



ISSN 2312-2676

ВІСНИК

**ПРИДНІПРОВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

BULLETIN

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



№ 5 ВЕРЕСЕНЬ-ЖОВТЕНЬ 2017 РОКУ

ДНІПРО

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

ВІСНИК

**ПРИДНІПРОВСЬКОЇ
ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

Заснований у травні 1997 року

**№ 5 (233-234)
вересень - жовтень 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.
Видавничий редактор	В. В. Данішевський, д-р техн. наук

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ РАДИ:

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, *Дніпровський 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, *Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені 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., *Бранденбурзький технічний університет, Котбус-Зенфтенберг, Німеччина*. Станіслав Дукач, проф., *Словацький технічний університет, Братислава, Словацька Республіка*

Науково-практичний журнал 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 № 22724-12624ПР – видане Міністерством юстиції України 4 травня 2017 р.

Засновник та видавець Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» Виходить 6 разів на рік

Рекомендовано до друку вченою радою академії, протокол № 4 від 24.10.2017 р.

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

Наукометричні бази та електронні бібліотеки, в яких зареєстрований науково-практичний 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, 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**

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Основан в мае 1997 года

**№ 5 (233-234)
сентябрь - октябрь 2017**

Днепро 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.

Выпускающий редактор В. В. Данишевский, д-р техн. наук

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

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, Днепро.* А. И. Белоконь, д-р техн. наук, *Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры (ПГАСА), Днепро.* В. М. Вадимов, д-р архитектуры, *Полтава.* Н. И. Верхоглядова, д-р экон. наук, *ПГАСА, Днепро.* Д. Ф. Гончаренко, д-р техн. наук, *Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА), Харьков.* В. В. Данишевский, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* В. Н. Деревянко, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* 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, Днепро.* Е. А. Егоров, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* В. Г. Заренбин, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* С. В. Иванов, д-р экон. наук, *ПГАСА, Днепро.* С. В. Каламбет, д-р экон. наук, *Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени акад. В. Лазаряна, Днепро.* Г. Н. Ковшов, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* Ю. А. Киричек, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* Т. С. Кравчуновская, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* В. П. Мироненко, д-р архитектуры, *ХНУСА, Харьков.* Ю. В. Орловская, д-р экон. наук, *ПГАСА, Днепро.* А. В. Плеханов, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* В. Л. Седин, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* С. А. Слободянюк, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* В. А. Тимохин, д-р архитектуры, *КНУСА, Киев.* А. В. Челноков, канд. техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* Н. В. Шпирько, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* 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. Проскураков, 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 Дукат, проф., *Словацкий технический университет, Братислава, Словацкая Республика*

Научно-практический журнал 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 № 22724-12624ПР – выдано Министерством юстиции Украины 4 мая 2017 г.

Основатель и издатель Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»

Выходит 6 раз в год

Рекомендовано к печати ученым советом академии, протокол № 4 від 24.10.2017 р.

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

Научометрические базы и электронные библиотеки, в которых зарегистрирован научно-практический журнал *Информационно-аналитические системы: ПИНЦ (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, 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**

SCIENTIFIC-PRACTICAL JOURNAL

Established in May, 1997

No. 5 (233-234)
September - October 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
Executive Editor V. V. Danyshevskyi, Doctor of Engineering Science

MEMBERS OF EDITORIAL BOARD:

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 Dnipro National University, Dnipro*. A. I. Bilokon, Doctor of Engineering Science, *Prydniprov's'ka 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, (KSUCEA), Kharkiv*. V. V. Danyshevskyi, 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. Pliekhanov, 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*

Scientific-Practical Journal 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. 22724-12624PR – issued by the Ministry of Justice of Ukraine dated May 04, 2017

Founder & Publisher State Higher Educational Institution «Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture»
Issued 6 times a year

Recommended for publication by the Academic Board of the Academy, № 4 від 24.10.2017.

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

Placement of the scientific-practical 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, 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

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Большаков В. І., Дубров Ю. І. ПРО ПОТЕНЦІЙНО ДОЗВОЛЕНЕ ТРАКТУВАННЯ НЕЗ'ЯСОВАНОГО ЯВИЩА	10
Лаухін Д. В., Бекетов О. В., Ротт Н. О., Іванцов С. В., Тютюрев І. А., Лаухін В. Д. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОВ СЮДЖЕННЯ В'ЯЗКОЇ ТРІЩИНИ ПІД ДІЄЮ ЗОВНІШНЬОГО НАВАНТАЖЕННЯ	16
Беліков А. С., Шаломов В. А., Корж Є. М., Рагімов С. Ю. ОЦІНКА ДИМОУТВОРЮВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ТА ТОКСИЧНОСТІ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ ВПЕ-1	22
Іродов В. Ф., Хацкевич Ю. В., Чорноморець Г. Я. РОЗВИТОК ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ТРУБЧАСТИМИ ГАЗОВИМИ НАГРІВАЧАМИ	29
Ткач Т. В., Млодецький В. Р., Заяць Є. І., Мартиш О. О. ВИЗНАЧЕННЯ РІЗНОМАНІТНОСТІ СТАНІВ РОБОТИ У ПРОЦЕСІ ЇЇ ВИКОНАННЯ	36
Михайлова І. О., Заяць Є. І. АНАЛІЗ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА ОБ'ЄКТІВ ДОСТУПНОГО ЖИТЛА	45
Хмара Л. А., Голубченко О. І. ВИЗНАЧЕННЯ ТА АНАЛІЗ ХАРАКТЕРУ ЗМІНИ СИЛОВИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ЗЕМЛЕРИЙНО-ТРАНСПОРТНОЇ МАШИНИ ЦИКЛІЧНОЇ ДІЇ	52
Єршова Н. М., Вельмагіна Н. О. ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ МОДЕЛЮВАННЯ В ДИСЦИПЛІНІ «СУЧАСНА ТЕОРІЯ УПРАВЛІННЯ ДИНАМІЧНИМИ СИСТЕМАМИ» БАКАЛАВРІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ»	60
Ковальов В. В., Кулешак З. П. СПЕЦИФІКА РЕДЕВЕЛОПМЕНТУ НЕРАЦІОНАЛЬНО ВИКОРИСТОВУВАНИХ ПРОМИСЛОВИХ ТЕРИТОРІЙ	69
Постернак І. М., Постернак С. О. ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ІСТОРИЧНОЇ ЗАБУДОВИ ОДЕСИ	75
Крот О. П., Вінниченко В. І., Ровенський О. І. ТЕРМІЧНА ОБРОБКА ФОСФОГІПСУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГІЇ СПАЛЮВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ	84
АРХІТЕКТУРА	
Євсєєва Г. П., Тютюнник В. Ю. МІСЬКА ЗОВНІШНЯ РЕКЛАМА ЯК РІЗНОМАНІТТЯ МАЛИХ АРХІТЕКТУРНИХ ФОРМ	94
Данилов С. М. МІСТО ЯК ВІДКРИТА ДИНАМІЧНА СИСТЕМА, МЕТОДИ АНАЛІЗУ	106

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Большаков В. И., Дубров Ю. И. О ПОТЕНЦИАЛЬНО ДОПУСТИМОЙ ТРАКТОВКЕ НЕОБЪЯСНИМОГО ЯВЛЕНИЯ	10
Лаухин Д. В., Бекетов А. В., Ротт Н. А., Иванцов С. В., Тютюрев И. А., Лаухин В. Д. ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЯЗКОЙ ТРЕЩИНЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНИХ НАГРУЗОК	16
Беликов А. С., Шаломов В. А., Корж Е. Н., Рагимов С. Ю. ОЦЕНКА ДЫМОСОЗДАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ВПЭ-1	22
Иродов В. Ф., Хацкевич Ю. В., Черноморец Г. Я. РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ТРУБЧАТЫМИ ГАЗОВЫМИ НАГРЕВАТЕЛЯМИ	29
Ткач Т. В., Млодецкий В. Р., Заяц Е. И., Мартыш А. А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗНООБРАЗИЯ СОСТОЯНИЯ РАБОТЫ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЯ	36
Михайлова И. А., Заяц Е. И. АНАЛИЗ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ ДОСТУПНОГО ЖИЛЬЯ	45
Хмара Л. А., Голубченко О. И. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА ИЗМЕНЕНИЯ СИЛОВЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН ЦИКЛИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ	52
Ершова Н. М., Вельмагина Н. А. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ДИСЦИПЛИНЕ «СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ» БАКАЛАВРОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ»	60
Ковальов В. В., Кулешак З. П. СПЕЦИФИКА РЕДЕВЕЛОПМЕНТА НЕРАЦИОНАЛЬНО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	69
Постернак И. М., Постернак С. А. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ ОДЕССЫ	75
Крот О. П., Винниченко В. И., Ровенский А. И. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ФОСФОГИПСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ СЖИГАЕМЫХ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ	84

АРХИТЕКТУРА

Евсеева Г. П., Тютюнник В. Ю. ГОРОДСКАЯ ВНЕШНЯЯ РЕКЛАМА КАК РАЗНООБРАЗИЕ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ... 94	94
Данилов С. М. ГОРОД КАК ОТКРЫТАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА. МЕТОДЫ АНАЛИЗА	106

IN THIS ISSUE

SCIENTIFIC RESEARCH

- Bol'shakov V. I., Dubrov Yu. I.
ABOUT POTENTIALLY ACCEPTABLE TRACTION OF THE UNEXPECTED PHENOMENON 10
- Laukhin D. V., Beketov A. V., Rott N. O., Ivantsov S. V., Tyuterev I. A., Laukhin V. D.
INVESTIGATION OF THE VISCOUS CRACK DISTRIBUTION
UNDER THE ACTION EXTERNAL LOADS..... 16
- Belikov A. S., Shalomov V. A., Korzh E. N., Ragimov S. Yu.
ESTIMATION OF THE SMOKE-CREATING ABILITY AND TOXICITY OF PROTECTIVE
COATING VPE-1 22
- Irodov V. F., Khatskevych Yu. V., Chornomorets H. Y.
DEVELOPMENT OF TECHNICAL DECISIONS FOR HEAT SUPPLY WITH TUBULAR GAS HEATERS ... 29
- Tkach T. V., Mlodetskyi V. R., Zaiats Ye. I., Martysh O. O.
DETERMINATION OF DIVERSITY OF THE WORKSTATUSES IN THE IMPLEMENTATION PROCESS .. 36
- Mykhailova I. O., Zaiats Ye. I.
THE ANALYSIS OF NORMATIVE AND LEGAL SUPPORT OF CONSTRUCTION OF OBJECTS OF
AFFORDABLE HOUSING 45
- Khmara L. A., Holubchenko A. I.
DETERMINATION AND ANALYSIS OF CHANGE POWER CHARACTER AND POWER PARAMETERS
OF EARTHMOVING-TRANSPORT WORKING PROCESS MACHINES OF CYCLIC ACTION 52
- Ershova N. M., Velmahina N. O.
APPLICATION OF MODELLING SYSTEMS IN THE DISCIPLINE «MODERN THEORY OF THE
DYNAMIC SYSTEMS CONTROL» OF BACHELOR DEGREE FOR THE «COMPUTER SCIENCES»
SPECIALTY 60
- Kovalov V. V., Kuleshchak Z. P.
SPECIFICITY OF REDEVELOPMENT OF INEFFICIENTLY USED INDUSTRIAL TERRITORIES 69
- Posternak I. M., Posternak S. A.
ORGANIZATIONAL STRUCTURE FOR RECONSTRUCTION OF BUILDINGS
HISTORICAL BUILDING OF ODESSA..... 69
- Krot O. P., Vinnichenko V. I., Rovenskyi O. I.
THERMAL PROCESSING OF PHOSPHOGYPSUM WITH USING ENERGY OF INCINERATED SOLID
HOUSEHOLD WASTE 84

ARCHITECTURE

- Yevseieva G. P., Tiutiunnyk V. Yu.
URBAN OUTDOOR ADVERTISING AS A VARIETY OF SMALL ARCHITECTURAL FORMS..... 94
- Danylov S. M.
THE CITY AS AN OPEN DYNAMIC SYSTEM. METHODS OF ANALYSIS 106

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 26.10.2017 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. 152

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. Днепро, 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 26.10.2017 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. 148

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 Str., 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 26 October 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 148

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 11+001

**О ПОТЕНЦИАЛЬНО ДОПУСТИМОЙ ТРАКТОВКЕ
НЕОБЪЯСНИМОГО ЯВЛЕНИЯ**

БОЛЬШАКОВ В. И.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

ДУБРОВ Ю. И.², *д-р техн. наук, проф.*

¹Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: bolshakov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-0790-6473

²Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: mom@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-3213-4893

Аннотация. Постановка проблемы. Конструктивное отрицание традиционных убеждений часто является мощным источником научных открытий. Однако отсутствие конструктивного отрицания явления дива не может восприниматься как отсутствие адекватного его толкования. При этом допускается, что толкование явлений дива может базироваться на определении области их существования, которая является вычислительно неприводимой в границах существующих методов идентификации. Определение подобной области инициирует формирование гипотез, истолковывающих предположения об их наличии.

