «Південмаш». Обґрунтовано прояв суфозійних процесів на території житлового масиву Тополя-1, пов'язаних із проявом розвантаження підземних вод і підвищення напірного градієнта, розушільнення і ослаблення ґрунтів другого схилу балки Зустрічна. Розкрито причину гідравлічного прориву зруйнованого другого схилу балки Зустрічна і його наслідки. Зазначено помилки під час пропозиції ДП «ДніпроНДІБВ» прийняти у виробництво варіант попереднього замочування верхньої території, що готується під будівництво житлового комплексу «Південмаш». Наведено матеріальні і моральні збитки від катастрофи житлового масиву Тополя-1 і на Придніпровській залізниці.

Надано загальні висновки експертної комісії та окрему думку її члена, автора даної статті М. А. Моторного.

Ключові слова: попереднє замочування; водонасичений ґрунт; підтоплення території; напірний градієнт; розвантаження підземних вод; коефіцієнт фільтрації; суфозійний процес; коренева система; ослаблений схил; гідравлічний прорив

REASONS ANALYSIS OF THE «TOPOLINA» CATASTROPHE AND ACTIVITIES, EXCLUDING DESIGNING SIMILAR PHENOMENA OF BUILDINGS ON COLLAPSIBLE SOILS (TO THE 20TH ANNIVERSARY OF DISASTER) (PART 1)

BOLSHAKOV V. I.¹, *Dr. Sc., Prof.*,

MOTORNYI N. A.², *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*

¹Department of Materials and Materials Processing, State Higher Educational Establishment “Prydniprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, phone: +38 (05-62) 745-23-72, e-mail: press.pgasa@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0790-6473

²Department of Basements and Foundations, State Higher Educational Establishment “Prydniprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, phone: +38 (05-62) 756-33-43, e-mail: A.motorchik@i.ua

Abstract. It is presented historical information about the formation of the Dnepropetrovsk city council a new neighborhood – Topol. The analysis of survey materials for the construction of new residential community Topol-1, Topol-2, Topol-3 was made. Geotechnical and hydrogeological conditions of the area for construction of housing estate Topol-1 were analyzed. The justification of the offered variants of the residential houses foundations under construction, social and cultural objects, submitted by project organization SPI “Ukrspetsstroyproekt” are given. We analyzed the design decisions UMZ residential complex foundations along the Zaporozhskoe shosse street. It was disclosed forced replacement of the proposed variant of pile foundation under the projected SPI “Giprograd”, housing estate on another version of foundations on the artificial basis after the transfer of the construction site from the second type to the first type of ground conditions by subsidence.

It is given a brief justification of the flooding onset of the already exploited residential construction during the preliminary soaking of the territory for the residential complex UMZ. It is also revealed the reason for the occurrence of supranational deformations of the basements, foundations and structures of the lightest buildings of pre-school children's institutions, which are in operation before the preliminary soaking of the UMZ residential complex territory. The suffusion processes occurrence on the territory of the Topol-1 residential area, connected with the unloading occurrence of groundwater and increasing of the pressure gradient, decompaction and weakening of the soils of the second slope of the Vstrechnaya beam is substantiated. The cause of the hydraulic breakthrough of the destroyed second slope of the Vstrechnaya beam and the consequences that follow from this was disclosed. It is shown errors in purpose of SE “DneproNIISP” taking into production version of pre-soaking the upper area preparing for the construction of residential complex UMZ. The material and moral damage of the occurred catastrophe of a housing estate Topol-1 and the existing material and moral losses on the Dnieper railway are presented.

It is presented the general conclusions of the expert committee and a separate opinion of the expert committee member, the author of this article N. A. Motorny.

Keywords: pre-soaking; water saturated soil; flooding areas; the pressure gradient; the groundwater discharge; filtration coefficient; suffusion processes; the root system; weakened slope; hydraulic breakthrough

Введение. В первой части статьи раскрыта история формирования территории жилмассивов Тополь-1, 2, 3, а также первые проектные решения оснований и фундаментов строящихся жилых домов и объектов СКБ согласно действовавшим нормативным документам на период проектирования и строительства. Изложена последовательность формирования территории под строительство жилого комплекса ЮМЗ, выбор возможных вынужденных вариантов оснований и фундаментов будущего жилого комплекса, схема перевода строительной площадки второго типа грунтовых условий по просадочности в первый тип. Раскрыта причина деформаций конструкций детских дошкольных учреждений и отношение к проявившимся деформациям администрации города дальнейшее обводнение территории уже застроенного жилмассива; глобальное обводнение территории застроенной части жилмассива Тополь-1; проявление суффозионных процессов при формировании разгрузки подземных вод у подножья склона.

Во второй части раскрываются причины проявления суффозионных процессов и их влияния на ослабление склона, антропогенные причины ослабления склона, проявления прорыва ослабленного склона и полного разрушения дома № 22 по ул. Паникахи и детских дошкольных учреждений. Изложены результаты работы государственной комиссии по установлению причин разрушительной катастрофы и материальный и моральный ущерб от данной катастрофы.

Начало проявления суффозионных процессов. Превышение инфильтрации утечек из водонесущих коммуникаций над разгрузкой привело к подъему уровня подземных вод (к подтоплению), увеличению напорного градиента, увеличению коэффициента фильтрации и проявлению суффозионных процессов в ослабленном массиве склона балки Встречная. Суффозионные процессы в первую очередь начали проявляться в местах, свободных от дополнительной пригрузки склона гражданскими зданиями и сооружениями, (одно-, двухэтажными зданиями дошкольных детских

учреждений и школ). В этих местах пригрузка склона ($\sigma_{zq} + \sigma_{zp}$) < H – напорного градиента, что привело к вертикальному выносу мелких частиц грунта водой – наружная суффозия, вследствие чего нижняя часть склона (без дополнительной пригрузки $\sigma_{zp} = 0$) и приграничная часть, где $\sigma_{zq} < H$ – район расположения детских дошкольных учреждений и школы – подвергались усиленному суффозионному процессу, повышению пористости грунта, увеличению притока инфильтрационных вод, полному обводнению, снижению прочностных характеристик грунта, образующего склон, и в целом ослаблению склона.

Естественным источником, обеспечивающим устойчивость склона, ослабленного проявляющимися суффозионными процессами, являлась мощная корневая система насаждений декоративных деревьев и одерновка территории многолетними травами и кустарниками, что тоже в какой-то мере компенсировало ослабление склона. В таком природном «равновесии» территория эксплуатировалась до мая – начала июня 1997 года (10 лет после «первого звонка»). За эти 10 лет городские коммунальные службы дополнительных мероприятий по снижению ослабления склона, из-за отсутствия средств, не проводили. Руководство коммунальным хозяйством Бабушкинского района не смогло оценить надвигающуюся катастрофу. Территория жилмассива Тополь-1 оказалась полностью обводнена, а на пониженных участках, например, школьная спортивная площадка и детские дошкольные учреждения, развились суффозионные процессы (вертикальный вынос мелких частиц), сформировавшиеся напором воды.

Толчком для проявления разрушительных процессов на территории склона балки Встречная явился бытовой тампонаж канализационного коллектора, проходящего по устью нижней части склона, в результате которого все сточные воды обратным ходом начали поступать по канализационным трубопроводам в прилегающие к устью склона домам, затапливая подвалы, первые этажи сточными водами. Горводоканалу было дано указание: Срочно отыскать за-

тампонируемый участок коллектора, достать, отрезать этот участок коллектора и вставить новый. Это задание выполнялось по разработанной коммунальщиками Бабушкинского района схеме.

Техническими средствами были полностью уничтожены деревья с мощной корневой системой, которая удерживала склон. Разрушены кустарники и одернованная по-

верхность склона в пределах предполагаемого участка затампонируемого коллектора. Открыт чрезмерно большой котлован по простираю. Отрезан затампонируемый участок коллектора. Вставлен и приварен новый участок трубопровода.

Это произошло 05.06.1997 г. в 20 часов 30 минут.



Проявления суффозии и гидравлического прорыва склона. Совершенно случайно первые разрушительные процессы увидел житель кооперативного дома № 22, проживавший на 9-м этаже. С торцевой лоджии он увидел трещины, оползни, распространяющиеся от детских садов № 320 и № 356 в направлении к дому № 22. Он тут же позвонил в пожарную часть и сообщил дежурному всё, что увидел в данный момент с высоты «птичьего полета». Через 12–15 минут приехала де-

журная пожарная часть и началась эвакуация жителей дома № 22. К пяти часам утра 06.06.1997 г. эвакуация закончилась (с 9-го до 2-го этажа), первый этаж был не заселен. За счет крена здания дома № 22 входные бронированные двери заклинило, а через металлические решетки на окнах войти или выйти из помещений первого этажа не представлялось возможным. Эвакуированных с их «пожитками» разместили на свободной лужайке недалеко от проезжей ча-

сти ул. Паникахи (с противоположного торца дома № 20).

Тем временем штаб Гражданской обороны под руководством начальника штаба ГО Днепропетровской области полковника Грищенко Григория Кузьмича отключил все инженерные коммуникации жилмассива Тополь-1 (водопровод, водоотвод, горячее водоснабжение, газо-, электроснабжение). Жильцы жилмассива Тополь-1 лишились возможности нормального проживания в квартирах.

Но вернемся к началу катастрофы.

Окончив восстановление коллектора, бригада рабочих, отработав полторы смены без перерыва на обед, в 20:30 уехала по домам. На ослабленном котлованом нижнем склоне балки Встречная в связи со снятием пригрузки от собственного веса грунта котлована, вырубки насаждений и разрушения их корневой системы, кустарников и одерновки, произошло местное ослабление склона (увеличение: суффозионных процессов, пористости грунта, коэффициента фильтрации, снижение прочностных характеристик грунта), в результате чего под напором воды высотой $H = 30$ м, давлением $P = 300$ кПа произошел гидравлический прорыв ослабленного склона.

Скопившаяся вода с большой скоростью выбила «пробку» в ослабленном склоне и начала, интенсивно размывая прорванный участок склона, разрушать «борта» сформированного подземного «тоннеля», перемещаясь от здания детских дошкольных учреждений в направлении к жилому дому № 22, что и зафиксировал житель 9-го этажа дома № 22. Вода размывала и вынесла турбулентным потоком в разлившийся водный бассейн, заполнявший балку Встречная грунт из – под искусственного основания (грунтовой подушки дома № 22). Дом накренился, грунтовая подушка «прогнулась» и разрушилась, а одновременно с разрушением грунтовой подушки по деформационному шву отделилась первая секция дома (жильцов уже эвакуировали) и обрушилась в водный бассейн. Конструкции первой секции дома № 22, подхваченные водным потоком, бы-

ли унесены в сформировавшийся водный бассейн в балку Встречная. Через пять минут такое же участие постигло и секцию № 2.

Из школы № 99, расположенной на расстоянии 50–60 м от разрушенного жилого дома, начали выносить все ценное оборудование.

Собравшиеся специалисты на заказном вертолете два раза облетели не имеющий доступа участок. На втором витке здание школы № 99 со вспомогательные пристройки, и детское дошкольное учреждение № 320.

К 12:30 06 июня из Киева приехал Председатель комитета «Госнадзорхрантруда» Ткачук Станислав Порфирьевич, назначенный Кабинетом Министров Украины Председателем экспертной комиссии по расследованию причин чрезвычайной ситуации. Были сформированы группы для проверки технической документации на построенные и строящиеся жилые и общественные здания и сооружения.

За период работы в экспертной комиссии Н. А. Моторный проанализировал:

1. Инженерно-геологические условия территории жилмассива Тополь-1.

2. Изменение гидрогеологических условий за отдельные этапы эксплуатации и строительства новых (вдоль ул. Запорожское шоссе) жилых зданий и сооружений.

3. Изменение влажностного режима территории жилмассива Тополь-1 в результате перевода площадки из второго типа грунтовых условий по просадочности в первый.

4. Начало проявления разгрузки подземных вод.

5. Влияние разгрузки на изменение физико-механических характеристик обводненных грунтов территории жилмассива Тополь-1.

6. Начало проявления суффозионных процессов.

7. Влияние суффозионных процессов на изменение физических и механических характеристик грунтов территории жилмассива Тополь-1 (изменение пористости

грунта, изменение напорного градиента, фильтрации).

8. Объем воды, скопившейся в результате превышения инфильтрации утечек из водонесущих коммуникаций в грунт над разгрузкой на территории жилмассива Тополь-1.

9. Влияние разгрузки грунтовой толщи от скопившейся в грунтовом массиве воды на эксплуатационную надежность существующих жилых и общественных зданий жилмассива Тополь-1.

10. Возможны ли повторные проявления аналогичных чрезвычайных ситуаций на уцелевшей от гидравлического прорыва территории жилмассива Тополь-1.

11. Назначение первоочередных инженерных мероприятий по приведению жилмассива Тополь-1 в нормальные условия эксплуатации.

Изменение гидрогеологических условий жилмассива Тополь-1 за отдельные этапы эксплуатации и строительства новых жилых зданий и сооружений:

а) За период эксплуатации построенных и эксплуатируемых зданий с 1972 по 1982 год.

Согласно нормативным данным для зоны Украины средний подъем подземных вод составляет 0,3 м/год. За 10 лет эксплуатации подъем уровня подземных вод составит 3,0 м.

б) За период эксплуатации зданий и сооружений жилмассива Тополь-1, с 1982 г. (начало предварительного замачивания строительной площадки под строительство жилищного комплекса ЮМЗ) по март 1987 г. уровень подземных вод поднялся на 12,0 м и составил скорость подтопления $T' = 2,4$ м/год. Это не вписывается ни в какие нормативные документы Госстроя СССР и подтверждает, что за этот пятилетний период началось и продолжалось глобальное подтопление территории жилмассива Тополь-1, причиной которого является предварительное замачивание лессовой просадочной толщи при переводе строительной площадки из второго типа грунтовых условий по просадочности в первый тип, замачивание ниже по склону эксплуатируемой территории под

жилой застройкой, проявление просадки лессовой просадочной толщи под жилыми и гражданскими зданиями и их водонесущими коммуникациями, деформаций водонесущих коммуникаций, инфильтрация утечек воды из деформированных водонесущих коммуникаций.

За счет повышения уровня подземных вод, увеличения напорного градиента, увеличения коэффициента фильтрации в направлении вниз по склону напор воды преодолел начальный напорный градиент по этому направлению, из-за чего проявилась в полном объеме (растекание профильтрованных утечек воды с выходом ее в подножье склона (в тальвег балки Встречная), откуда и началась разгрузка подземных вод с территории жилмассива Тополь-1.

в) Далее продолжалась инфильтрация утечек из деформированных водонесущих коммуникаций и подтопления территорий жилмассива Тополь-1 и на начало июня уровень подземных на эксплуатируемой территории жилмассива Тополь-1 поднялся, начиная с 1987 г. по 1997 г. на 15 м, со скоростью подтопления составляющей 1,5 м/год.

Снижение скорости подтопления с 2,4 до 1,5 м/год стало возможным за счет разгрузки подземных вод у подножья (тальвега балки) склона, которая на протяжении всего участка (ул. Джинжарадзе – ул. Паникахи) составляла $\Delta h = 0,9$ м/год. В связи с тем, что поступление утечек из водонесущих коммуникаций в грунт превышало объем разгрузки в среднем на 1,5 м/год, продолжалось подтопление территории. Начались суффозионные явления у подножья склона.

Все эти процессы поочередно и одновременно привели к увеличению разгрузки уже деформированного грунта по территории жилмассива Тополь-1 и снижению разности подтопления территории над ее разгрузкой, что могло бы привести, при соответствующих условиях, к равновесному состоянию инфильтрации утечек из водонесущих коммуникаций в грунт и процесса разгрузки с соответствующим ослаблением (деформированного грунта)

склона балки Встречная на всем его протяжении от Запорожского шоссе до (подножья) тальвега балки Встречная со всевозможными при этом последствиями. Но, как было указано выше, случай бытовой кольматации канализационного коллектора ускорил разрушение склона с гидравлическим прорывом ослабленного восстановительными работами по возвращению коллектора в рабочее состояние.

Результаты работы экспертной комиссии по выяснению причин проявления техногенной катастрофы с полным разрушением девятиэтажного кооперативного жилого дома по ул. Паникахи, 22 жилмассива Тополь-1 в г. Днепропетровске показали следующее:

1. Эксплуатация жилого фонда жилмассива Тополь-1 началась с 1972 года с приемом в эксплуатацию первого девятиэтажного жилого дома, состоявшимся в канун 55 годовщины Октября.

2. Застройка жилмассива велась от устья балки Встречная (второго склона) в направлении ул. Запорожское шоссе.

3. Генпроектировщиком Госстроем УССР был назначен нынешний ГП ПИ «Днепрогражданпроект», как субподрядные проектные организации привлекались ГПИ «Днепровский проектный институт» (ДПИ), ГПИ «Укрспецстройпроект», «Минмонтажспецстрой», ГПИ «Приднепровский Промстройпроект» Союзметаллургстройпроекта Госстроя СССР и другие.

4. Генподрядной организацией по строительству жилмассива Тополь-1 выступал Комбинат «Днепротяжстрой» Минтяжстроя УССР, со всеми входящими в комбинат ДТС трестами и управлениями.

5. Заказчиком по строительству выступало Управление капитального строительства Горисполкома г. Днепропетровска.

6. До 1982 г. строительство велось согласно Генеральному плану застройки комплекса жилмассива Тополь-1.

Резервная полоса территории вдоль ул. Запорожское шоссе была задействована с 1982 г. и передана ОКСУ Южного машиностроительного завода (ЮМЗ) из расчета выполнить застройку выделенной «поло-

сы» высотными домами улучшенной планировки со сдачей комплекса застройки в эксплуатацию в 1986 г.

Все работы по проектированию комплекса зданий жилого фонда ЮМЗ выполнялись согласно календарному плану, проблем не возникало. ГПИ «Гипроград», согласно графику, выдал техническую документацию наземной части будущего жилого комплекса, ГПИ «Укрспецстройпроект» выдал документацию на устройство подземной части комплекса жилых зданий – свайные фундаменты из забивных железобетонных составных свай из трех секций С_н-12-35, С_с-10-35 и С_в-8-35 с соблюдением требований нормативных документов действующих на период проектирования и строительства.

Первые проблемы к началу строительства жилого комплекса возникли в комбинате «Днепротяжстрой». При расчете объемов строительных конструкций и изделий, необходимых для возведения жилого комплекса, оказалось, что для варианта свайных фундаментов из составных забивных железобетонных свай необходимо 55 000 м³ свай при мощностях строительной индустрии г. Днепропетровск и области, составляющих 5 000 м³ свай в год (для выполнения работ нулевого цикла при условии, что все выпускаемые заводами сваи будут использованы только для жилого комплекса ЮМЗ, потребуется T = 11 лет?! Тогда как сроки ввода в эксплуатацию жилого комплекса ЮМЗ, назначенные Министерством обороны СССР, составляли – 1986 год. Не смогла изменить сложившуюся ситуацию и строительная индустрия региона (Харьковская, Донецкая, Запорожская области) из того же расчета, что конструкции свай, выпускаемые строительной индустрией этих областей, пойдут на строительную площадку жилого комплекса ЮМЗ, при этом на выполнение работ нулевого цикла потребуется не менее трех лет. Поэтому комбинат «Днепротяжстрой» вынужденно пошел на замену варианта фундаментов из забивных составных железобетонных свай на вариант перевода строительной

площадки из второго типа грунтовых условий по просадочности в первый, предложенный Днепропетровским филиалом НИИСП, что явилось грубой ошибкой по принятию этого варианта в сложившейся строительной ситуации, когда внизу по склону построены жилые дома.

Результатом замены варианта и типа фундаментов жилого комплекса ЮМЗ явилась катастрофа, в результате которой на жилмассиве Тополь-1 ежегодно, начиная с 1982 г. по 1997 г., терялось через поврежденные водонесущие коммуникации от 1 500 000 м³ до 2 000 000 м³ воды. За счет этого изменились гидрологические условия; территория жилмассива Тополь-1 подтоплялась со скоростью от 1,5–2,4 м/год с разгрузкой подземных вод со скоростью 0,9 м/год. За счет проявления подтопления через просадочную толщу жилмассива Тополь-1 ежегодно проходило 1 536 000 м³ воды. За 15 лет эксплуатации жилмассива «Тополь-1» потери воды составили 23 04 0000 м³.

Материальные потери за счет проявления «Тополиной» катастрофы составили свыше 153 000 000 долларов при курсе на период катастрофы, составляющем 1 доллар = 1,88 гривни.

Дополнительно к этим потерям следует отнести:

- нарушение целостности железнодорожного тоннеля, проявившегося за счет;

- затопления тоннеля разгрузившимися в процессе гидравлического прорыва склона водами;

- проявления просадочных деформаций бортов котлована под железнодорожные пути, просадки, лессовой толщи под земляным полотном железнодорожных путей, что привело к деформациям балласта железнодорожных путей;

- вертикальных деформаций конструкций тоннеля с уменьшением площади рабочего сечения тоннеля, что в свою очередь на полтора года задержало эксплуатацию тоннеля;

- железнодорожная станция «Встречная» на полтора года вышла из нормальных условий эксплуатации.

Все указанные выше проявления составили материальный ущерб по Приднепровской железнодорожной дороге (ветка Днепропетровск Южный – Лошкаревка) более 100 000 000 долларов.

Экспертная комиссия

по аварии I категории – техногенный оползень, происшедшей 6 июня 1997 г. в 7 часов 05 минут в г. Днепропетровске на жилмассиве Тополь-1 по ул. Паникахи с полным разрушением кооперативного дома № 22, школы № 99 и частичным разрушением – не восстанавливаемых двух детских садов № 323 и № 356 в составе:

Председателя комиссии, председателя комитета Госназдорохрантруда Украины Ткачука Станислава Порфирьевича и членов:

- генерального директора научно-инженерного центра «Протект», кандидата технических наук, заместителя председателя комиссии Гинзбурга Леонида Константиновича;

- доктора технических наук, зав. кафедрой «Тоннели, основания и фундаменты» ДИИТа Тимофеевой Людмилы Михайловны;

- директора института «Приднепровский промстройпроект» Ратушного Георгия Вадимовича;

- главного конструктора института «Приднепровский промстройпроект» Эдельштейна Итамара Иосифовича.

- доцента кафедры оснований и фундаментов Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры Моторного Николая Антоновича;

- главного инженера института «Днепрогражданпроект» Медгауза Бориса Абрамовича и др сделала общие выводы:

Общие выводы. 1. Происшедшая авария является результатом уникального природно-техногенного многофакторного явления, не имеющего аналога в Украине. Основной причиной аварии является мощное региональное природно-техногенное обводнение естественного склона, сложенного пылевато-глинистыми просадочными грунтами, с поднятием уровня грунтовых вод за период застройки и эксплуатации микрорайона до 20 м, которое было неиз-

бежно и интенсифицировалось нарушениями при строительстве и эксплуатации микрорайона.

2. Экстренные инженерные мероприятия, предпринятые непосредственно после аварии, оправданны и целесообразны, однако их практическое осуществление носит локальный характер и не может обеспечить в дальнейшем длительную безопасную эксплуатацию смежных объектов, не решает общую задачу стабилизации оползневых процессов на склоне.

В связи с этим необходима оперативная разработка и экстренное выполнение в ближайший период комплекса защитных и противооползневых инженерных мероприятий. Учитывая высокую социальную, экономическую и техническую ответственность за ликвидацию последствий аварии, состав мер и инженерные решения на стадии проектирования и строительства требуют тщательной экспертизы и научно-инженерного анализа последствий их реализации на уровне Госкомградостроительства Украины.

3. В связи со сложностью природной обстановки и ответственностью при принятии решений по стабилизации оползневого процесса, считаем необходимым привлекать к проектно-изыскательным работам по противооползневым мероприятиям только специализированные организации.

4. Происшедшая авария показала определенные недостатки действующей нормативной базы строительства в Украине.

В частности, отсутствует нормативно-правовой механизм, обуславливающий обязательное выполнение генеральным заказчиком в период застройки жилых районов комплексного водоотвода по микрорайонам в целом, а также комплексной борьбы с обводнением и подъемом уровня грунтовых вод, особенно в сложных инженерно-геологических условиях. Это обстоятельство предопределяет вероятность аналогичных аварий в других микрорайонах г. Днепропетровска.

Кроме того, согласно СНиП, обеспечение авторского надзора определяется по договорной основе и при отсутствии договора не выполняется, вне зависимости от

грунтовых условий и ответственности объектов, что недопустимо.

Необходимо, помимо этого, ввести изменения в соответствующие нормы для обеспечения водосброса при перспективном техногенно-природном подтоплении районов в целом.

5. Авторитетной комиссии детально проанализировать состояние и выдать рекомендации по стабилизации территорий в следующих районах г. Днепропетровск: Тополь-2, Тополь-3, Сокол, ул. Космическая, пр. Кирова – ул. Титова – ул. Нахимова – ул. Вакуленчука, Красноповстанческая балка и другие (по решению этой комиссии).

6. С целью предотвращения в дальнейшем аналогичных аварий комиссия считает необходимым:

– создать при горисполкоме постоянно действующую экспертно-консультативную комиссию по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям из ведущих специалистов для обязательного рассмотрения и экспертизы проектов строительства в сложных инженерно-геологических условиях;

– восстановить в полном объеме мониторинг и организовать инженерную службу мониторинга для обслуживания научно-проектных мероприятий по предотвращению аварий и оперативной оценки инженерной обстановки в сложных районах жилой застройки г. Днепропетровск;

– Госкомградостроительству регулярно рассматривать региональные проблемы инженерной подготовки, застройки и эксплуатации селитебных и промышленных территорий в особо сложных инженерно-геологических условиях городов Украины.

Особое мнение эксперта кафедры ОиФ ПГАСА, члена экспертной комиссии, Николая Анатольевича Моторного. На основании анализа материалов по проектированию и строительству зданий и сооружений жилмассива Тополь-1 следует:

1. На период изысканий, проектирования и строительства первых пусковых зданий территория будущего жилмассива в гидрологическом отношении на выделенной территории в процессе проведения

изысканий, до глубины 30–15 м (по второму склону) подземные воды не обнаружены (район безводный).

2. Площадка строительства жилмассива Тополь-1 в инженерно-геологическом отношении сложена четвертичными отложениями среднечетвертичного возраста, представленными эоловыми супесями и суглинками лессовыми, от палевых, палево-желтых до желтых, твердых с примесями карбонатов, просадочными при замачивании их водой. Территория относится ко второму типу грунтовых условий по просадочности (по первому склону – от ул. Запорожское шоссе до устья балки Встречная и с преобладанием первого типа грунтовых условий по просадочности (по второму склону) от балки Встречная (от устья балки Встречная до подножья склона).

Основным вариантом фундаментов строящегося жилого комплекса ЮМЗ проектная организация «Укрспецстройпроект» предложила и обосновала вариант свайных фундаментов из забивных составных железобетонных свай с полной прорезкой просадочной толщи. Генподрядчик – комбинат «Днепротяжстрой» по стечению обстоятельств вынужденно дал согласие на замену свайных фундаментов на фундаменты неглубокого заложения на искусственном основании, выполненном на предварительно замоченном массиве на всю просадочную толщу (до водоупора).

Строительство жилого комплекса ЮМЗ, в том числе подготовка и устройство основания началась с 1982 г. после того как была застроена нижняя часть верхнего склона балки Встречная. При переводе строительной площадки жилого комплекса ЮМЗ из второго типа грунтовых условий по просадочности в первый тип, для замачивания лессовой просадочной толщи было израсходовано 80 000 м³ воды, которая, замачивая лессовую толщу с формированием куполов по осям скважин, растекаясь вниз по склону (в сторону балки Встречная) замочила лессовую толщу под уже застроенными жилыми и общественными зданиями, что явилось причиной проявления неравномерных проса-

дных деформаций лессовой толщи и вывода из эксплуатации четырех детских комбинатов и одного высотного жилого дома.

При этом неравномерные просадочные деформации проявились и под наружными водонесущими коммуникациями, а сами водонесущие коммуникации изменили свою расчетную схему и вместо балок на упругом основании, перешли в разряд одно-двухпролетных шарнирно-опертых балок, с увеличением в несколько раз пролетных и опорных моментов, увеличением прогибов «пролетных» строений балок с раскрытием в них трещин, через которые вода под рабочим давлением потекла в грунт и вызвала «цепную реакцию» по обводнению территории верхнего склона с переходом на второй склон балки Встречная, формирования начала разгрузки подземных вод.

По данным расчетов, выполненным автором данной статьи, скорость подтопления территории жилмассива Тополь-1 с 1982 по 1987 составляла 2,4 м/год, с 1987 по 1997 год (с начала проявления разгрузки подземных вод) скорость подтопления составила 1,5 м/год, скорость разгрузки подземных вод – 0,9 м/год.

Сложившаяся ситуация превышения питания подземных вод над разгрузкой привела к увеличению скорости подтопления, увеличению напорного градиента и коэффициента фильтрации и проявлению суффозионных процессов, увеличению пористости грунтов и ослаблению склона, что в конечном счете привело бы к формированию равновесного состояния загрузка-разгрузка, а устойчивость склона обеспечивала мощная корневая система насаждения декоративных деревьев, кустарников и одерновка склона.

Но ситуацию изменила бытовая кольматация канализационного коллектора, проходящего ниже устья второго склона балки Встречная, для восстановления которого ремонтная бригада вырубил насаждения, разрушила корневую систему, в целом ослабила второй склон балки Встречная, на который передавалось давление воды от 200 до 300 кПа и давление

грунта превышающего более 300 кПа. Суммарное давление $P_w + P_{zp}$ значительно превысило несущую способность обводненного склона, в результате чего произошел *гидравлический прорыв склона* с проявивший разрушительные процессы.

Дальнейшая эксплуатация зданий жилмассива Тополь-1. В результате глобального обводнения территории жилмассива Тополь-1 почти все жилые дома и объекты соцкультбыта (за исключением жилого комплекса ЮМЗ) были отселены, так как попали в опасную зону, обесточены, отключены все водонесущие коммуникации и газоснабжение. Городская администрация дала задание выполнить техническое обследование всех жилых домов и объектов соцкультбыта с выдачей заключения о первоочередных мероприятиях по восстановлению эксплуатационной надежности всех объектов, которые оказались в опасной зоне. Эту работу городская администрация поручила выполнить члену экспертной комиссии Н. А. Моторному с ограничением сроков.

В процессе технического обследования всех зданий и сооружений было обращено особое внимание на конструктивную и расчетную схему зданий и сооружений с фиксацией видимых повреждений несущих и ограждающих конструкций обследуемых зданий и сооружений.

Особенностью сложившейся ситуации является обводненная территория с весьма низкими прочностными и деформационными характеристиками обводненного грунта. До тех пор пока вода зацементирована в порах грунта, грунтовый массив практически несжимаемый от передач на него установившегося давления. Деформация грунтового массива может проявиться только при повышении эффективного давления.

Когда проявился гидравлический прорыв второго склона балки Встречная, вода, скопившаяся в массиве грунта под эксплуатируемыми зданиями, за счет сформированного напорного градиента с большой скоростью (до 20 м/сек) мгновенно осво-

бодила поры грунта, а сам грунт, с довольно низкими деформационными характеристиками ($E < 1,0$ МПа), также мгновенно продеформировался под давлением от зданий, превышающим $P \geq 200$ кПа. В результате этого сформировалась равномерная деформация основания фундаментов эксплуатируемых зданий и сооружений. Поэтому в конструкциях обследуемых зданий не возникло усилий, превышающих несущую способность конструкций зданий, и здания не претерпели чрезмерных деформаций с раскрытием в них трещин. На каждый жилой дом был составлен акт с участием представителя эксплуатируемой организации (ЖЭО) и к первому сентября было выдано решение о возможности заселения и эксплуатации жилого фонда жилмассива Тополь-1.

Таким образом, жилой фонд жилмассива Тополь-1 оказался в самом выгодном положении по сравнению с жилмассивами Тополь-2 и Тополь-3, что было объявлено всем жильцам которые старались избавиться от своих квартир, продавая их за бесценок и переезжая на другие жилмассивы.

Проявившиеся деформации обводненного массива грунта от передачи на него дополнительного давления, от эксплуатируемых зданий уменьшило пористость грунта n , а ушедшая из пор грунта вода – степень водонасыщения S_r и показатель текучести I_L массива грунта, что значительно повысило прочностные и деформационные характеристики эксплуатируемого грунтового массива, потерявшего свои просадочные свойства. Теперь территория жилмассива Тополь-1 превратилась в обычные аллювиально-делювиальные отложения без дополнительных региональных характеристик, что в настоящее время сформировало резерв несущей способности оснований и фундаментов эксплуатируемых зданий и сооружений жилмассива Тополь-1.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Захист від небезпечних геологічних процесів. Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідних ґрунтах : ДБН В. 1.1.-5-2000. – Введ. з 2000-07-01. – Вид. офіц. – Київ, 2000.
Ч. 1 : Будинки і споруди на підроблюваних територіях. – 70 с. ;
Ч. 2 : Будинки і споруди на просідаючих ґрунтах. – 89 с.
2. Основания гидротехнических сооружений. Нормы проектирования : СНиП II-16-76 / Госстрой СССР. – Москва, 1977. – 37 с.
3. Основания гидротехнических сооружений : СНиП 2.02.02-85* (с Изменением № 1) / Госстрой СССР. – Введ. 1987-01-01 ; взамен СНиП II-16-76. – Москва, 2004. – 84 с. – Режим доступа: http://kompaniastroj.ru/sites/default/files/gosts-snips/bezopasnost/snip_2_02_02-85.pdf
4. Сооружения мелиоративных систем. Нормы проектирования : СНиП II-52-74 / Госстрой СССР. – Москва, 1975. – 25 с.
5. Мелиоративные системы и сооружения : СНиП 2.06.03-85 / Госстрой СССР. – Введ. 1 июля 1986 г. ; взамен СНиП II-52-74. – Москва : ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 47 с. – Режим доступа: http://gostbank.metaltorg.ru/data/norms_new/snip/107.pdf.
6. Гидротехнические сооружения речные. Основные положения проектирования : СНиП II-50-74 / Госстрой СССР. – Москва, 1975. – 24 с.
7. Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования : СНиП 2.06.01-86 / Госстрой СССР. – Введ. 1 июля 1987 г. ; взамен СНиП II-50-74, СНиП II-51-74. – Москва, 1987. – 30 с. – Режим доступа: http://kompaniastroj.ru/sites/default/files/gosts-snips/gidto/snip_2.06.01-86.pdf.
8. Об'єкти будівництва та промислової продукції будівельного призначення. Основи та фундаменти будинків і споруд. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування : ДБН В.2.1-10-2009. – Введ. вперше зі скасуванням на території України СНиП 2.02.01-83 ; чинні від 2009-07-01. – Київ : Міністерство будівництва України, 2009. – 107 с. – (Державні будівельні норми України).
9. Цытович Н. А. Механика грунтов / Н. А. Цытович. – Москва : Госстройиздат, 1963. – 636 с.
10. Флорин В. А. Основы механики грунтов: [в 2 т.] / В. А. Флорин. – Ленинград ; Москва : Госстройиздат, 1959–1961. – 357 с.
11. Мустафаев А. А. Основы механики просадочных грунтов / А. А. Мустафаев. – Москва : Стройиздат, 1978. – 263 с.
12. Мустафаев А. А. Расчет оснований и фундаментов на просадочных грунтах / А. А. Мустафаев. – Москва : Высш. шк., 1979. – 367 с.
13. Иванов П. Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений / П. Л. Иванов. – Москва : Высш. шк., 1985. – 352 с.
14. Крутов В. И. Основания и фундаменты на просадочных грунтах / В. И. Крутов. – Киев : Будівельник, 1982. – 224 с.
15. Роза С. А. Механика грунтов / С. А. Роза. – Москва : Высш. шк., 1962. – 229 с.
16. Соболевский Ю. А. Механика грунтов / Ю. А. Соболевский. – Минск : Вышэйш. шк., 1986. – 176 с.
17. Гавшина З. П. Условия подтопления грунтовыми водами застраиваемых территорий / З. П. Гавшина, Е. С. Дзекцер. – Москва : Стройиздат, 1982. – 116 с.
18. Прогноз подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях : [пособие к СНиП 2.06.15-85] / Комплекс. науч.-исслед. и конструктор.-технолог. ин-т водоснабжения, канализации, гидротехн. сооружений и инж. гидрогеологии Госстроя СССР. – Москва : Стройиздат, 1991. – 273 с. – (Справочное пособие к СНиП).
19. Литвинов И. М. Глубинное укрепление и уплотнение просадочных грунтов / И. М. Литвинов. – Киев : Будівельник, 1969. – 183 с.
20. Моторный Н. А. Потенциальная "неподтопляемость" территорий и ее влияние на проектирование оснований и фундаментов на просадочных грунтах среднего Приднепровья / Н. А. Моторный // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ, 2001. – № 6. – С. 35–42.
21. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01.83) / Науч.-исслед. ин-т оснований и подзем. сооружений им. Н.М. Герсеванова Госстроя СССР. – Москва : Стройиздат, 1986. – 415 с.
22. Корн Г. К. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / Г. К. Корн, Т. К. Корн. – Москва : Наука, 1973. – 831 с.