Пример возникновения одной из гипотез рассматривается в настоящем эссе. Привлекая релятивистскую физику и космологию, авторы выдвигают гипотезу о возможности существования параллельного пространственно-временного континуума к имеющемуся. Это позволяет предполагать существование фрагментов явлений типа дива, смещенных по времени к основному такому континууму. Наличие такого явления позволяет предполагать мысленное подключение перципиента к параллельному пространственно-временному континууму и осуществлять смещенные по времени предсказания. Как пример приводится факт существования вычислительно неприводимой области конкретного психофизического явления (скульптурное портретирование).

Ключевые слова: социальный организм; интеллект; гипотеза; феномен; реципиент; психофизическое явление

**ПРО ПОТЕНЦІЙНО ДОЗВОЛЕНЕ ТРАКТУВАННЯ
НЕЗ'ЯСОВАНОГО ЯВИЩА**

БОЛЬШАКОВ В. И.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

ДУБРОВ Ю. И.², *д-р техн. наук, проф.*

¹Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: bolshakov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-0790-6473

²Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: mom@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-3213-4893

Анотація. Постановка проблеми. Конструктивне заперечення традиційних переконань часто є потужним джерелом наукових відкриттів. Однак, відсутність конструктивного заперечення явища дива не може сприйматися як відсутність адекватного його тлумачення. При цьому допускається, що тлумачення явищ дива може базуватися на визначенні області їх існування, яка є обчислювально незвідною в межах існуючих методів ідентифікації. Визначення подібної області ініціює формування гіпотез, що тлумачать припущення про її наявність.

Приклад виникнення однієї з гіпотез розглядається в цьому есе. Залучаючи релятивістську фізику і космологію, автори висувують гіпотезу про можливість існування паралельного просторово-часового континууму відповідно до наявного. Це дозволяє припускати існування фрагментів явищ типу дива, зміщених по часу до основного такому континууму. Наявність такого явища дозволяє припускати уявне підключення перципієнта до паралельного просторово-часового континууму і здійснювати зміщені за часом передбачення. Як приклад наводиться факт існування обчислювально незвідної області конкретного психофізичного явища (скульптурне портретування).

Ключові слова: соціальний організм; інтелект; гіпотеза; феномен; реципієнт; психофізичне явище

ABOUT POTENTIALLY ACCEPTABLE TRACTION OF THE UNEXPECTED PHENOMENON

BOL'SHAKOV V. I.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,

DUBROV Yu. I.², *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

¹Department of Materials Science, State Higher Educational Establishment «Pridneprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: bolshakov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-0790-6473

²Department of Materials Science, State Higher Educational Establishment «Pridneprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: mom@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-3213-4893

Summary. Raising of problem. The article notes that constructive denial of traditional beliefs is often a powerful source of scientific discoveries. However, the absence of a constructive negation of the diva phenomenon can not be perceived as a lack of an adequate interpretation of it. It is assumed that the interpretation of Diva phenomena can be based on the definition of the area of their existence, which is computationally irreducible within the boundaries of existing methods of identification. The definition of such an area initiates.

The formation of hypotheses that interpret the assumptions about its existence. An example of the origin of one of the hypotheses is considered in this essay. Drawing on relativistic physics and cosmology, the authors put forward a hypothesis about the possibility of the existence of a parallel space-time continuum to the existing one. This allows us to assume the existence of fragments of diva-type phenomena shifted in time to the main such continuum. The presence of such a phenomenon allows one to assume a mental connection of the percipient to a parallel space-time continuum and to implement time-shifted predictions. As an example, the existence of a computationally irreducible region of a concrete psychophysical phenomenon (sculptural portraying) is given.

Keywords: *social organism; intelligence; hypothesis; phenomenon; recipient; psychophysical phenomenon*

Приход наш и уход без смысла и без цели. Откуда мы
пришли? Куда уйдем отселе?
Уж лучше утопить вопрос в вине,
Который мудрые осмыслить не сумели.
Омар Хайям.

Nil admirari (лат.) Ничему не следует удивляться.

Мы знаем, что есть два качественно различных способа эволюционирования социального организма путем передачи информации следующим поколениям. Это генетический код, который передает неизменную информацию признаков, и это передача информации последующим поколениям посредством изменившегося культурного наследия, которое, в первую очередь, включает достижения науки. Мы можем называть эту информацию базой знаний человечества.

Пока что мы всего только предполагаем, что, вероятно, есть третий, до сего дня не известный нам способ передачи информации, приобретаемой нами в результате обучения и жизненного опыта, информации, которая формируется и закрепляется в коре больших полушарий головного мозга, которая является

предтечей человеческого интеллекта. Как и куда передается эта информация, где она хранится и как используется Природой для эволюции человечества – вопросы, требующие своего разрешения. Такая гипотеза имеет право на существование, поскольку в основе биологической эволюции заложено изменение информации, а не организмов. В защиту этой гипотезы выступают миллионы лет эволюции человечества, которые являют нам, что природа рациональна и на «мусорник» эволюции она «выбрасывает» только те варианты систем, которые «не прошли испытаний временем».

В этой связи маловероятно, что она, эта Природа, «выбрасывает» на «мусорник» эволюции в момент кончины человека его индивидуальную информацию, включающую его жизненный опыт, его

развитой за время жизни интеллект. Такой путь совершенствования для Природы нерационален. В защиту этой гипотезы выступает также тот факт, что наука, как основа эволюционного развития социального организма, являясь одним из образований его интеллектуального совершенствования, характеризуется как самоорганизующаяся система [1].

Определению условий, инициирующих возникновение самоорганизующихся систем в основе социального организма, посвящена эта работа.

Возможно, в связи с вышеизложенным, то, что мы здесь отмечаем, покажется несколько парадоксальным, но думается, что значительное количество вопросов, которые возникают у нас при наших попытках установления какой-либо научной истины, при многоаспектном их рассмотрении, могут быть сведены к одной кардинальной проблеме, отображённой в эпиграфе.

Воистину, трудно себе представить, что живая материя, тем паче в облике человека, может появляться без смысла и без цели, хотя в какое-то целенаправленное действие, кем-то для этого произведенное, мы почти что веруем с момента своего осознанного бытия, при этом отвергая или принимая противоречащие друг другу версии, которые, вероятнее всего, инициированы неполнотой наших знаний и нашим эпигонством, отклонение от шаблонов которого часто называют абсурдом.

В практике наших взаимоотношений все хоть несколько качественно отличающееся от уже известных положений или теорий часто без особых на то оснований нарекается бессмыслицей, или абсурдом. Но если абсурд – мнение, противоречащее здравому смыслу, то как отличить абсурд от парадокса, который можно трактовать как своеобразное мнение, резко расходящееся с общепринятым, возможно, противоречащим здравому смыслу? Определению «здравый смысл» трудно дать пояснение, не нарушая строгой логической последовательности рассуждений, поскольку очевидно наличие множества спорных определений некоторых событий

или явлений, которые ошибочно можно принять за бессмыслицу или абсурд.

Порой в полемическом «угаре» за абсурд иногда принимают конструктивное отрицание традиционного убеждения, которое часто, являясь мощным источником научных открытий, имеет первостепенное значение для развития науки. Отрицание каких-либо фундаментальных положений часто приводит нас к парадоксам, порождающим кризис в той части науки, в которой приведено отрицание. Так, например, конструктивному отрицанию аксиом математика обязана многими достижениями. Это обстоятельство выражено в знаменитом афоризме Кантора: «Сущность математики заключается в ее свободе».

Со времен древней Греции и до наших дней, благодаря конструктивному отрицанию, основы математики претерпели три чрезвычайно глубоких кризиса, последний из которых продолжается и по сей день и заключается в противоречиях, обнаруженных в теории множеств, ставящих под сомнение достоверность всей математической науки в целом.

Всё то, о чём до этого места отмечалось и то, что будет отмечаться, было продиктовано единственной целью – демонстрацией невозможности определения в явлениях дива обоснованных закономерностей.

Необнаружение закономерностей в явлениях дива и их обоснований не должно восприниматься как конструктивное отрицание их наличия. Поиск закономерностей основан на отыскании области, которая никакими формальными методами, кроме вербальных, не идентифицируется, так как эта область принадлежит к вычислительно неприводимым объектам, т. е. таким объектам, которые невозможно описать известными методами [2; 3].

Тем не менее, в поисках истины мы вынуждены рассматривать все, даже фантастические гипотезы, что мы и делаем в настоящем эссе.

Невозможность логически объяснить явления дива, вероятно, можно истолковать тем, что, постоянно пребывая в конкретном пространственно-временном континууме, мы как бы систематически, в силу нашего визуального восприятия, убеждаемся в том, что наши представления о пространстве и времени подтверждаются многовековым опытом пребывания в конкретном пространственно-временном континууме и благодаря этому мы их подсознательно распространяем на всё то, что нас окружает.

Однако сформировавшиеся у нас представления корректируются А. Эйнштейном: «Пространство и время – это категории нашего мышления, а не условия нашего существования».

Теологические толкования явлений дива вынуждают нас осуществлять поиск даже фантастических гипотез. На одной из таких гипотез мы остановимся. В соответствии с интерпретацией этой гипотезы мы полагаем, что явления дива (чудес) каким-то необъяснимым образом фиксируются не только в нашем пространственно-временном континууме, но и в другом, условно параллельном пространственно-временном континууме, фрагменты которого как-то фиксируются и, возможно, силой мысли перцепиента отображаются в нашем пространственно-временном континууме.

В этой связи фрагменты условно параллельного, пространственно-временного континуума воспринимаются нами как диво.

Отсутствие каких либо объяснений, кроме малоубедительных теологических, вынуждают нас, ссылаясь на космологию и релятивистскую физику, трактовать концепцию пространства-времени как одну абстрактную Вселенную, математически представляющую многообразие, состоящее из «событий». Для идентификации любого события в одной системе координат необходимы как временная, так и пространственная координаты, которые представляются и в другой системе. В отличие от обычных пространственных координат, в пространстве-времени возникает представление светового конуса, который накладывает ограничения на

допустимые координаты при условии, что одна из этих координат везде должна быть временной [4].

Ограничения жёстко связаны особой математической моделью, которая отличается от модели в евклидовом пространстве с его очевидной симметрией.

В соответствии с теорией относительности, Вселенная имеет три пространственных измерения и одно временное измерение, и все четыре измерения органически связаны в единое целое, являясь почти что равноправными и в *определённых рамках способными переходить друг в друга* при смене наблюдателем системы отсчёта. Такое предположение допускает объяснение обсуждаемого феномена как результат возможного существования параллельного, пространственно-временного континуума, который может быть представлен, например, в виде информационного поля (пояса) Земли, о котором как о «поле жизни» говорил В. И. Вернадский, называя этот пояс разумным полем, ноосферой Земли [5].

Такая трактовка допускает объяснение феномена относительно удачного предсказания некоторыми перцепиентами тех или иных событий.

Не вдаваясь в ретроспективный анализ, подтвержденный фактами, а привлекая относительно недавние аналоги этих фактов, засвидетельствуем действительное их наличие (Эдгар Кейси [6], Ванга (Вангелия Пандева Гуштерова) [7], Вольф Мессинг [8], Никола Тесла [9]).

При этом мы предполагаем, что, возможно, при определённом психическом состоянии перцепиента проявляется его способность «мысленного» подключения к условно параллельному пространственно-временному континууму.

На наш взгляд, перцепиентов отличают от остальных людей некоторые общие для них закономерности:

- предсказания происходили во время особого состояния перцепиента, характеризованного изменением психического состояния его сознания;

- большинство сеансов предсказаний происходили в состоянии полубытья перципиента;

- перципиенты перенесли в своей жизни значительные душевные и физические потрясения;

- перципиенты могли, полностью отвлекаясь, подвергать анализу все то, что их могло заинтересовать;

- во время сеанса бытовые проблемы для них исчезали.

Реальность возникновения необъяснимых явлений один из авторов этих строк испытал на собственном опыте.

Лет тридцать тому назад, я прочитал в какой-то газете статью, в которой излагался интересный феномен. В Армении врач-психиатр лечил больных, применяя метод скульптурного портретирования. Врач утверждал, что психическое состояние пациента ощутимо изменялось после проведения с ним таких сеансов.

На одном из научных семинаров, на котором присутствовали и специалисты, занимающиеся изобразительным искусством, я рассказал о прочитанном. Меня удивило, что изложенный мною факт был известен ещё со времён существования ваятелей древней Греции. Приобретая необходимый для скульптурного портретирования материал и получив согласие на участие в сеансе скульптурного портретирования некоторой акцентуированной личности, я проверил описываемый феномен. Действительно, после нескольких сеансов испытуемый отказался от их продолжения, мотивируя это

тем, что после сеансов с его психикой происходят какие-то неприятные для него метаморфозы, о которых он ничего конкретного рассказать не мог.

Напрашивается предположение, что психика человека с присущей ей, в силу её малоизученности, соответствующей неполноте формальной аксиоматики [10], не поддается идентификации существующими в настоящее время методами.

На основании анализа ряда проведенных экспериментов, мы констатируем: психика человека, кроме всех присущих ей особенностей, проявляется в её видоизменениях под влиянием процессов портретирования.

Определять степень этого влияния существующими в настоящее время методами не представляется возможным.

С позиций неискушенного обывателя описываемое явление может им восприниматься как диво, хотя, возможно, его трактовка может описываться как процесс, происходящий в результате визуального с одновременным мыслительным воздействием на психику человека. Вероятно, что идентификация причин этого явления в дальнейшем сможет оказывать помощь врачам в выявлении психических аномалий.

Известно, что эволюция человечества всегда идет по пути совершенствования методов познания, что стимулирует поиск таких методов.

В этой связи представленная работа носит полемический характер.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большаков В. І. Самоорганізація матеріалів : науковий факт чи фантом / В. І. Большаков, Ю. І. Дубров // Вісник Національної академії наук України. – 2002. – № 10 – С. 21–27.
2. Дубров Ю. Вычислительно неприводимые системы и пути их идентификации монография / Ю. Дубров. – Saarbrücken : Palmarium Academic Publishing, 2016. – 188 с.
3. Большаков В. І. Про можливість ідентифікації обчислювально незвідних систем / В. І. Большаков, Ю. І. Дубров // Вісник Національної академії наук України. – 2016. – № 3 – С. 76–80.
4. Дубровин Б. А. Современная геометрия: методы и приложения / Б. А. Дубровин, С. П. Новиков, А. Т. Фоменко. – Москва : Наука, 1986. – 760 с.
5. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский. – Москва : Айрис-пресс, 2012. – 576 с.
6. Johnson K. P. Edgar Cayce in context : the readings: truth and fiction / K. Paul Johnson. – New York : State University of New York Press, 1998. – 178 p.
7. Ванга. Новый взгляд / авт.-сост. Л. Орлова. – Минск : Харвест, 2006. – 448 с.

8. Мессинг В. О самом себе / В. Мессинг – Москва : Молодая гвардия, 1965. – 29 с.
9. Ржонсницкий Б. Н. Выдающийся электротехник Никола Тесла / Б. Н. Ржонсницкий // Вопросы истории естествознания и техники / Ин-т истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН (ИИЕТ). – Ленинград, 1956. – Вып. 1. – С. 192.
10. Gödel K. Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme, I. / K. Gödel // Monatshefte für Mathematik und Physik. – 1931. – Vol. 38. – P. 173–198.

REFERENCES

1. Bolshakov V.I. and Dubrov Yu.I. *Samoorganizatsiya materialiv: Naukovyy fakt chy fantom* [Self-organization of materials: A scientific fact or phantom]. *Visnyk Natsional'noyi akademiyi nauk Ukrainy* [Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine]. Kyiv, 2002, no. 10, pp. 21-27. (in Ukraine).
2. Dubrov Yu. *Vychislitel'no neprivodimyye sistemy i puti ikh identifikatsii* [Computationally irreducible systems and ways to identify them]. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2016, 190 p. (in Russian).
3. Bolshakov V.I. and Dubrov Yu.I. *Pro mozhlyvist' identyfikatsiyi obchyslyval'no nezvidnykh system* [Possibility of the identification of computationally irreducible systems]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine]. Kyiv, 2016, no. 3, pp. 76-80. (in Ukraine).
4. Dubrovin B.A., Novikov S.P. and Fomenko A.T. *Sovremennaya geometriya: metody i prilozheniya* [Modern Geometry: Methods and Applications]. Moskva: Nauka, 1986. 760 p. (in Russian).
5. Vernadskiy V.I. *Biosfera i noosfera* [Biosphere and noosphere]. Moskva: Ajris-press, 2012, 576 p. (in Russian).
6. Johnson K.P. *Edgar Cayce in Context. The Readings: Truth and Fiction*. New York: SUNY Press, 1998, 178 p.
7. Orlova L. *Vanga. Novyj vzglyad* [Vanga. New look]. Minsk: Harvest, 2006, 448 p. (in Russian).
8. Messing V. *O samom sebe* [About himself]. Moskva: Molodaya gvardiya, 1965, 29 p. (in Russian).
9. Rzhonsnitskiy B.N. *Vydayushchjysya elektrotexnik Nikola Tesla (1856—1943)* [The outstanding electrical engineer Nikola Tesla (1856-1943)]. *Voprosy estestvoznaniya i tekhniki* [Questions of natural science and technology]. In: *istorii estestvoznaniya i tekhniki im. S. I. Vavilova RAN (IET)* [Institute of History of Natural Science and Technology named after S.I. Vavilov of the Russian Academy of Sciences (IHNST)]. Leningrad, 1956, iss. 1, p. 192. (in Russian).
10. Gödel K. *Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme*. Monatshefte für Mathematik und Physik. 1931, vol. 38, pp. 173–198. (in German).

Рецензент: Башев В. Ф., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 10.09.2017 р.

Прийнята до друку: 17.09.2017 р.

УДК 539.374

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ В'ЯЗКОЇ ТРІЩИНИ ПІД ДІЄЮ ЗОВНІШНЬОГО НАВАНТАЖЕННЯ

ЛАУХІН Д. В.¹ *д-р техн. наук, проф.*,
БЕКЕТОВ О. В.² *канд. техн. наук, доц.*,
РОТТ Н. О.³ *канд. техн. наук, доц.*,
ІВАНЦОВ С. В.⁴ *канд. техн. наук, доц.*,
ТЮТЕРСВ І. А.⁵ *канд. техн. наук, доц.*,
ЛАУХІН В. Д.⁶ *мол. наук. співробітник*

¹Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: d.v.laukhin@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9842-499X

²Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-72, e-mail: lab120@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-1224-3355

³Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-64-62, e-mail: natalyrott@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3839-6405

⁴Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 47-59-51, e-mail: lab120@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-8715-0778

⁵Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-72, e-mail: lab120@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-1224-3355

⁶Лабораторія експериментальних наукових досліджень, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-72, e-mail: laukhin.vladislav@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6718-4639

Анотація. *Постановка проблеми* – дослідження стадії розповсюдження в'язкого руйнування шляхом застосування теоретичних моделей формування зони пластичної деформації перед фронтом зростаючої тріщини. *Методика.* Порівняльний аналіз існуючих теоретичних моделей формування зони пластичної деформації перед фронтом зростаючої тріщини з експериментально розрахованими параметрами. *Наукова новизна.* Показано, що жодна теоретична модель розповсюдження пластичної деформації не дає узгодження з експериментальними даними, що зумовлено неврахуванням конкретного структурного стану та ролі зсувної компоненти деформації. *Практична значимість.* Удосконалення існуючих моделей розрахунку опору руйнуванню зварюваних будівельних металевих конструкцій, у тому числі відповідального призначення.

Ключові слова: *пластична деформація; в'язке руйнування; теоретична модель; тріщина; пора*

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЯЗКОЙ ТРЕЩИНЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНИХ НАГРУЗОК

ЛАУХИН Д. В.¹ *д-р техн. наук, проф.*,
БЕКЕТОВ А. В.² *канд. техн. наук, доц.*,
РОТТ Н. А.³ *канд. техн. наук, доц.*,
ІВАНЦОВ С. В.⁴ *канд. техн. наук, доц.*,
ТЮТЕРЕВ И. А.⁵ *канд. техн. наук, доц.*,
ЛАУХИН В. Д.⁶ *мл. науч. сотрудник*

¹Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) (0562) 47-39-56, e-mail: d.v.laukhin@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9842-499X

²Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-72, e-mail: lab120@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-1224-3355

³Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-72, e-mail: natalyrott@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3839-6405

⁴Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 47-59-51, e-mail: lab120@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-8715-0778

⁵Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-72, e-mail: lab120@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-1224-3355

⁶Лаборатория экспериментальных научных исследований, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-72, e-mail: laukhin.vladislav@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6718-4639

Аннотация. Постановка проблемы – исследование стадии распространения вязкого разрушения путем применения теоретических моделей формирования зоны пластической деформации перед фронтом растущей трещины **Методика**. Сравнительный анализ существующих теоретических моделей формирования зоны пластической деформации перед фронтом растущей трещины с экспериментально рассчитанными параметрами. **Научная новизна**. Показано, что ни одна теоретическая модель распространения пластической деформации не дает согласования с экспериментальными данными, что обусловлено неучетом конкретного структурного состояния и роли оползневой компоненты деформации. **Практическая значимость**. Совершенствование существующих моделей расчета сопротивления разрушению сварных металлических конструкций, в том числе ответственного назначения.