REFERENCES

1. *Zakhyst vid nebezpechnykh geologichnykh protsesiv. Budyanky i sporudy na pidrobliuvanykh terytoriiakh i prosidnykh gruntakh: DBN V. 1.1.-5-2000* [Protection against dangerous geological processes. Buildings and structures on the overbuild territories and on the collapsible grounds: the State Building Codes V. 1.1.-5-2000]. Kyiv, 2000. (in Ukrainian).
2. *Osnovaniya gidrotexnicheskix sooruzhenij. Normy proektirovaniya: SNiP II-16-76* [Bases of hydraulic structures. Design standards: the State Building Codes II-16-76]. Gosstroj SSSR [The National Building of USSR]. Moskva, 1977, 37 p. (in Russian).
3. *Osnovaniya gidrotekhnicheskikh sooruzhenij: SNiP 2.02.02-85* [Bases of hydraulic engineering structures: the State Building Codes 2.02.02-85]. Gosstroj SSSR [The National Building of USSR]. Moskva, 2004, 84 p. Available at: http://kompaniastroy.ru/sites/default/files/gosts-snips/bezopasnost/snip_2_02_02-85.pdf. (in Russian).
4. *Sooruzheniya meliorativnykh sistem. Normy proektirovaniya: SNiP II-52-74* [Facilities of land-reclamation systems. Design standards: the State Buildings Codes II-52-74]. Gosstroj SSSR [The National Building of USSR]. Moskva, 1975, 25 p. (in Russian).
5. *Meliorativnye sistemy i sooruzheniya: SNiP 2.06.03-85* [Land-reclamation systems and facilities: the State Building Codes 2.06.03-85]. Gosstroj SSSR [The National Building of USSR]. Moskva: CITPGosstroja SSSR, 1986, 47 p. Available at: http://gostbank.metaltorg.ru/data/norms_new/snip/107.pdf. (in Russian).
6. *Gidrotexnicheskie sooruzheniya rechnye. Osnovnye polozheniya proektirovaniya: SNiP II-50-74* [The river hydraulic engineering works. Basic design standards: the State Building Codes II-50-74]. Gosstroj SSSR [The National Building of USSR]. Moskva, 1975, 24 p. (in Russian).
7. *Gidrotexnicheskie sooruzheniya. Osnovnye polozheniya proektirovaniya: SNiP 2.06.01-86, vved. 1 iyulya 1987 g.* [Hydraulic engineering facilities. Basic design standards: the State Buildings Codes 2.06.01-86]. Gosstroj SSSR [The National Building of USSR]. Moskva, 1987, 30 p. Available at: http://kompaniastroy.ru/sites/default/files/gosts-snips/gidto/snip_2.06.01-86.pdf. (in Russian).
8. *Obekty budivnitstva ta promyslova produktsiia budivelnoho pryznachennia. Osnovy ta fundamenty budynkiv i sporud. Osnovy ta fundamenty sporud. Osnovni polozhennia proektuvannia: DBN V.2.1-10-2009* [Objects of construction and industrial products for construction purposes. Basements and foundations of houses and structures. Basements and foundations of structures. The main standards: the State Building Codes V.2.1-10-2009]. Kyiv: Minregionbud Ukrainy, 2009, 107 p. (in Ukrainian).
9. Cytovich N.A. *Mekhanika gruntov* [Soil mechanics]. Moskva: Gosstrojizdat, 1963, 636 p. (in Russian).
10. Florin V.A. *Osnovy mekhaniki gruntov: [v 2 t.]* [Basics of the soil mechanics in 2 volumes]. Leningrad, Moskva: Gosstrojizdat, 1959–1961, 357 p. (in Russian).
11. Mustafaev A.A. *Osnovy mekhaniki prosadochnykh gruntov* [Mechanics fundamentals of collapsible grounds]. Moskva: Strojizdat, 1978, 263 p. (in Russian).
12. Mustafaev A.A. *Raschet osnovanij i fundamentov na prosadochnyx gruntax* [Basements and foundations calculation on the collapsible grounds]. Moskva: Vyssh. shk., 1979, 367 p. (in Russian).
13. Ivanov P.L. *Grunt i osnovaniya gidrotekhnicheskikh sooruzhenij* [Grounds and basements of hydraulic engineering works]. Moskva: Vyssh. shk., 1985, 352 p. (in Russian).
14. Krutov V.I. *Osnovaniya i fundamenty na prosadochnyx gruntax* [Basements and foundations on the collapsible grounds]. Kiev: Budivelnik, 1982, 224 p. (in Russian).
15. Roza S.A. *Mekhanika gruntov* [Soil mechanics]. Moskva: Vyssh. shk., 1962, 229 p. (in Russian).
16. Sobolevskij Yu.A. *Mekhanika gruntov* [Soil mechanics]. Minsk: Vyshejsk. shk., 1986, 176 p. (in Russian).
17. Gavshina Z.P. and Dzekcer E.S. *Usloviya podtopleniya gruntovymi vodami zastraivaemykh territorij* [Groundwater underflooding condition of overbuild areas]. Moskva: Strojizdat, 1982, 116 p.
18. *Prognoz podtopleniya i raschet drenaznykh sistem na zastraivaemykh i zastroyenykh territoriyax* [Flooding forecast and drainage systems calculation on the overbuild and built-up areas]. Kompleks. nauch.-issled. i konstruktor.-texnolog. in-t vodosnabzheniya, ka-nalizacii, gidrotexn. sooruzhenij i inzh. gidrogeologii Gosstroja SSSR [Complex Research and Design Institute of Water Supply, Sewerage, Hydraulic Structures and Engineering Hydrogeology of the National Building of the USSR]. Moskva: Strojizdat, 1991, 273 p. (in Russian).
19. Litvinov I.M. *Glubinnoe ukreplenie i uplotnenie prosadochnykh gruntov* [Deep consolidation and consolidation of collapsible grounds]. Kiev: Budivelnik, 1969, 183 p. (in Russian).
20. Motornyj N.A. *Potencial'naya zhepodtoplyaemost' territorij i ee vliyanie na proektirovanie osnovanij i*

fundamentov na prosadochnyx gruntax srednego Pridneprov'ya [Territories potential "non-underfooting" and its influence on the basements and foundations design on the collapsible grounds of the middle Pidneprov'ya]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnictva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2001, no. 6, pp. 35–42. (in Russian).

21. *Posobie po proektirovaniyu osnovanij zdanij i sooruzhenij (k SNI P 2.02.01.83)* [Manual on the design of buildings foundations and structures (to the State Building Codes 2.02.01.83)]. Nauch.-issled. in-t osnovanij i podzem. sooruzhenij im. N.M. Gersevanova Gosstroya SSSR [Scientific-Research Institute of Basements and Underground Facilities named after N. M. Gerasenov of the National Building of the USSR] Moskva: Strojizdat, 1986, 415 p. (in Russian).
22. Korn G.K. and Korn T.K. *Spravochnik po matematike (dlya nauchnykh rabotnikov i inzhenerov)* [A manuel on mathematics (for scientists and engineers)]. Moskva: Nauka, 1973, 831 p. (in Russian).

Рецензент: Савицький М. В. д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 12.12.2016 р. Прийнята до друку: 17.12.2016 р.

УДК 65.05+628.23

КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТОННЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ГОНЧАРЕНКО Д. Ф.¹, д. т. н., проф.,

УБИЙВОВК А. В.², к. т. н., доц.,

ГАРМАШ А. А.³, аспир.

¹Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина, тел. +38 (057) 700-02-40, e-mail: gonch@kstuca.kharkov.ua

²Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина, тел. +38 (057) 706-18-99, e-mail: uartv@mail.ru

³Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина, тел. +38 (057) 706-18-54, e-mail: kstuca-tbv@ukr.net

Аннотация. Постановка проблемы. В настоящее время канализационные сети крупных городов Украины имеют существенный износ из-за длительной эксплуатации, неэффективных решений по защите конструкций от агрессивного воздействия среды, низкого качества материалов и строительно-монтажных работ. Восстановление эксплуатационных характеристик, надежности и долговечности канализационных тоннелей – дорогостоящая и технически сложная задача, решение которой остро необходимо для предотвращения аварий, в том числе имеющих серьезные экологические последствия. Существующие современные технологии производства работ и применяемые для восстановления материалы с различной эффективностью позволяют решать указанные задачи, вместе с тем потребность снижения затрат на восстановление за счет использования вторичного полимерного сырья, а также совершенствования технологических решений представляет актуальное направление исследований. **Цель статьи.** С учетом накопленного опыта восстановления канализационных тоннелей разработать решения по восстановлению эксплуатационной пригодности, надежности и долговечности. **Вывод.** Применение изделий из вторичных полимерных композитных материалов при восстановлении канализационных тоннелей имеет существенные экономический и экологический эффекты, а также обеспечивает возможность проведения работ по восстановлению участков с ограниченным доступом.

Ключевые слова: канализационный тоннель; разрушение крепи; защитная обделка; санация; восстановление; изделия из вторичных композитных полимерных материалов

КОНСТРУКТИВНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ВІДНОВЛЕННЯ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ТУНЕЛІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ ІЗ ВТОРИННИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

ГОНЧАРЕНКО Д. Ф.¹, д. т. н., проф.,

УБИЙВОВК А. В.², к. т. н., доц.,

ГАРМАШ А. А.³, аспир.

¹Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна, тел. +38 (057) 700-02-40, e-mail: gonch@kstuca.kharkov.ua

²Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна, тел. +38 (057) 70618-99, e-mail: uartv@mail.ru

³Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна, тел. +38 (057) 706-18-54, e-mail: kstuca-tbv@ukr.net

Анотація. Постановка проблеми. Наразі каналізаційні мережі великих міст України істотно зношені через тривалу експлуатацію, неефективні рішення щодо захисту конструкцій від агресивного впливу середовища, низької якості матеріалів і будівельно-монтажних робіт. Відновлення експлуатаційних характеристик, надійності і довговічності каналізаційних тунелів – витратне і технічно складне завдання, виконання якого гостро необхідне для запобігання аварій, в тому числі таких, що мають серйозні екологічні наслідки. Існуючі сучасні технології виробництва робіт і застосовувані для відновлення матеріали з різною ефективністю дозволяють виконувати ці завдання, разом із тим потреба зниження витрат на відновлення за рахунок використання вторинної полімерної сировини та вдосконалення технологічних рішень бачиться актуальним напрямком досліджень. **Мета статті.** З урахуванням накопиченого досвіду відновлення каналізаційних тунелів розробити рішення щодо відновлення експлуатаційної придатності, надійності і

довговічності каналізаційних тунелів. **Висновок.** Застосування виробів із вторинних полімерних композитних матеріалів у процесі відновлення каналізаційних тунелів має суттєві економічний і екологічний ефекти, а також забезпечує можливість проведення робіт із відновлення ділянок з обмеженим доступом.

Ключові слова: каналізаційний тунель; руйнування кріплення; захисне облицювання; санація; відновлення; вироби з вторинних композитних полімерних матеріалів

DESIGN AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THE RESTORATION OF SEWERS USING ELEMENTS OF RECYCLED POLYMER COMPOSITE MATERIALS

GONCHARENKO D. F.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
UBYIVOVK A. V.², *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
GARMASH A. A.³, *post-graduate*

¹Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska str. Kharkov, 61002, Ukraine, tel. +38 (057) 700-02-40, e-mail: gonch@kstuca.kharkov.ua

²Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska str., Kharkov, 61002, Ukraine, tel. +38 (057) 706-18-99, e-mail: uartv@mail.ru

³Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska str., Kharkov, 61002, Ukraine, tel. +38 (057) 706-18-54, e-mail: kstuca-tbv@ukr.net

Abstract. Problem statement. Currently sanitary drainage systems of large cities in Ukraine are significantly worn down with prolonged use and due to inefficient solutions for protection of the structures from aggressive effects of the environment, poor quality of materials and construction and installation works during building. Restoration of performance characteristics, reliability and durability of sewer tunnels is the costly and technically complex task, which is urgently needed to be fulfilled to prevent accidents including those with serious environmental impact. Modern work technique and the materials used for restoration allow us to solve these problems with different levels of efficiency, while reducing the cost of restoration due to use of recycled polymeric raw material, as well as to improvement of technological solutions is a currently important direction of research. **Purpose of the article.** To develop solutions for restoring serviceability, reliability and durability of sewer tunnels taking into account the accumulated experience in renovation of water disposal networks. **Conclusion.** Use of components made of recycled polymer composite materials during restoring sewer tunnels has significant economic and environmental effects and allows to undertake repair work in hard-to-reach areas.

Keywords: sewer tunnel; destruction of supports; protective lining; sanitization; renovation; components made of recycled polymer composite materials

Постановка проблеми. Геотехнічні умови сформованих і перспективних територій великих міст впливають суттєво на проектування, в значительній ступені диктують основні технічні рішення і типи застосовуваних конструкцій.

Експлуатуються в даний час системи водовідведення великих міст України мають значительні по довжині тунельні ділянки великого заглиблення, побудовані, як правило, закритим способом з використанням проходських щитових комплексів ПЩ 2,1; 2,56; 3,2; 3,7 і 4 м. [1].

Період активного розвитку інфраструктури великих міст України, в тому числі і будівництва мереж водовідведення, пов'язаний в першу чергу з розвитком промисловості і приходиться на другу половину ХХ століття.

Так, наприклад, в Харківі в цей період було введено в експлуатацію більше 50 км каналізаційних тунелів великого заглиблення; в відповідності з діючими на момент будівництва нормативними вимогами, для обслуговування мереж каналізаційних тунелів було побудовано більше 90 смотрових і перепадних шахт [2].

В даний час експлуатаційний період вказаних мереж становить більше 40 років, що відбивається на їх технічному стані і експлуатаційних характеристиках: аварії, виникають з зростаючою частотою, вимагають значительних витрат тільки на їх ліквідацію і локальні відновлення.

Без перебільшення можна сказати, що каналізаційні системи великих міст України працюють на межі колапсу, грожучи, крім економічного збитку, великими аваріями і серйозними екологічними наслідками [9].

Учитывая выше сказанное, разработка эффективных конструктивных и технологических решений по восстановлению эксплуатационной пригодности, надежности и долговечности канализационных тоннелей – необходимая составляющая успешного решения проблемы изношенных сетей.

Анализ публикаций. Отраженный в литературе опыт по восстановлению и защите конструкций канализационных тоннелей сводится к техническим решениям, обеспечивающим восстановление (при необходимости) несущей способности конструкций крепи и устройство защитного покрытия, устойчивого к действию характерной для условий эксплуатации агрессивной среды [2; 11].

Существующие на сегодняшний день материалы, изделия и технологии их применения [7; 8] позволяют широко применять различные виды труб при устройстве и восстановлении сетей канализации.

Также имеется опыт применения полиэтиленовых листов [3] для устройства защитного покрытия железобетонных конструкций и труб [10] для санации сетей канализации.

Свойства и особенности поведения полимерных материалов, в частности, полиэтилена, в достаточной степени изучены как в лабораторных условиях, так и условиях реальных агрессивных химических сред и микробиологических воздействий [4].

Цель исследования. Используя накопленный опыт эксплуатации сетей восстановления канализационных тоннелей, разработать и предложить эффективные конструктивные и технологические решения по восстановлению их эксплуатационной пригодности, надежности и долговечности.

Изложение материала. Учитывая существующий опыт защиты и восстановления конструкций сетей водоотведения, предлагаемые технические решения новых (альтернативных) способов восстановления конструкций канализационных

тоннелей должны отвечать следующим требованиям:

- технологичность при изготовлении элементов;
- простота монтажа, возможность применения на участках с ограниченным доступом;
- устойчивость к агрессивному воздействию среды;
- долговечность и надежность;
- обеспечение надежной защиты от коррозии конструкций несущей обделки;
- соответствие экологическим требованиям;
- высокая экономическая эффективность.

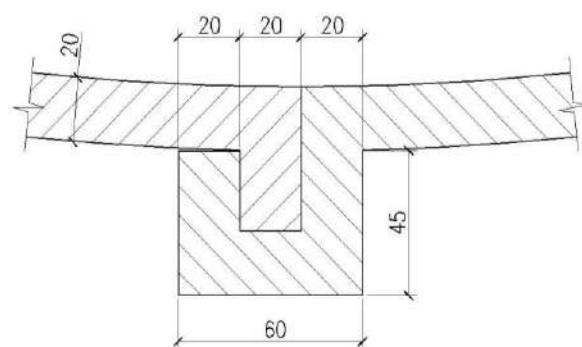


Рис. 1. Замковое соединение элементов по длине

В последние годы в Украине помимо санации канализационных сетей с использованием различных видов труб (стеклопластиковые, полиэтиленовые) получил широкое распространение опыт использования полиэтиленовых листов с анкерными ребрами, или профилированного полиэтилена, предназначенного для защиты железобетонных строительных конструкций. Несмотря на положительные свойства этого материала, обеспечивающего надежную и долговечную защиту, а также его технологичность и удобство использования, он имеет существенный недостаток – высокую стоимость.

Увеличение объемов бытовых и производственных полимерных отходов создает возможности их вторичного использования, а существенное снижение стоимости изделий из вторичных полимерных композитных материалов в сравнении с изделиями из сырья первичного цикла обеспечивает их конкурентоспособность.

Учитывая современные технологические возможности вторичной переработки полимеров и производство изделий из вторичных композитных материалов [5; 6], предлагается способ восстановления канализационных тоннелей, основными особенностями которого являются:

- использование вторичного полимерного сырья для изготовления изделий;
- сборность конструкции защитного покрытия из отдельных элементов, соединяемых за счет кромок с «замковыми» стыками (рис. 1)

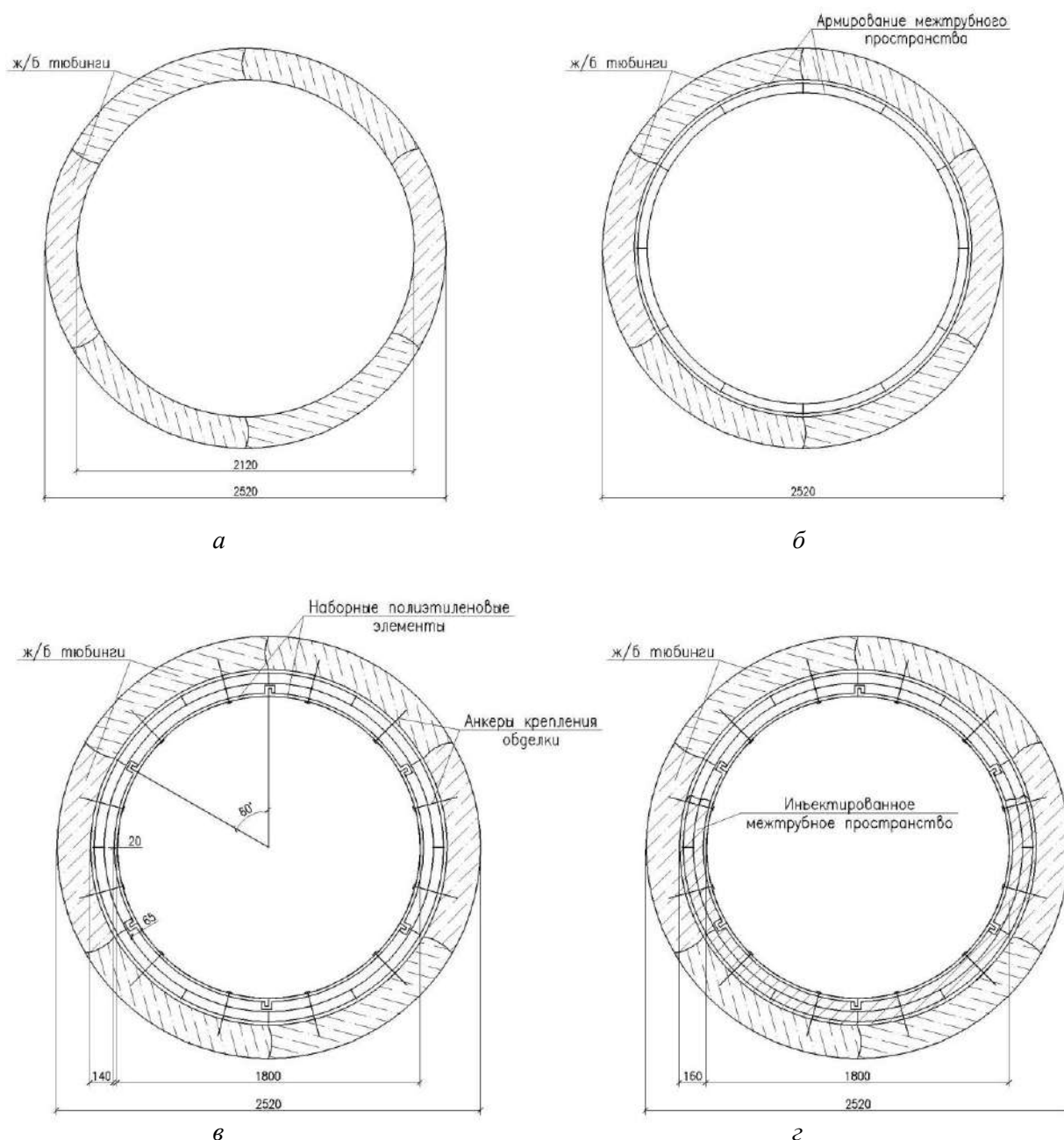


Рис. 2. Этапы восстановления канализационного тоннеля с использованием элементов из вторичных полимерных композитных материалов:
 а – очистка и подготовка внутренней поверхности (I этап); б – установка армирования межтрубного пространства (II этап); в – установка композитных элементов облицовочного покрытия (III этап); г – бетонирование межтрубного пространства методом инъектирования (IV этап)

Технологический цикл выполнения работ по восстановлению тоннелей состоит из следующих основных этапов:

1) очистка и подготовка внутренних поверхностей конструкций обделки тоннеля (рис. 2а);

2) установка армирования межтрубного пространства при необходимости усиления (рис. 2б);

3) монтаж элементов облицовочного покрытия из вторичных полимерных композитных материалов (рис. 2в);

4) заполнение межтрубного пространства методом инъектирования (рис. 2г).

Предлагаемый метод восстановления обладает рядом преимуществ:

– не требуется значительных размеров шахт для подачи элементов в ствол коллектора;

– технологичность, точность и простота монтажа, обеспечиваемая за счет

точности изготовления элементов в заводских условиях;

– долговечность, обуславливаемая толщиной образуемого полимерного покрытия (порядка 20 мм) и устойчивостью материала к воздействиям характерной для систем канализации агрессивной среды.

Выводы. Предлагаемый способ восстановления канализационных тоннелей с применением изделий из вторичных полимерных композитных материалов отвечает необходимым требованиям и имеет широкие возможности применения, благодаря чему является конкурентоспособной альтернативой имеющимся способам и обеспечивает возможность экономически эффективного решения проблемы восстановления надежности сетей канализационных коллекторов крупных городов.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамович И. А. Сети и сооружения водоотведения: расчет, проектирование, эксплуатация / И. А. Абрамович. – Харьков : Глобус, 2005. – 288 с.
2. Гончаренко Д. Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения : монография / Д. Ф. Гончаренко. – Харьков : Консум, 2008. – 400 с.
3. Технологія відновлення трубопроводу водовідведення відкритим способом у місті Харкові / В. І. Шматченко, В. С. Шмуклер, Д. Ф. Гончаренко, А. О. Добряєв // Будівництво України. – 2006. – № 5. – С. 15–19.
4. Эффективный метод ремонта и восстановления канализационных тоннелей / Д. Ф. Гончаренко, О. В. Старкова, Д. А. Бондаренко, А. А. Гармаш // Промислове будівництво і інженерні споруди. – 2016. – № 3. – С. 33–36.
5. Горох Н. П. Защита конструкций систем водоотведения полимерными материалами / Горох Н. П., Коринько И. В., Коваленко А. В. // Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов : VIII междунар. науч.-техн. конф. : тр. конф. (12–16 июня 2000 г., г. Щелкино, АР Крым) / Нац. акад. наук Украины, М-во экологич. безопасности Украины, Гос. центр санэпиднадзора Украины [и др.]. – Харьков, 2000. – Т. 2. – С. 404–407.
6. Процессы и аппараты регенерации и переработки полимерных отходов / Горох Н. П., Панов В. В., Булгаков В. В., Коринько В. И., Волков В. Н., Сторожук Ю. В., Хайло Я. Н., Гордеев А. Л. – Харьков, 2016. – 327 с.
7. Забелин С. А. Технология ремонта трубопроводов водоотведения с использованием стеклопластиковых труб / С. А. Забелин // Комунальне господарство міст : наук.-техн. зб. – Київ : Техніка, 2012. – Вип. 105. – С. 272–278.
8. Fisher W. Abwasserrohre im Vergleich : Unterschiede von Rohren aus gefülltem und ungefülltem Polypropylen in Prüfung und Anwendung / Fisher W. // KA: Korrespondenz Abwasser, Abfall. – 2013. – Jg. 60, № 9. – S. 765–772. – Available at: <http://www.dwa.de/dwa/sitemapping.nsf/literaturvorschau?openform&bestandsnr=56483>.
9. On renovation of the destroyed tunnel sewer collector in Kharkiv / Garmash A., Bondarenko D., Zubko G., Goncharenko D. // World Journal of Engineering. – 2016. – Vol. 13, iss. 1. – P. 72–76.
10. Schmidt U. Massnahmen gegen Geruch und Korrosion im Mindener Kanalnetz umgesetzt / Schmidt U., Bohatsch A. // KA: Korrespondenz Abwasser, Abfall. – 2014. – Jg. 61, № 4. – S. 291–298.
11. Stein D. Trenchless Technology for Installation of Cables and Pipelines/ Stein D. – 1st edition. – Germany : Stein & Partner GmbH, 2005. – 766 p.

REFERENCES

1. Abramovich I.A. *Seti i sooruzheniya vodootvedeniya. Raschet, proektirovanie, ekspluatatsiya* [Water disposal networks and facilities. Calculation, design, operation]. – Xar'kov: Globus, 2005, 288 p. (in Russian).
2. Goncharenko D.F. *Ekspluatatsiya, remont i vosstanovlenie setej vodootvedeniya* [Operation, repair and renovation of water disposal networks]. Xar'kov: Konsum, 2008, 400 p. (in Russian).
3. Goncharenko D.F., Shmatchenko V.I. Shmukler V.S. and Dobriaiev A.O. *Tekhnolohiia vidnovlennia truboprovodu vodovidvedennia u m. Kharkovi* [Technology of renovation of water disposal pipelines in Kharkiv]. *Budivnitstvo Ukrainy* [Construction of Ukraine]. 2006, no. 5, pp. 15-19. (in Ukrainian).
4. Goncharenko D.F., Starkova O.V., Bondarenko D.N. and Garmash A.A. *Effektivnyj metod remonta i vosstanovleniya kanalizatsionnyx tonnelej* [Effective method of repair and renovation of sewer tunnels]. *Promyslove budivnytstvo i inzhenerni sporudy* [Industrial construction and civil engineering constructions]. 2006, no. 5, pp. 33-36. (in Russian).
5. Gorox N.P., Korin'ko I.V. and Kovalenko A.V. *Zashchita konstruksii sistem vodootvedeniya polimernymi materialami* [Protection of water disposal system constructions with polymer materials]. *Ekologiya i zdorov'e cheloveka. Oxrana vodnogo i vozdushnogo bassejnov. Utilizaciya otxodov: VIII mezhdunar. nauch.-texn. konf.: tr. konf. (12–16 iyunya 2000 g., g. Shhelkino, AR Krym)* [Ecology and human health. Protection of water and air basins. Waste utilization: The VIII International Scientific-Technical Conference: Works of Conference (June 12-16, 2000, the city of Shelkino, Crimea)]. *Nac. akad. nauk Ukrainy, M-vo ekologich. bezopasnosti Ukrainy, Gos. centr sanepidemnadzora Ukrainy [i dr.]* [The National Sciences Academy of Ukraine, Ministry of Ecological Safety of Ukraine, the State Center of Sanitary and Epidemiological Surveillance of Ukraine etc.]. Xar'kov, 2000, vol. 2, pp. 404–407. (in Russian).
6. Gorokh N.P., Panov V.V., Bulgakov V.V. Korinko V.I., Volkov V.N., Storozhuk Yu.V., Xailo Ya.N. and Gordeev A.L. *Processy i apparaty regeneratsii i pererabotki polimernyx otxodov* [Processes and instruments of recovery and recycling of polymer wastes]. Xarkov, 2016, 327 p. (in Russian).
7. Zabelin S.A. *Texnologiya remonta truboprovodov vodootvedeniia s ispolzovaniem stekloplastikovyx trub* [Technology of repair of water disposal pipelines using fiberglass pipes] *Komunalne gospodarstvo mist* [Community facilities of cities]. Kyiv: Tekhnika, 2012, iss. 105, pp. 272-278. (in Russian)
8. Fisher W. *Abwasserrohre im Vergleich: Unterschiede von Rohren aus gefülltem und ungefülltem Polypropylen in Prüfung und Anwendung*. KA: Korrespondenz Abwasser, Abfall. 2013, Jg. 60, № 9, S. 765–772. Available at: <http://www.dwa.de/dwa/sitemapping.nsf/literaturvorschau?openform&bestandsnr=56483>. (in German).
9. Garmash A., Bondarenko D., Zubko G. and Goncharenko D. *On renovation of the destroyed tunnel sewer collector in Kharkiv*. *World Journal of Engineering*, no. 13/1, 2016, pp. 72-76.
10. Schmidt U. and Bohatsch A. *Massnahmen gegen Geruch und Korrosion im Mindener Kanalnetz umgesetzt*. KA: Korrespondenz Abwasser, Abfall. 2014, Jg. 61, № 4, S. 291–298.
11. Stein D. *Trenchless Technology for Installation of Cables and Pipelines*. Germany: Stein & Partner GmbH, 2005, 1st edition, 766 p.

Рецензент: Савицький М. В. д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 12.11.2016 р. Прийнята до друку: 24.12.2016 р.

УДК 69.059.28

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА РАЗРУШЕНИЙ ВЕРХНИХ ЭТАЖЕЙ ЗДАНИЙ ПРИ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЯХ

БЕЛИКОВ А. С.¹, д. т. н., проф.,

ШАТОВ С. В.², д. т. н, доц.,

УЛИТИНА М. Ю.^{3*}, соиск.,

ГОЛЕНДЕР В. А.⁴, к. т. н., с. н. с.

¹Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

²Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (05-62) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

^{3*}Департамент науки и образования Харьковской областной государственной администрации, Харьков, Украина, тел. +38 (057) 705-03-14 e-mail: m_ulitina@ro.ru, ORCID ID: 0000-0001-9678-6842

⁴Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Харьков, Украина, тел. +38 (050) 177-93-41, e-mail: n_dolgopolova@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-6155-036X

Аннотация. Постановка проблемы. Сооружения и здания могут быть разрушены или повреждены от действия техногенных катастроф, аварий и природных явлений. Авария происходит, если нарушается правильность проектных решений и нормативных характеристик, изготовления заводских изделий, монтажа здания. В отдельных случаях здания получают повреждения в результате действия не одного какого-либо фактора, а суммарного их действия. Демонтаж поврежденных конструкций выполняется без учета характера разрушений объектов, в частности, их верхних этажей и крыши. Поэтому определение характера разрушений верхних этажей зданий, сооружений и разработка технологических решений по их восстановлению является актуальной научно-технической проблемой. **Цель статьи** – определение характера разрушений верхних этажей зданий как исходная информация для принятия решений по проведению работ. **Вывод.** Наиболее частыми причинами разрушений верхних этажей зданий являются увеличение нагрузок сверх нормативных; снижение в процессе эксплуатации характеристик на прочность конструкций от действия разнообразных факторов – влаги, температуры, износа. Разрушения зданий имеют вероятный характер. В то же время существуют отдельные закономерности их разрушения и общая схема развития этого процесса. Сначала происходят локальные повреждения отдельных элементов зданий и сооружений, которые распространяются на смежные конструкции и узлы. Потом в направлении действия источника взрыва происходит расширение объема разрушения или повреждения.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации; аварии; характер разрушений зданий

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ РУЙНУВАНЬ ВЕРХНІХ ПОВЕРХІВ БУДІВЕЛЬ ПІД ЧАС ТЕХНОГЕННИХ АВАРІЙ

БЕЛКОВ А. С.¹, д. т. н., проф.,

ШАТОВ С. В.², д. т. н, доц.,

УЛІТИНА М. Ю.^{3*}, здобувач,

ГОЛЕНДЕР В. А.⁴, к. т. н., с. н. с.

¹Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

²Кафедра будівельних і дорожніх машин, «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (05-62) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

^{3*}Департамент науки та освіти Харківської обласної державної адміністрації, Харків, Україна, тел. +38 (057) 705-03-14 e-mail: m_ulitina@ro.ru, ORCID ID: 0000-0001-9678-6842

⁴Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Харків, Україна, тел. +38 (050) 177-93-41, e-mail: n_dolgopolova@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-6155-036X

Анотація. Постановка проблеми. Споруди і будівлі можуть бути зруйновані або пошкоджені від дії техногенних катастроф, аварій і природних явищ. Аварія відбувається, якщо порушується правильність проектних рішень і нормативних характеристик, виготовлення заводських виробів, монтажу будівлі. В окремих випадках будівлі отримують ушкодження в результаті дії не одного якого-небудь чинника, а сумарної їх дії. Демонтаж пошкоджених конструкцій виконується без урахування характеру руйнувань об'єктів, зокрема, їх верхніх поверхів і даху. Тому визначення характеру руйнувань верхніх поверхів будівель, споруд і розроблення

технологічних рішень щодо їх відновлення стає актуальною науково-технічною проблемою. **Мета статті** - визначення характеру руйнувань верхніх поверхів будівель як початкова інформація для розроблення рішень щодо виконання робіт. **Висновок.** Найчастіші причини руйнувань верхніх поверхів будівель такі: збільшення навантажень понад нормативні; зниження в процесі експлуатації характеристик на міцність конструкцій від дії різноманітних чинників - вологи, температури, зносу. Руйнування будівель мають вірогідний характер. У той же час існують окремі закономірності їх руйнування і загальна схема розвитку цього процесу. Спочатку відбуваються локальні ушкодження окремих елементів будівель і споруд, які поширюються на суміжні конструкції і вузли. Потім у напрямі дії джерела вибуху розширюються обсяги руйнування або ушкодження.

Ключові слова: надзвичайні ситуації; аварії; характер руйнувань будівель

DETERMINATION OF DESTRUCTIONS CHARACTER OF BUILDING UPPER FLOORS AT TECHNOGENIC FAILURES

BELIKOV A. S.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,

SHATOV S. V.², *Dr. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,

ULITINA M. Yu.^{3*}, *competitor*,

HOLENDER V. A.⁴; *Cand. Sc. (Tech.), senior researcher*

¹Department of Life Safety, State Higher Educational Establishment "Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernyshevskoho st., Dnipro 49600, Ukraine, phone: +38 (056) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

²Department of Build and Road Wave, State Higher Educational Establishment "Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernyshevskoho str., Dnipro 49600, Ukraine, phone: +38 (05-62) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

^{3*}Department of Science and Education of Harkiv Regional State Administration, Harkiv, Ukraine, phone: +38 (057) 705-03-14, e-mail: m_ulitina@ro.ru, ORCID ID: 0000-0001-9678-6842

⁴Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow, Harkiv, Ukraine, phone: +38 (050) 177-93-41, e-mail: n_dolgorpolova@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-6155-036X

Summary. Raising of problem. Constructions and buildings can be destroyed or damaged from the action of technogenic catastrophes, failures and natural phenomena. An accident takes place, if a rightness is violated: project decisions and normative descriptions, making of plant wares, building editing. On occasion building get damages as a result of action of some not alone factor, and their total action. Dismantling of the damaged constructions is executed without the account of destructions character of objects, in particular their upper floors and roof. Therefore determination of character of destructions of overhead floors of buildings, constructions and development of technological decisions on their renewal is the scientific and technical issue of the day. **Purpose.** Determination of of destructions character of upper floors of building, as initial information for making decision on realization of works. **Conclusion.** The most frequent reasons of destructions of upper floors of building are: increase of loading over normative; decline in the process of exploitation the descriptions on durability of constructions from the action of various factors - of moisture, temperature, wear. Destructions of building have a credible character. At the same time there are separate conformities to law of their destruction and general chart of development of this process. The local damages of separate elements of buildings and constructions which spread to the contiguous constructions and knots pass at first. Then the volume expansion of destruction or damage passes in the direction of the explosion source action.

Keywords: emergencies situations; failures; character of destructions of building

Постановка проблеми. Сооружения и здания могут быть разрушены или повреждены из-за действия техногенных катастроф, аварий и природных явлений. Авария происходит, если нарушается правильность проектных решений и нормативных характеристик, изготовления заводских изделий, монтажа здания. В отдельных случаях здания получают повреждения в результате действия не одного какого-либо фактора, а суммарного их действия. Демонтаж поврежденных конструкций выполняется без учета

характера разрушений объектов, в частности, их верхних этажей и крыши. Поэтому определение характера разрушений верхних этажей зданий, сооружений и разработка технологических решений по их восстановлению является актуальной научно-технической проблемой.

Анализ публикаций. Причинами возникновения техногенных катастроф и аварий [2], которые связаны с разрушением зданий и сооружений [1], являются:

– увеличение нагрузок на здания и сооружения сверх нормативных значений и

проявление при их эксплуатации непредвиденных проектами влияний на конструкции [3; 6];

– снижение в процессе эксплуатации характеристик на прочность элементов конструкций зданий и сооружений от действия разнообразных факторов: влаги, изменения температуры, механического износа и других [5; 8; 9];



a



б

*Рис. 1. Торговый центр в г. Рига (2013 г.):
а – до аварии; б – обрушенная крыша*

– некачественные строительные и ремонтные работы, нарушение норм их выполнения, а также не своевременное выполнение ремонтов [12].

Аварии, связанные с увеличением нагрузок сверх нормативных значений, являются результатом накопления на кровле зданий и сооружений грузов, снега, пыли и влаги, не учтенных при проектировании. Примером такой аварии является обрушение крыши торгового центра в г. Рига (рис. 1).

Обрушение (погибло 54 человека) произошло из-за суммарного действия дополнительных нагрузок на кровлю и бокового давления со стороны новостройки.

Цель статьи – определение характера разрушений верхних этажей зданий как исходная информация для принятия решений по проведению работ.

Результаты исследований. К непредвиденным проектами влияниям техногенного характера на конструкции зданий и сооружений следует отнести взрывы, пожары, случайные удары транспортных средств. Во многих случаях взрывов причиной является неправильное пользование газом [4; 7; 10; 11].