Ключевые слова: пластическая деформация; вязкое разрушение; теоретическая модель; трещина; пора

INVESTIGATION OF THE VISCOUS CRACK DISTRIBUTION UNDER THE ACTION EXTERNAL LOADS

LAUKHIN D. V.¹, *Doctor of Technical Sciences, Prof.*,

BEKETOV A. V.², *Ph. D., Assos. prof.*,

ROTT N. O.³, *Ph. D., Assos. prof.*,

IVANTSOV S. V.⁴, *Ph. D., Assos. prof.*,

TYUTEREV I. A.⁵, *Ph. D., Assos. prof.*,

LAUKHIN V. D.⁶, *Junior scientist*

¹Department of Material Science and Treatment of Materials, SHEE «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-93-72, e-mail: d_laukhin@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9842-499X

²Department of Material Science and Treatment of Materials, SHEE «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-93-72, e-mail: lab120@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-1224-3355

³Department of Material Science and Treatment of Materials, SHEE «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-93-72, e-mail: natalyrott@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3839-6405

⁴Department of Material Science and Treatment of Materials, SHEE «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-59-51, e-mail: lab120@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-8715-0778

⁵Department of Material Science and Treatment of Materials, SHEE «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-93-72, e-mail: lab120@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-1224-3355

⁶Laboratory of experimental scientific research, SHEE «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-93-72, e-mail: laukhin.vladislav@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6718-4639

Annotation. Goal. Investigation of the stage of propagation of viscous fracture by applying theoretical models for the formation of a zone of plastic deformation before the front of a growing crack. **Procedure.** Comparative analysis of the existing theoretical models for the formation of the zone of plastic deformation before the front of a growing crack with experimentally calculated parameters. **Scientific novelty.** It is shown that no theoretical model of the propagation of plastic deformation does not agree with the experimental data, is due to the fact that the specific structural state and the role of the landslide component of deformation are not taken into account. **Practical significance.** Improvement of existing models for calculating the resistance to fracture of welded metal structures, including critical applications.

Keywords: plastic deformation; viscous fracture; theoretical model; crack; pore

Постановка проблеми. Згідно з даними теоретичних і експериментальних досліджень, поширення тріщини в полікристалічному матеріалі супроводжується виникненням у вершині тріщини

полів внутрішніх напружень, які викликають локальну пластичну деформацію полікристала в область руху фронту зростаючої тріщини – так звану зону пластичної деформації або зону «утяжки»

[1]. Виходячи зі структурного стану матеріалу, можливі кілька варіантів формування зони «утяжки» [2]. Проаналізувавши літературні джерела, можна виділити такі моделі розвитку зони пластичної деформації біля вершини тріщини.

J-Q-теорія [3]. Область біля вершини тріщини називається J-Q* – зоною (рис. 1). Ця зона істотно більше зони, в якій напружено-деформований стан контролюється лише одним параметром. Таким чином, розміри J-Q* – зони є функцією навантаження і не можуть залишатися постійними у разі стійкого зростання тріщини, отже, не можуть бути використані як параметри жорсткості напруженого стану в пластичній зоні біля вершини розповсюдження тріщини.

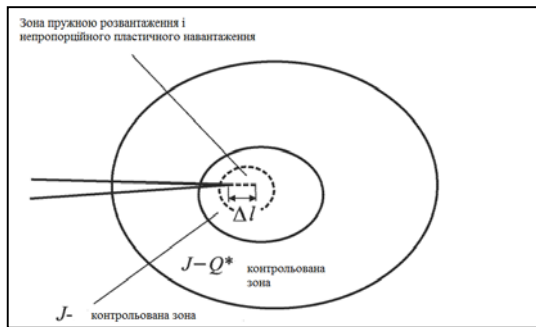


Рис. 1. Схема, яка демонструє основні поняття J-Q* теорії / A scheme that demonstrates the basic concepts of J-Q* theory

Модель еквівалентної пружної тріщини [4]. Вплив невеликої пластичної зони на напругу і переміщення в тілі перед вершиною гострої тріщини може бути наближено оцінений таким чином. Розподіл пружних напружень за плоского напруженого стану і його зміна при появі малої, порівняно з довжиною, тріщини і розмірами тіла, пластичної зони наведено на рис. 2.

Згідно з моделлю, що розглядається, для аналізу напружень вводиться концепція «умовної» пружної тріщини, розподіл напружень перед якою аналогічний розподілу у реальній тріщині з малою пластичною зоною. Таким чином, припускаючи, що вершина умовної тріщини

розташована в точці r_y , отримуємо такий розподіл пружних напруг:

$$\sigma_{11} = K^* / \sqrt{2\pi r}, \quad (1)$$

$$\text{де } K^* = \sigma \sqrt{a + r_y}. \quad (2)$$

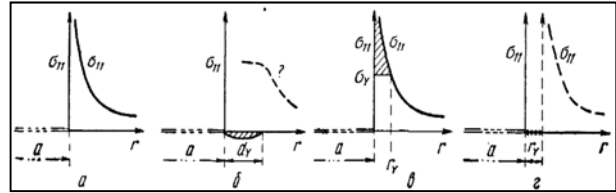


Рис. 2. Розподіл пружних напружень за плоского напруженого стану: а – розподіл пружних напруг ($\sigma_{11} = K/\sqrt{2\pi r}$); б – утворення пластичної зони; в – оцінка величини пластичної зони у першому наближенні ($\sigma_{11} = K/\sqrt{2\pi r}$); г – «умовна» пружна тріщина ($\sigma_{11} = K^*/\sqrt{2\pi r}$) / Distribution of elastic stresses in a plane stressed state: a - distribution of elastic stresses ($\sigma_{11} = K/\sqrt{2\pi r}$); b - the formation of a plastic zone; c - estimate of the value of the plastic zone in the first approximation ($\sigma_{11} = K/\sqrt{2\pi r}$); d - «conditional» elastic fracture ($\sigma_{11} = K^*/\sqrt{2\pi r}$)

Модель пластичної складової тріщини [5]. Співвідношення між прикладеною напругою, довжиною тріщини і розвитком пластичної течії при плоскому напруженому стані можуть бути отримані з функції Вестергаарда.

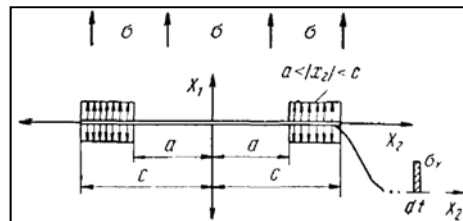


Рис. 3. Розвиток пластичних зон від тріщини (в області $a < |x_2| < c$ напруга дорівнює межі текучості) / Development of plastic zones from the crack (In the region $a < |x_2| < c$ the voltage is equal to the yield point)

Розглянемо, коли на тріщину довжиною $2a$ впливає нормальна складова напруги (рис. 3). Нехай пластична зона поширюється від кінців тріщини на відстань $c - a$.

Напружений стан поблизу тріщини може бути представлений трьома складовими:

- розтягування в напрямку, ортогональному осі тріщини;
- зміщення у площині X_1X_2 ;
- зміщення у площині X_1X_3 .

За умови, що форма функції Вестергаарда відповідає навантаженням, що діють у

пластичної зони, можливо розрахувати переміщення на кінцях тріщини. Це переміщення називається розкриттям тріщини:

$$\Delta = 8/\pi * \sigma_y / E * a \ln[\sec(\pi\sigma/2\sigma_y)]. \quad (3)$$

Модель Білбі – Коттрелла – Суїндена [6].

Застосування моделі дозволяє отримувати аналітичні вирази для переміщення у вершини тріщини.

У цій концепції тріщина і, відповідно зона пластичної деформації у її вершині, подаються у вигляді рядів дислокацій (рис. 4).

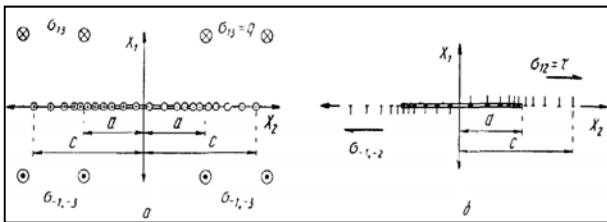


Рис. 4. Зони пластичності у вигляді рядів дислокацій: а – антиплоскі зрушення по типу III ($\sigma_{13}=n$); б – поздовжні зрушення по типу II ($\sigma_{13}=\tau$); n, τ – нормальна та зсувна компоненти навантаження відповідно / The zones of plasticity in the form of series of dislocations: a – antiplane shifts of type III ($\sigma_{13}=n$); b – longitudinal shifts of type II ($\sigma_{13}=\tau$); n, τ – is the normal and shear loading components, respectively

При отриманні градієнта переміщень, що змінюються від високих значень (біля вершини тріщини) до низьких (на пружно-пластичній границі) ряди дислокації повинні мати форму «зворотних» плоских скупчень, в яких найбільша щільність спостерігається біля вершини тріщини, а найменша – у протилежному кінці зони пластичності.

Модель Панасюка – Леонова – Дагдейла [7]. Модель використовується як ефективна розрахункова схема для аналізу локалізації пластичних деформацій у вершини тріщини нормального відриву в пружно ідеально пластичному тілі в умовах плоского напруженого стану.

Навантаження тріщини нормального відриву в умовах плоского напруженого стану в поле залишкових напружень (пов'язаних із попереднім циклом навантаження) може викликати утворення двох зародків пластичної течії (двзонна

локалізація пластичних деформацій): безпосередньо біля кінчика тріщини і в зоні максимального залишкового розтягування, яке в разі циклічного навантаження досягає однієї третини межі текучості.

Загальний недолік приведених моделей – це відсутність взаємозв'язку між параметрами, які характеризують розповсюдження пластичної деформації, та структурним станом матеріалу. Разом із цим, наявність у структурі матеріалу елементів, які мають підвищений рівень вільної енергії, істотно впливає на розповсюдження пластичної і, як наслідок, на формування зони «утяжки» перед фронтом зростаючої тріщини.

Мета статті – дослідити стадію розповсюдження в'язкого руйнування шляхом застосування теоретичних моделей формування зони пластичної деформації перед фронтом зростаючої тріщини.

Методика та результати досліджень. Основним матеріалом для дослідження обрано низьковуглецеву мікролеговану сталь 10Г2ФБ товщиною 40 мм, хімічний склад якої наведено в таблиці 1, механічні властивості у таблиці 2.

Низьковуглецева мікролегована сталь 10Г2ФБ після контрольованої прокатки має феритно-перлітну структуру (рис. 5).

Структура має змішаний поліедричний тип за загальною класифікацією типів структур. В аустеніті зароджується ферит та цементит за відносно малого переохолодження. Аустеніт у рівновазі з феритом має один склад, а з цементитом інший. Різниця концентрацій вуглецю на границях аустеніту з феритом та цементитом зумовлює дифузію вуглецю, а, у зв'язку із цим, подальше утворення фериту і цементиту. Колонії перліту мають цементитний каркас стрічкоподібної форми.

У ході проведення досліджень здійснено випробування на ударний вигин. Результати проведених досліджень наведено у таблиці 2, приклад поверхонь зламу – на рисунку 6.

Аналіз рисунка 6, показує, що руйнування зразків відбулося за в'язким механізмом, про що свідчить наявність порожнин на поверхні зламу.

Таблиця 1
Хімічний склад досліджуваної сталі /
The chemical composition of the investigated steel

Сталь	Вміст елементів, (масс.) %						
	C	Mn	Si	S	P	V	Nb
10Г2ФБ	0,10	1,83	0,18	0,005	0,015	0,088	0,022

Таблиця 2
Механічні властивості досліджуваної сталі /
Mechanical properties of the investigated steel

Марка сталі	Межа плинності σ_T , МПа	Відносне подовження δ , %	Ударна в'язкість KCV, Дж/см ² при +20°C
10Г2ФБ	575	36	165

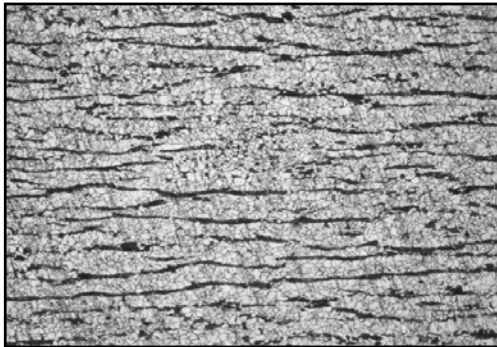
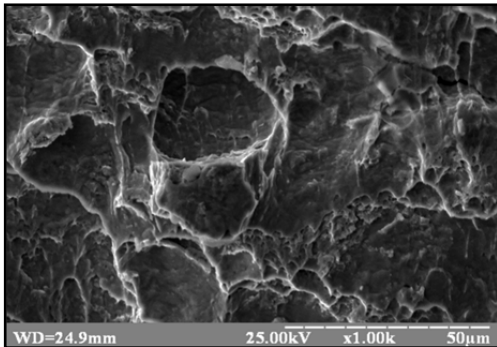
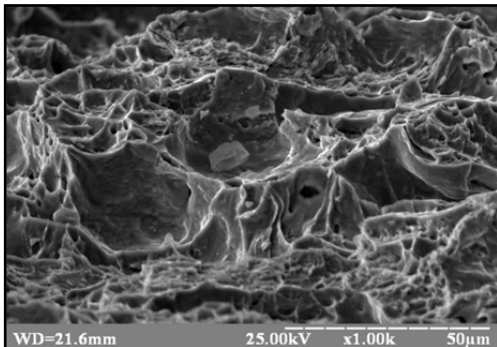


Рис. 5. Структура сталі 10Г2ФБ після штатної контрольованої прокатки / Structure of steel 10G2FB after full-time counter-rolled rolling



а



б

Рис. 6. Поверхня руйнування зразків сталі 10Г2ФБ / The surface of the destruction of steel samples 10G2FB

Для кількісного аналізу розмірів «русла» розповсюдження пластичної деформації зростаюча пора розглядалась як центральна тріщина радіуса a в нескінченному тілі [8]. Виходячи з цього припущення, відношення коефіцієнта інтенсивності напруження до прикладеного навантаження можливо подати у вигляді:

$$\frac{K}{\sigma} = 2\sqrt{\frac{a}{\pi}}, \quad (4)$$

де a – радіус тріщини (половина довжини пори); K – коефіцієнт інтенсивності напруги; σ – нормальна складова напруги.

Формули, згідно з якими проводилися розрахунки, узагальнено та наведено у таблиці 3.

Таблиця 3
Формули для розрахунку розміру зони пластичної деформації / Formulas for calculating the size of the zone of plastic deformation

Модель	Рівняння для розрахунку
Модель еквівалентної пружної тріщини	$d_\gamma = \frac{4a}{\pi^2}$
Модель пластичної складової тріщини	$d_\gamma = \frac{a^2}{8}$
Модель Панасюка – Леонова – Дагдейла	$d_\gamma = \frac{a}{2}$

де: d_γ – розмір зони пластичної деформації; a – половина довжини пори.

Фрактографічний аналіз показав, що формування пор у сталі 10Г2ФБ відбувається на частках другої фази розмірами 28...32 мкм та 17...25 мкм, відповідні розміри пор наведено у табл. 4.

Виходячи з існуючих теоретичних концепцій (див. наприклад, [9]), стадію зародження пори біля частки другої фази можливо розглядати як модельну тріщину, яка була сформована за дії зовнішнього навантаження і буде зростати у напрямку дії пластичної деформації, тобто у напрямку формування зони «утяжки».

Виходячи із цього припущення, розмір зони пластичної деформації в напрямку дії нормальної компоненти напруги (враховувалася тільки нормальна компонента напруги, оскільки жодна з

моделей не враховує зсувну компоненту напруги), можливо визначити як:

$$d_{\gamma} = \frac{c}{2} - \frac{a}{2}. \quad (5)$$

Результати відповідних розрахунків наведено у таблиці 4.

Таблиця 4

Результати кількісного аналізу розміру зони пластичної деформації / Results of quantitative analysis of the size of the zone of plastic deformation

Розмір частинки, мкм	Розмір зони пластичної деформації, мкм			Експериментальні результати	
	Модель еквівалентної пружної тріщини	Модель пластичної складової тріщини	Модель Панасюка - Леонова - Дагдейла	Розмір пор, мкм	Розмір зони пластичної деформації (розраховано за рівнянням (5))
14	2,8	24,5	3,5	64	25,0
26	5,3	84,5	6,5	87	30,5
32	6,5	128,0	8,0	107	48,0
38	7,7	180,5	9,5	131	71,3

Порівнюючи дані, наведені в таблиці 4, можливо зробити висновок, що жодна теоретична модель розповсюдження пластичної деформації не дає узгодження з експериментальними даними, особливо відносно проміжних та осаджених частинок. Неузгодженість теоретичних та експериментальних даних у першу чергу зумовлена неврахуванням конкретного структурного стану, в якому здійснюється розповсюдження пластичної деформації, і, як наслідок, руйнування.

Виходячи з отриманих результатів, можливо припустити, що у зародженні та розповсюдженні в'язкого руйнування зсувна компонента деформації відіграє не менш важливу роль, ніж нормальна, тобто розтягувальна складова.

Висновки

1. Виконаний аналіз моделей розповсюдження тріщини у полікристалічному матеріалі дозволив установити: J-Q* – модель дозволяє теоретично виявити залежність в'язкості руйнування від геометрії зразків та елементів конструкцій; модель еквівалентної пружної тріщини можливо застосовувати тільки у випадку тріщини з малою пластичною зоною, що не завжди спостерігається у реальних матеріалах; математичні моделі (пластичної складової тріщини та поліноміальної функції напруги) можливо застосовувати для практичних розрахунків тільки за наявності низьких граничних умов, які в більшості випадків важко досягаються при розгляді реальних полікристалічних агрегатів; моделі Білбі – Коттрелла – Суїндена та Панасюка – Леонова – Дагдейла можливо використовувати тільки для розрахунків поведінки тріщин у тонких металевих шарах.
2. Усі проаналізовані моделі мають один загальний недолік – вони не враховують структурний стан матеріалу перед фронтом зростаючої тріщини, а, отже, їх досі важко застосовувати для розрахунків опору реальних металевих конструкцій розповсюдженню руйнування.
3. Результати порівняння теоретичних та експериментальних даних стосовно розміру зони пластичної деформації показали, що жодна теоретична модель розповсюдження пластичної деформації не дає узгодження з експериментальними даними. Неузгодженість теоретичних та експериментальних даних зумовлена неврахуванням конкретного структурного стану, в якому відбувається розповсюдження пластичної деформації, і, як наслідок, руйнування та ролі зсувної компоненти деформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Новые методы оценки сопротивления хрупкому разрушению : [сб. статей] : пер. с англ. / под ред. ак. Ю. И. Работнова. – Москва : Мир, 1972. – 440 с. – Режим доступа: <http://www.mexanik.ru/0924/ann0924.htm>.
2. Работнов Ю. Н. Введение в механику разрушения / Ю. Н. Работнов. – Москва : Наука, 1987. – 80 с. – Режим доступа: http://www.studmed.ru/rabotnov-yun-vvedenie-v-mehaniku-razrusheniya_87e6114a91e.html.
3. Левин В. А. Избранные нелинейные задачи механики разрушения / В. А. Левин, Е. М. Морозов, Ю. Г. Матвиенко. – Москва : Физматлит, 2004. – 408 с. – Режим доступа: http://www.studmed.ru/levin-va-morozov-em-matvienko-yug-izbrannye-nelineynye-zadachi-mehaniki-razrusheniya_6952faaa6fc.html.
4. Черепанов Г. П. Механика разрушения композиционных материалов / Г. П. Черепанов. – Москва : Наука, 1983. – 296 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/233025/>
5. Колмогоров В. Л. Напряжения, деформации, разрушение / В. Л. Колмогоров. – Москва : Metallurgiya, 1970. – 229 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/103478/>.
6. Пластичность и разрушение : науч. узд. / под ред. В. Л. Колмогорова. – Москва : Metallurgiya, 1977. – 336 с. – Режим доступа: http://publ.lib.ru/ARCHIVES/K/KOLMOGOROV_Vadim_Leonidovich/_Kolmogorov_V.L..html
7. Партон В. З. Динамика хрупкого разрушения / Партон В. З., Борисковский В. Г. – Москва : Mashinostroyeniye, 1988. – 240 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/72923/>.
8. Нотт Дж. Ф. Основы механики разрушения / Дж. Ф. Нотт ; пер. с англ. Д. В. Лаптева ; под ред. В. Г. Кудряшова. – Москва : Metallurgiya, 1978. – 256 с. – Режим доступа: <http://lib-bkm.ru/load/114-1-0-924>.
9. Иванцов С. В. Вплив параметрів структури на кінетику руйнування мікролегованих будівельних сталей: дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.02.01 Матеріалознавство / Иванцов Сергій Вікторович ; Придніпр. держ. акад. буд-ва та архітектури. – Дніпропетровськ, 2015. – 141 с. – Режим доступа: <https://mydisser.com/ru/catalog/view/552/591/83341.html>.

REFERENCES

1. Rabotnov Yu.I. *Novye metody ocenki soprotivleniya xrupkomu razrusheniyu* [New methods for assessing brittle fracture resistance]. Moskva: Mir, 1972, 440 p. Available at: <http://www.mexanik.ru/0924/ann0924.htm>. (in Russian).
2. Rabotnov Yu.N. *Vvedenie v mexaniku razrusheniya* [Introduction to fracture mechanics]. Moskva: Nauka, 1987, 80 p. Available at: http://www.studmed.ru/rabotnov-yun-vvedenie-v-mehaniku-razrusheniya_87e6114a91e.html. (in Russian).
3. Levin V.A., Morozov E.M. and Matvienko Yu.G. *Izbrannye nelinejnye zadachi mexaniki razrusheniya* [Selected nonlinear problems of fracture mechanics]. Moskva: FIZMATLIT, 2004, 408 p. Available at: http://www.studmed.ru/levin-va-morozov-em-matvienko-yug-izbrannye-nelineynye-zadachi-mehaniki-razrusheniya_6952faaa6fc.html. (in Russian).
4. Cherepanov G.P. *Mexanika razrusheniya kompozicionnyx materialov* [Mechanics of fracture of composite materials]. Moskva: Nauka, 1983, 296 p. – Available at: <http://www.twirpx.com/file/233025/>. (in Russian).
5. Kolmogorov V.L. *Napryazheniya, deformatsii, razrushenie* [Stresses, deformations, fractures]. Moskva: Metallurgiya, 1970, 229 p. Available at: <http://www.twirpx.com/file/103478/>. (in Russian).
6. Kolmogorov V.L. *Plastichnost' i razrushenie* [Plasticity and destruction]. Moskva: Metallurgiya, 1977, 366 p. Available at: http://publ.lib.ru/ARCHIVES/K/KOLMOGOROV_Vadim_Leonidovich/_Kolmogorov_V.L..html. (in Russian).
7. Parton V.Z. and Boriskovskij V.G. *Dinamika xrupkogo razrusheniya* [Dynamics of brittle fracture]. Moskva: Mashinostroyeniye, 1988, 240 p. Available at: <http://www.twirpx.com/file/72923/>. (in Russian).
8. Nott Dzh.F. *Osnovy mexaniki razrusheniya* [Fundamentals of fracture mechanics]. Moskva: Metallurgiya, 1978, 256 p. Available at: <http://lib-bkm.ru/load/114-1-0-924>. (in Russian).
9. Ivantsov S.V. *Vplyv parametriv struktury na kinetyku ruinovannia mikrolehovanykh budivelnnykh stali: dys. kand. tekhn. nauk: 05.02.01 Materialoznavstvo* [The influence of structural parameters on the kinetics of the destruction of microlized building steel: Dissertation of Candidate of Technical Sciences: special. 05.02.01 Materials Science]. Prydnipr. derzh. akad. bud-va ta arkhitektury [Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2015, 141 p. Available at: <https://mydisser.com/ru/catalog/view/552/591/83341.html>. (in Ukrainian).