Крупные катастрофы из-за взрыва газа состоялись (рис. 2): в г. Днепр (2007), в г. Евпатория (2008), в г. Астрахань (2012), а также с ограниченными разрушениями: в 2009 году в г. Луганск, в 2012 – в г. Харьков, в 2014 – в г. Николаев и в 2016 году в г. Украинск (Донецкая обл.). В зависимости от параметров и направления взрыва, типа сооружений и их количества изменяются характер разрушений, структура завалов и условия выполнения работ.

Разрушения сооружений и зданий имеют вероятный характер. В то же время существуют отдельные закономерности их разрушения и общая схема развития этого процесса. Сначала происходят локальные повреждения отдельных элементов зданий и сооружений, которые распространяются на смежные конструкции и узлы. Потом расширяются объемы повреждения.

Значительные повреждения объектов приносят военные действия и террористические акты. Во многих населенных пунктах восточной части Украины разрушены или повреждены строительные объекты, разные по архитектурно-планировочным решениям и назначению (рис. 3).

Разрушение зданий происходит при снижении в процессе эксплуатации прочностных характеристик конструкций строительных объектов от действия механического износа, особенно коррозии мест соединения элементов железобетонных

изделий (рис. 4, а) и усталостных явлений в строительных конструкциях (рис. 4, б).



а



б



в



г

Рис. 2. Поврежденные взрывами газа верхние этажи жилых домов: а – г. Днепр (2007 г.); б – г. Николаев (2007 г.); в – г. Рязань РФ (2016 г.); г – Украинск (Донецкая обл., 2016 г.)



а



а



б



б

Рис. 3. Поврежденные здания в результате военных действий (2015 г.): а – г. Славянск; б – г. Донецк

Рис. 4. Разрушение зданий из-за механического износа: а – г. Шахтинск (Карагандинская обл., 2017 г.); б – г. Васильков (Киевская обл., 2016 г.)



а



б

Рис. 5. Повреждение зданий:
а – вследствие некачественного ремонта (г. Омск, РФ, 2015 г.); б – из-за отсутствия ремонта (г. Днепр, ул. Артема, 28)

Невыполнение норм проведения ремонтных работ зданий и сооружений приводит к частичным их обрушениям. В

г. Омск (РФ, 2015 г.) после ремонта четырех-этажного общежития упали перекрытия и стеновые панели всех этажей одной секции (рис. 5, а).

Нежилые здания, требующие ремонта, с течением времени разрушаются под действием температуры, влаги и являются источником повышенной опасности (рис. 5, б).

Выводы.

1. Наиболее частыми причинами разрушений верхних этажей зданий являются: увеличение нагрузок сверх нормативных; снижение в процессе эксплуатации характеристик на прочность конструкций из-за действия разнообразных факторов - влаги, температуры, износа.

2. Разрушения зданий имеют вероятностный характер. В то же время существуют отдельные закономерности их разрушения и общая схема развития этого процесса.

Сначала происходят локальные повреждения отдельных элементов зданий и сооружений, которые распространяются на смежные конструкции и узлы, потом объемы повреждения расширяются.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Положення про розслідування причин аварій (обвалень) будівель, споруд, їх частин та конструктивних елементів : ДБН В.1.2-1-95. – Введ. 01.07.1995. – Київ, 1995.
2. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення : ДБН В.2.2-9-2009. – [Чинні з 01.07.2010 р.]. – Видання офіц. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 51 с.
3. Безпека у надзвичайних ситуаціях. Техногенні надзвичайні ситуації. Терміни та визначення основних понять : ДСТУ 4933:2008. – Вид. офіц. ; Чинний від 2008-07-01 – Київ : Держстандарт України, 2008. – 38 с.
4. Марков А. И. Аварии зданий и сооружений / А. И. Марков, М. А. Маркова. – Запорожье : Настрой, 2008. – 84 с.
5. Мірошніченко М. Вибух газу – “це урок, який повинна засвоїти держава” / М. Мірошніченко // Надзвичайна ситуація. – 2007. - № 10. – С. 8–15.
6. Охрана труда в строительстве : учебник для студ. вузов / А. С. Беликов, В. В. Сафонов, П. Н. Нажа, В. Г. Чалый, Н. Ю. Шлыков, В. А. Шаломов, С. Ю. Рагимов ; под общ. ред. А. С. Беликова ; Приднепр. гос. академия стр-ва и архитектуры. – Киев : Основа, 2014. – 592 с.
7. Сендеров Б. В. Аварии жилых зданий / Б. В. Сендеров. – Москва : Стройиздат, 1991. – 216 с.
8. Трагічний вибух у Євпаторії // Надзвичайна ситуація. - 2009. - № 1. – С. 8–15.
9. О некоторых уроках аварий / А. С. Файвусович, Л. Л. Михеева, О. А. Черных, В. П. Матвеев // Будівельні конструкції / Держ. н.-д. ін-т буд. конструкцій. – Київ, 1999. – Вип. 51 : Аварії на будівлях і спорудах. Друга Всеукраїнська наук.-техн. конференція, 8-9 грудня 1999 р. – С. 54-59.
10. Хэммонд Р. Аварии зданий и сооружений. Причины и уроки аварий современных сооружений различных типов : пер. с англ. / Р. Хэммонд ; пер. В. К. Житомирский ; ред. А. Е. Денисов. – Москва : Госстройиздат, 1960. – 187 с.

11. Шатов С. В. Визначення параметрів уламків зруйнованих споруд та елементів будівель, які реконструюються / С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2011. - № 3. – С. 8–14.
12. Шатов С. В. Организационно-технологические решения начальных этапов разборки завалов разрушенных зданий / С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2011. - № 8. – С. 7–13.
13. Шкинев А. Н. Аварии на строительных объектах, их причины и способы предупреждения / А. Н. Шкинев. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1976. – 375 с.

REFERENCES

1. *Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnykh obektiv* [The reliability and safety of construction projects.]. *Polozhennia pro rozsliduvannia prychnyn avarii (obvalen) budivel, sporud, ikh chastyn ta konstruktyvnykh elementiv: DBN V.1.2-1-95, vved. 01.07.1995* [Regulation on the investigation of accidents (failing) causes of buildings, structures and their parts and structural elements: the State Building Codes V.1.2-1-95, dated on 01.07.1995]. Kyiv, 1995. (in Ukrainian).
2. *Budynky i sporudy. Gromadski budynky ta sporudy* [Buildings and constructions. Public buildings and structures.]. *Osnovni polozhennia: DBN V.2.2-9-2009, chynni z 01.07.2010 r.* [Basic regulations: The State Buildings Codes V.2.2-9-2009, dated on 01.07.2010]. Kyiv, 2009, 51 p. (in Ukrainian).
3. *Bezpeka u nadzvychainykh sytuatsiiakh. Tekhnogenni nadzvichaini sytuatsii. Terminy ta vyznachennia osnovnykh poniat: DSTU 4933:2008, chynnyi vid 2008-07-01* [Safety in emergency situations. Technogenic emergency situations. Terms and definitions of basic concepts: The State Standards of Ukraine 4933: 2008, dated on 2008-07-01]. Kyiv, 2008, 38 p. (in Ukrainian).
4. Markov A.I. and Markova M.A. *Avarii zdaniy i sooruzhenij* [Damages of buildings and constructions]. Zaporozh'e: Nastroj, 2008, 84 p. (in Russian).
5. Miroshnichenko M. *Vybukh gazu - "tse urok, yakyi povynna zasvoity derzhava"* [Explosion of gas is "a lesson that should be learnt by the state"]. *Nadzvychajna sytuatsiia* [Emergency]. 2007, no. 10, pp. 8–15. (in Ukrainian).
6. Belikov A.S., Safonov V.V., Nazha P.N., Chalyy V.G., Shlykov N.Yu., Shalomov V.A. and Ragimov S.Yu. *Oxrana truda v stroitel'stve* [Work safety in construction]. Pridnepr. gos. akademiya str-va i arxitektury [Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Kiev: Osнова, 2014, 592 p. (in Russian).
7. Senderov B.V. *Avarii zhilyx zdaniy* [Residential buildings accidents]. Moskva: Strojizdat, 1991, 216 p. (in Russian).
8. *Trahichnyi vybukh u Yevpatorii* [The tragic explosion in Yevpatoria]. *Nadzvychayna sytuatsiia* [Emergency], 2009, no 1, pp. 8-15. (in Russian).
9. Fajvusovich A.S., Mixeeva L.L., Chernyx O.A. and Matveev V.P. *O nekotoryx urokax avarij* [About some accident lessons]. *Budivelni konstruksii* [Buildings construction]. *Avarii na budivliakh i sporudakh. Druha Vseukrainska nauk.-tekhn. konferentsiia, 8-9 grudnia 1999 r.* [Accidents on buildings and structures. The second All-Ukrainian scientific and technical conference, December 8-9, 1999.]. Derzh. n.-d. in-t bud. Konstruksii [The State Scientific-Research Institute of Building Constructions]. Kyiv, 1999, iss. 51, pp. 54–59. (in Russian).
10. Xemmond R. *Avarii zdaniy i sooruzhenij. Prichiny i uroki avarij sovremennyx sooruzhenij razlichnykh tipov* [Accidents of buildings and structures. Causes and lessons of modern structures accidents of various types]. Moskva: Gosstrojizdat, 1960, 187 p. (in Russian).
11. Shatov S.V. *Vyznachennia parametriv ulamkiv zruinovanykh sporud ta elementiv budivel, yaki rekonstruiiutsia* [Determination of scantling parameters of destroyed structures and building elements, which are reconstructed]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of the Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2011, no. 3, pp. 8–14. (in Ukrainian).
12. Shatov S.V. *Organizacionno-tekhnologicheskie resheniya nachal'nyx etapov razborki zavalov razrushennyx zdaniy* [Organizational and technological solutions of the initial stages of the rubble dissolution of destroyed buildings]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of the Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2011, no. 8, pp. 7–13. (in Russian).
13. Shkinev A.N. *Avarii na stroitel'nykh ob'ektax, ix prichiny i sposoby preduprezhdeniya* [Accidents at the building sites, their causes and methods of warning]. Moskva: Strojizdat, 1976, 375 p. (in Russian).

Рецензент: Білоконь А. І., д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 14.11.2016 р. Прийнята до друку: 23.11.2016 р.

УДК 539.3

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ МАЛОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ВКЛЮЧЕНИЙ

ДИСКОВСКИЙ А. А.¹, д. т. н., проф.,
ПРУДЬКО Е. И.², к. т. н., доц.

¹Кафедра высшей математики, Национальная металлургическая академия Украины, пр. Гагарина, 4, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (05-62) 47-03-75, e-mail: alex_diskovskiy@ukr.net

²Кафедра высшей математики, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (05-62) 756-34-53, e-mail: elenaprudko@i.ua

Аннотация. Постановка проблемы. При оптимальном проектировании внутренней структуры функционально-градиентного материала (ФГМ) на основе классического метода осреднения в случаях малой концентрации включений, когда размеры включений много меньше расстояния между ними, возникают значительные вычислительные трудности. **Цель исследования** – разработка варианта метода осреднения, позволяющего эффективно решать задачи оптимизации внутренней структуры ФГМ при малой концентрации включений, и иллюстрация его на конкретных примерах. **Вывод.** Предлагаемая методика позволяет решать задачи расчета и оптимального проектирования внутренней структуры ФГМ конструкций с переменной величиной включений и с переменным шагом между ними по единой методике. При этом оптимизация проводится с помощью двух механизмов. Первый – выделения у закрепленных краев приграничных участков, в которых включения отсутствуют. Второй механизм оптимизации заключается в перераспределении размеров включений по закону, совпадающему с законом распределения внешней нагрузки. При переменном шаге между включениями шаг должен уменьшаться на участках с большей интенсивностью внешней нагрузки.

Ключові слова: функціонально-градієнтний матеріал; оптимальне проектування внутрішньої структури; метод осереднення; продольная деформация стержня

ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ СТРУКТУРИ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ГРАДІЄНТНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА МАЛОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВКЛЮЧЕНЬ

ДИСКОВСЬКИЙ О. А.¹, д. т. н., проф.,
ПРУДЬКО О. І.², к. т. н., доц.

¹Кафедра вищої математики, Національна металургійна академія України, пр. Гагаріна, 4, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (05-62) 47-03-75, e-mail: alex_diskovskiy@ukr.net

²Кафедра вищої математики, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (05-62) 756-34-53, e-mail: elenaprudko@i.ua

Анотація. Постановка проблеми. Під час оптимального проектування внутрішньої структури функціонально-градієнтного матеріалу (ФГМ) на основі класичного методу осереднення у випадках малої концентрації включень, коли розмір включень багато менший, ніж відстань між ними, виникають значні обчислювальні труднощі. **Мета дослідження** – розробка варіанта методу осереднення, що дозволяє ефективно розв'язувати задачі оптимізації внутрішньої структури ФГМ за малої концентрації включень, та ілюстрація його на конкретних прикладах. **Висновок.** Пропонована методика дозволяє розв'язувати задачі розрахунку і оптимального проектування внутрішньої структури ФГМ конструкцій зі змінною величиною включень і з перемінним кроком між ними за єдиною методикою. При цьому оптимізація проводиться за допомогою двох механізмів. Перший – виділення біля закріплених країв прикордонних ділянок, у яких включення відсутні. Другий механізм оптимізації полягає в перерозподілі розмірів включень за законом, що збігається із законом розподілу зовнішнього навантаження. У разі перемінного кроку між включеннями крок повинен зменшуватися на ділянках із більшою інтенсивністю зовнішнього навантаження.

Ключові слова: функціонально-градієнтний матеріал; оптимальне проектування структури; метод осереднення; поздовжня деформация стержня

STRUCTURAL OPTIMIZATION OF FUNCTIONALLY GRADED MATERIALS WITH SMALL CONCENTRATION OF INCLUSIONS

DISKOVSKY A. A.¹, Dr. Sc. (Tech), Prof.,
PRUDKO O. I.², PhD., Ass. Prof.

¹Department of Higher Mathematics, National Metallurgical Academy of Ukraine, 4, Gagarina str, Dnipro, 49600, Ukraine. phone: +38 (05-62)-47-03-75, e-mail: alex_diskovskiy@ukr.net

²Department of Higher Mathematics, State Higher Educational Establishment “Prydniprov’ska State. Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, phone: +38 (05-62) 756-34-53, e-mail: elenaprudko@i.ua

Summary. Raising of problem. With an optimal design of inner structure of functionally graded material (FGM) based on the classical method of homogenization procedure, in cases of low concentration of inclusions, when the size of inclusions is essentially less than the distance between them, leads to computational difficulties. **Purpose** – the research to develop a homogenization procedure, allowing solving effectively the problem of optimizing the internal structure of FGM at low concentrations of inclusions and illustration with specific examples. **Conclusion.** The proposed method allows solving tasks of calculation and optimal design of the internal structure of FGM structures with variable inclusions and with a variable step between them using the same methodology. The optimization is performed using two mechanisms. The first allocation is fixed at the edges of the border areas in which inclusions are absent. The second optimization mechanism is the distribution of inclusions sizes under the law, coinciding with the distribution law of an external load. Alternate step for the step should be reduced in areas with greater intensity of the external load.

Keywords: *functionally graded rod; homogenization method; functionally graded inclusion size; functionally graded step between inclusions*

Постановка проблеми. Снижение материалоемкости силовых элементов конструкций в условиях наиболее полного использования резервов их прочности, жесткости и надежности является одним из важнейших требований прогресса в судно-, авиа-, ракето- и космическом машиностроении, строительной индустрии и т.д. В этих целях широко применяются композитные материалы и конструкции.

Вместе с тем, возможности улучшения характеристик традиционных регулярных композитных материалов на сегодняшний день во многом исчерпаны. Значительным резервом в этом направлении является использование второго поколения композитных материалов – функционально-градиентных материалов (ФГМ), квазирегулярных гетерогенных материалов, у которых механические или геометрические характеристики неоднородностей или их распределение непрерывно изменяются по заданному закону.

Этот закон, определяющий структуру ФГ материала, должен отвечать условиям нагружения ФГМ конструкций. При этом следует учитывать, что даже в тех случаях, когда из-за большей стоимости или трудностей технологического характера возможности применения ФГМ оптимальной структуры ограничены, исследования оптимальных проектов имеет большое значение, так как позволяет теоретически оценить качество традиционных конструкций.

Анализ публикаций. Для расчета ФГМ конструкций, как правило, применяют различные варианты МКЭ [1–3]. Но оптимизация структуры ФГМ для конкретных задач с помощью МКЭ вызывает значительные вычислительные трудности, поскольку требует больших серий решений прямых задач. Для регулярных композитов альтернативой МКЭ служит метод гомогенизации [4–6], который позволяет свести исходную краевую задачу в многосвязной области к рекуррентной последовательности краевых задач в односвязных областях. При этом, как правило, коэффициенты уравнений состояния аппроксимируются отрезками ряда Фурье при небольшом количестве членов. В работах [7–11] были предложены модификации метода осреднения, позволяющие рассматривать прямые и обратные задачи для функционально-градиентных материалов.

Цель исследования. Малые отрезки рядов Фурье хорошо описывают коэффициенты уравнений состояний ФГМ конструкций только при большой концентрации включений (зерен, волокон и т. п.), когда расстояние между включениями имеет тот же порядок, что и их характерный размер. При малой же концентрации, когда расстояние между включениями много больше их размеров, коэффициенты уравнений состояния представляют собой периодические импульсные функции. В этом случае реализация метода осреднения в аналитическом виде вызывает определенные

трудности. При этом аналитические решения важны при проектировании конструкций из композитных материалов и особенно конструкций из ФГМ. Поэтому при малой концентрации включений выгоднее использовать предлагаемый ниже вариант метода осреднения, в котором используется малость размеров включений по сравнению с расстоянием между ними. Предлагаемая методика проиллюстрирована на примере модельной задачи – продольной деформации стержня из ФГМ. Диаметр стержня сопоставим с размерами включений.

Основной материал. 1. Включения переменной величины. Закон изменения размеров включения может быть задан, например, в виде функции $V = V(x)$, определяющей объем включения в зависимости от координаты x его расположения. Заменим включения сосредоточенными упругими вставками, жесткости которых $k_1(z)$ характеризуют влияние включений.

Если количество включений n велико и расстояние между ними $l = z_i - z_{i-1}$ много меньше характерного размера конструкции, в данном случае $l \ll L$ – длины стержня. Тогда для исследования продольной деформации двухкомпонентного стержня можно применить следующий вариант метода осреднения. Запишем уравнение равновесия стержня между упругими вставками в безразмерном виде

$$\frac{d^2 u}{dx^2} = q, \quad (1)$$

где $x = \frac{z}{l}$; $u = \frac{v}{l}$; v – продольное смещение; $q = \frac{p(x)}{lk_0}$; $p(x)$ – распределенная внешняя нагрузка; $k_0 = E_0 F$; E_0 – коэффициент упругости базового материала стержня (матрицы); F – площадь поперечного сечения.

Условия сопряжения на i – ом упругом сечении можно записать так

$$(u)^- = (u)^+; \left(\frac{du}{dx}\right)^- - \left(\frac{du}{dx}\right)^+ = k(x)u, \quad (2)$$

где $(...)^-; (...)^+$ – соответственно предел слева и справа в точке $x = i$; $k(x) = \frac{lk_1(x)}{k_0}$.

1.1. Методика осреднения. Введем переменную $\xi = x/\varepsilon$, где $\varepsilon = 1/n \ll 1$, которую будем считать независимой от переменной x . Перемещение u представим в виде асимптотического разложения

$$u = u_0(x) + \varepsilon^2 u_1(x, \xi) + \varepsilon^3 u_2(x, \xi) + \dots, \quad (3)$$

где $u_s, (s = 1, 2, \dots)$ периодические по ξ функция с периодом n . Подставляя разложение (3) в уравнение (1) и условия (2), получаем осредненное уравнение продольной деформации двухкомпонентного стержня:

$$\frac{d^2 u_0}{dx^2} + k(x)u_0 = q. \quad (4)$$

Микромеханические эффекты описываются составляющей разложения u_1 , которая находится из уравнения

$$\frac{\partial u_1}{\partial \xi} = \left(q - \frac{d^2 u_0}{dx^2}\right) \left(\xi - \frac{n}{2}\right). \quad (5)$$

1.2. Обратная задача. Существенным преимуществом предлагаемого подхода к исследованию конструкций из ФГМ является то, что он позволяет ставить и эффективно решать задачи оптимизации – задачи определения оптимальных характеристик внутренней структуры материала, обеспечивающих заданные свойства конструкции. В качестве примера рассмотрим задачу определения функции $k(x)$, обеспечивающей наибольшую продольную жесткость рассматриваемого двухкомпонентного стержня при заданной распределенной нагрузке $q(x)$. Без потери общности, выберем граничные условия в виде

$$u_0(0) = 0; \frac{du_0}{dx} \Big|_{x=n} = 0 \quad (6)$$

В качестве меры жесткостных свойств стержня выберем податливость, ограничившись нулевым приближением для смещения

$$I = \int_0^n q u_0 dx \rightarrow \min_k. \quad (7)$$

В качестве ограничения естественно выбрать условие постоянства суммарного объема включений

$$\int_0^n k(x) dx = c. \quad (8)$$

На практике размеры включений имеют технологические ограничения. Из этого следует еще одно ограничение для целевой функции $k_{min} \leq k(x) \leq k_{max}$, которое удовлетворяется введением вспомогательной функции управления $\theta(x)$

$$k = \alpha + \gamma \sin \theta, \quad (9)$$

где $\alpha = 0.5(k_{min} + k_{max})$; $\gamma = 0.5(k_{max} - k_{min})$.

Относительно вспомогательной функции управления $\theta(x)$ рассматриваемая обратная задача (10) – (16) запишется так

$$I = \int_0^n q u_0 dx \rightarrow \min_{\theta} \int_0^n \sin \theta dx = c; \quad (10)$$

$$\frac{d^2 u_0}{dx^2} + (\alpha + \gamma \sin \theta) u_0 = q; \\ u_0(0) = 0; \left(\frac{du_0}{dx} \right)_{x=n} = 0. \quad (11)$$

Приравнявая нулю вариацию функционала Лагранжа задачи (10), (11) получаем условие оптимальности

$$\cos \theta (u_0^2 - \lambda) = 0, \quad (12)$$

где λ – множитель Лагранжа.

Из условия оптимальности (12) следует, что функция управления $k(x)$ представляет собой кусочно-непрерывную функцию

$$k = \begin{cases} k_{min}, & x \in (0, x_1); \\ \pm \frac{q}{\sqrt{\lambda}}, & x \in (x_1, L). \end{cases} \quad (13)$$

Постоянная Лагранжа λ находится из изопериметрического условия (14), которое принимает вид

$$\int_{x_1}^n q dx = \pm \sqrt{\lambda} (c - k_{min} x_1). \quad (14)$$

Координата точки x_1 находится из условий непрерывности в этой точке смещения и деформации стержня (к этим условиям приводят соотношения на изломах экстремалей Вейерштрасса-Эрдмана [9]).

1.3. Пример оптимизации. С целью иллюстрации рассмотрим задачу (4) – (8) для $q = \rho x$, $\rho = const$, при $k_{min} = 0$. Для числового примера выберем следующие параметры $n = 100$; $c = 10^2 - 10^3$. График зависимости x_1 от суммарной величины включений c представлен на рисунке 1. Оценим эффективность предлагаемой оптимизации. Для этого сравним удлинение стержня при оптимальном распределении жесткостей эквивалентных сечений и удлинение стержня регулярной

структуры с одинаковым суммарным объемом включений. Для рассматриваемых параметров относительное уменьшение удлинения δ составляет для $c = 10^2$, $\delta = 46.6\%$; $c = 5 \cdot 10^2$, $\delta = 49.1\%$; $c = 10^3$, $\delta = 49.7\%$.

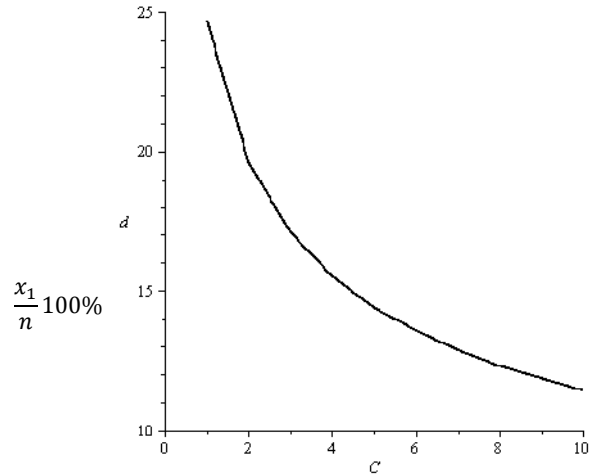


Рис. 1.

2. Переменный шаг между включениями. Другой технологической возможностью обеспечения градиентности свойств конструкций является использование ФГМ у которых размеры включений одинаковые, но шаг между ними меняется по заданному закону. Рассмотрим базовый двухкомпонентный стержень с одинаковыми упругими вставками $k = const$. Зафиксируем количество вставок n и будем менять расстояние между ними l по некоторому закону. Для описания закономерности изменения шага введем функцию $f(x)$, такую, что $f(x_i) = i$, тогда шаг между включениями $l \approx 1/f'(x)$. В работе [8] получены условия для сохранения неизменным количества вставок

$$f(0) = 0; f(n) = n; f'(x) \geq 0. \quad (15)$$

2.1. Прямая задача расчета. Если толщину вставок устремить к нулю, то уравнение продольной деформации стержня при шаговой градиентности можно записать в виде

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + k \sum_{i=1}^n \delta(f(x_1) - i) u = q, \quad (16)$$

где δ – дельта функция Дирака.

Введем переменную $\eta = f(x)$, тогда $x = f^{-1}(\eta)$. Относительно новой переменной уравнение (16) запишется так

$$\frac{d}{d\eta} \left(\frac{du}{\varphi d\eta} \right) + k \sum_{i=1}^n \delta(\eta - i) \varphi u = Q, \quad (17)$$

где $\varphi = \frac{d(f^{-1})}{dn}$; $Q = \varphi q$.

Уравнение (17) представляет собой уравнение с периодически разрывными коэффициентами, и для него можно применить схему осреднения, аналогичную методике п. 1.1. В результате получаем осредненное уравнение продольной деформации двухкомпонентного стержня с переменным шагом между включениями

$$\frac{d^2 u_0}{dx^2} + k f'(x) u_0 = q. \quad (18)$$

2.2. Обратная задача. Рассмотрим обратную задачу для уравнения (18) с граничными условиями (6). В качестве управляющей выберем функцию $\psi = k f'(x)$. Минимизировать будем податливость стержня

$$\int_0^n u_0 q dx \rightarrow \min_{\psi}. \quad (19)$$

Условия сохранения количества включений (15) приводят к изопериметрическому ограничению для целевой функции

$$\int_0^n \psi dx = kn. \quad (20)$$

На целевую функцию ψ также накладываются технологические ограничения, аналогичные (15), которые будут выполняться автоматически после введения вспомогательной целевой функции (9). Тогда рассматриваемая задача будет совпадать с задачей п. 1.2.

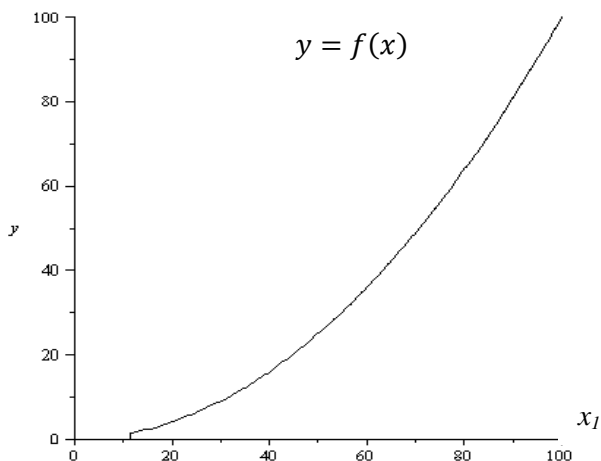


Рис. 2. Номограмма для определения оптимального размещения включений, обеспечивающего наибольшую продольную жесткость стержня при $q = \rho x$

2.3. Пример оптимизации. Рассмотрим оптимизацию переменного шага между

включениями для $q = \rho x$, $\rho = const$, $\psi_{min} = 0$, последнее условие означает, что на интервале $(0, x_1)$ включения отсутствуют. Таким образом, получаем частную задачу, рассмотренную в п. 1.3 (при $k = \psi$). После определения целевой функции по формуле (13), функцию $f(x)$, определяющую оптимальные координаты вставок, находим интегрированием. При этом постоянную интегрирования определяем с помощью второго условия (15)

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \in (0, x_1); \\ \frac{3\rho(x^2 - n^2)}{2x_1^3 k} + n, & x \in (x_1, n). \end{cases} \quad (21)$$

График функции $f(x)$ при $\rho = 100$; $k = 10$; $n = 100$ представлен на рисунке 2.

Заключение. Предлагаемая методика позволяет решать задачи расчета и оптимального проектирования внутренней структуры ФГМ конструкций с переменной величиной включений и с переменным шагом между ними по единой методике. Эти задачи оказались математически идентичными, отличие состоит в разных физических смыслах коэффициентов уравнений состояния и целевых функций.

При этом оптимизация проводится с помощью двух механизмов. Первый – выделения у закрепленных краев приграничных участков, в которых включения отсутствуют. Второй механизм оптимизации заключается в перераспределении размеров включений по закону, совпадающему с законом распределения внешней нагрузки. При переменном шаге между включениями шаг должен уменьшаться на участках с большей интенсивностью внешней нагрузки. Указанные механизмы оптимизации, очевидные с физической точки зрения, нашли свое математическое обоснование в настоящей работе.

Можно ожидать, что предлагаемая методика будет также эффективна при расчетах и оптимальном проектировании более сложных гетерогенных конструкций, описываемых дифференциальными уравнениями более высокого порядка.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. 3rd International Symposium on Structural and Functional Gradient Materials : proceedings, 10-12 October 1994, Swiss Federal Institute of Technology of Lausanne, Switzerland / edited by B. Ilschner, N. Cherradi. – Lausanne, Switzerland : Presses polytechniques et universitaires romandes, 1995. – 731 p.
2. Suresh S. Fundamentals of functionally graded materials : processing and thermomechanical behaviour of graded metals and metal-ceramic composites / S. Suresh, A. Mortensen. – London : IOM Communications Ltd., 1998. – 165 p.
3. Hirai T. Functionally Graded Materials / T. Hirai // Materials Science and Technology – A Comprehensive Treatment / eds. R. W. Cahn, P. Haasen, E. J. Kramer. – Weinheim, 1996. – Vol. 17B : Processing of Ceramics, part 2 / ed. R. J. Brook. – P. 293–363.
4. Bolshakov V. I. Effective shear modulus and microscopic stresses in a fibred-reinforced composite materials with interphases / Bolshakov V. I., Danishevs'kyi V. V. // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. / Приднeпр. гос. акад. стр-ва и архитектуры ; под общ. ред. В. И. Большакова. – Днепропетровск, 2006. – Вып. 36, ч. 3. – С. 167–173.
5. Bolshakov V. I. Asymptotic multiscale modelling of heat conduction in fibre-reinforced composite material with imperfect bonding / Bolshakov V. I., Danishevs'kyi V. V. // Aims for Future of Engineering Science : proceedings the International Scientific Forum, Davos, 4-10 July, 2006. – Davos, Switzerland, 2006. – P. 97–107.
6. Bolshakov V. I. Propagation of elastic waves in periodic composite structures / V. I. Bolshakov, V. V. Danishevs'kyi, D. Weichert // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. тр. / Приднeпр. гос. акад. стр-ва и архитектуры. – Днепропетровск, 2008. – Вып. 45 : Стародубовские чтения, ч. 1. – С. 31–39.
7. Andrianov I. V. Homogenization of the irregular cell-types constructions / Andrianov I. V., Awrejcewicz J., Diskovsky A. A. // 8th Conference on Dynamical Systems. Theory and Applications (DSTA 2005), Lodz, Poland, December 12–15, 2005 : proceedings / Technical University of Lodz ; eds. J. Awrejcewicz, J. Mrozowski, D. Sendkowski. – Poland, 2005. – Vol. 2. – P. 871–876.
8. Andrianov I. V. Homogenization of quasiperiodic structures / Andrianov I. V., Awrejcewicz J., Diskovsky A. A. // Journal of Vibration and Acoustics. Transactions of the ASME. – 2006. – Vol. 128, iss. 4. – P. 532–534.
9. Andrianov I. Asymptotic investigation of corrugated elements with quasi-periodic structures / Andrianov I., Awrejcewicz J., Diskovsky A. // 10th Conference on Dynamical Systems. Theory and Applications (DSTA 2009), Łódź, December 7-10, 2009 : proceedings / Technical University of Lodz ; eds. J. Awrejcewicz, M. Kazmierczak, P. Olejnik, J. Mrozowski. – Poland, 2009. – Vol. 2. – P. 523–532.
10. Andrianov I. Homogenization of the functionally-graded materials / Andrianov I., Awrejcewicz J., Diskovsky A. // 11th Conference on Dynamical Systems. Theory and Applications (DSTA 2011), Łódź, December 5-8, 2011 : proceedings / Technical University of Lodz ; eds. J. Awrejcewicz. – Poland, 2011. – P. 55–62. – Available at: http://www.academia.edu/22581684/Homogenization_of_the_functionally-graded_materials.
11. Andrianov I. V. Sensitivity analysis in design of constructions made of functionally-graded materials / Andrianov I. V., Awrejcewicz J., Diskovsky A. A. // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part C : Journal of Mechanical Engineering Science. – 2013. – Vol. 227, iss. 1. – P. 19–28.

REFERENCES

1. Ilschner B. and Cherradi N., eds. *3rd International Symposium on Structural and Functional Gradient Material: proceedings, 10-12 October 1994*. Swiss Federal Institute of Technology of Lausanne. Switzerland: Presses polytechniques et universitaires romandes, 1995, 731 p.
2. Suresh S. and Mortensen A. *Fundamentals of functionally graded materials: processing and thermomechanical behaviour of graded metals and metal-ceramic composites*. London: IOM Communications Ltd., 1998, 165 p.
3. Hirai T. *Functionally Graded Materials. Materials Science and Technology – A Comprehensive Treatment. Processing of Ceramics*. Weinheim, 1996, vol. 17B, part 2, pp. 293–363.
4. Bolshakov V.I. and Danishevs'kyi V. V. *Effective shear modulus and microscopic stresses in a fibred-reinforced composite materials with interphases. Stroitel'stvo, materialovedenie, mashinostruenie* [Construction, Materials Science. Mechanical Engineering]. Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture. Dnepropetrovsk, 2006, iss. 36, part 3, pp. 167–173.
5. Bolshakov V.I. and Danishevs'kyi V. V. *Asymptotic multiscale modelling of heat conduction in fibre-reinforced composite material with imperfect bonding*. Aims for Future of Engineering Science: proceedings the International Scientific Forum, 2006, 4-10 July. Davos, Switzerland, 2006, pp. 97–107.
6. Bolshakov V.I., Danishevs'kyi V.V. and Weichert D. *Propagation of elastic waves in periodic composite structures. Stroitel'stvo, materialovedenie, mashinostruenie* [Construction, Materials Science. Mechanical Engineering]. Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture. Dnepropetrovsk, 2008, iss. 45: Proceedings in memory of Starodubov, part 1, pp. 31–39.
7. Andrianov I.V., Awrejcewicz J. and Diskovsky A.A. *Homogenization of the irregular cell-types constructions*. 8th Conference on Dynamical Systems. Theory and Applications (DSTA 2005): proceedings. Technical University of Lodz. Poland, Lodz, December 12–15, 2005, vol. 2, pp. 871–876.

8. Andrianov I. V., Awrejcewicz J. and Diskovsky A.A. *Homogenization of quasiperiodic structures. Journal of Vibration and Acoustics. Transactions of the ASME*. 2006, vol. 128, iss. 4, pp. 532–534.
9. Andrianov I., Awrejcewicz J. and Diskovsky A. *Asymptotic investigation of corrugated elements with quasi-periodic structures*. 10th Conference on Dynamical Systems. Theory and Applications (DSTA 2009): proceedings, December 7-10, 2009. Technical University of Lodz. Poland, 2009, vol. 2, pp. 523–532.
10. Andrianov I., Awrejcewicz J. and Diskovsky A. *Homogenization of the functionally-graded materials*. 11th Conference on Dynamical Systems. Theory and Applications (DSTA 2011): proceedings, December 5-8, 2011. Technical University of Lodz. Poland, 2011, pp. 55–62. Available at: http://www.academia.edu/22581684/Homogenization_of_the_functionally-graded_materials.
11. Andrianov I. V., Awrejcewicz J. and Diskovsky A.A. *Sensitivity analysis in design of constructions made of functionally-graded materials. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*. 2013, vol. 227, iss. 1, pp. 19–28.

Рецензент: Плеханов А. В., д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 11.11.2016 р. Прийнята до друку: 01.12.2016 р.

УДК 621.771.252+621.771.23.019]:669.14.018.29

О НОРМИРОВАНИИ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ ГЛУБИНЫ ДЕФЕКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНОЙ ЗАГОТОВКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГОРЯЧЕКАТАНОГО БУНТОВОГО ПРОКАТА

ПАРУСОВ Э. В.¹, к. т. н., с. н. с.,ЛУЦЕНКО В. А.², д. т. н., с. н. с.,ЧУЙКО И. Н.³, к. т. н.,САГУРА Л. В.^{4*}, к. т. н.,ГОЛУБЕНКО Т. Н.⁵, к. т. н.¹Институт черной металлургии им. З. И. Некрасова Национальной академии наук Украины, пл. Академика Стародубова, 1, Днепр, 49107, Украина, тел. +38 (056) 776-82-28, e-mail: tometal@ukr.net, [ORCID ID: 0000-0002-4560-2043](https://orcid.org/0000-0002-4560-2043)²Институт черной металлургии им. З. И. Некрасова Национальной академии наук Украины, пл. Академика Стародубова, 1, Днепр, 49107, Украина, тел. +38 (0562) 47-29-25, e-mail: lutsenko@optima.com.ua, [ORCID ID: 0000-0002-4604-5592](https://orcid.org/0000-0002-4604-5592)³Институт черной металлургии им. З. И. Некрасова Национальной академии наук Украины, пл. Академика Стародубова, 1, Днепр, 49107, Украина, тел. +38 (056) 776-82-28, e-mail: ichuyko@mail.ru, [ORCID ID: 0000-0002-4753-614X](https://orcid.org/0000-0002-4753-614X)^{4*}Институт черной металлургии им. З. И. Некрасова Национальной академии наук Украины, пл. Академика Стародубова, 1, Днепр, 49107, Украина, тел. +38 (056) 776-82-28, e-mail: slv_metal@mail.ru, [ORCID ID: 0000-0002-2614-0322](https://orcid.org/0000-0002-2614-0322)⁵Институт черной металлургии им. З. И. Некрасова Национальной академии наук Украины, пл. Академика Стародубова, 1, Днепр, 49107, Украина, тел. +38 (0562) 47-29-25, e-mail: sumer@i.ua, [ORCID ID: 0000-0002-3583-211X](https://orcid.org/0000-0002-3583-211X)

Аннотация. Постановка проблемы. Значимое влияние на качество бунтового проката оказывают различные дефекты на его поверхности, которые, в свою очередь, наследуются от дефектов поверхности на заготовке и возможных повреждений поверхности проката в линии прокатного стана. Одним из критериев при оценке качественных показателей бунтового проката является нормирование поверхностных дефектов [1–3; 6; 7]. **Современное состояние вопроса.** Анализируя требования различных нормативных документов к качеству поверхности проката из высокоуглеродистых сталей, можно сделать вывод о том, что предельно допустимая глубина дефектов на поверхности заготовки должна находиться в интервале 2,0...5,0 мм (в зависимости от сечения заготовки, способа ее производства и дальнейшего назначения). **Цель исследования** – разработать методику расчета предельно допустимой глубины дефектов на поверхности стальной заготовки в зависимости от требований, предъявляемых к качеству поверхности горячекатаного бунтового проката. **Результаты.** Разработана упрощенная методика расчета, позволяющая при нормируемой глубине дефектов на поверхности горячекатаного бунтового проката провести оперативный расчет предельно допустимой глубины поверхностных дефектов стальной заготовки перед началом нагрева металла под горячую деформацию. Полученные данные свидетельствуют о том, что максимально допустимая глубина поверхностных дефектов снижается при повышении диаметра бунтового проката, уменьшении исходного сечения стальной заготовки и степени окисления металла в нагревательной печи.

Ключевые слова: дефекты поверхности, стальная заготовка, бунтовой прокат, горячая прокатка

ПРО НОРМУВАННЯ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМОЇ ГЛИБИНИ ДЕФЕКТІВ НА ПОВЕРХНІ СТАЛЬНОЇ ЗАГОТОВКИ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА ГАРЯЧЕКАТАНОГО БУНТОВОГО ПРОКАТУ

ПАРУСОВ Е. В.¹, к. т. н., с. н. с.,ЛУЦЕНКО В. А.², д. т. н., с. н. с.,ЧУЙКО І. М.³, к. т. н.,САГУРА Л. В.^{4*}, к. т. н.,ГОЛУБЕНКО Т. М.⁵, к. т. н.¹Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова Національної академії наук України, пл. Академіка Стародубова, 1, Дніпро, 49107, Україна, тел. +38 (056) 776-82-28, e-mail: tometal@ukr.net, [ORCID ID: 0000-0002-4560-2043](https://orcid.org/0000-0002-4560-2043)²Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова Національної академії наук України, пл. Академіка Стародубова, 1, Дніпро, 49107, Україна, тел. +38 (0562) 47-29-25, e-mail: lutsenko@optima.com.ua, [ORCID ID: 0000-0002-4604-5592](https://orcid.org/0000-0002-4604-5592)³Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова Національної академії наук України, пл. Академіка Стародубова, 1, Дніпро, 49107, Україна, тел. +38 (056) 776-82-28, e-mail: ichuyko@mail.ru, [ORCID ID: 0000-0002-4753-614X](https://orcid.org/0000-0002-4753-614X)^{4*}Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова Національної академії наук України, пл. Академіка Стародубова, 1, Дніпро, 49107, Україна, тел. +38 (056) 776-82-28, e-mail: slv_metal@mail.ru, [ORCID ID: 0000-0002-2614-0322](https://orcid.org/0000-0002-2614-0322)⁵Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова Національної академії наук України, пл. Академіка Стародубова, 1, Дніпро, 49107, Україна, тел. +38 (0562) 47-29-25, e-mail: sumer@i.ua, [ORCID ID: 0000-0002-3583-211X](https://orcid.org/0000-0002-3583-211X)

Анотація. Постановка проблеми. Істотно впливають на якість бунтового прокату різні дефекти на його поверхні, які, у свою чергу, успадковуються від дефектів поверхні на заготовці та можливих пошкоджень пове-

рхні прокату в лінії прокатного стану. Одним із критеріїв оцінювання якісних показників бунтового прокату є нормування поверхневих дефектів [1–3; 6; 7]. **Сучасний стан питання.** Аналізуючи вимоги різних нормативних документів до якості поверхні прокату з високовуглецевих сталей, можна зробити висновок, що гранично допустима глибина дефектів на поверхні заготовки повинна знаходитися в інтервалі 2,0...5,0 мм (залежно від перетину заготовки, способу її виробництва і подальшого призначення). **Мета дослідження** – розробити методику розрахунку гранично допустимої глибини дефектів на поверхні сталеві заготовки залежно від вимог, що пред'являються до якості поверхні гарячекатаного бунтового прокату. **Результати.** Розроблено спрощену методику розрахунку, що дозволяє за нормованої глибини дефектів на поверхні гарячекатаного бунтового прокату провести оперативний розрахунок гранично допустимої глибини поверхневих дефектів сталеві заготовки перед початком нагрівання металу під гарячу деформацію. Отримані дані свідчать, що максимально допустима глибина поверхневих дефектів знижується у разі збільшення діаметра бунтового прокату, зменшенні вихідного перетину сталеві заготовки і ступеня окислення металу в нагрівальній печі.

Ключові слова: дефекти поверхні, сталева заготовка, бунтовий прокат, гаряча прокатка

ABOUT RATIONING MAXIMUM ALLOWABLE DEFECT DEPTH ON THE SURFACE OF STEEL BILLETS IN PRODUCTION OF HOT-ROLLED STEEL

PARUSOV E. V.¹, *Cand. Sc. (Tech.), senior researcher,*

LUTSENKO V. A.², *Dr. Sc. (Tech.), senior researcher,*

CHUIKO I. N.³, *Cand. Sc. (Tech.),*

SAHURA L. V.^{4*}, *Cand. Sc. (Tech.),*

GOLUBENKO T. N.⁵, *Cand. Sc. (Tech.).*

¹Iron and Steel Institute named Z. I. Nekrasov of the National Academy of Science of Ukraine, sq. Ac. Starodubov, 1, Dnipro, 49107, Ukraine, phone: +38 (056) 776-82-28, e-mail: tometal@ukr.net, [ORCID ID: 0000-0002-4560-2043](https://orcid.org/0000-0002-4560-2043)

²Iron and Steel Institute named Z. I. Nekrasov of the National Academy of Science of Ukraine, sq. Ac. Starodubov, 1, Dnipro, 49107, Ukraine, phone: +38 (0562) 47-29-25, e-mail: lutsenko@optima.com.ua, [ORCID ID: 0000-0002-4604-5592](https://orcid.org/0000-0002-4604-5592)

³Iron and Steel Institute named Z. I. Nekrasov of the National Academy of Science of Ukraine, sq. Ac. Starodubov, 1, Dnipro, 49107, Ukraine, phone: +38 (056) 776-82-28, e-mail: ichuyko@mail.ru, [ORCID ID: 0000-0002-4753-614X](https://orcid.org/0000-0002-4753-614X)

^{4*}Iron and Steel Institute named Z. I. Nekrasov of the National Academy of Science of Ukraine, sq. Ac. Starodubov, 1, Dnipro, 49107, Ukraine, phone: +38 (056) 776-82-28, e-mail: slv_metal@mail.ru, [ORCID ID: 0000-0002-2614-0322](https://orcid.org/0000-0002-2614-0322)

⁵Iron and Steel Institute named Z. I. Nekrasov of the National Academy of Science of Ukraine, sq. Ac. Starodubov, 1, Dnipro, 49107, Ukraine, phone: +38 (0562) 47-29-25, e-mail: sumer@i.ua, [ORCID ID: 0000-0002-3583-211X](https://orcid.org/0000-0002-3583-211X)

Summary. Formulation of the problem. Significant influence on the quality of rolled steel have various defects on its surface, which in its turn inherited from surface defects of billet and possible damage to the surface of rolled steel in the rolling mill line. One of the criteria for assessing the quality indicators of rolled steel is rationing of surface defects [1; 2; 3; 6; 7]. **Current status of the issue.** Analyzing the different requirements of regulations to the surface quality of the rolled high-carbon steels, we can conclude that the maximum allowable depth of defects on the surface of billet should be in the range of 2.0...5.0 mm (depending on the section of the billet, method of its production and further the destination) **Purpose.** Develop a methodology for calculating the maximum allowable depth of defects on the steel billet surface depending on the requirements placed on the surface quality of hot-rolled steel. **Results.** A simplified method of calculation, allowing at the rated depth of defects on the surface of the hot-rolled steel to make operatively calculation of the maximum allowable depth of surface defects of steel billets before heating the metal in the heat deformation was developed. The findings shows that the maximum allowable depth of surface defects is reduced with increasing diameter rolled steel, reducing the initial section steel billet and degrees of oxidation of the metal in the heating furnace.

Keywords: surface defects, steel billet, rolled steel, hot rolling

Постановка проблеми. Значимое влияние на качество бунтового проката оказывают различные дефекты на его поверхности, которые, в свою очередь, наследуются от дефектов поверхности на заготовке и возможных повреждений поверхности проката в линии прокатного стана. Одним из критериев при оценке качественных показателей бунтового проката является нормирование поверхностных дефектов [1–3; 6; 7].

К основным поверхностным дефектам стальной заготовки относят: газовые пузыри, трещины, залеченные пояса (микропорывы), шлаковые включения, загрязнения и др. Прокатные дефекты поверхности представляют собой закаты, усы, прокатные пленки, отпечатки, раскатанные пузыри и загрязнения.

Сравнительный анализ требований различных нормативных документов к качеству поверхности проката из

высокоуглеродистых сталей приведен в таблице 1.

Таблица 1

Нормирование дефектов на поверхности бунтового проката из высокоуглеродистой стали

Нормативный документ	Качество поверхности
ГОСТ 14959-79	Допускаются отпечатки, рябизна и риски глубиной не более 0,20 мм.
ДСТУ 3683-98	Допускаются отпечатки, рябизна и риски глубиной не более 0,20 мм.
ТУ У 27.1-4-519-2002	Допускаются отдельные риски, волосовины и рябизна глубиной не более 0,15 мм.
EN ISO 16120-2:2011	Допускаются отдельные риски, волосовины и рябизна глубиной не более 0,25 мм для проката в бунтах диаметром от 5,0 до 12,0 мм и 0,30 мм для катанки диаметром более 12,0 мм.

Анализируя представленные данные, можно утверждать, что недопустимыми дефектами на поверхности горячекатаного проката являются: закаты, усы, раскатанные пузыри, раскатанные загрязнения, прокатные плены, трещины, рванины. При этом допускаются отдельные риски, волосовины и рябизна. Самые жесткие требования к нормированию глубины поверхностных дефектов предъявляются по ТУ У 27.1-4-519-2002 – не более 0,15 мм. Следует отметить, что некоторые из дефектов поверхности (трещины, плены и т. п.) стальной заготовки могут быть закатаны (заварены) в процессе последующей горячей деформации на готовый профила размер бунтового проката.

В то же время эти дефекты, особенно с окисленной внутренней поверхностью, при определенных условиях напряженно-деформированного состояния могут раскрываться, то есть увеличиваться в размерах и выступать в роли источников возникновения надрывов на поверхности металла, вызывая в последующем его повышенную обрывность при деформации волочением на метизном переделе [4–6; 7].

Требования к качеству поверхности проката для холодного выдавливания и высадки приведены в таблице 2. При этом поверхность горячекатаного проката должна быть гладкой без трещин, плен, инородных включений, закатов, раскатанных пузырей и загрязнений.

Таблица 2

Нормирование дефектов на поверхности горячекатаного проката для холодного выдавливания и высадки

Нормативный документ	Качество поверхности
ДСТУ 3684-98	Допускаются отпечатки и рябина глубиной не более половины допуска на размер. Максимальная глубина отдельных мелких рисков не должна превышать 0,1 мм для сечений до 20 мм и 0,2 мм для сечений 20 мм и выше.
ГОСТ 10702-78	Допускаются отпечатки и рябина глубиной не более половины допуска на размер. Максимальная глубина отдельных мелких рисков не должна превышать ¼ допуска на размер, но не более 0,1 мм для сечений до 20 мм и 0,2 мм для сечений 20 мм и выше.

Следовательно, в зависимости от дальнейшего назначения проката и вида готовой металлопродукции нормативной документацией устанавливается предельно-допустимая глубина дефектов на поверхности горячекатаного металла. Однако в ряде случаев эти ограничения принимаются не системно или без аргументированного обоснования. В связи с этим представляло интерес разработать методику упрощенного расчета предельно-допустимой глубины дефектов на поверхности стальной заготовки перед началом горячей деформации. Расчет выполнен для наиболее часто применяемых в технологическом процессе производства бунтового проката заготовок сечением

125×125 и 150×150 мм. За основу взяты требования по ТУ У 27.1-4-519-2002 с ограничением глубины дефектов на поверхности проката – не более 0,15 мм.

По заводским технологическим инструкциям нагрев заготовок перед прокаткой производится до температур 1150...1180 °С в слабо окислительной внутривыпечной атмосфере.

При нагреве стальной заготовки в печи происходит естественный угар (окисление) металла, вследствие чего глубина поверхностных дефектов несколько уменьшается. Последующая горячая деформация металла на готовый профила размер уменьшает его исходное сечение, обуславливая дальнейшее

снижение глубины поверхностных металлургических предприятий приведены в дефектов. таблице 3.

Требования к качеству поверхности стальных заготовок различных

Таблица 3

Нормирование дефектов на поверхности стальных заготовок

Нормативный документ	Качество поверхности
ЗТУ 14-518-2012-0001-2009 (ОАО «Молдавский металлургический завод»)	Глубина поверхностных дефектов не более 1,5 мм (заготовка сечением 125×125 мм). Отдельные риски глубиной не более 2,0 мм браковочным признаком не являются.
ТС 00187895-036-2012 (ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат»)	Глубина поверхностных дефектов не должна превышать 2,0 мм (заготовка сечением 150×150 мм).
ТУ У 14-2-1230-99 (ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат»)	Глубина поверхностных дефектов не более 4 мм (заготовка сечением 125×125 мм) и не более 5 мм (заготовка сечением 150×150 мм). Закаты глубиной не более 2,0 мм.
ТУ У 27.1-00190319-1307-2003 (ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог»)	Глубина поверхностных дефектов не более 4 мм (заготовка сечением 125×125 мм) и не более 5 мм (заготовка сечением 150×150 мм).

Анализируя представленные данные, можно сделать вывод, что предельно допустимая глубина дефектов на поверхности заготовки должна находиться в интервале 2,0...5,0 мм (в зависимости от сечения заготовки, способа ее производства и дальнейшего назначения).

Цель исследования – разработать методику расчета предельно допустимой глубины дефектов на поверхности стальной заготовки в зависимости от требований, предъявляемых к качеству поверхности горячекатаного бунтового проката.

Материал и методика проведения исследований. В общем виде зависимость глубины дефектов на поверхности бунтового проката от глубины дефектов на поверхности заготовки может быть описана при помощи формулы:

$$h_{np} = \frac{(h_3 - h_{ок})}{\sqrt{\mu_{\Sigma}}} \quad (1)$$

где h_{np} – глубина поверхностных дефектов на готовом прокате, мм;

h_3 – глубина поверхностных дефектов на исходной заготовке, мм;

$h_{ок}$ – толщина слоя металла, окисленного при нагреве в печи, мм;

μ_{Σ} – суммарный коэффициент вытяжки металла, определяемый отношением площади исходной заготовки (F_3) и готового проката (F_{np}).

На практике угар металла в нагревательных печах со слабо окислительной атмосферой, как правило,

составляет 0,9...1,1 % по массе, а толщину слоя металла, который переходит в окалину, можно определить по выражению:

$$h_{ок} = \frac{F_3 \cdot L_o}{100 \cdot 4 \cdot a} \quad (2)$$

где L_o – угар (окисление) металла в нагревательной печи, %;

a – сторона поперечного сечения квадратной заготовки, мм.

В соответствии с формулами (1) и (2) глубину дефектов на поверхности стальной заготовки возможно определить следующим образом:

$$h_3 = h_{np} \cdot \sqrt{\frac{F_3}{F_{np}}} + \frac{F_3 \cdot L_o}{100 \cdot 4 \cdot a} \quad (3)$$

Результаты исследований. С использованием формулы (3) проведен расчет предельно допустимой глубины дефектов на поверхности непрерывнолитой заготовки (перед началом нагрева под горячую прокатку) в зависимости от нормируемой глубины поверхностных дефектов бунтового проката различных профиларазмеров (табл. 4).

Полученные данные свидетельствуют о том, что предельно допустимая глубина поверхностных дефектов снижается при повышении диаметра проката, уменьшении исходного сечения заготовки и степени окисления металла в нагревательной печи.

Графические зависимости предельно допустимой глубины дефектов на

поверхности заготовок сечением 125×125 и 150×150 мм от профилеразмера горячекатаного бунтового проката приведены на рисунках 1 и 2 соответственно.

Полученные зависимости позволили установить корреляционную связь предельно допустимой глубины поверхностных дефектов стальной заготовки (h_3) с глубиной дефектов на поверхности бунтового проката (h_{np}). В общем виде эта зависимость для заготовок

сечением 125×125 и 150×150 мм может быть описана формулами (4) и (5) соответственно:

$$h_3 = 0,028 \cdot d_{np}^2 - 0,81 \cdot d_{np} + 7,68, \quad (4)$$

$$h_3 = 0,034 \cdot d_{np}^2 - 0,97 \cdot d_{np} + 9,24, \quad (5)$$

где d_{np} – диаметр бунтового проката, мм. Коэффициент достоверности аппроксимации для выражений (4) и (5) составил 0,99.

Таблица 4

Значения максимально допустимой глубины дефектов на поверхности заготовки при $h_{np} = 0,15$ мм

Диаметр проката, мм	Поперечное сечение заготовки, мм	h_3 , мм ($L_o = 0,9\%$)	h_3 , мм ($L_o = 1,1\%$)
5,5	125 × 125	4,13	4,19
	150 × 150	4,95	5,03
6,5	125 × 125	3,54	3,60
	150 × 150	4,24	4,32
7,0	125 × 125	3,30	3,37
	150 × 150	3,97	4,04
8,0	125 × 125	2,93	2,99
	150 × 150	3,51	3,59
9,0	125 × 125	2,63	2,70
	150 × 150	3,16	3,23
10,0	125 × 125	2,40	2,46
	150 × 150	2,88	2,95
11,0	125 × 125	2,21	2,27
	150 × 150	2,65	2,72
12,0	125 × 125	2,04	2,11
	150 × 150	2,45	2,53
14,0	125 × 125	1,79	1,86
	150 × 150	2,15	2,23

Предложенная методика универсальна и позволяет рассчитать предельно допустимую глубину поверхностных дефектов для любых размеров стальной заготовки. При расчете глубины дефектов на поверхности заготовки круглого сечения следует привести её площадь к эквивалентной площади квадрата и выразить значение a по формуле (6):

$$a = \sqrt{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}}, \quad (6)$$

где d_3 – диаметр стальной заготовки круглого сечения, мм.

В случае, если заготовка имеет прямоугольное сечение, при расчете предельно допустимой глубины

поверхностных дефектов необходимо вводить поправочные коэффициенты, учитывающие возникающую неравномерность деформации по вертикальной и горизонтальной осям.

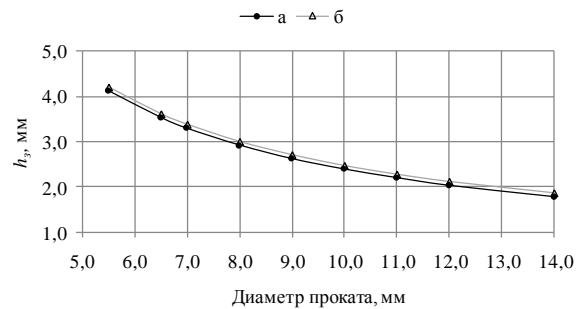


Рис. 1. Изменение предельно допустимой глубины дефектов на поверхности стальной заготовки сечением 125×125 мм в зависимости от диаметра бун-

тового проката: а – окисление поверхности заготовки 0,9 %; б – окисление поверхности заготовки 1,1 %

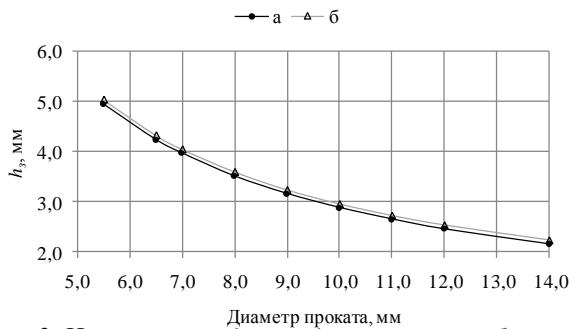


Рис. 2. Изменение предельно допустимой глубины дефектов на поверхности стальной заготовки сечением 150×150 мм в зависимости от диаметра бунтового проката: а – окисление поверхности заготовки 0,9 %; б – окисление поверхности заготовки 1,1 %

В соответствии с выражением (3) возможно решить обратную задачу – рассчитать глубину дефектов на поверхности горячекатаного бунтового проката различных профилеразмеров в зависимости от фактической глубины дефектов на поверхности стальной заготовки:

$$h_{np} = \frac{h_z}{\sqrt{\frac{F_z}{F_{np}} + \frac{F_z \cdot L_o}{100 \cdot 4 \cdot a}}} \quad (7)$$

Выводы. Принимая во внимание полученные данные (см. табл. 4), можно сделать вывод, что для гарантированного

соответствия качества поверхности горячекатаного металла требованиям нормативной документации для различных профилеразмеров бунтового проката (5,5...14,0 мм) предельно допустимую глубину дефектов на поверхности стальной заготовки представляется возможным ограничить значением не более 2,0 мм, что хорошо согласуется с приведенными требованиями (см. табл. 3.).

Однако необходимо понимать, что наличие на поверхности заготовок дефектов, глубина которых превышает указанное значение, не будет свидетельствовать об однозначном браковочном признаке. Окончательное решение об использовании заготовок в производственном процессе и соответствии бунтового проката требованиям нормативной документации может быть принято по результатам предварительного расчета в соответствии с предложенной методикой. Кроме этого, должно быть учтено и последующее назначение металлопроката.

Таким образом, разработанная упрощенная методика расчета позволяет при нормируемой глубине дефектов на поверхности горячекатаного бунтового проката произвести оперативный расчет предельно допустимой глубины дефектов на поверхности стальной заготовки перед началом нагрева металла под горячую деформацию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дефекты стали : справочник / под ред. С. М. Новокшеновой, М. И. Виноград. – Москва : Металлургия, 1984. – 199 с.
2. Дефекты стальных заготовок и металлопродукции Белорусского металлургического завода: справочник-атлас / Микирова З. А., Перетягина Е. А., Грицаенко В. И., Барадынцева Е. П., Куренкова Т. П., сост. Грицаенко В. И., под общ. ред. Савенка А. Н., Белорусский металлургический завод. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2014. – 326 с.
3. Дефекты стальных слитков и проката. Справочник / В. В. Правосудович, В. П. Сокуренок, В. Н. Данченко, С. В. Кондратьев. – Москва : Интермет Инжиниринг, 2006. – 384 с.
4. Зильберг Ю. В. Исследование закономерностей формоизменения поверхностных дефектов при прокатке / Ю. В. Зильберг // Сталь. – 1997. – № 10. – С. 44–46.
5. Зильберг Ю. В. Формоизменение поверхностных дефектов при прокатке в простых калибрах / Ю. В. Зильберг, С. В. Ревякин // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 1996. – № 8. – С. 23–25.
6. Трансформация дефектов непрерывнолитой заготовки в поверхностные дефекты проката / А. Б. Сычков, М. А. Жигарев, А. В. Перчаткин, С. Н. Мазанов, В. С. Зенин // Металлург. – 2006. – № 2. – С. 60–63.
7. The transformation of defects in continuous-cast semifinished products into surface defects on rolled products / A. B. Sychkov, V. F. Zhigarev, A. V. Perchatkin, S. N. Mazanov, V. S. Zenin // Metallurgist. – 2006. – Vol. 50, iss. 1/2. – P. 83–90.

REFERENCES

1. Novokshhenyj S.M. and Vinograd M.I., eds. *Defekty stali* [Defects steel]. Moskva: Metallurgiya, 1984, 199 p. (in Russian).
2. Mikirova Z.A., Peretyagina E.A., Gricaenko V.I., Baradynceva E.P. and Kurenkova T.P. *Defekty stal'nyx zagotovok i metalloprodukcii Belorusskogo metallurgicheskogo zavoda* [Defects of steel billets and steel products of Belarussian Steel Works.]. Belorusskij metallurgicheskij zavod [Belarussian Metallurgical Plant]. Sankt-Peterburg: [s. n.], 2014, 326 p. (in Russian).
3. Pravosudovich V.V., Sokurenko V.P., Danchenko V.N. and Kondrat'ev S.V. *Defekty stal'nyx slitkov i prokata* [Defects of steel ingots and rolled products]. Moskva: Intermet Inzhiniring, 2006, 384 p. (in Russian).
4. Zil'berg Yu.V. *Issledovanie zakonomernostej formoizmeneniya poverxnostnyx defektov pri prokatke* [Consistency research of surface defects forming in rolling]. *Stal'* [Steel]. 1997, no. 10, pp. 44–46. (in Russian).
5. Zil'berg Yu.V. and Revyakin S.V. *Formoizmenenie poverxnostnyx defektov pri prokatke v prostyx kalibrax* [Surface defects forming during rolling in simple calibers]. *Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost'* [Metallurgical and Mining Industry]. 1996, no. 8, pp. 23–25. (in Russian).
6. Sychkov A.B., Zhigarev M.A., Perchatkin A.V., Mazanov S.N., Zenin V.S. *Transformaciya defektov nepreryvnolitoj zagotovki v poverxnostnye defekty prokata* [Transformation of continuous casting defects in the surface rolling defects]. *Metallurg* [Metallurgist]. 2006, no. 2, pp. 60–63. (in Russian).
7. Sychkov A.B., Zhigarev V.F., Perchatkin A.V., Mazanov S.N. and Zenin V.S. *The transformation of defects in continuos-cast semifinished products into surface defects on rolled products*. *Metallurgist*. 2006, vol. 50, iss. 1/2, pp. 83–90.

Рецензент: Большаков В. И., д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 07.12.2016 р. Прийнята до друку: 27.12.2016 р.

УДК 69.032.22:658.51

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ БУДІВНИЦТВА «ВВЕРХ – ВНИЗ» ПІД ЧАС ЗВЕДЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

ЗАЯЦЬ Є. І.¹, *д. т. н., доц.*

¹Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (05-62) 756-33-66, e-mail: zei83dici@mail.ru, [ORCID ID: 0000-0002-7382-919X](https://orcid.org/0000-0002-7382-919X)

Анотація. *Постановка проблеми.* Сучасний рівень розвитку будівельних технологій підвищує актуальність вибору найбільш раціонального організаційно-технологічного рішення зведення висотних будівель. Виконання будівельних робіт пов'язане з багатьма умовами, які істотно ускладнюють їх виробництво, що, у свою чергу, може спричинити збільшення фактичних витрат підрядних організацій на виконання всього комплексу будівельних робіт. Процес зведення висотних будівель має специфічні відмінності, зокрема, в частині технології та організації будівельного виробництва, пов'язані з будівництвом в умовах функціонуючих структур великих міст та існуючої інфраструктури, врахування яких дозволить нейтралізувати або локалізувати негативний вплив дестабілізуючих чинників. Тому під час проектування організації висотного будівництва необхідно враховувати вплив різних дестабілізуючих чинників, що ускладнюють виробництво будівельно-монтажних робіт, та впроваджувати найбільш ефективні і сучасні методи будівництва. *Мета дослідження* – визначення особливостей та переваг застосування методу будівництва «вверх–вниз» під час зведення висотних будівель в умовах ущільненої міської забудови. *Висновок.* Підвищення ефективності проектних рішень зведення висотних будівель та їх реалізації, а саме, скорочення тривалості та зниження вартості будівництва можливо досягти за рахунок застосування методу «вверх–вниз», що потребує більш високої організації праці, використання відповідної будівельної техніки, інвентаря та оснастки, більш жорстких вимог до охорони праці.

Ключові слова: висотна будівля, будівельно-монтажні роботи, організація будівництва, метод будівництва «вверх-вниз», вартість, тривалість

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА СТРОИТЕЛЬСТВА «ВВЕРХ – ВНИЗ» ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

ЗАЯЦЬ Е. И.¹, *д. т. н., доц.*

¹Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (05-62) 756-33-66, e-mail: zei83dici@mail.ru, [ORCID ID: 0000-0002-7382-919X](https://orcid.org/0000-0002-7382-919X)

Аннотация. *Постановка проблемы.* Современный уровень развития строительных технологий повышает актуальность выбора наиболее рационального организационно-технологического решения возведения высотных зданий. Строительные работы связаны со многими условиями, которые существенно усложняют их производство, что, в свою очередь, может привести к увеличению фактических затрат подрядных организаций на выполнение всего комплекса строительных работ. Процесс возведения высотных зданий имеет специфические отличия, а именно в части технологии и организации строительного производства, связанные со строительством в условиях функционирующих структур крупных городов и существующей инфраструктуры, учет которых позволит нейтрализовать или локализовать негативное влияние дестабилизирующих факторов. Поэтому при проектировании организации высотного строительства необходимо учитывать влияние разных дестабилизирующих факторов и внедрять наиболее эффективные и современные методы строительства. *Цель исследования* – определение особенностей и преимуществ применения метода строительства «вверх – вниз» при возведении высотных зданий в условиях плотной городской застройки. *Вывод.* Повышения эффективности проектных решений возведения высотных зданий и их реализации, а именно, сокращения сроков и стоимости строительства, можно достичь за счет применения метода строительства «вверх – вниз», что требует более высокой организации труда, использования соответствующей строительной техники, инвентаря и оснастки, повышенных требований к охране труда.

Ключевые слова: высотное здание, строительно-монтажные работы, организация строительства, метод строительства «вверх – вниз», стоимость, продолжительность

FEATURES APPLICATION OF A CONSTRUCTION METHOD «UP – DOWN» IN THE HIGH-RISE BUILDINGS CONSTRUCTION

ZAIATS Y. I.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*

¹Department of Planning and Organization of Production, State Higher Educational Establishment “Prydniprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24a, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, phone: +38 (05-62) 756-33-66, e-mail: zei83dici@mail.ru, [ORCID ID: 0000-0002-7382-919X](https://orcid.org/0000-0002-7382-919X)

Summary. Formulation of the problem. The present level of construction technology development enhances the choice relevance of the most efficient organizational and technological solutions of high-rise buildings construction. Execution of construction works is associated with many conditions, which greatly complicate their production, which in turn can lead to an actual cost increase of contractors to perform the whole complex of construction works. The process of high-rise buildings construction has specific differences, especially in terms of construction technology and organization, construction-related in conditions of the functioning structures of large cities and the existing infrastructure, the account of which will neutralize or localize the negative impact of destabilizing factors. Therefore, the design of high-rise construction organizations need to consider the influence of various destabilizing factors and implement the most efficient and modern construction methods. **Goal.** Determination of features and advantages of the method "up – down" in high-rise buildings construction in dense urban areas. **Conclusion.** Improving of the design solutions efficiency of high-rise buildings construction and their implementation, especially, time and cost reducing of construction, can be achieved by applying the construction method of the "top - down", which requires a higher organization of labor, the use of appropriate construction machinery, equipping and instrumentation, high requirements for health and safety.

Keywords: *high-rise building, construction and installation work, organization of construction, the construction method of "up – down", cost, duration*

Постановка проблеми та її зв'язок із науковими і практичними завданнями. В сучасному розвитку великих міст мають місце тенденції переміщення підприємств за межі міст із подальшою забудовою звільнених територій та подальшого ущільнення існуючої міської забудови за рахунок зведення багатоповерхових та висотних будівель.

Це потребує розроблення та впровадження сучасних архітектурних, конструктивних та організаційно-технологічних рішень щодо раціональної організації будівельних робіт за умови мінімізації негативного впливу від виконання робіт на існуючу забудову [1; 2; 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізу проблем проектування та реалізації проектів висотних будівель присвячені праці Г. В. Бадеяна [4], Д. Ф. Гончаренка [6], Т. Г. Маклакової [10], В. І. Теличенка [14], В. І. Торкатюка [13] та інших науковців.

Пошуку раціональних організаційно-технологічних рішень будівництва та реконструкції об'єктів промислового та цивільного призначення присвячено праці О. А. Гусакова [5], В. М. Кірноса [8], Т. С. Кравчуновської [9], В. Р. Млодецького [11], В. О. Поколенка [12] тощо.

Як свідчать ці праці, пошук раціональних організаційно-технологічних рішень зведення висотних будівель залишається актуальною проблемою.

Мета статті – аналіз застосування методу будівництва «вверх–вниз» під час

зведення висотних будівель в умовах ущільненої міської забудови.

Виклад матеріалу. Розвиток цивільного і промислового будівництва в сучасних умовах щільної міської забудови великих міст і мегаполісів – актуальний напрям як для України, так і у світовому масштабі.

Вирішення цієї проблеми часто пов'язане зі зведенням будівель підвищеної поверховості з використанням підземного простору.

Необхідність використання підземного простору міст зумовлена такими факторами як нестача вільних територій в умовах історично сформованої забудови, так і вимоги розвитку міської інфраструктури. В сучасному світі підземний простір міст використовується не тільки для розміщення інженерних комунікацій та об'єктів транспортного будівництва, а також для спорудження комплексів громадсько-побутового призначення, багатоповерхових підземних гаражів і стоянок, підприємств торгівлі, приміщень заглиблених частин житлових та офісних будівель.

Зведення підземних і заглиблених міських об'єктів цивільного призначення влаштовується відкритим або напівзакритим способом у котлованах. При цьому щорічний обсяг таких об'єктів підземного будівництва в Україні і за кордоном невпинно зростає, зростає і масштаб реалізованих об'єктів будівництва.

У наші дні максимальна глибина котлованів, які проектуються в міських умовах, зазвичай не перевищує 15–25 м, а кількість підземних поверхів – п'яти–шести.

Однак специфіка історичної забудови міст індивідуальна і потребує розроблення нових конструктивних і технологічних рішень. Одним із таких рішень можна вважати технологію спорудження будівель методом «вверх–вниз».

В Європі та Америці технологія «вверх – вниз» («Top-Down») знайшла широке застосування. Це пояснюється тим, що цей спосіб дозволяє практично одночасно вести роботи з улаштування підземної і наземної частин будівлі, що відповідно пришвидшує терміни зведення будівель, в першу чергу висотних та підвищеної поверховості. Також важливо зазначити, що цей спосіб дозволяє мінімізувати деформації огорожувальних конструкцій і, відповідно, руйнування сусідніх будівель.

Особливість виконання робіт полягає в послідовному зведенні поверхів заглибленої частини з використанням попередньо влаштовуваних паль, які в міру відривання ґрунту об'єднуються системою монолітних перекриттів між собою та огорожувальною стінкою котловану. В подальшому палі виконують функції колон у поєднанні з

перекриттями. На період виконання робіт у перекриттях підземної частини будівлі передбачаються технологічні отвори для розробки ґрунту, подачі арматури, опалубних систем, бетонної суміші та ін.

Одночасно з улаштуванням перекриттів підземної частини зведення наземної частини монолітного каркаса здійснюється традиційним способом.

Враховуючи те, що тривалість улаштування підземної частини складає до 50 % від тривалості зведення наземної частини будинку, суміщення цих процесів зменшує загальні строки спорудження всього об'єкта [14].

Принципову схему застосування цього методу показано на рисунку 1.

У разі досягнення міцності перекриття над першим надземним поверхом не менше 70 % проектної міцності здійснюється монтаж самопідйомних кранів, розподільчої стріли бетононасоса та іншого вантажопідйомного обладнання, яке необхідне для організації безперервного технологічного процесу.