Рецензент: Большаков В. И., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 20.09.2017 р.

Прийнята до друку: 27.09.2017 р.

УДК 674.049.3

ОЦІНКА ДИМОУТВОРЮВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ТА ТОКСИЧНОСТІ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ ВПЕ-1

БЄЛІКОВ А. С.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

ШАЛОМОВ В. А.², *канд. техн. наук, доц.*,

КОРЖ Є. М.³, *аспир.*,

РАГИМОВ С. Ю.⁴, *канд. техн. наук, доц.*

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

²Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49005, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: shalomov1709@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6890-932X

³Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49005, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: pankorzh@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-2421-3137

⁴Кафедра організації і технічного забезпечення аварійно-рятувальних робіт, Національний університет цивільного захисту України, вул. Чернишевська, 94, Харків, Україна, 61023, тел. +38 (057) 370-50-52, e-mail: sergragimov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0572-4465

Анотація. Постановка проблеми. Розроблення захисного складу для будівельних конструкцій за дії високих температур та вивчення його димотвірної здатності і токсичності. Проведено аналітичний огляд основних груп захисних засобів, які знижують горючість дерев'яних будівельних конструкцій, дано оцінку їх технічних характеристик, а також відповідно до ГОСТ 12.1.044-89 «ССБП. Пожежовибухонебезпека речовин і матеріалів. Номенклатура показників та методи їх визначення» визначено вогнезахисні та санітарно-технічні показники розробленого захисного покриття. **Результати.** Розроблено композицію захисного спучуваного покриття, яке утворює на поверхні, тонкий непрозорий шар, що перешкоджає запаленню і поширенню полум'я по дерев'яній конструкції. Підбір речовини вогнезахисної композиції проводився за схемою «сполучник – добавка, що спучується, – наповнювач». За основу покриття взято рідке скло, тому що воно має такі позитивні характеристики як доступність, пов'язана з проявом рідким склом в'язучих властивостей, – здатності до мимовільного твердіння з утворенням штучного силікатного каменю. Додавання в рідке скло таких компонентів як перліт, графіт і епоксидна смола, беручи до уваги їх позитивні характеристики щодо дії високих температур, дозволило отримати нову вогнезахисну речовину. Для вогневих випробувань використовували установку з визначення коефіцієнта димоутворення речовин та матеріалів. Суть методу випробувань полягала у визначенні оптичної густини диму, який утворюється під час полуменевого горіння або тління зразка. Випробування проводили у двох режимах. У режимі тління на зразок діє тепловий потік поверхневою густиною 35 кВт/м², а у режимі полуменевого горіння – тепловий потік та полум'я газового пальника. Дослідження з визначення димотвірної здатності показали, що надані зразки матеріалу «Суміш для виготовлення вогнезахисного покриття ВПЕ-1» належить до матеріалів із помірно димотвірною здатністю Д2. За результатами випробувань токсичності продуктів горіння виходить, що об'єкт випробувань належить до класу малонебезпечних. **Наукова новизна.** З урахуванням теоретичних передумов проведено вибір вихідних компонентів для нової захисної речовини. **Практична значимість.** Розроблено новий негорючий склад, що спучується, який дозволяє перевести горючі матеріали в групу важкогорючих і посилити захист будівельних конструкцій від впливу високих температур. На розроблену захисну композицію одержано патент України на корисну модель.

Ключові слова: пожежа; вогнезахисні речовини що спучуються; вогнезахист деревини; димоутворення; токсичність

ОЦЕНКА ДЫМОСОЗДАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ВПЭ-1

БЕЛИКОВ А. С.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

ШАЛОМОВ В. А.², *канд. техн. наук, доц.*,

КОРЖ Е. Н.³, *аспир.*,

РАГИМОВ С. Ю.⁴, *канд. техн. наук, доц.*

¹Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49005, Украина, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

²Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49005, Украина, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: shalomov1709@gmail.com, ORCIDID: 0000-0002-6890-932X

³Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49005, Украина, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: pankorzh@i.ua ORCID ID: 0000-0002-2421-3137

⁴Кафедра организации и технического обеспечения аварийно-спасательных работ, Национальный университет гражданской защиты Украины, ул. Чернышевская, 94, Харьков, Украина, 61023, тел +38 (057) 370-50-52, e-mail: sergragimov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0572-4465

Аннотация. Постановка проблемы. Разработка защитного состава для строительных конструкций при действии высоких температур и изучение его дымообразующей способности и токсичности. Проведен аналитический обзор основных групп защитных средств, снижающих горючесть деревянных строительных конструкций, дана оценка их технических характеристик, а также в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89 «ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» определены огнезащитные и санитарно-технические показатели разработанного защитного покрытия. **Результаты.** Разработана композиция защитного вспучивающегося покрытия, образующего на защищаемой поверхности тонкий непрозрачный слой, препятствующий воспламенению и распространению пламени по деревянной конструкции. Подбор состава огнезащитной композиции проводился по схеме «вяжущее – вспучивающаяся добавка – наполнитель». За основу покрытия взято жидкое стекло, потому что оно имеет такие положительные характеристики как доступность, связанная с проявлением жидким стеклом вяжущих свойств, – способности к самопроизвольному твердению с образованием искусственного силикатного камня. Добавление в жидкое стекло таких компонентов как перлит, графит и эпоксидная смола, учитывая их положительные характеристики по воздействию высоких температур, позволили получить новый огнезащитный состав. Для огневых испытаний использовали установку по определению коэффициента дымообразования веществ и материалов. Суть метода испытаний заключалась в определении оптической плотности дыма, который образуется во время пламенного горения или тления образца. Испытания проводили в двух режимах. В режиме тления на образец действует тепловой поток поверхностной плотностью 35 кВт/м², а в режиме пламенного горения – тепловой поток и пламя газовой горелки. Исследования по определению дымообразующей способности показали, что представленные образцы материала «Смесь для изготовления огнезащитных покрытий ВПЭ-1» относятся к материалам с умеренной дымообразующей способностью Д2. По результатам проведенных испытаний токсичности продуктов горения объект испытаний относится к классу малоопасных. **Научная новизна.** С учетом теоретических предположений проведен выбор исходных компонентов для нового защитного состава. **Практическая значимость.** Разработан новый негорючий вспучивающийся состав, который позволяет перевести горючие материалы в группу трудногорючих и повысить защиту строительных конструкций от действия высоких температур. На разработанную защитную композицию получен патент Украины на полезную модель.

Ключевые слова: пожар; вспучивающиеся огнезащитные составы; огнезащита древесины; дымообразование; токсичность

ESTIMATION OF THE SMOKE-CREATING ABILITY AND TOXICITY OF PROTECTIVE COATING VPE-1

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

SHALOMOV V. A.², *Cand. Sc.(Tech), Assoc. Prof.*,

KORZH E. N.³, *Graduate Student*,

RAGIMOV S. Yu.⁴, *Cand. Sc.(Tech), Assoc. Prof.*

¹Department of Life Safety, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo st., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

²Department of Life Safety, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo st., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: shalomov1709@gmail.com, ORCIDID: 0000-0002-6890-932X

³Department of Life Safety, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo st., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: pankorzh@i.ua ORCID ID: 0000-0002-2421-3137

⁴Department of Organization and technical support rescue operations National University of Civil Defence of Ukraine, st. Chernyshevsky 94, Kharkiv, 61023, Ukraine, tel. +38 (057) 370-50-52, e-mail: sergragimov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0572-4465

Abstract. Purpose. Development of protective structure for building structures under the influence of high temperatures and studying its smoke-forming ability and toxicity. **Method.** In carrying out the research conducted an analytical review of major groups of protective agents that reduce the combustibility of wooden construction structures, gave an assessment of their technical characteristics, as well as in accordance with GOST 12.1.044-89 "OHSAS. Fire and

explosion of substances and materials. Nomenclature of indicators and methods for their determination", fire protection and sanitary-technical indicators of the developed protection coating are determined. **Results.** The authors developed a composition of flame-retardant coating that forms on a surface that "protects" a thin non-transparent layer that prevents inflammation and the spread of flame on a wooden structure. The selection of composition of fire protection composition was carried out according to the scheme "compound - the additive that is flowing - the filler". The basis of the coating is liquid glass, because it has such positive characteristics as accessibility, due to the manifestation of liquid glass adhesive properties - the ability to spontaneous hardening with the formation of artificial silica. Adding to the liquid glass such components as perlite, graphite and epoxy resin, taking into account their positive characteristics regarding the effect of high temperatures, allowed to obtain a new flame retardant composition. For firing tests, an installation was used to determine the coefficient of smoke formation of substances and materials. The essence of the test method was to determine the optical density of smoke that occurs during flame combustion or corrosion of the sample. Tests are conducted in two modes. In the mode of decay, for example, there is a heat flux with a surface density of 35 kW/m², and in the mode of flame combustion - the heat flow and the flame of the gas burner. The conducted studies on determining the smoke-forming ability have shown that the samples provided by the material "Mixture for the production of fireproof coating VPE-1", belong to materials with moderate smoke-forming ability D2. According to the results of the testing of the toxicity of combustion products, it turns out that the object of testing is a little dangerous to the class. **Scientific novelty.** Taking into account the theoretical preconditions, the choice of output components for a new fire protection composition has been carried out. **Practical meaningfulness.** A new non-flammable spillway structure has been developed that allows the transfer of combustible materials to a group of severely damaging substances and increases the protection of building structures against the effects of high temperatures. The developed protective composition received the patent of Ukraine for a useful model.

Keywords: fire; extinguishing flame retardants; fire protection of wood; smoke formation; toxicity

Постановка проблеми. Згідно зі статистичними даними, упродовж 9 місяців 2017 року в Україні в середньому виникало щодня до 260 пожеж, унаслідок яких гинуло п'ятеро і отримували травми четверо людей, вогнем знищувалося або пошкоджувалося 73 будівлі та 12 одиниць техніки. Щоденні економічні втрати від пожеж становлять суму 21 млн 669 тис. грн [2].