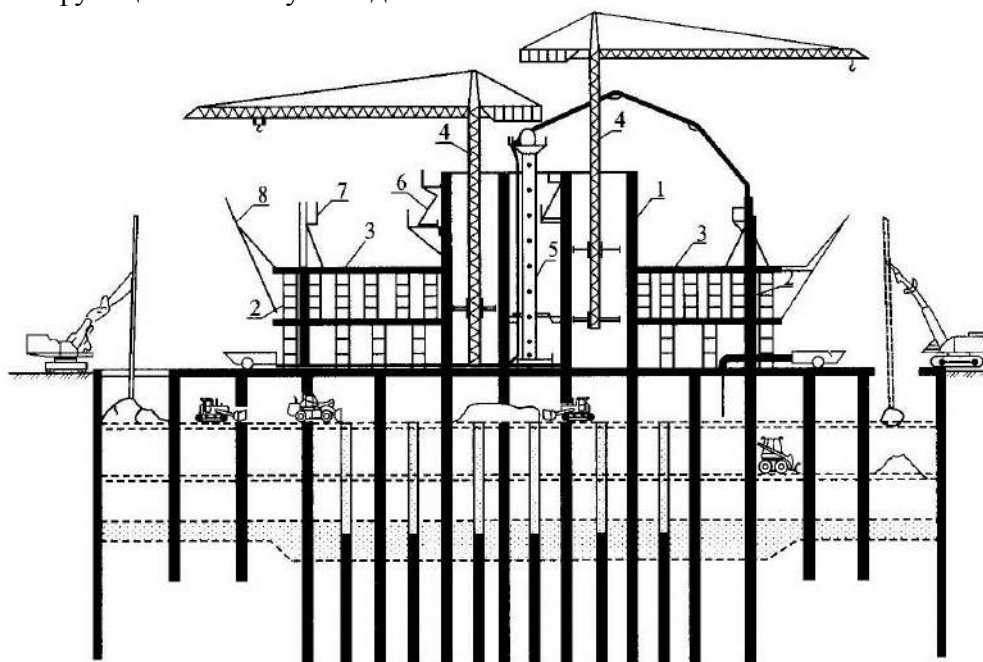


Рис. 1. Технологічна схема зведення висотної будівлі методом «вверх–вниз»:

1 – ядро жорсткості; 2 – колони; 3 – міжповерхові перекриття; 4 – самопідйомні крани; 5 – розподільча стріла для подачі бетонної суміші; 6 – опалубка ядра жорсткості; 7 – опалубка колони; 8 – огороження

Ядро жорсткості зводиться із застосуванням щитової або самопідйомної опалубки. Процеси армування і бетонування здійснюються окремими технологічними

потокими шляхом розбивання на захватки із відповідними обсягами робіт та трудовитратами.

Зведення вертикальних і горизонтальних конструкцій (колон і плит перекриттів) здійснюється окремими технологічними потоками за допомогою спеціалізованих бригад робітників. Розбивання на захватки дозволяє суміщати процеси зведення вертикальних і горизонтальних конструкцій із оптимальною продуктивністю. При цьому інтенсивність улаштування зазначених елементів не повинна перевищувати швидкості зведення ядра жорсткості.

Для зведення ядра жорсткості, вертикальних і горизонтальних конструкцій розробляється проект виконання робіт і технологічні регламенти, які включають послідовність робіт, тривалість циклів, технологічний і інструментальний контроль набирання міцності бетону, геодезичне забезпечення точності зведення конструкцій та інші роботи [1].

До основних переваг технології «вверх–вниз» слід віднести:

- відсутність ґрунтових анкерів для забезпечення стійкості огорожувальних стін котловану;
- можливість улаштування котлованів різної глибини та конфігурації;
- зменшення впливу на навколишню забудову та залежності від інженерно-геологічних умов;
- можливість скорочення термінів будівництва.

Висновки

Будівництво об'єктів із розвиненою підземною частиною в стиснених умовах міського середовища супроводжується

вирішенням ряду складних геотехнічних проблем, у тому числі і пов'язаних із питаннями технології виробництва будівельних робіт і забезпеченням стійкості існуючої забудови. Однак можливості сучасних технологій і обладнання надають інженерам і будівельникам вибір доступних способів улаштування підземних і заглиблених споруд, таких як технологія «вверх – вниз», що добре зарекомендувала себе.

Застосування такої складної технології будівництва вимагає принципово іншої технології проектування. При цьому технологія будівництва стає первинною і диктує основні інженерні рішення, вимагає урахування зміни напружено-деформованого стану навколишнього ґрунтового масиву і зведених конструкцій на всіх основних стадіях виробництва робіт, а також стадії експлуатації.

Правильний і науково обґрунтований вибір видів і послідовності виконання технологічних операцій, методів улаштування огороження котловану, способів підсилення основ і фундаментів прилеглих будівель, науковий супровід ведення робіт дозволяють не тільки знизити до мінімуму можливість виникнення аварійних ситуацій у процесі будівництва та уникнути необґрунтованих додаткових деформацій будівель та інженерних споруд, розташованих у зоні впливу будівництва, а і знизити вартість будівельно-монтажних робіт та скоротити термін будівництва.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків : ДБН В.2.2-24–2009. – Уведено вперше ; чинні з 2009-09-01. – Київ : Мінбуд України, 2009. – 161 с. – (Державні будівельні норми).
2. Система надійності та безпеки в будівництві. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки: ДБН В.1.2-12-2008. – Введ. вперше ; чинні з 2009-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 36 с.
3. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016. – Вид. офіц. – [На заміну ДБН А.3-1-5-2009, чинний з 01.01.2017]. – Київ : М-во регіон. розвитку, буд-ва та житл.-комун. госп-ва України, 2016. – 51 с. – (Державні будівельні норми України).
4. Бадеян Г. В. Технологические основы возведения монолитных железобетонных каркасов в высотном жилищном строительстве : дис. ... доктора техн. наук : 05.23.08 / Г. В. Бадеян ; Киев. нац. ун-т стр-ва и архитектуры. – Киев, 2000. – 409 с.
5. Гусаков А. А. Методы совершенствования организационно-технологической подготовки строительного производства / А. А. Гусаков, Н. И. Ильин. – Москва : Стройиздат, 1985. – 156 с.
6. Гончаренко Д. Ф. Возведение многоэтажных каркасно-монолитных зданий : монография / Гончаренко Д. Ф., Карпенко Ю. В., Меерсдорф Е. И. ; под ред. Д. Ф. Гончаренко. – Киев : А+С, 2013. – 128 с.
7. Давыдов В. А. Научно-методологические принципы обоснования организационно-технологических решений реконструкции промышленных зданий : автореф. дис. : спец. 05.23.08 «Технология и организация

- промышленного и гражданского строительства» / В. А. Давыдов ; Ленинград. инж.-строит. ин-т. – Санкт-Петербург, 1992. – 60 с.
8. Кирнос В. М. Научно-методологические основы организационно-технологического регулирования продолжительности и стоимости реконструкции промышленных предприятий : дис. ... доктора техн. наук : 05.23.08 / Кирнос Владимир Михайлович. – Харьков, 1994. – 351 с.
 9. Кравчуновська Т. С. Комплексна реконструкція житлової забудови: організаційно-технологічні аспекти : монографія / Т. С. Кравчуновська. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2010. – 230 с.
 10. Маклакова Т. Г. Высотные здания. Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования : монография / Т. Г. Маклакова. – Москва : АСВ, 2008. – 160 с.
 11. Млодецкий В. Р. Управленческая реализуемость строительных проектов / В. Р. Млодецкий. – Днепропетровск : Наука і освіта, 2005. – 261 с.
 12. Новітні інформаційно-аналітичні моделі управління підготовкою будівництва на засадах девелопменту / В. О. Поколенко, Г. В. Лагутін, О. А. Тугай, П. М. Куліков, Н. О. Борисова, Д. О. Приходько, Ю. А. Чуприна, В. А. Скакун // Управління розвитком складних систем : зб. наук. пр. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. – 2010. – Вип. 1. – С. 39-42. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2010_1_9.
 13. Торкатюк В. И. Организационно-технологические решения в многоэтажном каркасном строительстве / В. И. Торкатюк. – Харьков : Вища шк., 1986. – 160 с.
 14. Управление программами и проектами возведения высотных зданий / В. И. Теличенко, Е. А. Король, П. Б. Каган, С. В. Комиссаров, С. Г. Арутюнов, А. А. Афанасьев. – Москва : АСВ, 2010. – 144 с.
 15. Проектирование современных высотных зданий / Сюй Пэйфу, Фу Сюси, Ван Цуйкунь, Сяо Цунчжэнь. – Москва : АСВ, 2008. – 469 с.
 16. Sidney L. Project management in construction / L. Sidney. – 6th Edition. – NewYork : McGraw-Hill, 2006. – 402 p.

REFERENCES

1. Minbud Ukrainy. *Budynky i sporudy. Proektuvannia vysotnykh zhytlovykh i gromadskykh budynkiv: DBN V.2.2-24-2009* [Houses and buildings. Designing of high-rise residential and public buildings: SBC V.2.2-24:2009]. Kyiv, 2009, 161 p. (in Ukrainian).
2. Minregionbud Ukrainy. *Systema nadiinosti ta bezpeky v budivnytstvi. Budivnytstvo v umovakh ushchilненоi zabudovy. Vymogy bezpeky: DBN V.1.2-12-2008* [Reliability and safety system in construction. Building in the compacted area. Safety requirements: SBC V.1.2-12-2008]. Kyiv, 2008, 36 p. (in Ukrainian).
3. M-vo region. rozvytku, bud-va ta zhytl.-komun. hosp-va Ukrainy. *Organizatsiia budivelnoho vyrobnytstva: DBN A.3.1-5:2016* [Organization of building production: SBC A.3.1-5-2016]. Kyiv, 2016, 51 p. (in Ukrainian).
4. Badeyan G.V. *Texnologicheskie osnovy vozvedeniya monolitnykh zhelezobetonnykh karkasov v vysotnom zhylyshchnom stroitel'stve: dis. doktora texn. nauk: 05.23.08* [Technological bases of monolithic concrete ossatures erection in a high-rise residential construction: dis. of Doctor of Technical Sciences: 05.23.08]. Kiev, 2000, 409 p. (in Russian).
5. Gusakov A.A. and Il'in N.I. *Metody sovershenstvovaniya organizacionno-texnologicheskoy podgotovki stroytel'nogo proyzvodstva* [Improving methods of organizational and technological preparation of building production]. Moskva: Strojizdat, 1985, 156 p. (in Russian).
6. Goncharenko D.F., Karpenko Yu.V. and Meersdorf E.Y. *Vozvedenie mnogoetazhnykh karkasno-monolitnykh zdaniy* [The construction of multi-storey frame-monolithic buildings]. Kiev: A+S, 2013, 128 p. (in Russian).
7. Davydov V.A. *Nauchno-metodologicheskie principy obosnovaniya organizacionno-texnologicheskix reshenij rekonstrukcii promyshlennykh zdaniy: avtoref. dis.: 05.23.08* « [Scientific and methodological principles on the basis of organizational and technological decisions of reconstruction of industrial buildings. Author's abstract of dis.: 05.23.08]. Sankt-Peterburg, 1992, 60 p. (in Russian).
8. Kirnos V.M. *Nauchno-metodologicheskie osnovy organizacionno-texnologicheskogo regulirovaniya prodolzhytel'nosti i stoimosti rekonstrukcii romyhlennykh predpriyatij: dis. doktora texn. nauk: 05.23.08* [Scientific-methodological bases of organizational and technological regulation of the duration and cost of reconstruction of industrial enterprises: dis. of Doctor of Technical Sciences: 05.23.08]. Xar'kov, 1994, 351 p. (in Russian).
9. Kravchunovska T.S. *Kompleksna rekonstrukciia zhytlovoi zabudovy: organizaciino-tekhnologichni aspekty* [Complex reconstruction of residential development: organizational and technological aspects]. Dnipropetrovsk: Nauka i osvita, 2010, 230 p. (in Ukrainian).
10. Maklakova T.G. *Vysotnye zdaniya. Gradostroitel'nye i arxitekturno-konstruktivnye problemy proektirovaniya* [High-rise buildings. City planning, architectural and structural design problems]. Moskva: ASV, 2008, 160 p. (in Russian).
11. Mlodeckij V.R. *Upravlencheskaya realizuemost' strotiel'nyx projektov* [Managerial feasibility of building projects]. Dnepropetrovsk: Nauka i osvita, 2005, 261 p. (in Russian).
12. Pokolenko V.O, Lagutin G.V, Tugaj O.A., Kulikov P.M, Borysova N.O., Prykhodko D.O., Chupryna Yu.A. and Skakun V.A. *Novitni informatsiino-analitychni modeli upravlinnia pidgotovkoiu budivnytstva na zasadax developmentu* [New information-analytical model of building preparation management on the principles of development]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system* [Managing of the complex systems development]. Kyiv.

nats. un-t bud-va i arkhitektury [Kyiv National University of Construction and Architecture]. 2010, iss. 1, pp. 39-42. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2010_1_9.

13. Torkatyuk V.I. *Organizacionno-texnologicheskie resheniya v mnogoetazhnom karkasnom stroitel'stve* [Organizational and technological solutions in a multi-storey frame construction]. Xar'kov: Vyshcha shk., 1986, 160 p. (in Russian).
14. Telichenko V.I., Korol' E.A., Kagan P.B., Komissarov S.V., Arutyunov S.G. and Afanas'ev A.A. *Upravlenie programmami i proektami vozvedennya vysotnyx zdaniy* [Programme and project management of high-rise buildings erection]. Moskva: ASV, 2010, 144 p. (in Russian).
15. Sjuj Pjeifu, Fu Sjusi, Van Cujkun' and Sjao Cunchzhjen'. *Proektirovanie sovremennyx vysotnyx zdaniy* [The design of modern high-rise buildings]. Moskva: ASV, 2008, 469 p. (in Russian).
16. Sidney L. *Project management in construction*. 6th Edition. NewYork: McGraw-Hill, 2006, 402 p.

Рецензент: Кравчуновська Т. С. д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 10.12.2016 р. Прийнята до друку: 22.12.2016 р.

УДК 005.83

АНАЛИТИЧЕСКИ-НАУЧНЫЙ ОБЗОР СИСТЕМЫ ПРОГРАММ И ПРОЕКТОВ ПО РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

МЛОДЕЦКИЙ В. Р.¹, д. т. н, проф.,

АНДРЮЩЕНКО А. М.², студ.,

КОБЕНЕЦ Я. Я.³, студ.,

СПЕКТОР Ю. В.⁴, студ.

¹Кафедра менеджмента, управления проектами и логистики, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (050) 342-20-24, e-mail: v.mlodecki@i.ua

²Кафедра менеджмента, управления проектами и логистики, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, e-mail: jdgafos031@gmail.com

³Кафедра менеджмента, управления проектами и логистики, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, e-mail: yarikSova@gmail.com

⁴Кафедра менеджмента, управления проектами и логистики, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, email: youliyabol@gmail.com

Аннотация. Постановка проблемы. Успешное функционирование организации в современных рыночных конкурентных условиях возможно, если организация является открытой динамической системой, способной своевременно и адекватно приспосабливаться к изменениям внешней среды, для этого организация должна инициировать реализацию нововведений как в производственную, так и организационную структуру. Наиболее приспособленными для этих условий являются проектно-ориентированные организации, когда разрабатывается программа стратегии развития с детализацией отдельных относительно независимых этапов, которые реализуются в составе проектов. В соответствии с этим разработка и совершенствование систем управления организацией в направлении усиления акцентов на стратегии развития по отношению к операционной деятельности является актуальной задачей. **Цель работы** – исследовать иерархическую систему управления проектно-ориентированной организацией в направлении установления информационных потоков, объединяющих систему управления программами с подсистемами управления проектами, входящими в данную программу. **Выводы.** Конкретизированы понятия «программа» и «проект». В результате принято считать, что управление программами есть постоянный процесс в организации, которая адаптируется к внешним изменениям, а управление проектами (в соответствии с определением) носит временный характер, поэтому структуры управления проектом подчинены структурам управления программами и не являются постоянными в системе управления организацией.

Ключевые слова: управление; программа; проект; стратегия; системы управления; реализация; преобразования; структура; анализ; финансы; исследование

АНАЛІТИЧНО-НАУКОВИЙ ОГЛЯД СИСТЕМИ ПРОГРАМ І ПРОЄКТІВ ІЗ РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЇ ПЕРЕТВОРЕНЬ

МЛОДЕЦЬКИЙ В. Р.¹, д. т. н., проф.,

АНДРЮЩЕНКО О. М.², студ.,

КОБЕНЕЦЬ Я. Я.³, студ.,

СПЕКТОР Ю. В.⁴, студ.

¹Кафедра менеджменту, управління проектами і логістики, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38(050) 342-20-24, e-mail: v.mlodecki@i.ua

²Кафедра менеджменту, управління проектами і логістики, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, e-mail: jdgafos031@gmail.com

³Кафедра менеджменту, управління проектами і логістики, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, e-mail: yarikSova@gmail.com

⁴Кафедра менеджменту, управління проектами і логістики, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, e-mail: youliyabol@gmail.com

Анотація. Постановка проблеми. Успішне функціонування організації в сучасних ринкових конкурентних умовах можливе, якщо організація є відкритою динамічною системою, здатною своєчасно й адекватно пристосовуватися до змін зовнішнього середовища, для цього організація повинна ініціювати

реалізацію нововведень як у виробничу, так і організаційну структуру. Найбільш пристосовані для цих умов проектно-орієнтовані організації, коли розробляється програма стратегії розвитку з деталізацією окремих відносно незалежних етапів, які реалізуються у складі проектів. Відповідно до цього розроблення і вдосконалення систем управління організацією в напрямку збільшення акцентів на стратегії розвитку відносно до операційної діяльності є актуальним завданням. **Мета статті** – дослідити ієрархічну систему управління проектно-орієнтованої організації напрямку встановлення інформаційних потоків, які об'єднують систему управління програмами з підсистемами управління проектами, що входять у дану програму. **Висновки.** Конкретизовано поняття «програма» і «проект». У результаті прийняття вважати, що управління програмами – це постійний процес в організації, яка адаптується до зовнішніх змін, а управління проектами (відповідно до визначення) має тимчасовий характер, тому структури управління проектом підпорядковані структурам управління програмами і не є постійними в системі управління організацією.

Ключові слова: управління; програма; проект; стратегія; системи управління; реалізація; перетворення; структура; аналіз; фінанси; дослідження

ANALYTICAL AND SCIENTIFIC REVIEW OF PROJECTS AND PROGRAMMES ON CHANGES STRATEGY IMPLEMENTATION

MLODETSKY V. R.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,

ANDRIUSHCHENKO A. M.², *student*,

KOBENEC.Y. Y.³, *student*,

SPEKTOR.Y. V.⁴, *student*.

¹Department of Management, Project Management and Logistics, State Higher Education Establishment "Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, phone: +38 (050) 342-20-24, e-mail: v.mlodecki@i.ua

²Department of Management, Project Management and Logistics, State Higher Education Establishment "Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, e-mail: jdafos031@gmail.com

³Department of Management, Project Management and Logistics, State Higher Education Establishment "Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, e-mail: varikSova@gmail.com

⁴Department of Management, Project Management and Logistics, State Higher Education Establishment "Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, e-mail: yuliyabol@gmail.com

Summary. Formulation of the problem. Sustainable and successful functioning of the organization in today's competitive market conditions is possible if the organization is an open dynamic system capable of timely and adequately adapt to changes in the environment, this organization should initiate the implementation of innovations, both in production and organizational structure. Most suited for these conditions are project-oriented organizations, when the program's development strategy is developed with a detailed individual relatively independent stages, which are implemented as part of projects. In accordance with the development and improvement of the organization of control systems in the direction of increasing emphasis on the development strategy in relation to operating activities is an important task. **Goal and tasks.** Explore the hierarchical control system of project-oriented organization towards establishing information flows combine program management system with project management subsystems, included in this program. **Conclusions.** Concretized the concept of "program" and "project" as a result assumed that the program management is a permanent process in the organization that is adaptable to external changes, and project management (as defined) is temporary, so the project management structure are subject to program management structures and are not permanent in the organization's management system.

Keywords: management; program; project; strategy; management system; implementation; transformation; structure; analysis; finance; research

Постановка проблеми. Для забезпечення еволюційного розвитку організація повинна ініціювати інноваційні процеси, забезпечуючі умови для розробки і реалізації технічних, економічних, організаційних рішень, формуючих конкурентні переваги організації. Згадується [11], що ці програми обмежені в часі, призначені для цілеспрямованого зміни окремих

систем, забезпечують досягнення конкретних результатів, сбалансовані по ресурсному забезпеченню і потребують специфічної організації роботи. Аналіз перерахованих якостей відповідає визначенню «проект» [1; 3].

Аналіз літератури. В сучасній літературі існує декілька визначень «проект». Вони мають деякі відмінності, але збігаються в тому, що це одноразова сукупність дій

и задач, обладающих отличительными чертами, которые можно представить в виде следующей схемы (рис. 1.).

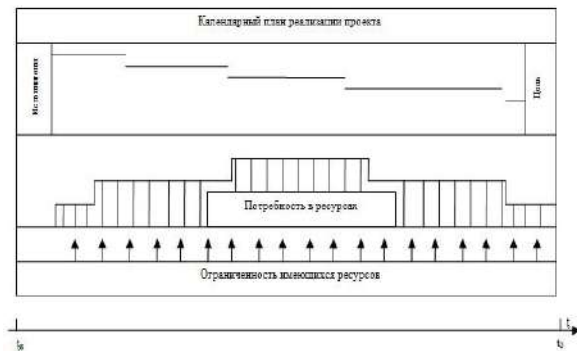


Рис. 1. Определяющие факторы «проекта»: t_n – установленная дата начала проекта; t_0 – установленная дата окончания проекта

В работах [2; 9] рассмотрены особенности строительного проекта, к которым относятся:

- выбор оптимальной технической реализации этапов проекта, оптимальной конструкции, технологии и т. д.;
- выбор способа и источника финансирования;
- выбор способа планирования и управления затратами;
- выбор исполнителей проекта и схемы взаимосвязи между ними, определяющей разграничение компетенции участников проекта;
- учет и управление рисками.

Цель и задачи. С этих позиций продукт деятельности строительной организации – законченный строительством объект – может рассматриваться как проект, в отличие от прежней системы, когда строительные организации получали плановые задания в виде объемов работ.

Цель статьи – рассмотреть управление строительной организацией, деятельность которой ориентирована на проект. Управление процессом реализации проекта определяется как действие по координированию людей, использованию строительной техники, оборудования, контроль за расходом материалов и оперативный учет динамики формирования показателей эффективности проекта при заданных сроках его реализации в пределах ограниченного бюджета и безусловном

выполнении качественных требований заказчика [5].

Ориентация деятельности строительной организации на проект требует соответствующей ее структурной перестройки, обеспечивающей сбалансированную ответственность всех звеньев и ступеней структуры управления на достижение конечных целей при заданных показателях эффективности.

Изменение функций управления и ответственности при управлении проектами не должно сказываться на пропорциональном увеличении звеньев и штата управления. Изменения в структурах управления должны иметь не количественный, а качественный характер, что проявляется в развитии системы горизонтального взаимодействия структур и подразделений, участвующих в реализации проекта. Горизонтальное взаимодействие управленческих структур, расположенных на одном уровне управления, повышает способность этого уровня к самоуправлению, то есть увеличивается количество самостоятельно решаемых проблем без задействования звеньев высшего уровня.

Проведенный анализ исследований в области управления проектом показывает, что практически все они рассматривают строительный проект как основную цель деятельности организации и этой цели подчиняется ее организационная и производственная структура. В несколько более широком плане этот процесс рассматривается в работе [7], в которой в качестве объекта исследования принималась система «организация – строительный проект» как открытая, целеполагающая, динамическая, эволюционирующая функциональная структура.

Рассмотрим далее более подробно, почему данная система определяется как функциональная структура.

При таком подходе проект, как объект управления, имеет индивидуальные качества, характеризующие возможности его реализации в конкретных условиях в определенный промежуток времени. С другой стороны, организация, выступающая

как субъект управления, обеспечивающая реализацию данного проекта, характеризуется индивидуальными качествами, определяемыми опытом работы, уровнем менеджмента и т. д. Отсюда делается заключение, что результат, связанный с реализацией проекта, зависит не столько от качества элементов системы, сколько от функционирования самой системы «организация – проект», которой присущ синергетический эффект.

С таких позиций данная система рассматривается как функциональная со своими интегрированными информационными потоками, компромиссными целями, гибкими целенаправленными изменениями структур управления.

Решение проблем управления проектом чаще всего осуществляется на базе положений классических теорий финансового анализа, менеджмента, маркетинга, организационно-технологической надежности и прочее. Однако при этом возникает опасность, что из-за чрезмерной специализации в рассмотрении отдельных вопросов комплексного управления проектом теряется целостное восприятие объекта управления, локальные цели могут решаться в ущерб стратегическим.

Для устранения этого методологического недостатка при исследовании сложных динамических систем все чаще обращаются к теоретическим положениям смежных наук, основные из которых могут быть трансформированы к изучению процессов развития организации. В качестве таких базовых теорий в настоящее время используются положения биологической эволюционной теории [4], теории функциональных систем [11], рассмотрение проблем системотехники с позиций биологических систем [5, 6], применение положений разделов кибернетики, посвященных изучению систем с искусственным интеллектом, к описанию процессов, протекающих в организационных структурах управления.

Изучение законов развития организации с позиций теории функциональных систем и системотехники впервые предприняли П. К. Анохин и А. А. Гусаков «Под функциональной системой мы понимаем такое сочетание процессов и механизмов, которое, формируясь динамически в зависимости от данной ситуации, непременно приводит к конечному приспособленческому эффекту, полезному организации» [10; 17].

Если рассматривать организационную структуру управления (ОСУ) с позиций функциональных систем, для активно функционирующих и особенно развивающихся организаций структура управления должна иметь некоторую консервативную часть и часть, которая в состоянии приспособливаться к изменениям условий хозяйствования. В теории функциональных систем это соответствует принципам иерархического доминирования [10].

В каждый данный момент времени доминирует ведущая в социальном и биологическом плане функциональная система. Другие функциональные системы способствуют ее деятельности.

Мультипараметрическое взаимодействие функциональных систем означает кооперативное взаимодействие результатов их деятельности: отклонение результата деятельности одной функциональной системы от уровня, определяющего нормальную жизнедеятельность, ведет к динамическому перераспределению связанных с ним результатов деятельности других функциональных систем.

На этих позициях профессором А. А. Гусаковым разработаны основные положения информационной системотехники технологических процессов и объектов [3]. Обращается внимание на то, что определение надежности, в терминах результата, предлагает в необходимых случаях для обеспечения заданной надежности структурную перестройку системы и функциональную подмену одних элементов (ненадежных, отказавших)

другими елементами, виконували раніше інші функції.

Систематизуючи результати проведеного аналізу, можна вважати, що в сучасній будівельній організації «проект» є єдиним продуктом діяльності організації, формуючим елементарний акт організації в процесі її життєвого циклу.

Елементарним він є тому, що за результатами його реалізації в цілому, відповідно до договірних зобов'язань, організація отримує винагороду за якість виконаних робіт. Це «винагорода» визначається рівнем цін на конкретну будівельну продукцію в даний час і в даній області і в кон'юнктурі ринку.

Діяльність організації – процес неперервний, і в той же час, за визначенням, проект – це «одноразова сукупність дій». В зв'язі з цим виникає невідповідність між неперервним процесом функціонування організації і дискретним по управлінню «проектом».

Це протиріччя в реальності легко вирішується тим, що організація формує програму технологічно і організаційно пов'язаних робіт за реалізації системи проектів (іноді їх називають «мультипроектом»), а реально – це календарний план робіт організації, в якому об'єктом планування є окремий «проект».

Таким чином, як зазначалося раніше, прийняту в роботах [5; 8] за предмет дослідження функціональну систему «організація – будівельний проект» для розвиваючої, еволюціонізуючої організації слід розглядати більш широко – як систему «організація – система проектів».

Якщо розглядати таку систему як функціональну, то в ній необхідно позначити ті нові структурні і інформаційні зміни, які вносяться в зв'язі з змінами умов управління. Для її дослідження застосовано методологічний підхід декомпозиції складних систем на елементарні

підсистеми з виділеними зв'язями взаємодії між ними. Як якість таких підсистем в традиційних організаційних структурах виділяють окремі спеціалізовані функції управління, які закріплюються за відповідними функціональними підрозділами.

В сучасних організаціях діяльність орієнтована не тільки на виконання поточних одноразових завдань, а й на досягнення певних стратегічних цілей розвитку, пов'язаних з реалізацією, обумовлених цими цілями змін і перетворень. Ці зміни стають все більш складними і взаємопов'язаними і пропонують міжфункціональну координацію дій. В таких умовах діяльність організації орієнтується на управління програмами.

Згідно сучасним визначенням «управління програмами на підприємстві – це вміння направляти ресурси, знання і навички і керувати ними в ході ефективного розгортання ряду проектів в сукупності своєї призначеності для збільшення цінності» [4].

Важливо звернути увагу, що ключем до успіху є інтеграція механізмів реалізації програм і проектів з структурами, процесами і системами підприємства.

Очевидно, що так воно і повинно бути, так як і програми, і проекти реалізуються в системі конкретної організації і ця система (виробнича і організаційно-управлінська) повинна бути пристосована для роботи в нових умовах – орієнтована на реалізацію конкретних, довготривалих цільових програм, продуктом діяльності яких є проекти як результат діяльності і засіб забезпечення ефективного розвитку організації.

При цьому, здавалося б, очевидній різниці між процесами управління проектами і програмами навіть в спеціальній літературі [3] звертають увагу, що «межі між проектом і програмою

остаются размытыми». Так как эти вопросы являются важными для дальнейших исследований, остановимся на определении этих различий.

Свойства, характерные для программ:

1. Программа имеет конкретную цель, связанную с решением проблемы (достижением определенной цели) развития и функционирования организации.

2. Программа существует, пока не будет решена проблема или достигнута цель.

3. Программа по мере ее реализации корректируется в соответствии с достигнутыми результатами и изменениями во внешней среде.

4. Сложные программы направлены на достижение нескольких отдельных результатов, каждый из которых обладает определенной ценностью, но совокупная ценность этих результатов выше по сравнению с сущной ценностью отдельных результатов [4] (дополнительный синергетический эффект от результатов, достигнутых в системе сложной программы).

5. Для реализации программы задействуются ресурсы организации и элементы структуры управления, причем фрагмент структуры управления, задействованный для реализации программы, имеет более развитые горизонтальные связи взаимодействия.

Свойства, характерные для проекта:

1. Проект уникален по определению, так как это «одноразовая совокупность действий и задач» [12; 13].

2. В проекте четко обозначены сроки его выполнения.

3. Проект имеет ограниченные ресурсы, которые выделяются для реализации данного проекта.

4. Проект имеет специфическую организационную структуру управления.

Приведенные определяющие признаки проекта и программы показывают существенное различие между ними.

Результатом реализации проекта является создание финансового продукта или услуги [(Project Management Body of Knowledge – Руководство PMBOK (совокупность знаний по управлению

проектами)]. Обращается внимание, что хотя проекты являются временными, но результаты или продукты, полученные благодаря им, постоянные.

Программа же – это план действий по выполнению важной для организации стратегической задачи и координации действий по согласованной реализации группы проектов в рамках данной программы.

Формирование в организации программ и на их основе проектов – это результат новой идеологии управления современной эволюционирующей организацией, деятельность которой ориентирована на преобразования.



Рис. 2. Система программ и проектов в составе организации по реализации стратегической программы преобразований

Системы управления программами и проектами в организации логически взаимосвязаны между собой и, выражаясь терминами теории функциональных систем, способствуют получению полезного для организации конечного результата (см. рис. 2).

Отмеченные различия между проектами и программами, безусловно, должны быть учтены в организационных структурах управления ими. На основе классического кибернетического подхода рассматриваются различные методы и соответствующие им схемы управления [9].

Современный менеджмент методы управления разделяет на

детерминированный, программно-целевой и ценностно-ориентированный [8; 9]. Используя принятые схемы графического изображения систем управления, проведем анализ каждого из перечисленных методов управления и их качественный сравнительный анализ.

Представленные на рисунке 3 принципиальные схемы управления, соответствующие различным методам управления, показывают, что они не противоречат одна другой, а более простая входит как компоновочный блок в состав более сложной.

Схематические изображения различных методов управления (рис. 3) показывают, что они различаются только количеством последовательно соединенных структурных элементов и повторяющейся логической обратной связи и установления критериев управления.

Каждый структурный элемент, который задает критерий управления, рассматривается как субъект управления по отношению ко всем последующим элементам. Очевидно, что, в свою очередь, последующие элементы рассматриваются как объект управления.

В этом прослеживается принципиальная двойственность, свойственная каждому уровню управления ОСУ, в соответствии с которой n -й уровень управления является объектом управления по отношению к $n-1$ и в то же время сам является субъектом управления по отношению к $n+1$ уровню управления. В соответствии с этим можно отметить, что n -й уровень формирует цели и критерии оценки деятельности элементов $n+1$ уровня настолько, насколько это соответствует целям $n-1$ уровня. В этом заключается качество управляемости всей организационной структурой управления и двойственность отношений, которая в данном случае проявляется в том, что высший уровень по отношению к низшему рассматривается как целеполагающий, в то же время являясь целенаправленным по отношению к более высокому уровню в иерархической структуре управления [6].

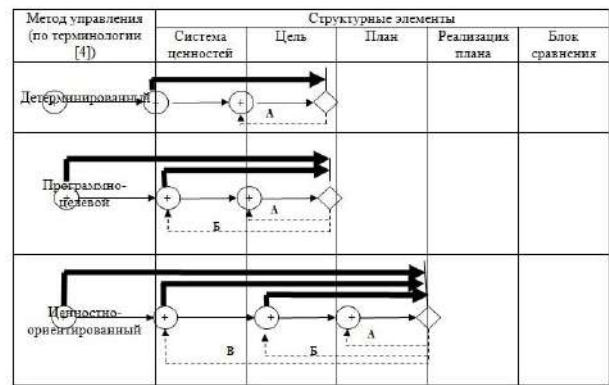


Рис. 3. Схемы управления

– критерии управления;
 – канал обратной связи;
 – логика последовательности этапов (каналы прямой связи);
 А, Б, В – "петли" управления (каналы обратной связи).

В каждой схеме выделяется «петля» управления, которая представляет собой информационную цепочку, сформированную каналами обратной и прямой связи между объектом и субъектом управления.

Рассматриваемые структуры (рис. 3) соответствуют по характеру своего построения кибернетическим схемам управления, основой которых являются объект управления, субъект управления, канал прямой и обратной связи. Эти схемы безусловно влияют на методы, которые использует аппарат управления, но не отождествляются с ними. Поэтому в дальнейшем, при рассмотрении данных схем (рис. 4), мы не будем их определять как методы управления, а критерием различия выберем принципиальное отличие, которое проявляется в структуре их же строения.

Таким значимым различием в данных схемах является приоритет критериев управления – их целевая ориентация. В первом случае (детерминированный метод управления) – это текущие критерии, определяющие режим оперативного управления производственным процессом. Во втором случае – это локальные критерии, определяющие количество продукта производственного процесса, и в третьем случае – это стратегические критерии, определяющие цели развития организации.

Для организаций, ориентированных в своем развитии на нововведение, внедряющим управление программами и проектами, вторая схема управления (рис. 3) характерна – для управления проектом, а третья для управления программами. Рассмотрим их более детально.

Внешней средой задается план реализации проекта и критерии оценки качества его выполнения. В данной (рис. 4) схеме не предусмотрена корректировка плана, а только его реализация в соответствии с установленными критериями. Петля управления (А) замыкается на корректировку производственной программы, способов и методов технологии выполнения работ.

Данная схема характерна для целенаправленных структур, выполняющих производственные функции в составе целеполагающих организаций.

К недостаткам этой схемы можно отнести ее жесткость, то есть невозможность перестройки при изменениях внешней среды, которые могут привести к противоречию между планом и программой.

Организационная структура управления обеспечивает в основном выполнение стандартных, повторяющихся решений по управлению производственным процессом.

Конечный результат – выполнение текущих заданий по реализации этапа проекта.

В этом случае (рис. 5) объектом управления данной схемы является проект в целом. Организационная структура управления (ОСУ), обеспечивающая разработку и корректировку проекта, полномочна и компетентна вносить корректировку в проект и план его реализации в соответствии с реальным ходом реализации проекта, достигнутыми результатами и с учетом изменений во внешней среде.

В соответствии с существующей классификацией управленческих решений, в структуре управления, ориентированной на проект, принимаются уникальные решения,

требующие высокого уровня квалификации управленцев.

Критерием управления для данной схемы является соблюдение соответствия результатов реализации проекта требованиям программы организации, в составе которой реализуется данный проект.



Рис. 4. Схема управления производственным процессом (ОУ – объект управления, СУ – субъект управления)

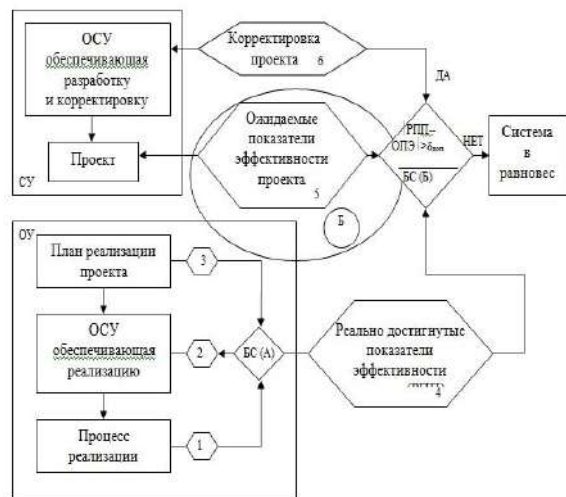


Рис. 5. Схема управления процессом реализации проекта

Выводы

1. Процесс преобразований в организации носит непрерывный этапный характер, имеющий целью повышение ее конкурентоспособности и по своим определяющим признакам отождествляется с управлением «программами».

2. Цикличность этапов программы преобразований определяется соотношением запаса конкурентных преимуществ организации и интенсивностью наращивания рынком требований к потребительским качествам результатов работ организации.

Внедрение более прогрессивных, с позиции сегодняшнего дня, технологий обеспечивает увеличение продолжительности цикла между двумя смежными преобразованиями.

3. Системы управления программами и проектами в организации иерархичны (приоритет программы над проектом), логически взаимосвязаны между собой и

способствуют получению полезного для организации конечного результата.