Одна з жахливих пожеж 2017 року відбулася в м. Одеса в ніч на 16 вересня – загорівся один із корпусів дитячого табору "Вікторія". Вогонь повністю знищив один із дерев'яних корпусів. У момент загоряння там перебували 42 дитини. Дітей евакуювали, однак трьох дівчаток урятувати не вдалося. Однією з головних причин пожежі вважається неякісне нанесення вогнезахисних композицій.

У зв'язку з цим цілком актуальним бачиться прагнення уникнути цього лиха за допомогою спеціальних заходів, вартість яких складає до 15 % повної вартості споруд та до 35 % вартості конструкцій, що підлягають вогнезахисту. Більш за все забезпечується пожежна безпека несних, горищних, огорожувальних конструкцій з деревини.

Мета статті. У науково-дослідній лабораторії кафедри безпеки життєдіяльності ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та

архітектури» ведуться роботи з підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій. На разі розроблено низку ефективних вогнезахисних речовин, які застосовуються нині на об'єктах народного господарства з метою зниження їх пожежної небезпеки.

Виклад матеріалу. В результаті проведених досліджень було визначено речовини захисного покриття для підвищення експлуатаційних властивостей дерев'яних конструкцій в осередку дії високих температур.

З урахуванням захисної здатності покриття та атмосферостійкості в суміш композиції було запропоновано ввести крім рідкого скла епоксидну смолу, що дозволило за високої вогнезахисній здатності покриття за дії високих температур (10–15 раз), підвищити атмосферостійкість в 1,5 раза.

Для визначення безпечного застосування покриття проведено дослідження із визначення димотвірної здатності та токсичності. Загальний вигляд установки наведено на рисунку 1.

Для випробувань використовували установку з визначення коефіцієнта димоутворення речовин та матеріалів згідно з п. 4.18 ГОСТ 12.1.044-89 (атестат № 18/25-16, термін дії атестата до 11.2018 року) [1].



Рис. 1. Установа для термогравіметричних досліджень ефективності вогнезахисту засобів для вогнезахисту деревини

Суть методу випробувань полягала у визначенні оптичної густини диму, який утворюється під час полуменевого горіння або тління зразка. Випробування проводять у двох режимах. У режимі тління на зразок діє тепловий потік поверхневою густиною 35 кВт/м^2 , а у режимі полуменевого горіння – тепловий потік та полум'я газового пального.

Коефіцієнт димоутворення (D_m) в $\text{м}^2/\text{кг}$ визначається за формулою [4; 5]:

$$D_m = \frac{V}{L_m} \cdot \ln \frac{T_0}{T_{\min}}, \quad (1)$$

де V – об'єм камери вимірювання, $0,52 \text{ м}^3$; L – шлях проходження проміння світла в диму, $0,8 \text{ м}$; m – маса зразка, кг ; $\frac{T_0}{T_{\min}}$ – відповідно значення початкового та кінцевого світлопропускання, %.

Результати випробувань із визначення коефіцієнта димоутворення згідно з п. 4.18 ГОСТ 12.1.044-89 зразків матеріалу «Суміш для виготовлення вогнезахисного покриття ВПЕ-1», наведено у таблиці 1.

Максимальна похибка вимірювання маси склала $\pm 0,001 \text{ г}$.

Середнє значення коефіцієнта димоутворення випробуваних зразків у режимі тління становить $193 \text{ м}^2/\text{кг}$, в режимі полуменевого горіння – $113 \text{ м}^2/\text{кг}$. На підставі п. 2.14.2 ГОСТ 12.1.044-89 надані зразки матеріалу «Суміш для виготовлення вогнезахисного покриття ВПЕ-1» належить

до матеріалів із помірною димотвірною здатністю Д2.

Показники токсичності полімерних матеріалів були визначені у Державному підприємстві «Український науково-дослідний інститут медицини транспорту» (ДП УкрНДІ МТ).

Таблиця 1
Результати випробувань із визначення коефіцієнта димоутворення

Номер зразка	Режим випробування	Маса зразка, кг	Світлопропускання, %		Коефіцієнт димоутворення (D_m) для кожного зразка, $\text{м}^2/\text{кг}$
			початковий	кінцевий	
1	Тління	0,002343	100	50	192,3
2		0,002361	100	48	202,1
3		0,002336	100	52	182,0
4		0,002357	100	49	196,7
5		0,002348	100	50	191,9
Середнє значення (округлено до цілого числа)					193
6	Горіння	0,002349	100	67	110,8
7		0,002352	100	66	114,8
8		0,002344	100	67	111,1
9		0,002337	100	68	107,3
10		0,002360	100	64	122,9
Середнє значення (округлено до цілого числа)					113

Згідно з п. 4.20 ГОСТ 12.1.044-89, програма робіт включала санітарно-хімічні та токсикологічні випробування досліджуваного об'єкта в двох температурних режимах: термоокиснювальної деструкції ($\approx 450 \text{ }^\circ\text{C}$) та полум'яного горіння ($\approx 750 \text{ }^\circ\text{C}$). Зразки кондиціювали згідно з вимогами у лабораторних умовах протягом 14 діб.

Результати санітарно-хімічних випробувань наведені у таблиці 2.

Таким чином, у процесі горіння об'єкта випробувань у повітрі експозиційної камери був визначений оксид вуглецю (II) та водень хлористий у концентраціях, що можуть викликати гостре отруєння експериментальних тварин, а також азоту оксиди (у перерахунку на оксид азоту (IV)), бензол, вуглець чотирехлористий, оксид вуглецю (IV), фенол і формальдегід. З визначених речовин бензол, водень хлористий, вуглець чотирехлористий, фенол і формальдегід належать до другого класу, всі інші речовини належать до третього та четвертого класів небезпеки.

Крім того, у ДП УкрНДІ МТ проведено токсикологічні випробування розроблених захисних покриттів.

Мета токсикологічних випробувань – визначення показника токсичності (H_{CL50}), який характеризується як відношення кількості матеріалу до одиниці об'єму

замкнутого простору, продукти горіння піддослідних тварин [3].
якого спричиняють загибель 50 %

Таблиця 2

Міграція компонентів під час моделювання умов горіння об'єкта випробувань

Компонент	Вміст в продуктах горіння, мг/г				Клас небезпеки за ГОСТ 12.1.007-76
	Результат вимірювання	Абсолютний довірчий інтервал (P = 0,95)	Результат вимірювання	Абсолютний довірчий інтервал (P = 0,95)	
Азоту оксиди (у перерахунку на оксид азоту (IV))	0,14	0,01	0,23	0,02	
Аміак	н.в.*	н.в.	н.в.	н.в.	
Бензол	2,4	0,2	0,9	0,1	
Водень хлористий	1,2	0,1	0,4	0,05	
Вуглець чотирихлористий	1,9	0,2	н.в.	н.в.	
Водень ціанистий	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	
Оксид вуглецю (IV)	460	68	680	70	
Оксид вуглецю (II)	19	2	44	3	
Стирол	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	
Сірчаний ангідрид	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	
Фенол	0,15	0,2	0,06	0,008	
Формальдегід	0,09	0,01	н.в.	н.в.	
Хлорбензол	1,7	0,2	н.в.	н.в.	
Втрата маси, %	74		81		

* н.в. – не визначено

У кожному температурному режимі знаходили ряд значень залежності загибелі тварин від відношення маси зразку до об'єму експозиційної камери, який використовували для розрахунку показника токсичності H_{CL50} за допомогою пробіт-аналізу. Масову частку карбоксигемоглобіну в крові лабораторних тварин визначали спектрофотометричним методом (ГОСТ 12.1.044-89).

Результати токсикологічних випробувань наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

Результати токсикологічних випробувань

Позначення температурного режиму випробування	450 ⁰ C	750 ⁰ C
	Результат випробування	Не досягнуто
	Н _{CL50} , г/м ³	61,5±3,1
	Н ₂ СО, %	-

За результатами проведених випробувань токсичності продуктів горіння виходить, що значення H_{CL50} не досягнуто за температура 450⁰C і максимальної насиченості простору випробувальної

установки 160 г/м³. Найменше значення H_{CL50} виявилось за температурного режиму 750⁰C і дорівнює 157,9 ± 9,8 г/м³. Тому значення H_{CL50} за температурному режиму 750⁰C використане для встановлення величини показника токсичності продуктів горіння. Згідно з класифікацією за п. 2.16.2 ГОСТ 12.1.044-89 об'єкт випробувань належить до класу малонебезпечних.

Висновок. На основі проведеного аналітичного огляду основних груп вогнезахисних засобів, що підвищують межу вогнестійкості дерев'яних будівельних конструкцій, розроблено новий вогнезахисний склад, який спучується на основі рідкого скла. Визначено вогнезахисні та санітарно-технічні властивості розробленого вогнезахисного покриття. Об'єкт випробувань належить до класу малонебезпечних, до матеріалів із помірною димотвірною здатністю Д2.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Корольченко А. Я. Средства огнезащиты : справочник / А. Я. Корольченко, О. Н. Корольченко. – Москва : Пожнаука, 2006. – 258 с.
2. Повышение огнестойкости деревянных строительных конструкций за счет снижения горючести древесины / А. С. Беликов, В. А. Шаломов, Е. Н. Корж, С. Ю. Рагимов // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. / Придн. гос. акад. стр-ва и архитектуры. – Днепр, 2017. – Вып. 98. – С. 38–45. – (Энергетика, экология, компьютерные технологии в строительстве).

3. Cadarin J. F. Influence of the section and of the insulation type on the equivalent time / Cadarin J. F., Perez Jimenez C., Franssen J. M // Proceedings of the 4th International Seminar on Fire and Explosion Hazards. University of Ulster. – 2006. – P. 547–557.
4. Dou H. S. Simulation of detonation wave propagation in rectangular duct using three dimensional WENO scheme / Dou H. S., Tsai H. U., Khoo B. Ch. // Combustion & Flame. – 2012. – V. 154. – P. 644-647.
5. Roitman V. M. Fire testing of Building Materials in View of the Moisture Factor / Roitman V. M. // First European Symposium of Fire Safety Science (Abstracts). – Zurich : Zurich ETH., 2005. – P. 135–136.

REFERENCES

1. Korolchenko A.Ya. and Korolchenko O.N. *Sredstva ognезashchity* [Means of fire protection]. Moskva: Pozhnauka, 2006, 258 p. (in Russian).
2. Belikov A.S., Shalomov V.A., Korzh E.M. and Ragimov S.Yu. *Povyshenie ognestojkosti derevyannykh stroitelnykh konstruksij za shhet snizheniya goryuchesti drevesiny* [Increase of fire resistance of wooden building structures due to reduction of flammability of wood]. *Energetika, ekologiya, komp'yuternye tekhnologii v stroitel'stve* [Energetics, ecology, computer technologies in construction]. *Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie* [Construction, materials science, mechanical engineering]. Pridnepr. gos. akad. str-va i arxitektury [Prydniprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipro, 2017, iss. 98, pp. 38-45. (in Russian).
3. Cadarin J.F., Perez Jimenez C. and Franssen J.M. *Influence of the section and of the insulation type on the equivalent time*. Proceedings of the 4th International Seminar on Fire and Explosion Hazards. University of Ulster, 2011, pp. 547–557.
4. Dou H.S., Tsai H.U. and Khoo B.Ch. *Simulation of detonation wave propagation in rectangular duct using three dimensional WENO scheme*. Combustion & Flame. 2012, vol. 154, pp. 644-647.
5. Roitman V.M. *Fire testing of Building Materials in View of the Moisture Factor*. First European Symposium of Fire Safety Science (Abstracts). Zurich: Zurich ETH, 2005, pp. 135–136.