4. Цели и задачи программ преобразований в каждой организации индивидуальны, поэтому для управления их реализацией необходим индивидуальный подход к проектированию организационных структур управления.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Анохин П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем / П. К. Анохин. – Москва : Директ-Медиа, 2008. – 131 с.
2. Антипенко Е. Ю. Принципы анализа капитальных вложений : монография / Е. Ю. Антипенко, В. И. Доненко. – Запорожье : Фазан, 2005. – 418 с.
3. Большаков В. И. Управление организацией с помощью проектов / В. И. Большаков, А. И. Белоконь, Д. Л. Левчинский. – Днепропетровск : ПГАСА, 2006. – 123 с.
4. Бушуев С. Д. Инвестиционные инструменты проектного менеджмента / С. Д. Бушуев, Э. А. Гурин ; Украинская ассоциация управления проектами. – Киев : УкрИНТЭИ, 1998. – 184 с.
5. Креативные технологии управления проектами и программами / С. Д. Бушуев, Н. С. Бушуева, И. А. Бабаев, В. Б. Яковенко, Е. В. Гриша, С. В. Дзюба, А. С. Войтенко ; под ред. С. Д. Бушуева. – Киев : Саммит Книга, 2010. – 168 с.
6. Бушуев С. Д. Управление проектами. Основы профессиональных знаний и система оценки компетентности проектных менеджеров (National Competence Baseline, NCB UA Version 3.0) : Разработаны на основе ICB IPMA Competence Baseline. Version 3.0 Междунар. ассоциации управления проектами IPMA / С. Д. Бушуев, Н. С. Бушуева ; под ред. С. Д. Бушуев. – Киев : ІРІДІУМ, 2006. – 202 с.
7. Бушуева Н. С. Модели и методы проективного управления программами организационного развития / Н. С. Бушуева. – Киев : Наук. світ, 2007. – 199 с.
8. Гусаков А. А. Организационно-технологическая надежность строительства / А. А. Гусаков, А. В. Гинзберг, С. А. Веремеенко, Ю. Б. Монфред, Б. В. Прыкин, С. М. Яровенко ; под ред. А. А. Гусакова. – Москва : SVR–Аргус, 1994. – 472 с.
9. Млодецкий В. Р. Управленческая реализуемость строительных проектов / В. Р. Млодецкий. – Днепропетровск : Наука і освіта, 2005. – 261 с.
10. Нанасов Н. С. Управление проектно-строительными процессами (теория, правила, практика) / П. С. Нанасов. – Москва : АСВ, 2005. – 160 с.
11. Тернер Дж. Р. Руководство по проектно-ориентированному управлению / Дж. Р. Тернер ; пер. с англ. под общ. ред. В. И. Воропаева. – Москва : Издательский дом Гребенникова, 2007. – 552 с.
12. Уильямс Д. Управление программами на предприятии / Дейвид Уильямс, Тимм Парр. – Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2005. – 320 с.
13. Тянь Р. Б. Управління проектами у виробничих системах: монографія / Р. Б. Тянь, І. Д. Павлов, Л. С. Головкова. – Запоріжжя : ЗІДМУ, 2006. – 208 с.

REFERENCES

1. Anoxin P.K. *Principial'nye voprosy obshhej teorii funkcional'nyx sistem* [Fundamental questions of the general theory of functional systems]. Moskva: Direkt-Media, 2008, 131 p. (in Russian).
2. Antipenko E.Yu. and Donenko V.I *Principy analiza kapital'nyx vlozhenij: monografija* [Principles of the capital investments analysis]. Zaporozh'e: Fazan, 2005, 418 p. (in Russian).
3. Bol'shakov V.I., Belokon'A.I. and Levchinskij D.L. *Upravlenie organizacij s pomoshh'yu proektov* [Organization management through projects]. Dnepropetrovsk: PGASA, 2006, 123 p. (in Russian).
4. Bushuev S.D. and Gurin E.A. *Investicionnye instrumenty proektnogo menedzhmenta* [Investment tools of the project management]. Kiev: UkrINTEI, 1998, 184 p. (in Russian).
5. Bushuev S.D., Bushueva N.S., Babaev I.A., Yakovenko V.B., Grisha E.V., Dzyuba S.V. and Vojtenko A.S. *Kreativnye texnologii upravleniya proektami i programmami* [Creative technologies of project and program management]. Kiev: Sammit Kniga, 2010, 168 p. (in Russian).
6. Bushuev S.D. and Bushueva N.S. *Upravlenie proektami. Osnovy professional'nyx znaniy i sistema ocenki kompetentnosti proektnyx menedzherov (National Competence Baseline, NCB UA Version 3.0): Razrabotany na osnove ICB IPMA Competence Baseline. Version 3.0 Mezhdunar. asociacii upravleniya proektami IPMA* [Project management. Basics of professional knowledge and competence assessment system of project managers (National Competence Baseline, NCB UA Version 3.0): Designed on the base of ICB IPMA Competence Baseline. Version 3.0 Intern. Project Management Association IPMA]. Kiev: IRIDIUM, 2006, 202 p. (in Russian).

7. Bushueva N.S. *Modeli i metody proektivnogo upravleniya programmami organizacionnogo razvitiya* [Models and methods of projective management of organizational development programs]. Kiev: Nauk. svit, 2007, 199 p. (in Russian).
8. Gusakov A.A., Ginzberg A.V., Veremeenko S.A., Monfred Yu.B., Prykin B.V. and Yarovenko S.M. *Organizacionno-texnologicheskaya nadezhnost' stroitel'stva* [Organizational-technological reliability of construction]. Moskva: SVR–Argus, 1994, 472 p. (in Russian).
9. Mlodeckij V.R. *Upravlencheskaya realizuemost' stroitel'nykh projektov* [Managerial feasibility of building projects]. Dnepropetrovsk: Nauka i osvita, 2005, 261 p. (in Russian).
10. Nanasov N.S. *Upravlenie proektno-stroitel'nymi processami (teoriya, pravila, praktika)* [Design and Construction Process Management (theory, rules, practice)]. Moskva: ASV, 2005, 160 p. (in Russian).
11. Terner Dzh.R. *Rukovodstvo po proektno-orientirovannomu upravleniyu* [Guide on the design-oriented management]. Moskva: Izdatel'skij dom Grebennikova, 2007, 552 p. (in Russian).
12. Williams D. and Parr T. *Upravlenie programmami na predpriyatii* [Program management in the enterprise]. Dnepropetrovsk: Balans Biznes Buks, 2005, 320 p. (in Russian).
13. Tian R.B., Pavlov I.D. and Golovkova L.S. *Upravlinnia proektamy u vyrobnychykh systemakh* [Project management in production systems]. Zaporizhzhia: ZIDMU, 2006, 208 p. (in Ukrainian).

Рецензент: Білоконь А. І. д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 07.11.2016 р. Прийнята до друку: 16.12.2016 р.

УДК 69.059.25:692.4

ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ БІТУМНО-РУБЕРОЙДОВОГО ПОКРИТТЯ

МІШУК К. М., *асист.*Кафедра промислово-цивільного будівництва, Запорізька державна інженерна академія, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, 69006, Україна, тел. +38 (066) 582-34-26, e-mail: kmishuk@mail.ua, ORCID ID: 0000-0001-5480-6032

Анотація. Постановка проблеми. Наведено аналіз існуючих технологій відновлення експлуатаційної придатності бітумно-руберойдового покриття, який дозволив виявити їх недоліки; запропоновано шляхи вирішення проблем і висвітлено результати проведених досліджень. По-перше, існуюче бітумно-руберойдове покриття має певний залишковий гідроізолювальний ресурс, який може бути ефективно використаний. По-друге, фізичний стан ремонтного покриття має різні види дефектів і пошкоджень, без належного усунення яких складно забезпечити потрібний кінцевий результат. Нанесення додаткових шарів в умовах зволжених нижніх шарів та інших дефектів сприяє їх консервуванню і прискореній втраті експлуатаційної придатності [2]. Усунення названих факторів впливу може становити до 40–50 % вартості усіх робіт, а їх наявність не дозволяє забезпечити потрібну ефективність кінцевих результатів за показниками довговічності, надійності, вартості. Тому проблема зводиться до пошуку шляхів досягнення більших термінів післяремонтної експлуатації з одночасним зниженням витратних показників [4]. **Мета дослідження** – розроблення технологічних рішень відновлення експлуатаційної придатності покрівельного покриття із застосуванням безрулонних технологій на принципах зниження до мінімуму впливу негативних факторів та максимально можливого використання та підсилення залишкового гідроізолювального ресурсу покриття за рахунок застосування спеціальних просочувально-насичувальних композицій. Можливості таких композицій мають базуватися на здатності глибоко проникати в товщу бітумно-руберойдового килима та відновлювати втрачені ним компоненти та додатковими модифікувальними добавками надати підвищеної водонепроникності. **Висновок.** Результати дослідження можуть бути упроваджені в практику ремонтно-відновних робіт м'яких покрівельних покриттів будівель і споруд.

Ключові слова: бітумно-руберойдове покриття; мастика; емульсії; просочувально-насичувальна композиція; адгезія; пневморозпилення; бітумно-полімерний шар; безрулонний ремонт

ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ БИТУМНО-РУБЕРОИДНОГО ПОКРЫТИЯ

МІШУК Е. Н., *асист.*Запорожская государственная инженерная академия, пр. Соборный, 226, Запорожье, 69006, Украина, тел. +38 (066) 582-34-26, e-mail: kmishuk@mail.ua, ORCID ID: 0000-0001-5480-6032

Аннотация. Постановка проблемы. Приведен анализ существующих технологий восстановления эксплуатационной пригодности битумно-рубероидного покрытия, который позволил выявить их недостатки; предложены пути решения проблем и освещены результаты проведенных исследований. Во-первых, существующее битумно-рубероидное покрытие имеет определенный остаточный гидроизолирующий ресурс, который может быть эффективно использован. Во-вторых, физическое состояние ремонтируемого покрытия имеет различные виды дефектов и повреждений, без надлежащего устранения которых сложно обеспечить необходимые конечные результаты. Нанесение дополнительных слоев в условиях увлажненности нижних слоев и других дефектов способствует их консервированию и ускоренной потере эксплуатационной пригодности [2]. Устранение названных факторов воздействия может составлять до 40–50 % стоимости всех работ, а их наличие не позволяет обеспечить нужную эффективность конечных результатов по показателям долговечности, надежности, стоимости. Поэтому проблема сводится к поиску путей достижения больших сроков послеремонтной эксплуатации с одновременным снижением расходных показателей [4]. **Цель исследования** – разработка технологических решений восстановления эксплуатационной пригодности кровельного покрытия с использованием безрулонных технологий на принципах снижения до минимума влияния негативных факторов и максимально возможного использования и усиления остаточного гидроизолирующего ресурса покрытия за счет применения специальных пропитывающе-насыщающих композиций. Возможности таких композиций должны базироваться на способности глубоко проникать в толщу битумно-рубероидного ковра и восстанавливать утраченные им компоненты, а также дополнительными модифицирующими добавками придать повышенную водонепроницаемость. **Вывод.** Результаты исследования могут быть внедрены в практику ремонтно-восстановительных работ мягких кровельных покрытий зданий и сооружений.

Ключевые слова: битумно-рубероидное покрытие; мастика; эмульсии; проникающе-насыщающая композиция; адгезия; пневмораспыление; битумно-полимерная композиция; безрулонный ремонт

TECHNOLOGY OF REPAIRING OPERATIONAL SUITABILITY BITUMEN-RUBEROID CARPET

MISHUK K. M., *Assist.*

Department of Industrial and Civil Construction, Zaporozhye State Engineering Academy, 226, Soborny, av., Zaporozhye, 69006, Ukraine, phone: +38 (066) 582-34-26, e-mail: kmishuk@mail.ua, ORCID ID: 0000-0001-5480-6032

Summary. Raising of problem. In the article is presented the analysis of the existing technologies for the restoration of the operational usability of bitumen-polymeric carpet, which allowed to identify their disadvantages, suggested ways to solve problems and highlighted the results of the studies. Firstly, existing bitumen-ruberoid carpet has a residual hydro insulating capacity that can be effectively used. Secondly, the physical condition of the repaired carpet has different types of defects and damage without the proper removal of which is difficult to ensure the desired outcome. The applying of additional layers in conditions of moistening of the lower layers and other defects contributes to their conservation and accelerated loss of operational integrity. Removal of these impacts can be up to 40–50% of all work, can not provide the required effectiveness outcomes in terms of durability, reliability and cost. Therefore the problem is to find ways to achieve a longer after repairing operation with simultaneous reduction of consumables indicators. **Purpose** of the study is to develop technological solutions serviceability restoration of roofing using unrolling technologies on the principles to minimize the impact of negative factors and the maximum possible use and strengthen the remaining hydro potential of the insulating coating through the use of special impregnating – saturating compositions. Features such compositions are based on the ability to deeply penetrate the thick bitumen-ruberoid carpet and restore his lost components and provide increased water resistance. **Conclusion.** The article can be introduced in practice of repair-refurbishable works of soft roofing covering of buildings and constructions.

Keywords: *Bitumen-ruberoid carpet; sealant; emulsions; composition; adhesion; pneumatic; bitumen-polymeric layer; repair*

Постановка проблеми. Рулонні покрівельні матеріали, навіть останніх поколінь, у багатьох випадках не забезпечують необхідні результати через неможливість виконати якісну підготовку існуючого килима під наклеювання. Безрулонні технології орієнтовані на використання, як правило, бітумно-полімерних або бітумно-каучукових мастик «холодного» або «гарячого» застосування. Утворене покриття являє собою додатковий шар заданої товщини, адгезія якого до існуючої основи залежить від низки чинників [3]. При цьому потенціал старого покриття, що зберігся, використовується недостатньо.

Аналіз публікацій. До основних недоліків відомих технологій слід віднести:

– необхідність нанесення додаткового шару рулонного матеріалу для забезпечення гідроізолювальної здатності потребує значних трудо-, матеріало- й енергетичних витрат. Неможливість якісної підготовки поверхні змушує залишати існуючі дефекти, в тому числі і зволоженість усієї товщі покриття, що стає головною причиною незначних надійності та довговічності і зумовлює необхідність повторного ремонту;

– мастики або емульсії виконують самостійну гідроізолювальну функцію без істотної зміни експлуатаційного потенціалу

існуючого бітумно-руберойдового килима;

– мастики та емульсії здатні виконувати ефективну і довговічну функцію за умови включення до їх складу полімерних (атактичний поліпропілен – АПП) або каучукових (стирол-бутадієн-стирольний – СБС) добавок, які є імпортованими, що підвищує дефіцитність і вартість.

Мета статті включає вирішення наступних питань:

– розробити головні параметри технології влаштування покриття із застосуванням спеціальних ремонтних композицій, здатних використати та підсилити залишковий гідроізолювальний потенціал покриття;

– надати оцінку ефективності використання технологій, здатних відновити та підсилити експлуатаційний потенціал існуючого покриття за рахунок проникної та насичувальної дії компонентів ремонтних композицій.

Виклад матеріалу. Потрібну ремонтну композиційну суміш готували з урахуванням результатів попередньо проведених дослідів. Спочатку в уайт-спіриті розчиняли каучук СКІ-4. Окремо в дизельному мастилі розчиняли розігрітий до рідков'язкого стану нафтобітум. Обидві суміші в гомогенному стані поєднували з регулюванням різних співвідношень та наданням однорідності.

Використання наведеної ремонтної композиції ґрунтується на здатності кожного

компонента виконувати певну функцію та підсилювати дію інших складових.

Придатність технології відновити та підсилити гідроізолювальний потенціал зношеного бітумно-руберойдового покриття оцінювали, зокрема, показниками водонепроникності згідно зі стандартними методиками [1; 5] на зразках, що мають різні види покриттів. Кожне покриття було представлене трьома зразками. При цьому ставили завдання отримати показники властивостей відновлених покриттів порівняно зі зношеним і руберойдом нового покоління «Біполь».

Для усунення впливу стану рулонного килима в експерименті одночасно ставили завдання виявити індивідуальні характеристики наношеного шару і його роботу в умовах, максимально наближених до реальних експлуатаційних. Із цією метою для усунення впливу стану рулонного килима зразки готували нанесенням композиційної суміші на основу з металеві сітки № 008, яка має абсолютну водонепроникність і достатньою мірою імітує гранично зношену поверхню рулонного матеріалу в його критичному стані. На

поверхню сітки наносили ремонтну композиційну мастику з розрахунку відповідно 500, 650, 800 і 1000 г/м². Кожен варіант випробовуваних покриттів складався із трьох зразків.

Дослідження виконували відповідно до рекомендацій стандартів для рулонних матеріалів, тобто під тиском водяного стовпа висотою 500 мм в трубі Ø100 мм до моменту втрати непроникності [1].

Результати випробувань показані на рисунку.

Як видно з результатів досліджень, контрольні зразки зношеного руберойду набули водонепроникності менше ніж за шість годин. Покриття із суміші уайт-спіриту та дизельного мастила витримало випробування до 2 діб. Зразки з покриттями, утворені насиченням сумішами уайт-спіриту, дизельного мастила, бітуму та каучуку, а також покриття на сітці 008 і руберойд «Біполь», мали досить тривалу водонепроникність під час усього терміну випробувань, який тривав понад 16 діб, після чого випробування були припинені.

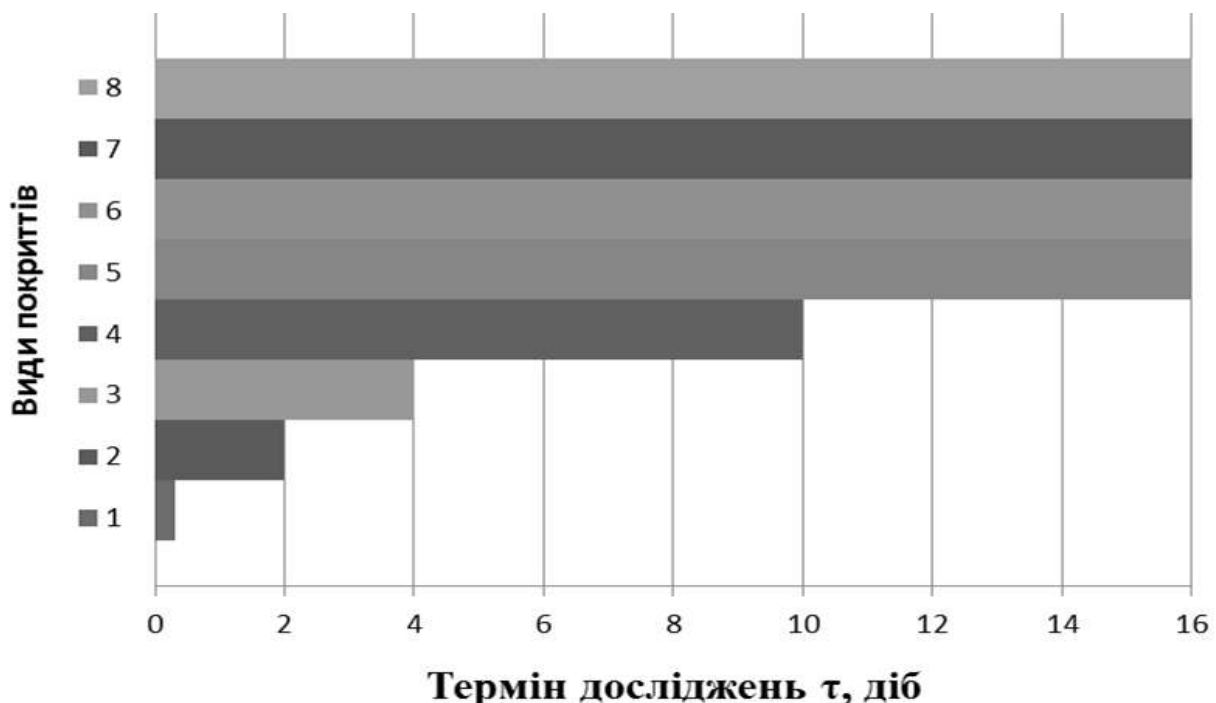


Рис. Залежність показника водонепроникності від типу покриття:

1 – зношений руберойд; 2 – зношений руберойд, покритий сумішшю уайт-спіриту та дизельного мастила; 3 – сітка з нанесенням 500 г/м² ремонтної мастики; 4 – сітка з нанесенням 650 г/м² ремонтної мастики; 5 – зношений руберойд, покритий ремонтною мастикою; 6 – сітка з нанесенням 800 г/м² ремонтної мастики; 7 – сітка з нанесенням 1 000 г/м² ремонтної мастики; 8 – «Біполь»

Важливо зазначити, що покриття тільки з мастики по сітці мають досить високий рівень гідроізоляційної здатності і дозволяють перетворити зношений покривний шар на елемент м'якого килима з досить високим ступенем надійності.

Наведені результати дозволяють констатувати, що сутність запропонованої технології відновлення експлуатаційної придатності м'якого покривельного покриття зводиться до нанесення на підготовлену поверхню ремонтної композиції. З урахуванням механізованого виконання усього циклу робіт і відповідно високої продуктивності усі процеси раціонально проводити після висихання поверхні природним шляхом у відповідні пори року.

Технологічний процес рекомендовано здійснювати в такій послідовності:

- усунення здуттів;
- очищення поверхні обдувом стислим повітрям;
- нанесення одного шару ремонтної композиції з розрахунку 350...400 г/м². Проміжок часу між нанесенням наступного триває 8...12 хв.;
- нанесення додаткового захисного бітумно-каучукового або бітумно-полімерного шару (400...450 г/м²). Після цього триває міграція компонентів проникаюче-гідрофобної композиції в прилеглий бітумно-руберойдовий килим. В результаті така ремонтна композиція забезпечує відновлення і підсилення гідроізоляційної здатності килима, збільшення довговічності і водонепроникності захисного шару за рахунок глибокого проникнення в їх товщу насичувальних компонентів.

Висновки. Результати досліджень

показують достатньо високу ефективність технології відновлення з використанням ремонтної композиції, в якій усі компоненти в сукупності забезпечують проникну, регенерувальну та гідрофобну дію, а також довговічність покриття. Зокрема, дія гасу полягає в підвищенні проникного ефекту, дизельного мастила – гідрофобності, каучуку – довговічності, нафтобітуму – плівкоутворенні. В цілому технологія базується на перевагах ремонтної композиції, яка за характером дії може бути віднесена до проникно – насичувальних, а за впливом на експлуатаційну придатність – до відновних.

За каучукову або полімерну добавки можуть бути прийняті інші варіанти з урахуванням доступності та можливості утворення гомогенної композиції. Такими полімерними складовими ремонтної композиції можуть бути відповідні готові мастики за умови суміщення з уайт-спіритом або гасом та дизельним мастилом.

Отже, наведена технологія дозволяє відновлювати гідроізоляційну здатність за рахунок попереднього нанесення шару композиції підвищеної проникної і гідрофобізуючої дії і тим самим відновлювати і підсилити залишковий гідроізоляційний потенціал існуючого покриття. Подальше підсилення водонепроникності досягається наступним нанесенням тонкого шару бітумно-каучукової мастики. Технологія забезпечує довготривалу надійну експлуатаційну придатність при значному зниженні усіх видів ресурсів за рахунок тонкошарового нанесення недефіцитних і доступних матеріалів, механізованого виконання усього комплексу робіт.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний : ДСТУ Б В.2.8-83-99 (ГОСТ 2678-94). – Изд. офиц. – Киев, 1999. – 94 с. – (Государственный стандарт Украины).
2. Лукинский О. А. Почему протекают кровли / О. А. Лукинский // Жилищное и коммунальное хозяйство. – 1993. – № 7. – С. 20–25.
3. Бадьин Г. М. Справочник строителя-ремонтника / Г. М. Бадьин, В. А. Заренков, В. К. Иноземцев. – Москва : АСВ, 2004. – 496 с.
4. Павлюк П. О. Оцінка технічного стану суміщених дахів і підходи до нових конструктивно-технічних рішень / П. О. Павлюк // Будівництво України. – 2005. – № 7. – С. 26–27.
5. Битумы нефтяные. Метод определения условной вязкости : ГОСТ 11503-74. – Введ. 1976-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2002. – 5 с. – (Межгосударственный стандарт).

REFERENCES

1. *Materialy rulonnye krovel'nye i gidroizolyacionnye. Metody ispytaniy: DSTU B V.2.8-83-99 (GOST 2678-94)* [Roll roof materials and hydroizolation. Methods trials: The State Standards of Ukraine B V.2.8-83-99 (the State Standards 2678-94)]. Kiev, 1999, 94 p. (in Russian).
2. Lukinskij O.A. *Pochemu protekayut krovli* [Why do the roofs leaking]. *Zhilishhnoe i kommunal'noe khozyajstvo* [Housing and communal services]. 1993, no. 7, pp. 20–25. (in Russian).
3. Bad'in G.M., Zarenkov V.A. and Inozemcev V.K. *Spravochnik stroitelya-remontnika* [Builders directory of repairman]. Moskva: ASV, 2004, 496 p. (in Russian).
4. Pavlyuk P.O. *Otsinka tekhnichnoho stanu sumishhenykh dakhiv i pidkhody do novykh konstruktivno-tekhnichnykh rishen* [Evaluation of technical condition of combined roof and new approaches to design - engineering solutions]. *Budivnytstvo Ukrainy* [Construction of Ukraine]. 2005, no. 7, pp. 26–27. (in Ukrainian).
5. *Bitumy neftyanye. Metod opredeleniya uslovnoj vyazkosti: GOST 11503-74, vved. 1976-01-01* [The method for determining of the relative viscosity: the State Standards 11503-74, dated on 1976-01-01]. Moskva: Izd-vo standartov, 2002, 5 p. (in Russian).

Рецензент: Шнірько М. В. д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 10.11.2016 р. Прийнята до друку: 13.12.2016 р.

АРХИТЕКТУРА

УДК 332.834.3

ТВОРЧА ДІЯЛЬНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
АРХИТЕКТУРНОЇ МАЙСТЕРНІ «ДОЛЬНИК І К^о»ЄВСЄЄВА Г. П.^{1*}, *д-р н. управл., проф.*,ПЕРЕТОКІН А. Г.², *к. і. н., доц.*,ЖАК О. Д.³, *маг. арх.*^{1*}Кафедра українознавства, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (05-62) 46-94-98, [ORCID ID: 0000-0001-9207-6333](#)²Кафедра українознавства, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (050) 975-77-93, [ORCID ID: 0000-0001-8881-1024](#)³Кафедра українознавства, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (063) 964-87-77, [ORCID ID: 0000-0001-6043-4319](#)

Анотація. Постановка проблеми. У квітні 2015 року Верховна Рада України ухвалила закон про засудження комуністичного й нацистського режимів. Загалом у рамках Закону України «Про засудження комуністичного та націонал-соціалістичного (нацистського) тоталітарних режимів в Україні та заборону пропаганди їх символіки» на території м. Дніпро (колишнього Дніпропетровська) змінено понад 300 топонімів (назв вулиць, проспектів, площ, парків, скверів тощо). До цього переліку потрапила вулиця Шаумяна – революціонера, одного з 26 бакинських комісарів, – і стала вона вулицею архітектора Дольника – засновника і творчого керівника Комплексної архітектурної майстерні «Дольник і К^о», яка почала діяти у 1989 році. Головний напрям компанії – забудова центральної історичної частини м. Дніпро. Компанія має численний штат архітекторів та інженерів. Сфера проектування великі цивільні об'єкти, житлові будинки, офіси і торговельні центри. Майстерня здійснила проектування й будівництво об'єктів, які визнані кращими в Україні й за кордоном. **Мета статті** – аналіз творчої діяльності Олександра Дольника та перспектив розвитку архітектурної майстерні «Дольник і К^о». **Висновок.** Олександр Теодорович Дольник пішов із життя, але з його майстерні вийшли десятки і навіть сотні проектів комерційної забудови центральної частини нашого міста. Крім цього, він має такі власником таких престижні нагороди, як премія «Архітектурний триумф» 2005 р. і Державна премія 2013 року. Тобто можна сказати, що він пішов із життя триумфатором. О. Дольник був справжнім професіоналом, який керував проектом із самого початку й до останньої крапки в документації. Зараз жоден з його проектів не відклали.

Ключові слова: *архітектор; архітектурна майстерня; проектування; забудова; реконструкція*ТВОРЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
АРХИТЕКТУРНОЙ МАСТЕРСКОЙ «ДОЛЬНИК И К»ЄВСЄЄВА Г. П.^{1*}, *д. н. госуд. управл., проф.*,ПЕРЕТОКІН А. Г.², *к. і. н., доц.*,ЖАК О. Д.³, *маг. арх.*^{1*}Кафедра українознавства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (05-62) 46-94-98, [ORCID ID: 0000-0001-9207-6333](#)²Кафедра українознавства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (050) 975-77-93, [ORCID ID: 0000-0001-8881-1024](#)³Кафедра українознавства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (063) 964-87-77, [ORCID ID: 0000-0001-6043-4319](#)

Аннотация. Постановка проблемы. В апреле 2015 года Верховная Рада Украины приняла закон об осуждении коммунистического и нацистского режимов. Всего в рамках Закона Украины «Об осуждении коммунистического и национал-социалистического (нацистского) тоталитарных режимов в Украине и запрете пропаганды их символики» на территории г. Днепр (бывшего Днепропетровска) изменено более 300 топонимов (названий улиц, проспектов, площадей, парков, скверов и т. д.). В этот перечень попала улица Шаумяна – революционера, одного из 26 бакинских комиссаров, – и стала она улицей архитектора Дольника – основателя и творческого руководителя Комплексной архитектурной мастерской «Дольник и К^о», которая была основана в 1989 году. Основное направление компании – застройка центральной исторической части г. Днепр. Компания имеет многочисленный штат архитекторов и инженеров. Сфера проектирования – крупные гражданские объекты, жилые дома, офисы и торговые центры. Мастерская осуществила проектирование и строительство объектов, которые признаны лучшими в Украине и за рубежом. **Цель статьи** – анализ творческой

деятельности Александра Дольника и перспектив развития архитектурной мастерской «Дольник и К^о». **Вывод.** Александр Теодорович Дольник ушел из жизни, но из его мастерской вышли десятки и даже сотни проектов коммерческой застройки центральной части г. Днепр. Кроме этого, он является владельцем таких престижных наград как премия «Архитектурный триумф» 2005 г. и Государственная премия 2013 года. То есть можно сказать, что он ушел из жизни триумфатором. А. Дольник был настоящим профессионалом, руководил проектом с самого начала и до последней точки в его документации. Сейчас ни один из его проектов не отложен.

Ключевые слова: архитектор; архитектурная мастерская; проектирование; застройка; реконструкция

CREATIVE ACTIVITIES AND PROSPECTS OF ARCHITECTURAL WORKSHOP «DOL'NIK AND K^o»

YEVSEIEVA G. P.^{1*}, *Dr. Sc. (Public management), Prof.*,

PERETOKIN A. G.², *Cand. Sc. (Hist.), Ass. Prof.*,

ZHAK O. D.³, *M. Arch.*

^{1*}Department of Ukrainian Studies, State Higher Education Establishment “Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, phone: +38 (05-62) 46-94-98, [ORCID ID: 0000-0001-9207-6333](#)

²Department of Ukrainian Studies, State Higher Education Establishment “Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, phone: +38 (050) 975-77-93, [ORCID ID: 0000-0001-8881-1024](#)

³Department of Ukrainian Studies, State Higher Education Establishment “Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, phone: +38 (063) 964-87-77, [ORCID ID: 0000-0001-6043-4319](#)

Abstract. Formulation of the problem. In April 2015 the Parliament of Ukraine has adopted the law on the condemnation of the communist and Nazi regimes. In general, under the Law of Ukraine “On the condemnation of Communist and National Socialist (Nazi) totalitarian regimes in Ukraine and the prohibition of propaganda of their symbols” in the city Dnipro (former Dnipropetrovsk) 300 place names of the streets, avenues, squares, parks and gardens were changed. The street named after Shaumyan – revolutionary, one of the 26 Baku Commissars – was in this list and it was named after architect Dolnik – founder and creative director of the Complex architectural studio “Dolnik and K^o” which was founded in 1989. The main direction of the company is construction of the central historical part of the city Dnipro. The company has a numerous staff of architects and engineers, the number of them is 90 employees. The sphere of design is large civil objects, houses, offices and shopping centers. Workshop made the design and construction of objects that were acknowledged in Ukraine and abroad. **Purpose of the article** is the analysis of creativity of Alexander Dolnik, activities and prospects of the architectural studio “Dolnik and K^o”. **Conclusion.** Alexander Teodorovich Dolnik died, but his workshop took tens and even hundreds of projects of the commercial development of the central part of the city Dnipro. In addition, he is the owner of such prestigious awards. as an “Architectural triumph” in 2005 and the State Prize in 2013. He passed away as a triumpher. A. Dolnik was a true professional, who led the project from the beginning to the last point in its documentation. Now none of his projects is postponed.

Keywords: architect; architectural workshop; design; construction; reconstruction

Постановка проблеми. У квітні 2015 року Верховна Рада України ухвалила Закон про засудження комуністичного й нацистського режимів. Загалом у рамках цього закону на території м. Дніпро (колишнього Дніпропетровська) змінено понад 300 топонімів (вулиць, проспектів, площ, парків, скверів тощо). До цього переліку потрапила вулиця Шаумяна–революціонера, одного із 26 бакинських комісарів, – і стала вона вулицею архітектора Дольника–засновника і творчого керівника Комплексної архітектурної майстерні «Дольник і К^о», яка почала діяти у 1989 році. [36]. Головний напрям роботи – забудова центральної історичної частини м. Дніпро. Компанія має численний штат архітекторів та інженерів – 90 працівників.

Сфера проектування – великі цивільні об'єкти, житлові будинки, офіси і торговельні центри, що суттєво змінюють архітектурне обличчя міста. Майстерня здійснила проектування й будівництво об'єктів, які визнані кращими в Україні й за кордоном.

Мета статті – аналіз творчої діяльності Олександра Дольника та перспектив розвитку архітектурної майстерні «Дольник і К^о».

Виклад матеріалу. Робота компанії була неодноразово відзначена державними нагородами різного ступеня, зокрема, дипломами першого ступеня компанія була нагороджена на Державному конкурсі за комплекс «Первозванівський», офісний комплекс «Цитадель», «Бельведер» в

номінації «Найкращі будинки житлово-громадського та промислового призначення» (2000). Трьома дипломами відзначено хоральну синагогу «Золота роза» на Міжнародному архітектурному фестивалі Зодчество-2001, конкурсі найкращих архітектурних витворів у Москві та конкурсі «Інтер» у Києві. Три дипломи одержала компанія за віллу «Базиліка» на Міжнародному архітектурному фестивалі Зодчество-2002.

Дипломами першого ступеня відзначені житлові комплекси «Паркова колонида», «Вежі» (за високу якість проектування). Почесний диплом лауреата професійної премії «Архітектурний тріумф» компанії вручили у 2005 р., а в 2006 р. містобудівний ансамбль «Крутогорий» був відзначений бронзовим дипломом на Міжнародному фестивалі «Зодчество-2006» у Москві.

Компанія була визнана членом Міжнародної асоціації архітекторів Американським інститутом архітекторів у 2006 році в Нью-Йорку. Премією національного Союзу архітекторів «Волюта» (2007) нагороджено компанію за багатофункціональні комплекси «Каскад-Плаза» й «Брама», а також за житловий комплекс «Амстердам», діловий комплекс «Енігма» (2009), за торговельний центр «Пасаж» (2013) та за багатоповерховий житловий комплекс «Каскад-Плаза» (2015 р.) [1].

Бізнес-центр «Цитадель-1» (рис. 1) вул. Січових Стрільців, 20 (колишня вул. Артема) – це реконструйована будівля сторічної давнини. Бізнес-центр являє собою шести поверховий кутовий будинок, фасад якого звернений на дві вулиці (вул. Січових Стрільців і вул. Святослава Хороброго (колишні вул. Артема і вул. Чкалова). Реконструкція відбувалася у 1996–1997 роках. Закладені конструктивні рішення і принцип «вільного планування» дозволяють трансформувати площі офісних приміщень залежно від побажання і вимог замовника. Будівля складається з двох частин: реконструйованої і нової (надбудова 5 і 6-го поверхів). Реконструкційні роботи полягали в посиленні фундаменту, відновленні ліпних фрагментів фасаду

будівлі. Загальна площа забудови 3 448 м² [2].



Рис. 1. Бізнес-центр «Цитадель-1» по вул. Січових Стрільців, 20 (колишня вул. Артема)

Бізнес-центр «Цитадель-2» (рис. 2), зведений у 1997–1998 рр., розташований на вул. Святослава Хороброго, 12 (колишня вул. Чкалова), проектував О. Дольник спільно з В. Богмановим. У м. Дніпро – це перший бізнес-центр із підземним паркінгом. Загальна площа бізнес-центру 9 679 м². Головний акцент будівлі – замковий камінь, висота якого дорівнює трьом поверхам, прикрашений Вісником на колісниці з бронзовим Пегасом [3].



Рис. 2. Бізнес-центр «Цитадель-2» по вул. Святослава Хороброго, 12 та «Цитадель-3» по вул. Святослава Хороброго, 12-а (колишня вул. Чкалова)

Торговий центр «Цитадель-3» (або «Колонида») зведений у 2004 р. на вул. Святослава Хороброго, 12-а. Зовнішній вигляд торгового центру гармонічно поєднаний із сусіднім будинком, побудованим у 1998 р. за проектом Dolnik & Co. Його витягнутий двоповерховий корпус (третій поверх

підвальний) розірваний по центру скляним входом, сягає у глибину будівлі до атріумного трикольорового простору. По периметру атріуму, на галереях розташовані торгові зали. Простір атріуму перекрито двосхилою скляною покрівлею, яка злегка виступає над вхідною частиною будівлі [4].

Реконструкція житлового комплексу «Первозванівський» (рис. 3) здійснена у 1997–1999 рр. (вул. Старокозацька, 25 (колишня вул. Комсомольська) – чудовий зразок архітектури початку ХХ століття. Будинок на розі вулиць Первозванівської і Козачої (нині вул. Короленка і Старокозацької) побудований у 1902 році. Його перетворено на сучасний житловий комплекс. Загальна площа житлового комплексу 15 328 м². Замкнутий периметр побудований у вигляді анклаву, а у цокольній частині відведено місце для паркування [5]. Такий тип забудови зручний для мешканців будинку та містян.

Хоральна синагога «Золота роза» (рис. 4) на вул. Шолом-Алейхема 4, була реконструйована у 1999–2000 роках. Загальна площа 2 533 м². Синагогу побудовано в 1852 році. У 1929 році будівлю синагоги пристосували під клуб, із цією метою було прибудовано сценічну коробку. Під час реконструкції у 1999-му сценічну коробку перебили на чотири поверхи, з'єднані з чотириповерховим об'ємом прибудови [6; 7].

Житловий комплекс «Вежі» (рис. 5) на вул. Володимира Вернадського, 35-б (колишня вул. Дзержинського) будувався з 1999 до 2005 р., цей комплекс став візитівкою сучасного м. Дніпро. Тридцятиповерхові вежі-близнюки надали сучасного вигляду центральній частині міста. Це житлові забудови з усіма зручностями: спортивні та тренажерні зали, басейн, косметичний кабінет, а в підвалі розташовано дві автостоянки, індивідуальну котельню. Найвищі в місті, однакові будівлі висотою у 123 м – головний акцент ансамблю «Крутогірний». Комплекс розроблений у співпраці з С. Пісчаним і В. Богдановим.



Рис. 3. Житловий комплекс «Первозванівський» по вул. Старокозацькій, 25 (колишня вул. Комсомольська)



Рис. 4. Синагога «Золота роза» по вул. Шолом-Алейхема, 4



Рис. 5. Житловий комплекс «Вежі» по вул. Володимира Вернадського, 35-б

Ансамбль веж-близнюків доповнює будинок «Амфітеатр», побудований у 2007 р. на вул. Володимира Вернадського, 35-г. Будинок має загальну площу 32 300 м². Місце, де побудований комплекс, для міста знакове: в довоєнні роки тут розташовувалася єдина південна трибуна стадіону «Динамо». Цей факт і нав'язав ідею

побудувати тут будинок у вигляді амфітеатру з 50 житловими осередками. Кожна із шести секцій має свій вхід, є в будинку і дворівневий паркінг [8].

Вілла «Ротонда» на вул. Володимира Вернадського, 35-м (колишня вул. Держинського), побудована у 2002 р., має загальну площу 1 360 м². На відміну від інтравертного характеру Базиліки, вілла «Ротонда» забудована у послідовній екстравертності. У бік річки винесено засклений циліндричний об'єм, інтегрований у світлопрозору стіну. Як наслідок із приміщень усіх трьох рівнів відкривається унікальна панорама Дніпра. Головний вхід, як і в сусідніх забудов, розташований на верхньому поверсі і з'єднаний з міським пагорбом за допомогою ажурного мосту, захищеного спеціальним дахом від сторонніх очей [9].

Житловий комплекс «Амстердам» побудовано у 2005 році. Загальна площа комплексу 13 393 м². Він виходить вікнами до води, на Набережну, а розташований він на вул. Архітектора Дольника, 15 (колишня вул. Шаумяна). Своїм цегляно-голландським стилем ця будова нагадує архітектуру столиці Нідерландів. Г-подібний будинок має внутрішній двір-патіо, у цоколі - паркінг і спа-центр [10], що особливо зручно для мешканців.

Торговий центр «Приозерний» (рис. 6) на вул. Шмідта, 2, побудований у 2006 р., має загальну площу 31 800 м². Рельєф ділянки складний – перепад висот до 9 м. У спорудженні цього комплексу застосовували будівельне водозниження. Торговий центр має паркінг на 100 автомобілів. Будову п'ятиповерхового торгового центру, що має форму паралелограма в плані, складна. Скляний фасад, що виходить на вул. Шмідта, підкреслений «діаграмою» ескалаторів, розташованих уздовж зовнішньої грані будівлі. Скляно-алюмінієва фасадна система плавно огинає циліндричний об'єм внутрішніх сходів, що виходять на перехрестя вулиць і запрошують до входу з нависаючим козирком. Фасад, що виходить на вул. Боброва, облицьований фасадною системою «алюкобонд» [11; 12].



Рис. 6. Торговий центр «Приозерний» по вул. Боброва, 2



Рис. 7. Житловий комплекс «Нагірний» по вул. Жуковського, 22-а

Житловий комплекс «Нагірний» (рис. 7) на вул. Жуковського, 22-а побудовано у 2006 році. Він має загальну площу 22 200 м². Житловий комплекс конструктивно являє собою 10-поверхову будівлю з розмірами 18×109 м, розділену деформаційним швом на чотири секції. Житлові приміщення квартирного типу розміщені в цих секціях із першого по десятий поверх. Квартири площею від 63,3 м² до 213,0 м² з вільним плануванням. Будівля каркасна з самонесними огорожувальними стінами.

Традиційні для такого житла ризаліти-еркери зібрані в колони методом відсікання зайвого матеріалу з прямокутного об'єму. Арки-ферми в рівні останнього житлового поверху символічно позначають проріз у інтерколумнії. Монолітний карниз (технічний поверх) і подіум (двоповерховий паркінг) об'єднують і збільшують вертикальні субструкції [13;14].

Будинок Крейніна зведений у 2006 р. (рис. 8) на Крутогірному узвозі, 33 (колишня вул. Рогальова). Цей багатоповерховий, багатосекційний житловий комплекс вузьким фасадом виходить на Набережну. Загальна площа будинку 186 м². Житловий будинок складається з чотирьох секцій: дві секції по дев'ять поверхів, одна секція – 12, одна секція 15-поверхова. Три з чотирьох секцій завершуються пентхаузами, які займають весь поверх і мають великі тераси. У першому поверсі будівлі вбудовані магазини. Також є автономне джерело тепла – дахова котельня. У майбутньому ділянка проїзду уздовж будівлі стане продовженням Крутогірного узвозу [15].



Рис. 8. Житловий комплекс «Будинок Крейніна» на Крутогірному узвозі, 33 (колишня вул. Рогальова)

Житловий комплекс «Паркова колонада» (рис. 9) височить над парком Глоби на вул. Старокозацькій, 52 (колишня вул. Комсомольська) і виділяється яскравим червоним кольором керамічної цегли. Комплекс побудовано у 2006 році. Загальна площа – 33 900 м². Він складається з двох 10-поверхових будівель із чотирьох і трьох секцій. До складу житлового комплексу входять: житлові приміщення, вбудована автостоянка і приміщення громадського призначення. На восьмому і дев'ятому поверхах розміщені дворівневі квартири. У перспективі планується побудувати ще один об'єкт із двох секцій [16; 17].

Вілла «Базиліка» на вул. Володимира Вернадського, 35-К (колишня вул. Держинського) відкрила новий тип міського житла. Вона побудована в 2002 р. і була запланована як частина моноліту «Східної стіни» в ансамблі «Крутогірний».

Загальна площа вілли складає 1 370 м². Вікна головного північного фасаду будівлі виходять до р. Дніпро. Унікальне архітектурне рішення полягає в тому, що головний вхід розташований на рівні третього поверху і приєднується за допомогою мосту.



Рис. 9. Житловий комплекс «Паркова колонада» по вул. Старокозацькій 52 (колишня вул. Комсомольська)

Торговельний центр «Вавилон» побудований у 2006 р. на вул. Малиновського, 1. Загальна його площа складає 20 300 м². Він має оригінальне замкнуте кільцеве планування. До складу центру входять супермаркет, мультиплекс, кінотеатр. Домінантою в архітектурній композиції повинен стати 25-поверховий діловий центр, передбачений у другій черзі будівництва [20].

Торговельно-діловий центр «Босфор» (рис. 10) на Катеринославському бульварі, 2, побудований у 2004 р., слугував приводом для створення цього бульвару на історичному перехресті головного проспекту міста з вул. Управською (нині вул. Виконкомівська). Загальна площа 13 650 м². До центру входять торговельна зона, багатоярусний паркінг, офісний блок [21; 22].



Рис. 10. Торговельно-діловий центр «Босфор» та «Каскад-Плаза» на Катеринославському бульварі

У 2005 році на пр. Дмитра Яворницького, 22 (колишній пр. К. Маркса) (рис. 11) побудували торговельно-діловий центр «Атріум» загальною площею: 12 900 м². На п'яти верхніх поверхах розташувалися офіси, а нижче – торговельні галереї. Входи до торговельної і ділової частини окремі. Будинок прикрашає вежа з годинником та колонадою.



Рис. 11. Бізнес-центр «Атріум» по просп. Дмитра Яворницького, 22 (колишній пр. К. Маркса)

Торговельний центр «Європа» розташувався у самому центрі міста на Європейській площі. Побудований він у 2005 р. на вул. Центральній, 10. Торговельний центр має загальну площу 9 865 м². Він нагадує скандинавські будівлі у морському стилі. Білий карниз і широке застосування скла підкреслюють легкість будівлі. У центрі розташовані супермаркет, бутики, ресторани, магазини.

Торговельно-розважальний центр «Материк» (рис. 12) – оригінальна будівля на вул. Марії Кюрі, 5 – побудований у 2006 р. і має загальну площу 23 500 м². Це

класичний шопінг-мол, який виділяється на фоні традиційної архітектури 60-х рр. минулого століття. Перший і другий поверхи відведені під торговельні площі, а третій – зона розваг, кінотеатрів і кафе [23].



Рис. 12. Торговельно-розважальний центр «Материк» по вул. Марії Кюрі, 5

Житловий комплекс «Кампаніла» на вул. Володимира Вернадського, 35-Л (колишня вул. Держинського) побудовано у 2007 році. Він має загальну площу 6 600 м². «Кампаніла» – лаконічний елемент комплексу, який слугує західним акцентом архітектурного віяла житлового будинку «Амфітеатр» і перехідним шарніром до об'єкта «Західна стіна». Висотна побудова всього доміантного обсягу підкреслена вертикальною композицією всіх без винятку віконних прорізів, оформлених у вигляді французьких балконів. Вертикальну тему загострює глухий сходовий блок, увінчаний символічно гіпертрофованим димоходом, що виконує функцію труби котельні. Обробка зовнішніх стін – навісний фасад із граніту і алюмінієві вітражі [24].

Житловий комплекс «Східна стіна» на вул. Володимира Вернадського, 35-П (колишня вул. Держинського) побудовано у 2007 році. Він має загальну площу 6 200 м². Шаховий ритм і індіферентність до ситуативно-історичних форм викликані необхідністю протистояння вертикалі «Кампаніли». Прикраса об'єкта – висячі і партерні зелені тераси. П'ятиповерховий житловий блок складається із двох секцій, об'єднаних вестибюлем. Суворі модульні сітка фасаду і решітки огороження покрівлі, гранітне облицювання

підкреслюють стилістичну єдність будівлі та всього ансамблю [25].

Торгово-діловий центр «Призма» на вул. Глінки, 7 (рис. 13) збудовано у 2007 р.; загальна площа 8 244 м². На першому поверсі розташовуються дві торгові зали, з другого до чотирнадцятого поверху розташовані офісні приміщення. Проектом передбачено збереження головного історичного фасаду на вул. Глінки, 7, з проведенням ремонтно-реставраційних робіт із повним відновленням деталей фасаду будівлі на основі натурних досліджень згідно з проектом реставрації. Головний вхід до будівлі – з вулиці Глінки, через тамбур у вестибюль і в сходово-ліфтовий блок, що має сполучення з усіма вищерозташованими офісними поверхами і два відокремлені виходи назовні [26; 27].

Адміністративно-готельний комплекс «Тераса» (рис. 14) на Січеславській набережній, 53 (колишня набережна ім. Леніна) побудовано у 2008 році. Загальна площа комплексу 13 000 м².

Початкова функція адміністративно-готельного комплексу за час проектування економічно неминує трансформувалася в офісно-ділову. Композиційно «Тераса» вписана в рельєф Крутогірний і служить підіумом для комплексу «Амстердам», що зовсім по-амстердамськи підкреслюється теракотою цегли. У видовженому обсязі розіграний контраст червоної цегляної стіни і широко зашкленних поверхонь атриумів, виконаних у жорстко-індивідуальній манері. Північноєвропейська стилістика ділового центру нав'язана близькістю великої води. Комплекс включає шість автономних триповерхових блоків (офіси), бутик, ресторан, вбудований паркінг. Входи акцентовані відкритою металевою конструкцією, винесеною за межі застеклення. Очевидні достоїнства об'єкта поглиблюються можливістю насолоджуватися видами Дніпра практично з кожного вікна будівлі [28].

Житловий комплекс «Мрія» (рис. 15) на вул. Ульянова, 16, побудований у 2010 році має загальну площу 46 150 м². Його вирішено у вигляді 23-поверхового паралелепіпеда – житлового будинку, що

стоїть на двоповерховому стилі-паркінгу. При цьому дах паркінгу є житловим двором. Типові поверхи припускають розміщення по чотири квартири на поверсі. Це квартири площею від 69,5 м² до 129 м². На верхньому поверсі є чотири-п'ятикімнатні квартири з терасами. Фасади вирішені в легкій штукатурній системі із зовнішнім утепленням «Драйвіт».



Рис. 13. Бізнес-центр «Призма» по вул. Глінки, 7



Рис. 14. Адміністративно-готельний комплекс «Тераса» по Січеславській набережній, 53 (колишня набережна ім. Леніна)

Головний фасад будівлі нагадує ешерівську головоломку. Все залежить від точки зору того, хто на нього дивиться: здалеку – на фасаді виступають три доричні колони; поблизу – погляд упирається в партикулярну перфорацію вікон. Вертикалі ризалітів, що розділяють «доричні колони», розфарбовані в єгипетському стилі [29; 30].

Діловий комплекс «Енігма» (рис. 16) на вул. Шевченка, 53 побудовано у 2011 р., загальна площа 19 100 м². Це маніфест нового динамічного стилю в композиції ансамблю Катеринославського бульвару. Центральний архітектонічний елемент

комплексу оформлений у вигляді консолі з вітражем-екраном [31].



Рис. 15. Житловий комплекс «Мрія» по вул. Ульянова, 1-6



Рис. 16. Бізнес-центр «Еніґма» по вул. Шевченка, 53

Житловий комплекс «Дует» (рис. 17) на на Крутогорному узвозі, 28 (колишня вул. Рогальова) побудовано у 2013 році. Він має загальну площу 41 200 м². Кватирки від 63,1 м² до 248,96 м². В архітектурі будинку використано концепцію розумної ергономіки, яка дозволила об'єднати сучасний дизайн із високими технологіями і створити комфортний житловий простір. Два житлові блоки різної поверховості, об'єднані квадратною платформою з двоярусним паркінгом, склали характерну просторову конструкцію, яка і дала ім'я комплексу. Композиційно обидва блоки розчленовані на вузькі вертикальні елементи, різновеликість і випадковість яких підкреслена стохастично розкиданими балконами. Тут щільно історична забудова (центральна частина дореволюційного Катеринослава впритул примикає до комплексу). Подібна алюзія історичного міста розіграна в житловому комплексі «Амстердам» [32; 33].



Рис. 17. Житловий комплекс «Дует» на Крутогорному узвозі, 28 (колишня вул. Рогальова)

«Каскад-Плаза» – ключова споруда Катеринославського бульвару. Разом із комплексом «Босфор» вони утворюють площу-пасаж. Комплекс, побудований у 2013 р. на вул. Виконкомівська, 1., має загальну площу 54 200 м². Подіум із паркінгом та іншими загальноміськими функціями служить підставою для трьох житлових блоків. Головна фішка будівлі – висячі сади на жорсткому бетонному каркасі. Зараз торговий центр добудовується.



Рис. 18. Торгівельний центр «Пасаж» по пр. Дмитра Яворницького, 50 (колишній пр. К. Маркса)

«Пасаж» (рис. 18) розташований на одному з головних міських перехресть – пр. Дмитра Яворницького (колишній пр. Карла Маркса) та Європейського бульвару за адресою пр. Дмитра Яворницького, 50. Має загальну площу 25 100 м². Він побудований у 2011 р. на місці будівель готелю «Центральний» і магазину «Дитячий світ». Через фасад будівлі із сірого граніту – тієї ж породи, що і сусідній ЦУМ архітектора

А. Красноссільського, – його часто називають Мавзолеєм [34].

В архітектурній майстерні «Дольник і К^о» є ще низка нереалізованих проєктів.

«Фоззі» (рис. 19) – цей гігантський торговий комплекс загальною площею 17 545 м² розроблявся для будівництва між вул. Стартовою та Запорізьким шосе. Перед будівлею запланована величезна стоянка на тисячу автомобілів. Одна частина комплексу, відведена під торговий зал, має бути одноповерховою, а та частина, де за проєктом розташовуються адміністративно-побутові приміщення, – двоповерховою. Колони будівлі повинні нагадувати гілки дерев, фасад – повністю зашкленний, а всередині передбачені світлоаераційні ліхтарі.

Меморіальний музей Холокосту, повинен був розташовуватися на вул. Шолом-Алейхема, на місці побудованої «Менори». Він був задуманий як продовження комплексу хоральної синагоги. Зал пам'яті у вигляді усіченого конуса символізував трубу табірної крематорію.



Рис. 19. Гіпермаркет «Фоззі» між вул. Стартовою та Запорізьким шосе (проєкт)

«Флора» (рис. 20) мала розташовуватися на вул. Івана Акіньєва (колишня вул. Фучика) і стати антитезою до башт. Будівля ботанічної форми має припасти до смаку любителів панорамних видів. Комплекс символізує образ гаю. Зелене листя розлогих крон будівель – рухливі сонцезахисні екрани з патинованої міді. Особливо чудово ця будівля повинна виглядати з лівого берега.

«Каміння» (рис. 21) – ще один нереалізований проєкт архітектора. Споруда повинна була розташовуватися на Січеславській набережній (колишня

набережна ім. Леніна). Розсип самоцвітів, якими всипані будівлі – це скелясті виходи граніту, включені в структуру комплексу, який відіграє роль населеної стіни в ансамблі «Крутогірний».



Рис. 20. Житловий комплекс «Флора» по вул. Івана Акіньєва (колишня вул. Фучика)

Багатофункціональний комплекс «Гранд-Плаза Дніпро» (рис. 22) являє собою два композиційно ув'язані між собою об'єми: шестиповерхового паралелепіпеда з розміщеними в ньому паркінгами та кінотеатрами, і циліндричного об'єму з розміщеними в ньому торговими й офісними приміщеннями. Дев'яти поверховий циліндричний об'єм має в центрі атриумний простір, перехрещений хаотично розташованими ескалаторами, що піднімаються до 4-го рівня, де розташовуються кафе Fast-Food, безпосередньо пов'язані із зоною мультиплексу з шести кінозалів загальною місткістю на 800 місць. Офісна частина розташовується на п'яти поверхах і має вхід і сходово-ліфтовий зв'язок із вул. Челюскіна. Основний вхід у торгово-розважальний комплекс розташований з вул. Челюскіна, ув'язаний планувально по осі з торговими залами 1- і 2-га рівнів існуючого ТЦ «Grand Plaza». Зовнішні стіни облицьовуються вертикальною керамічною фасадною системою «Creaton» і алюмінієвими вітражами.



Рис. 21. Житловий комплекс «Каміння» (проект)



Рис. 22. Багатофункціональний комплекс «GRAND PLAZA-DNEPR» по вул. Челюскіна (проект)

Житловий комплекс «Скеля» (рис. 23) повинен мати 23 поверхи. За авторським задумом своєю активною пластикою будівля нагадує скелю, природно сформовану з каскаду тектонічних пластів. Зелені тераси орієнтовані на південь, у бік вул. Володимира Вернадського (колишня вул. Дзержинського). Конструктивно будинок являє собою каркас із монолітного залізобетону, поперечні несні стіни з кроком 6,6 м. Трирівнева платформа паркінгу заглиблена і вписана в рельєф. У першому поверсі розташовані приміщення соціального профілю, фітнес та дошкільні заклади. З другого поверху – квартири різної планувальної структури на зручному квадратному модулі з площею від 60 до 400 м². Вище п'ятого – квартири в двох рівнях.



Рис. 23. Житловий комплекс «Скеля» по вул. Володимира Вернадського, 25 (колишня вул. Дзержинського) (проект)



Рис. 24. Багатофункціональний комплекс «Алеф бізнес-центр» (проект)



Рис. 25. Торгово-діловий центр «Сходи» по пр. Д. Яворницького (колишній пр. К. Маркса) (проект)

Будівля торгово-ділового центру «Сходи» (рис. 25) являє собою витягнутий вздовж пр. Дмитра Яворницького паралелепіпед 128,8×23,3 м змінної поверховості – від трьох до п'яти поверхів,

фланкованих восьмикутною вежею рампи 20×20 м з боку вул. Гоголя, в завершенні якої розміщено шпиль із трубою дахової котельні. Основою функціонально-планувального рішення будівлі служить Атріум – Сходи – витягнутий уздовж пр. Дмитра Яворницького і відокремлений від нього величезним вітражем у два–чотири поверхи. У середині атриуму містяться ескалатори, що йдуть паралельно проспекту; панорамні ліфти; декоративні дерева і чагарники у великій кількості.

Ще одним нереалізованим проектом став «Титанік» (рис. 26) – центр розваг по вул. Овражній, 12, загальною площею 8 800 м² [35].



Рис. 26. Центр розваг «Титанік» по вул. Овражній, 12 (проект)

Житловий комплекс «Окуляр» (рис. 27) повинен був стати ще однією частиною ансамблю «Крутогірний». Таким чином, архітектор у цьому будинку Г-подібної споруди доповнює і урбаністичний пейзаж Набережної.



Рис. 27. Житловий комплекс «Окуляр» по вул. Архітектора Дольника (колишня вул. Шаумяна) (проект)

Багатофункціональний торговий комплекс «Привокзальний» (рис. 28) займає підземний простір пл. Вокзальної (колишня пл. Петровського) і являє собою двоповерхову Т-подібної форми споруду з габаритами 164×104 м у найширшій частині.



Рис. 28. Торговий комплекс «Привокзальний» по пр. Д. Яворницького (кол. пр. К. Маркса) (проект)

Вхід у торговий комплекс із боку проспекту Дмитра Яворницького і залізничного вокзалу здійснюється через підземні переходи, спуски, обладнані ескалаторами і перекриті легкими заксленими конструкціями. При цьому демонтуються існуючі павільйони входів у станцію метрополітену і рух пасажирів у вестибюль станції здійснюється через торговий центр.

Висновок. Олександр Теодорович Дольник пішов із життя, але з його майстерні вийшли десятки і навіть сотні проектів комерційної забудови центральної частини м. Дніпро. Ці видатні сучасні споруди змінили вигляд нашого міста і забезпечили йому одне з перших місць серед найкрасивіших мегаполісів України з оригінальними архітектурними ансамблями.

Відомий архітектор Олександр Дольник – володр таких престижних нагород, як премія «Архітектурний триумф» 2005 р. і Державна премія (2013 р). Він був справжнім професіоналом, який керував проектом від самого початку й до останньої крапки в його документації. Зараз жоден із його проектів не відклали.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Признание // DOLNIK & CO. Architects + Engineers. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/recognition>.
2. Цитадель-1 – деловой центр : проект Дольник и Ко. // Gorod.dp.ua. – Режим доступа: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=317>.
3. Дольник – человек, который изменил Днепропетровск: все строительные проекты // VGORODE.UA. Главный сайт города. Днепр. – 2013. – 16 июля. – Режим доступа: http://dp.vgorode.ua/news/luidy_horoda/182094-dolnyk---chelovek-kotoryi-uzmenyl-dnepropetrovsk-vse-stroytelnye-proekty.
4. Цитадель-3 – торговый центр : проект Дольник и Ко. / архитекторы : А. Дольник, Т. Свирежева, О. А. Подушкина, Л. В. Царицына ; конструкторы : Ю. Прокуратов, А. Прокуратов // Gorod.dp.ua. Архитектура города. – Режим доступа: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=335>.
5. «Первозвановский» // Корпорация Перспектива. Объекты. – Режим доступа: <http://www.perspectiva-conr.com/?objects/pervozvanovsky/>.
6. Золотая роза – Хоральная синагога (реконструкция) : проект Дольник и Ко. / архитектор : А. Дольник ; конструкторы : Ю. Прокуратов, А. Прокуратов // Gorod.dp.ua. Архитектура города. – Режим доступа: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=336>.
7. Хоральная синагога Золотая роза // DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Постройки. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/component/galleric/?catid=1&Itemid=56>.
8. Вилла «Ротонда» // DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Постройки. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=60&Itemid=60>.
9. Приозерный – торговый центр : проект Дольник и Ко. // Gorod.dp.ua. Архитектура города. – Режим доступа: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=782>.
10. Торговый центр «Приозерный» // DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Постройки. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=19&Itemid=19>.
11. Нагорный – жилой комплекс : проект Дольник и Ко. // Gorod.dp.ua. Архитектура города. – Режим доступа: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=462>.
12. Жилой дом «Нагорный» // DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Постройки. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=43&Itemid=43>.
13. Дом Крейнина – жилой комплекс : проект Дольник и Ко. // Gorod.dp.ua. Архитектура города. – Режим доступа: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=348>.
14. Жилой комплекс «Парковая колоннада» // DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Постройки. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=26&Itemid=26>.
15. Виллы «Базилика» и «Ротонда» : проект Дольник и Ко. / архитекторы: А. Дольник, С. Песчаный, С. Сидоренко ; конструкторы: Ю. Прокуратов, А. Прокуратов // Gorod.dp.ua. Архитектура города. – Режим доступа: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=339>.
16. Центр Вавилон-1 // DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Постройки. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=59&Itemid=59>.
17. Кузикова Л. Н. Екатеринослав-Днепропетровск. Архитектура и архитекторы : учеб. пособие / Л. Н. Кузикова, С. Н. Антонов. – Запорожье : Привоз принт, 2009. – 40 с. : ил.
18. Торгово-деловой центр «Босфор» // DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Постройки. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=66&Itemid=66>.
19. Жилой дом «Кампанила» // DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Постройки. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=41&Itemid=41>.
20. Жилой дом «Восточная стена» // DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Постройки. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=61&Itemid=61>.
21. Призма – деловой центр // Gorod.dp.ua. Архитектура города. – Режим доступа: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=518>.
22. Торгово-деловой центр «Призма» // DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Постройки. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/component/galleric/?catid=1&Itemid=55&Itemid=55>.
23. Деловой центр «Терраса» // DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Постройки. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=62&Itemid=62>.
24. Жилой комплекс «Мечта» по ул. Ульянова в г. Днепропетровске : Проект фирмы Dolnik & Co / Архитекторы: Т. Свирежева, В. Сидоренко ; Конструкторы: Ю. Прокуратов, С. Яковенко, В. Прокуратов // Проектирование и строительство гражданских зданий : сайт Александра Прокуратова. – Режим доступа: <http://www.konstr.narod.ru/kirova-ulyanova.htm>.
25. Жилой комплекс «Мечта» // DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Постройки. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=52&Itemid=52>.
26. Деловой комплекс «Энигма» // DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Постройки. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=64&Itemid=64>.

27. Жилой комплекс «Дуэт» // Kansas.ua. Житловий комплекс Palladium. – Режим доступа: http://www.kansas.ua/new_building/view/107/.
28. Дом бизнес-класса для разумных людей // Duet. Welcome home. – Режим доступа: <http://duet.dp.ua/about.html>.
29. Проекты // DOLNIK & CO. Architects + Engineers. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/component/galleric/?catid=2&Itemid=46&Itemid=46>.

REFERENCES

1. *Priznanie* [Acceptance]. *DOLNIK & CO. Architects + Engineers*. Available at: <http://www.dolnik-ua.com/ru/recognition>. (in Russian).
2. *Citadel'-1 – delovoj centr: proekt Dol'nik i Ko*. [Citadel-1 – Business Center: project of Dolnik & Co]. *Gorod.dp.ua*. Available at: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=317>. (in Russian).
3. *Dol'nik – chelovek, kotoryj izmenil Dnepropetrovsk: vse stroitel'nye proekty* [Dolnik - the man who changed Dnepropetrovsk]. *VGORODE.UA. Glavnyj sajt goroda. Dnepr. 2013, 16 iyulya* [VGORODE.UA. The main web-site of the city. Dnepr. 2013, 16 of July]. Available at: http://dp.vgorode.ua/news/luidy_horoda/182094-dolnyk---chelovek-kotoryi-yzmenyl-dnepropetrovsk-vse-stroytelnye-proekty. (in Russian).
4. *Citadel'-3 – torgovyy centr: proekt Dol'nik i Ko* [Citadel 3 - shopping center: the project of Dolnik & Co]. *Gorod.dp.ua. Arxitektura goroda* [Gorod.dp.ua. Urban architecture]. Available at: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=335>. (in Russian).
5. *«Pervozvanovskij»* [Pervozvanskiy]. *Korporaciya Perspektiva. Ob'ekty* [Perspective. Corporation. Objects]. Available at: <http://www.perspectiva-corp.com/?objects/pervozvanovsky/>. (in Russian).
6. *Zolotaya roza – Xoral'naya sinagoga (rekonstrukcija): proekt Dol'nik i Ko* [Golden Rose - Choral Synagogue (reconstruction): project of Dolnik & Co]. *Gorod.dp.ua. Arxitektura goroda* [Gorod.dp.ua. Urban architecture]. Available at: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=336>. (in Russian).
7. *Xoral'naya sinagoga Zolotaya roza* [Choral Synagogue Golden Rose]. *DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Postrojki* [DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Buildings]. Available at: <http://www.dolnik-ua.com/ru/component/galleric/?catid=1&Itemid=56>. (in Russian).
8. *Villa «Rotonda»* [Villa «Rotonda»]. *DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Postrojki* [DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Buildings]. Available at: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=60&Itemid=60>. (in Russian).
9. *Priozernyy – torgovyy centr: proekt Dol'nik i Ko* [Priozernyy - shopping center: the project of Dolnik & Co]. *Gorod.dp.ua. Arxitektura goroda* [Gorod.dp.ua. Urban architecture]. Available at: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=782>. (in Russian).
10. *Torgovyy centr «Priozernyy»* [Shopping center “Priozernyy”]. *DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Postrojki* [DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Buildings]. Available at: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=19&Itemid=19>. (in Russian).
11. *Nagornyj – zhiloy kompleks: proekt Dol'nik i Ko* [Nogornyy – a residential complex: project of Dolnik & Co]. *Gorod.dp.ua. Arxitektura goroda* [Gorod.dp.ua. Urban architecture]. Available at: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=462>. (in Russian).
12. *Zhiloy dom «Nagornyj»* [Residential house “Nogornyy”]. *DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Postrojki* [DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Buildings]. Available at: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=43&Itemid=43>. (in Russian).
13. *Dom Krejnina – zhiloy kompleks: proekt Dol'nik i Ko* [Kreynin House - a residential complex: project of Dolnik & Co.]. *Gorod.dp.ua. Arxitektura goroda* [Gorod.dp.ua. Urban architecture]. Available at: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=348>. (in Russian).
14. *Zhiloy kompleks «Parkovaja kolonada»* [Residential Complex “Park Colonnade”]. *DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Postrojki* [DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Buildings]. Available at: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=26&Itemid=26>. (in Russian).
15. *Villy «Bazilika» i «Rotonda»: proekt Dol'nik i Ko* [Villa "Basilica" and "Rotonda": a project of Dolnik & Co]. *Gorod.dp.ua. Arxitektura goroda* [Gorod.dp.ua. Urban architecture]. Available at: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=339>. (in Russian).
16. *Centr Vavilon-1* [Babylon Center-1]. *DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Postrojki* [DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Buildings]. Available at: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=59&Itemid=59>. (in Russian).
17. Kuzikova L.N. and Antonov S.N. *Ekaterinoslav-Dnepropetrovsk. Arxitektura i arxitektory* [Ekaterinoslav-Dnepropetrovsk. Arcitecture and Architects]. Zaporozh'e: Privoz print, 2009, 40 p.(in Russian).
18. *Torgovo-delovoj centr «Bosfor»* [Shopping and business centre “Bosfor”]. *DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Postrojki* [DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Buildings]. Available at: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=66&Itemid=66>. (in Russian).
19. *Zhiloy dom «Kampanila»* [Residential house “Kampanila”]. *DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Postrojki* [DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Buildings]. Available at: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=41&Itemid=41>. (in Russian).

20. *Zhiloj dom «Vostochnaja stena»* [Residential house “Eastern wall”]. *DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Postrojki* [DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Buildings]. Available at: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=61&Itemid=61>. (in Russian).
21. *Prizma - delovoj centr* [Prizma – a business centre]. *Gorod.dp.ua. Arxitektura goroda* [Gorod.dp.ua. Urban architecture]. Available at: <http://www.gorod.dp.ua/archi/?pageid=518>. (in Russian).
22. *Torgovo-delovoj centr «Prizma»* [Shopping and business centre “Prizma”]. *DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Postrojki* [DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Buildings]. Available at: <http://www.dolnik-ua.com/ru/component/galleric/?catid=1&Itemid=55&Itemid=55>. (in Russian).
23. *Delovoj centr «Terrasa»* [Business centre “Terrace”]. *DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Postrojki* [DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Buildings]. Available at: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=62&Itemid=62>. (in Russian).
24. *Zhiloj kompleks «Mechta» po ul. Ul'yanova v g. Dnepropetrovske: Proekt firmy Dolnik & Co* [Residential complex "Dream" on the street Ulyanov in Dnepropetrovsk: Company Project of Dolnik & Co]. *Proektirovanie i stroitel'stvo grazhdanskih zdaniy: sayt Aleksandra Prokuratova* [Design and construction of civil buildings: the web-site of Alexander Prokuratova]. Available at: <http://www.konstr.narod.ru/kirova-ulyanova.htm>. (in Russian).
25. *Zhiloj kompleks «Mechta»* [Residential complex “Dream”]. *DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Postrojki* [DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Buildings]. Available at: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=52&Itemid=52>. (in Russian).
26. *Delovoj kompleks «Enigma»* [Business complex “Enigma”]. *DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Postrojki* [DOLNIK & CO. Architects + Engineers. Buildings]. Available at: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=64&Itemid=64>. (in Russian).
27. *Zhiloj kompleks «Duet»* [Residential complex “Duet”]. *Kanzas.ua. Zhytlovii kompleks Palladium* [Kanzas.ua. Residential complex Palladium]. Available at: http://www.kanzas.ua/new_building/view/107/.
28. *Dom biznes-klassa dlya razumnyx lyudej* [The business-class home for intelligent people]. *Duet. Welcome home*. Available at: <http://duet.dp.ua/about.html>. (in Russian).
29. *Proekty* [Projects]. *DOLNIK & CO. Architects + Engineers*. Available at: <http://www.dolnik-ua.com/ru/component/galleric/?catid=2&Itemid=46&Itemid=46>. (in Russian).

Рецензент: Челноков О. В. к. т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 10.11.2016 р. Прийнята до друку: 21.12.2016 р.

УДК 69.059:[726:27-523.42]

THE INVESTIGATION OF THE FACTORS WHICH LEAD TO THE DESTRUCTION OF ORTHODOX CHURCH BUILDINGS AND THEIR PARTS

LYKHORAI V. V., *Post-graduate.*

Department of building technology, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska st., Kharkiv, 61002, Ukraine, phone: +38 (057) 706-18-54, e-mail: viktoria.lykhohrai@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6536-1526

Summary. Problem Statement. The main characteristic of the buildings, including Orthodox churches, is a reliability index. It depends on the service condition and includes reliability, durability, effective age of a structure and suitability of buildings and their separate elements to repairs [4; 10]. Despite the fact that the greatest losses Ukrainian architectural heritage have suffered from the policy of the communist regime and utilitarian, equally important factor was the low cultural standard of living. A number of lost churches as a result of neglect and "unconscious vandalism" is equal to the losses that were caused by the First and Second World Wars [2; 9]. As a result of the increase, the intensity of the adverse factors impact on Orthodox churches building their reliability is reduced. Since the dominant number of scientific publications dealing with technical condition and methods of restoration only for particular buildings, it is still no common data on the primary cause of the destruction of Orthodox churches. The main unexplored issues include the following: 1) what kinds of structural destructions have a mass character; 2) what kinds of what factors have a critical role in reducing building reliability index; 3) what are the main causes of the loss of interior decoration of churches. Research in this area will help to prioritize the development of constructive and technological solutions for the restoration of Ukrainian sacral architectural heritage. **The purpose of the article.** To identify factors which have the most impact on the durability of supporting structures of stone Orthodox churches (including which were built before 1917) and preserve their interior decoration on the basis of the expert survey. **Conclusion.** According to the results of expert evaluation and calculations, found that: cupolas, vaults (domes) and vertical bearing structures suffered the most significant losses; the main destructive factors of Orthodox churches can be considered disturbance of building structural scheme of the building, disturbance of service condition, temperature and humidity condition; mistakes in the design and construction of churches caused minimal loss of Orthodox church (due to the fact that churches are considered those that have survived).

Keywords: *expert evaluation; the expert group; destroying factors; the durability of construction; stone Orthodox churches; decorative finishing*

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЯКІ СПРИЧИНЮЮТЬ РУЙНУВАННЯ БУДІВЕЛЬ ПРАВОСЛАВНИХ ХРАМІВ І ОКРЕМИХ ЇХ ЧАСТИН

ЛИХОГРАЙ В. В., *асп.*

Кафедра технології будівельного виробництва, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна, тел. +38 (057) 706-18-54, e-mail: viktoria.lykhohrai@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6536-1526

Анотація. Постановка проблеми. Показник надійності – основна характеристика будівель, в тому числі й православних храмів, яка залежить від умов експлуатації. Він включає в себе безвідмовність, довговічність, ступінь збереження та придатності до ремонтів будівлі та окремих її елементів. Незважаючи на те, що найбільших втрат архітектурна спадщина України зазнала від політики комуністичного та утилітарного режиму, не менш важливим чинником виявився низький культурний рівень життя. Кількість втрачених церков у результаті недбалого ставлення та «несвідомого вандалізму» дорівнює втратам, які були спричинені Першою та Другою світовими війнами. Саме підвищена інтенсивність дії несприятливих факторів на будівлі православних храмів зумовила зниження їх надійності. Оскільки у науковій літературі питання дослідження технічного стану православних храмів і методів їх відновлення наводяться лише для конкретних об'єктів, досі лишається не відомим руйнування яких конструктивних елементів мають масовий характер, які фактори відіграють вирішальну роль у зниженні коефіцієнта надійності будівель та які основні причини втрати внутрішнього оздоблення храмів. Дослідження у цьому напрямку дозволять визначити пріоритетність розроблення конструктивних і технологічних рішень для збереження сакральної архітектурної спадщини України. **Мета статті** – на основі методу експертного оцінювання визначити фактори, які мають найбільший вплив на довговічність несних конструкцій кам'яних православних храмів (у тому числі зведених до 1917 року) і збереження їх оздоблення. **Висновки.** Встановлено, що найбільш значних втрат зазнали конструкції верхів і вертикальних несних конструкцій; основними руйнівними факторами православних церков можна вважати порушення конструктивної схеми будівлі, умов експлуатації та температурно-вологісного режиму; мінімальних втрат завдали православним храмам помилки у їх проектуванні та зведенні.

Ключові слова: *експертне оцінювання; експертна група; руйнівні фактори; довговічність конструкцій; кам'яні православні храми; оздоблення*

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, КОТОРЫЕ ПРИВОДЯТ К РАЗРУШЕНИЮ ЗДАНИЙ ПРАВОСЛАВНЫХ ХРАМОВ И ОТДЕЛЬНЫХ ИХ ЧАСТЕЙ

ЛИХОГРАЙ В. В., асп.

Кафедра технологии строительного производства, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина, тел. +38 (057) 706-18-54, e-mail: viktoria.lykhohrai@gmail.com,
ORCID ID: 0000-0001-6536-1526

Аннотация. Постановка проблемы. Показатель надежности – основная характеристика зданий, в том числе и православных храмов, которая зависит от условий эксплуатации. Он включает в себя безотказность, долговечность, степень сохранности и пригодности для ремонтов здания и отдельных его элементов. Несмотря на то, что наибольшие потери архитектурное наследие Украины понесло из-за политики коммунистического и утилитарного режима, не менее важным фактором оказался низкий культурный уровень жизни. Количество утраченных храмов в результате халатного отношения и «бессознательного вандализма» равняется потерям, которые были вызваны Первой и Второй мировыми войнами. Именно повышение интенсивности влияния неблагоприятных факторов на здания православных храмов приводит к снижению коэффициента надежности. Поскольку в научной литературе вопрос исследования технического состояния православных церквей и методов их восстановления описывается только для конкретных объектов, до настоящего времени не установлено: разрушения каких конструктивных элементов имеют наиболее распространенный характер; какие факторы выполняют решающую роль в снижении коэффициента надежности здания; какие основные причины разрушения внутренней отделки храмов. Исследования в данном направлении позволят определить приоритетность разработки конструктивных и технологических решений для сохранения сакрального архитектурного наследия. **Цель статьи** – на основании метода экспертной оценки определить факторы, которые имеют наибольшее влияние на долговечность несущих каменных православных храмов (в том числе и возведенных до 1917 года) и сохранность их отделки. **Выводы.** Установлено, что наибольшая часть потерь приходится на верхушки и вертикальные несущие конструкции; к основным разрушающим факторам православных - храмов относятся нарушение конструктивной схемы здания, условий эксплуатации и температурно влажностного режима; ошибки проектирования и возведения причинили минимальный ущерб.

Ключевые слова: экспертная оценка; экспертная группа; разрушающие факторы; долговечность конструкций; каменные православные храмы; отделка

Problem Statement. The main characteristic of the buildings, including Orthodox churches, is a reliability index. It depends on the service condition and includes reliability, durability, effective age of a structure and suitability of buildings and their separate elements to repairs [4; 10].

Despite the fact that the greatest losses Ukrainian architectural heritage have suffered from the policy of the communist regime and utilitarian, equally important factor was the low cultural standard of living. A number of lost churches as a result of neglect and “unconscious vandalism” is equal to the losses that were caused by the First and Second World Wars [2; 9]. As a result of the increase, the intensity of the adverse factors impact on Orthodox churches building their reliability is reduced.

Since the dominant number of scientific publications dealing with technical condition and methods of restoration only for particular buildings, it is still no common data on the primary cause of the destruction of Orthodox churches. The main unexplored issues include

the following: 1) what kinds of structural destructions have a mass character; 2) what kinds of what factors have a critical role in reducing building reliability index; 3) what are the main causes of the loss of interior decoration of churches.

Research in this area will help to prioritize the development of constructive and technological solutions for the restoration of Ukrainian sacral architectural heritage.

Analysis of publications. A considerable amount of research was carried out by domestic and foreign scientists to study the factors that affect the durability of sacred buildings [1; 8; 11; 12]. The cause and nature of the destruction of bearing structures of buildings, methods for their strengthening and renovation were interpreted in their works.

The purpose of the article. To identify factors which have the most impact on the durability of supporting structures of stone Orthodox churches (including which were built before 1917) and preserve their interior decoration on the basis of the expert survey.

The presentation material. To determine the main reasons for the loss and destruction of stone Orthodox churches, members of the architectural heritage, the study was conducted by an expert evaluation. It was made in two stages: the first stage is the identification of the most common factors that affect the durability of supporting structures and buildings in general; the second stage is to determine the cause of losses interior decoration of Orthodox churches [5; 6].

The study of the causes of the main supporting structures churches destruction was done in 2 levels. The aim of the *first level* is to establish constructive elements of Orthodox churches buildings have the greatest damage and defects discovered by the technical survey. The purpose of the *second level* is to define which factors have the greatest negative impact on the technical condition of the main load-bearing elements.

Rational organization of expert analysis of the problem of quantitative assessment and treatment results has allowed to find a solution to the research questions (Fig.1).

In this study, experts offered only those factors which influence can be avoided or reduced. It follows that the occasional emergency factors such as military actions, vandalism, natural disasters, fires, were not considered.

The main information source in the formation of expert evaluations is experts. Therefore, there are special requirements for the selection of the expert group, including determination of their level of professional competence. Lack of expert competence can lead to rough errors in expertise data, and consequently to the uncertainty of results [3; 7].

The candidate suitability to participate in the expert evaluation was carried out by self-assessment and by calculation of the candidate competence coefficient (K_i), which is determined by the formula:

$$K_i = \frac{\sum_{j=1}^3 K_{ij}}{3}, \quad (1)$$

where K_{ij} – information coefficient of the i -th candidate;

K_{i2} – personality measure of the i -th candidate;

K_{i3} – work stability coefficient of the i -th candidate.

Informativity of the candidate is determined by the experience of his work (the number of years devoted to Orthodox architecture and the number of finished projects) and the relevance of his knowledge in the study area (remoteness of publication of written evidence on the survey, the design and the restoration of Orthodox churches).

For the assessment of individual qualities, the initial data was taken from observations of the teamwork, speed and objectivity in decision-making, organization and punctuality. To determine this coefficient there is used scoring whose values are in the range of 0.1 to 1, where 1 is the best result, 0.1 is the worst result.

Experience in the building industry served as an indicator of the work stability of the candidate. It was estimated as follows: 1–2 years – 0.2, 3–4 years – 0.4, 5–6 years – 0.8, 7–8 years – 1.0.

Quantitative composition of expert groups for each stage is established by the formula:

$$m_{min} < m < m_{max}, \quad (2)$$

where m_{min} – minimum number of experts:

$$m_{min} > n, \quad (3)$$

where n – number of factors, which are investigated;

m_{max} – the maximum number of experts:

$$m_{max} = 0.5 * \left(\frac{3}{r} + 5 \right), \quad (4)$$

where r – allowable error in the results of the evaluation ($0 < r < 1$).

The expert survey was carried out by using questionnaire, which included objects of research. Experts have fulfilled ranking (ordering) of the objects of expertise, namely, have arranged them in order intensity characteristics of reduction (a factor which received the highest praise from the expert receives 1).

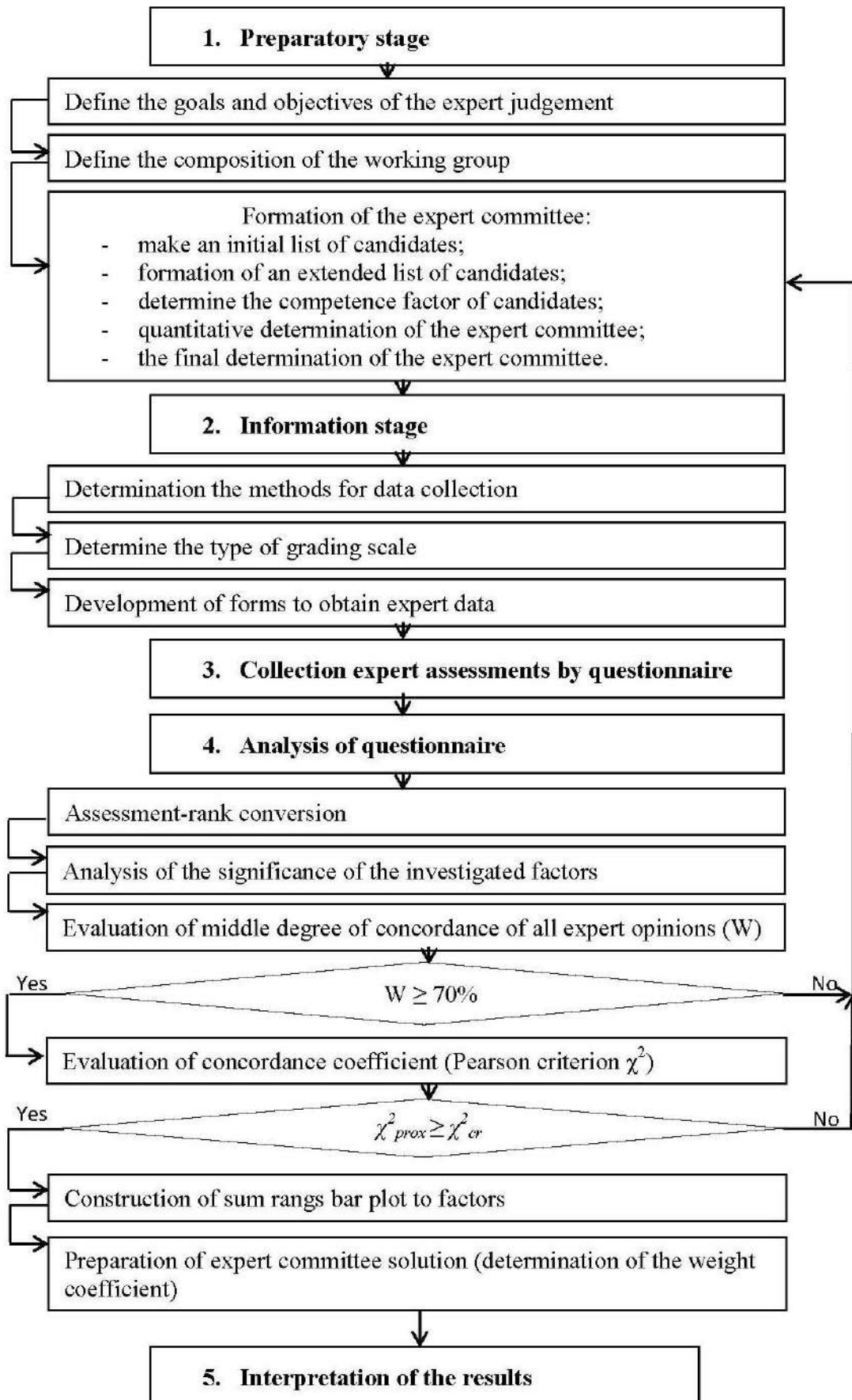


Fig. 1 - Implementation of expert evaluation algorithm

To establish the degree of harmonization of experts opinions, the coefficient of concordance (W) for the case when the results of the evaluation are related ranks is determined:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12}m^2(n^3-n)-m\sum T_i}, \quad (5)$$

where S – total sample of variation:

$$S = \sum(\sum x_{ij} - \frac{\sum \sum x_{ij}}{n})^2, \quad (6)$$

where n – number of experts who participated in the questionnaire;

m – total number of investigated factors;

T_i – number of links (types of repetitive elements) in the assessments of the i -th expert:

$$T_i = \frac{1}{12} \sum (t_k^3 - t_k), \quad (7)$$

where t_k – the number of elements in the k -th link for the i -th expert (the number of repetitive elements).

Since the concordance coefficient is the random variable, as there was a need to assess its significance. To test the statistical hypothesis (H_0 : Expert views coincided by chance, H_A : Expert views coincided not by chance) there was calculated Pearson criterion χ^2 with a number of freedom degrees ($\nu = n-1$), which is determined by the formula:

$$\chi_{prox}^2 = \frac{12S}{mn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum T_i}. \quad (8)$$

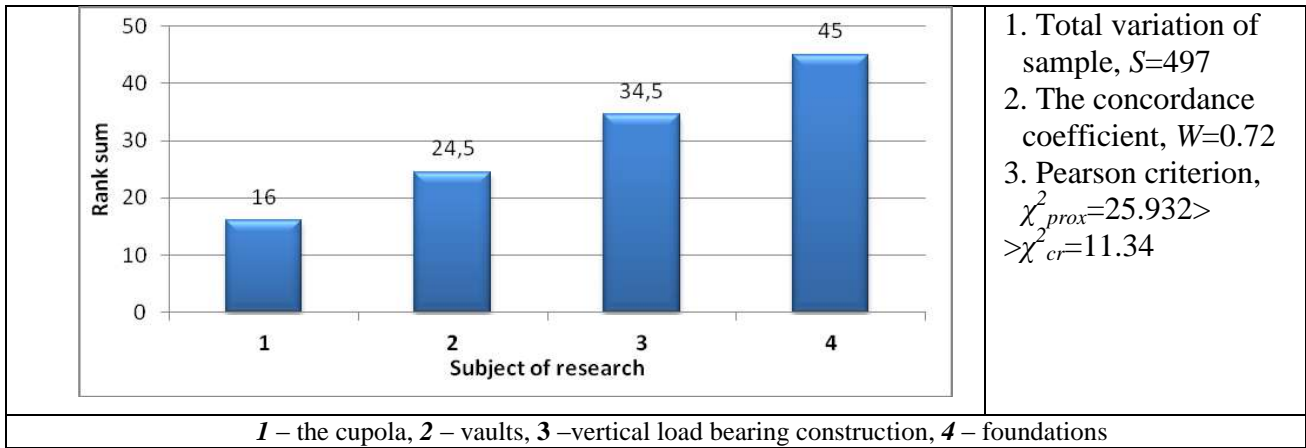


Fig. 2 – The rank sum bar plot of factors (destruction of the main structures of Orthodox churches)

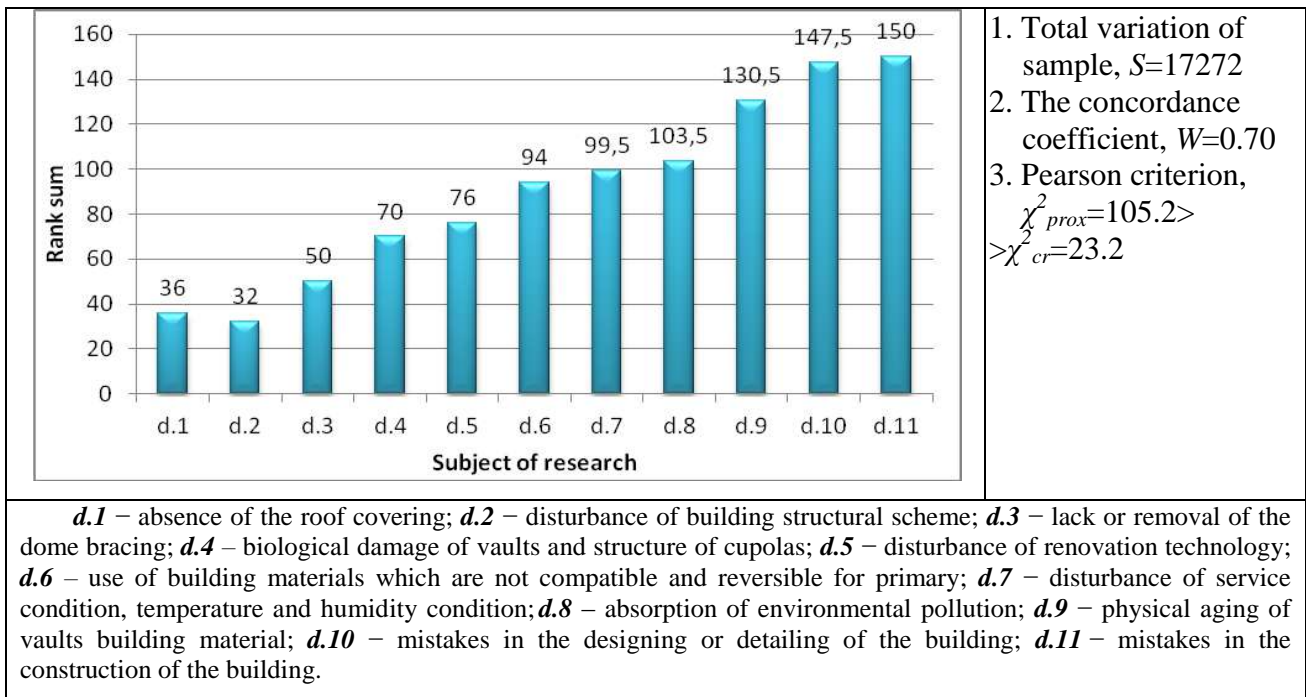
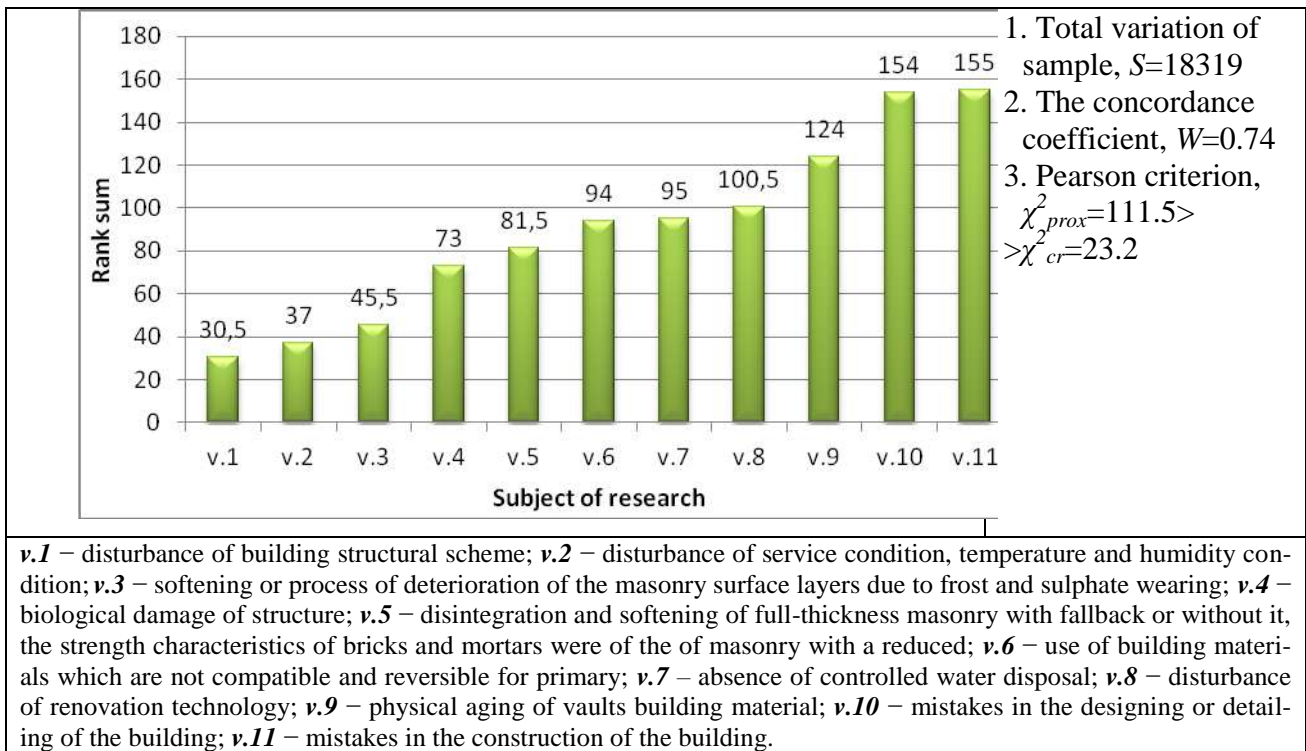
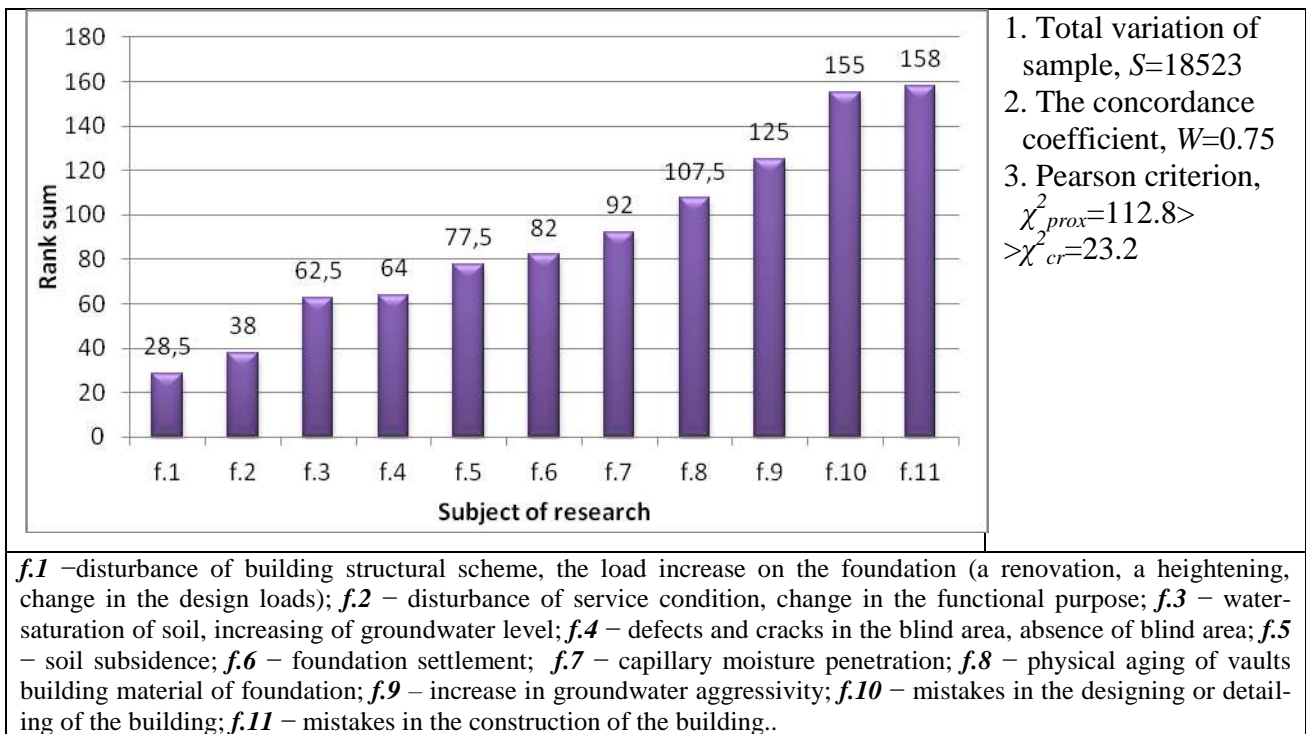


Fig. 3 – The rank sum bar plot of factors, which influence on domes technical condition of Orthodox churches



v.1 – disturbance of building structural scheme; *v.2* – disturbance of service condition, temperature and humidity condition; *v.3* – softening or process of deterioration of the masonry surface layers due to frost and sulphate wearing; *v.4* – biological damage of structure; *v.5* – disintegration and softening of full-thickness masonry with fallback or without it, the strength characteristics of bricks and mortars were of the of masonry with a reduced; *v.6* – use of building materials which are not compatible and reversible for primary; *v.7* – absence of controlled water disposal; *v.8* – disturbance of renovation technology; *v.9* – physical aging of vaults building material; *v.10* – mistakes in the designing or detailing of the building; *v.11* – mistakes in the construction of the building.

Fig. 4 – The rank sum bar plot of factors, which influence on technical condition of vertical load bearing constructions of Orthodox churches



f.1 – disturbance of building structural scheme, the load increase on the foundation (a renovation, a heightening, change in the design loads); *f.2* – disturbance of service condition, change in the functional purpose; *f.3* – water-saturation of soil, increasing of groundwater level; *f.4* – defects and cracks in the blind area, absence of blind area; *f.5* – soil subsidence; *f.6* – foundation settlement; *f.7* – capillary moisture penetration; *f.8* – physical aging of vaults building material of foundation; *f.9* – increase in groundwater aggressivity; *f.10* – mistakes in the designing or detailing of the building; *f.11* – mistakes in the construction of the building..

Fig. 5 – The rank sum bar plot of factors, which influence on foundation technical condition of Orthodox churches

The critical criterion (χ^2_{cr}) is determined using a table of Pearson distribution at a significance level of $\alpha = 0.01$ and degrees of freedom $\nu = n - 1$. If $\chi^2_{prox} \geq \chi^2_{cr}$, the null hypothesis is refuted, that is no reason to believe that the experts' opinions coincided by chance.

As a result of research obtained diagrams of total ranks (Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6), where the axis of abscissa was postponed objects of study, and the vertical axis postponed the sum of ranks. Since more powerful factors received the lowest rank (numerically) in stage ranking, then their sum

of ranks will be low and consequently, they have the lowest value.

Thus, according to the results of expert evaluation and calculations, found that:

- cupolas, vaults (domes) and vertical bearing structures (walls, columns, pylons) suffered the most significant losses;
- the main destructive factors of Orthodox churches can be considered disturbance of

building structural scheme of the building, disturbance of service condition, temperature and humidity condition;

- mistakes in the design and construction of churches caused minimal loss of Orthodox church (due to the fact that churches are considered those that have survived).

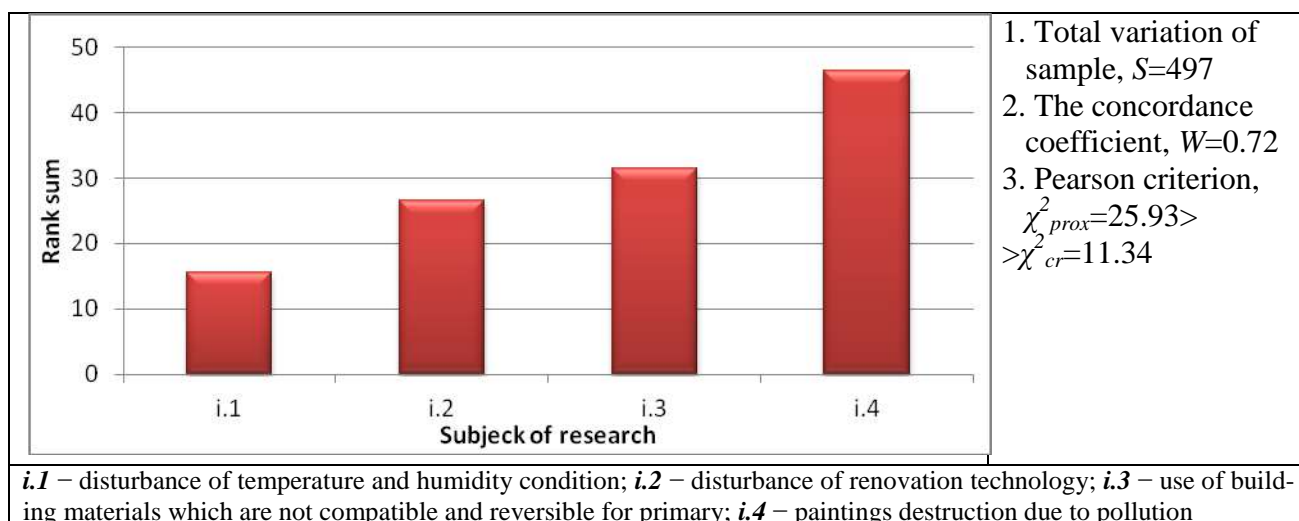


Fig. 6 – The rank sum bar plot of factors, which have the most negative impact on the interior decoration of Orthodox churches

Conclusion. Since the restoration works are the first to eliminate the negative impact of internal and external destructive factors, which sufficient attention should be paid to production technology works and the selection of building materials. Therefore, not there only will be able

to improve the service conditions of the sacral monuments, but also reduce the influence of controllable destructive factors, such as disturbance of technological processes, using of incompatible or reversible materials, etc.

REFERENCES

1. Alekseenko V.N. and Zhilenko O.B. *Ocenka texnicheskogo sostoyaniya i zadachi restavracii zvonnicy Balaklavskogo Georgievskogo monastyrya* [Evaluation of the technical condition and restoration issues of the belfry of the Balaklava St. George Monastery]. *Resursoekonomni materialy, konstruksii, budivli ta sporudy* [Resource efficient materials, structures, buildings and constructions]. Akad. bud-va Ukrainy, Nats. un-t vod. gosp-va ta prirodokorystuvannia, Pivn.-Zakh. terytor. vid-nia ABU [Construction Academy of Ukraine, National University of Water Resources Policy and Natural Resource Management, the North-West territorial office of the Construction Academy of Ukraine]. Rivne, 2013, iss. 27, pp. 431–439. (in Russian).
2. Vecherskyi V.V. *Vtracheni obekty arkhitekturoi spadshyny Kieva i Ukrainy: novyi pogliad* [Lost objects of architectural heritage of Kiev and Ukraine: a new view]. Available at: <http://archive.org.ua/archive/2008-07-01/heritage.com.ua/spadshina/arhitektura/index.php?id=59>. (in Ukrainian).
3. Dyujzen E.Yu. *Metod ekspertnogo ocenivaniya: rukovodstvo k dejstviyu* [The method of expert evaluation: a guide to the action]. *Kreativnaya ekonomika* [The creative economics]. 2014, no. 2 (86), pp. 24–34. (in Russian).
4. Kozachek V.G., Nochaev N.V., Notenko S.N., Rimshin V.I. and Rojzman A.G. *Obsledovanie i ispytanie zdaniy i sooruzhenij* [Inspection and testing of buildings and structures]. Moskva: Vyssh. shk., 2004, 477 p. (in Russian).
5. Lyamec V.I. and Tevjashev A.D. *Sistemnyj analiz. Vvodnyj kurs* [The system analysis]. Xar'kov: XNURYe, 2004, 448 p. (in Russian).
6. Orlov A.I. *Nechislovaya statistika* [The non numbered statistics]. Moskva: M3-Press, 2004, 513 p. (in Russian).
7. Petrichenko G.S. and Petrichenko V.G. *Metodika ocenki kompetentnosti ekspertov* [The assessing methodology of the experts competence]. *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo*

agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [The Polytechnical Network Electronic Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University (Scientific journal of the KubSAU)]. 2015, no. 109(05). Available at: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/04.pdf>. (in Russian).

8. Calderini C. and Pagnini L.C. *The debate on the strengthening of two slender masonry structures in early XX century: A contribution to the history of wind engineering. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics.* 2015, vol. 147, pp. 302-319.
9. Goncharenko D., Miljan J. and Lykhohrai V. *Features of technological process in the dome restoration of Orthodox Churches. 7th International Conference on Safety and Durability of Structures. ICOSADOS 2016. May 10-12, 2016, Portugal, UTAD: book of abstracts.* Available at: <http://icosados.com/Content/ICOSADOS%202016%20Book%20of%20Abstracts.pdf>.
10. Marshall D., Worthing D. and Heath R. *Understanding Housing Defects.* London: The Estates Gazette, 2003, 384 p.
11. Muller N. *Grundungssanierung der Stadtkirche in Dinslaken.* Bautechnik. 2012, jg. 89, nr. 1, s. 37-47.
12. Valluzzi M.R., Binda L. and Modena C. *Mechanical behavior of historic masonry structures strengthened by bed joints structural repointing.* Construction and Building Materials. 2005, vol. 19, iss. 1, pp. 63-73.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Алексеенко В. Н. Оценка технического состояния и задачи реставрации звонницы Балаклавского Георгиевского монастыря / В. Н. Алексеенко, О. Б. Жиленко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. пр. / Акад. буд-ва України, Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування, Півн.-Зах. територ. від-ня АБУ. – Рівне, 2013. – Вип. 27. – С. 431-439.
2. Вечерський В. В. Втрачені об'єкти архітектурної спадщини Києва і України: новий погляд / В. В. Вечерський. – Режим доступу: <http://archive.org.ua/archive/2008-07-01/heritage.com.ua/spadshina/arhitektura/index.php?id=59>.
3. Дюйзен Е. Ю. Метод экспертного оценивания: руководство к действию / Е. Ю. Дюйзен // Креативная экономика. – 2014. – № 2 (86). – С. 24-34.
4. Обследование и испытание зданий и сооружений : учеб. пособие для вузов / В. Г. Козачек, Н. В. Ночаев, С. Н. Хотенко, В. И. Римшин, А. Г. Ройтман ; под. ред. В. И. Римшина. – Москва : Высш. шк., 2004. – 477 с.
5. Лямец В. И. Системный анализ. Вводный курс / В. И. Лямец, А. Д. Тевяшев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Харьков : ХНУРЭ, 2004. – 448 с.
6. Орлов А. И. Нечисловая статистика / А. И. Орлов. – Москва : МЗ-Пресс, 2004. – 513 с.
7. Петриченко Г. С. Методика оценки компетентности экспертов / Г. С. Петриченко, В. Г. Петриченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2015. – № 109(05). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/04.pdf>.
8. Calderini C. The debate on the strengthening of two slender masonry structures in early XX century: A contribution to the history of wind engineering / C. Calderini, L. C. Pagnini // *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics.* – 2015. – Vol. 147. – P. 302-319.
9. Goncharenko D. Features of technological process in the dome restoration of Orthodox Churches / Goncharenko D., Miljan J., Lykhohrai V. // *7th International Conference on Safety and Durability of Structures. ICOSADOS 2016. May 10-12, 2016, Portugal, UTAD : book of abstracts / editors: Jorge Tiago Pinto, Anabela Paiva, Andrzej Pawłowski, Ulvis Skadin.* – Available at: <http://icosados.com/Content/ICOSADOS%202016%20Book%20of%20Abstracts.pdf>.
10. Marshall D. *Understanding Housing Defects.* / D. Marshall, D. Worthing, R. Heath. – Second edition. – London : The Estates Gazette, 2003. – 384 p.
11. Muller N. *Grundungssanierung der Stadtkirche in Dinslaken* / N. Muller // *Bautechnik.* – 2012. – Jg. 89, nr. 1. – S. 37-47.
12. Valluzzi M. R. *Mechanical behavior of historic masonry structures strengthened by bed joints structural repointing* / M. R. Valluzzi, L. Binda, C. Modena // *Construction and Building Materials.* – 2005. – Vol. 19, iss. 1. – P. 63-73.

Рецензент: Савицький М. В. д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 07.11.2016 р. Прийнята до друку: 20.12.2016 р.

Відповідальність за достовірність інформації, що міститься в друкованих матеріалах,
несуть автори.

Редколегія не завжди поділяє авторську точку зору.

Комп'ютерну верстку та друк виконано в редакційно-видавничому відділі ПДАБА.

Адреса редакції:

✉ Україна, 49600, м. Дніпро, вул. Чернишевського, 24-а,
кімната 607-В (відповідальний секретар), кімната 203-а (редакційно-видавничий відділ),
☎ (0562) 756-34-98, (0562) 47-07-88
e-mail: visnik_psacea@ukr.net

Підписано до друку 04.01.2017 р. Формат 60×84 1/8.
Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 3,95. Умовн. фарб.-відб. арк. 3,95.
Обл.-видавн. арк. 6,89. Тираж 300 прим. Зам. 251

Ответственность за достоверность информации, представленной в печатных материалах,
несут авторы.

Редколлегия не всегда разделяет авторскую точку зрения.

Компьютерная верстка и печать выполнены в редакционно-издательском отделе ПГАСА.

Адрес редакции:

✉ Украина, 49600, г. Днепр, ул. Чернышевского, 24-а,
комната 607-В (ответственный секретарь), комната 203-а (редакционно-издательский отдел).
☎ (0562) 756-34-98, (0562) 47-07-88
e-mail: visnik_psacea@ukr.net

Подписано к печати 04.01.2017 г. Формат 60×84 1/8.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,95. Усл. кр.-отт. л. 3,95.
Уч.-изд. л. 6,89. Тираж 300 экз. Зак. 251

Authors shall be 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 and printing are performed in the Editorial Department at PSACEA.

Editorial address:

✉ 24a Chernyshevskogo Street, Dnipro, 49600, Ukraine
room 607-V (Executive Secretary), room 203a (Editorial department).
☎ (0562) 756-34-98, (0562) 47-07-88
e-mail: visnik_psacea@ukr.net

Send to press on 04 January 2017 Format 60×84 1/8.
Offset printing. Conventional quire 3.95. Conventional color imprints 3.95.
Publisher's signatures 6.89. Number of copies 300. Order 251