Рецензент: Дерев'янюк В. М., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 20.09.2017 р.

Прийнята до друку: 27.09.2017 р.

УДК 519.816:658.264

РОЗВИТОК ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ТРУБЧАСТИМИ ГАЗОВИМИ НАГРІВАЧАМИ

ПРОДОВ В. Ф.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

ХАЦКЕВИЧ Ю. В.², *канд. техн. наук, доц.*,

ЧОРНОМОРЕЦЬ Г. Я.^{3*}, *канд. техн. наук, доц.*

¹Кафедра системного аналізу та моделювання у теплогазопостачанні, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (056) 756-34-06, e-mail: vfirodov@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-8772-9862

²Кафедра систем електропостачання, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», пр. Дмитра Яворницького, 19, Дніпро, 49600, Україна, тел. +380952251010, e-mail: yuliakhatskevych@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0593-2184

^{3*}Кафедра системного аналізу та моделювання у теплогазопостачанні, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (056) 756-34-06, e-mail: ChHYa@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-4964-5785

Анотація. *Постановка проблеми* – розвиток автономних систем теплопостачання, що зменшують капітальні витрати будівництва і підвищують ефективність використання енергетичних ресурсів. Один із напрямків вирішення цієї проблеми – використання трубчастих газових нагрівачів. Для цього треба розробляти нові технічні рішення теплопостачання з трубчастими газовими нагрівачами, а також необхідне науково-методичне забезпечення для розроблення, будівництва та експлуатації систем теплопостачання з трубчастими газовими нагрівачами. *Аналіз останніх досліджень.* Розглянуто попередні дослідження інфрачервоних трубчастих газових обігрівачів, які застосовувались для обігріву промислових підприємств із достатньо високими приміщеннями. При цьому не ставилось завдання поширити принципи теплопостачання за допомогою трубчастих нагрівачів для нагрівання повітря, води та опалюваного середовища відносно невисоких приміщень. *Мета статті* – показати розвиток технічних рішень теплопостачання з трубчастими газовими нагрівачами, які підвищують ефективність і надійність систем теплопостачання і поширюють застосування трубчастих газових нагрівачів. *Результати.* Технічні рішення з трубчастими газовими нагрівачами дозволили поширити їх застосування для нагрівання повітря, води та опалюваного середовища відносно невисоких приміщень. *Наукова новизна.* Нові технічні рішення теплопостачання з трубчастими газовими нагрівачами підвищують ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів за невисоких капітальних витрат. *Практична значимість.* Технічні рішення теплопостачання, які використовують трубчасті газові нагрівачі, мають можливості широкого застосування промислових, громадських і житлових об'єктів. *Висновки.* Протягом двох десятиріч розроблено нові технічні рішення з трубчастими газовими нагрівачами, які підвищують ефективність і надійність систем теплопостачання і можуть широко використовуватися для автономного теплопостачання.

Ключові слова: теплопостачання; трубчасті газові нагрівачі; технічні рішення

РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ТРУБЧАТЫМИ ГАЗОВЫМИ НАГРЕВАТЕЛЯМИ

ПРОДОВ В. Ф.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

ХАЦКЕВИЧ Ю. В.², *канд. техн. наук, доц.*,

ЧЕРНОМОРЕЦЬ Г. Я.^{3*}, *канд. техн. наук, доц.*

¹Кафедра системного анализа и моделирования в теплогазоснабжении, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (056) 756-34-06, e-mail: vfirodov@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-8772-9862

²Кафедра систем электроснабжения, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», пр. Дмитрия Яворницького, 19, г. Днепро, 49600, Украина, тел. +380952251010, e-mail: yuliakhatskevych@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0593-2184

^{3*}Кафедра системного анализа и моделирования в теплогазоснабжении, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (056) 756-34-06, e-mail: ChHYa@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-4964-5785

Аннотация. *Постановка проблемы* – развитие автономных систем теплоснабжения, которые уменьшают капитальные затраты строительства и повышают эффективность использования энергетических ресурсов. Одно из направлений решения этой проблемы – использование трубчатых газовых нагревателей. Для этого нужно разрабатывать новые технические решения теплоснабжения с трубчатыми газовыми нагревателями, а также необходимо научно-методическое обеспечение для разработки, строительства и эксплуатации систем теплоснабжения с трубчатыми газовыми нагревателями. *Анализ последних исследований.* Рассмотрены предварительные исследования инфракрасных трубчатых газовых обогревателей,

которые применялись для обогрева промышленных предприятий с достаточно высокими помещениями. При этом ставилась задача распространить принципы теплоснабжения с помощью трубчатых нагревателей для нагрева воздуха, воды и отопительной среды относительно невысоких помещений. **Цель и задачи.** Выложить развитие технических решений теплоснабжения с трубчатыми газовыми нагревателями, которые повышают эффективность и надежность систем теплоснабжения и распространяют применение трубчатых газовых нагревателей в теплоснабжении. **Результаты.** Технические решения теплоснабжения с трубчатыми газовыми нагревателями позволили распространить их применение для нагрева воздуха, воды и отопительной среды относительно невысоких помещений. **Научная новизна.** Новые технические решения теплоснабжения с трубчатыми газовыми нагревателями повышают эффективность использования топливно-энергетических ресурсов при невысоких капитальных затратах. **Практическая значимость.** Технические решения теплоснабжения, использующие трубчатые нагреватели, имеют возможности широкого применения в теплоснабжении промышленных, общественных и жилых объектов. **Выводы.** В течение двух десятилетий разработаны новые технические решения теплоснабжения с трубчатыми газовыми нагревателями, которые повышают эффективность и надежность систем теплоснабжения и могут широко использоваться для автономного теплоснабжения.

Ключевые слова: теплоснабжение; трубчатые газовые нагреватели; технические решения

DEVELOPMENT OF TECHNICAL DECISIONS FOR HEAT SUPPLY WITH TUBULAR GAS HEATERS

IRODOV V. F.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
KHATSKEVYCH Yu. V.², *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
CHORNOMORETS H. Y.^{3*}, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*

¹Department of System Analysis and Modeling in Heat and Gas Supply, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», Chernishevskogo str., 24-A, Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-06, e-mail: vfirodov@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-8772-9862

²Department of power supply system, State Higher Educational Establishment «National Mining University», D. Yavornytskogo prospect, 19, Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +380952251010, e-mail: yuliakhatskevych@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0593-2184

^{3*}Department of System Analysis and Modeling in Heat and Gas Supply, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», Chernishevskogo str., 24-A, Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-06, e-mail: ChHYa@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-4964-5785

Annotation. Problems formulation. The problem that is solved is the development of autonomous heat supply systems that reduce the capital costs of construction and increase the efficiency of the use of energy resources. One of the ways to solve this problem is the use of tubular gas heaters. For this, it is necessary to develop new technical solutions for heat supply with tubular gas heaters, as well as scientific and methodological support for the development, construction and operation of heat supply systems with tubular gas heaters. **Analysis of recent research.** Preliminary studies of infrared tubular gas heaters are considered, which were used to heat industrial enterprises with sufficiently high premises. The task was to extend the principles of heat supply by means of tubular heaters for heating air, water and heating medium in relatively low rooms. **Goal and tasks.** To lay out the development of technical solutions for heat supply with tubular gas heaters, which increase the efficiency and reliability of heat supply systems and extend the use of tubular gas heaters in heat supply. **Results.** Technical solutions for heat supply with tubular gas heaters have made it possible to extend their applications for heating air, water and heating medium in relatively low rooms. **Scientific novelty.** New technical solutions for heat supply with tubular gas heaters increase the efficiency of using fuel and energy resources at low capital costs. **Practical significance.** Technical solutions for heat supply using tubular heaters have the potential for wide application in the heat supply of industrial, public and residential facilities. **Conclusions.** For two decades, new technical solutions for heat supply with tubular gas heaters have been developed, which increase the efficiency and reliability of heat supply systems and can be widely used for autonomous heating.

Keywords: heating; tube gas heaters; technical decisions

Постановка проблеми. Необхідний розвиток автономних систем теплопостачання, які зменшують капітальні витрати будівництва і підвищують ефективність використання енергетичних ресурсів. Один із напрямків вирішення цієї проблеми – використання трубчастих газових нагрівачів. Для цього необхідно розробляти нові технічні рішення теплопостачання з трубчастими газовими

нагрівачами, а також необхідне науково-методичне забезпечення для розроблення, будівництва та експлуатації систем теплопостачання з трубчастими газовими нагрівачами.

Аналіз публікацій. Досліджено інфрачервоні трубчасті газові обігрівачі, які застосовувались для обігріву промислових підприємств із достатньо високими

приміщеннями [1]. При цьому не ставилось завдання поширити принципи теплопостачання за допомогою трубчастих нагрівачів для нагрівання повітря, води та опалюваного середовища відносно невисоких приміщень.

Мета статті – показати розвиток технічних рішень теплопостачання з трубчастими газовими нагрівачами, які підвищують ефективність і надійність систем теплопостачання і поширюють застосування трубчастих газових нагрівачів.

Виклад основного матеріалу. Розроблено технічні рішення теплопостачання з трубчастими газовими нагрівачами різноманітних конструкцій [2–10], у тому числі для нагрівання повітря [3–5], води [9], у будівельній конструкції [10], системи з рециркуляцією [7] та інші. Схеми різних видів систем теплопостачання з трубчастими нагрівачами наведено на рисунках 1 – 11.

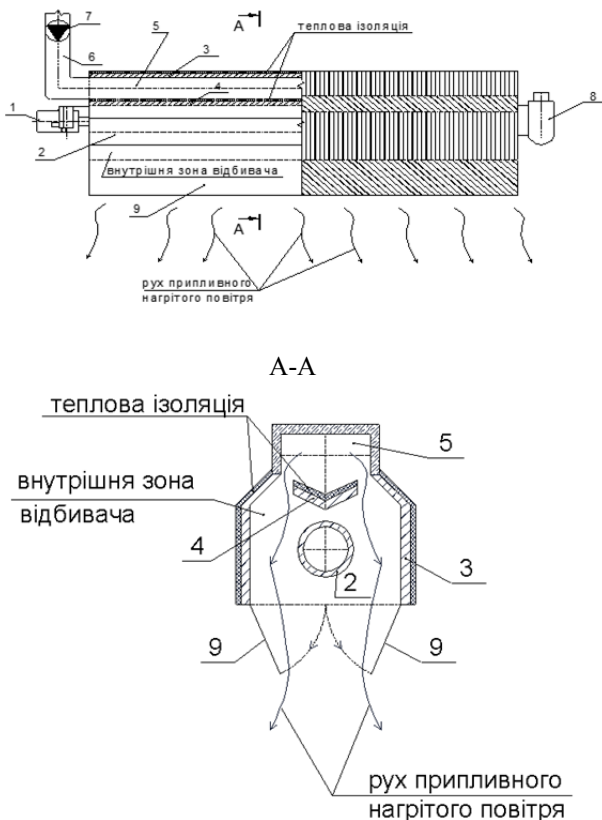


Рис.1. Схема газового трубчастого нагрівача з розподіленою організованою подачею припливного повітря. Розріз A-A /

Diagram of a gas tube heater with a distributed, organized supply of inflow air. Section A-A:

- 1 – газовий пальник; 2 – трубчастий нагрівач;
- 3 – основний відбивач теплового випромінювання;
- 4 – додатковий відбивач теплового випромінювання;
- 5 – розподільчий повітряний канал; 6 – повітропровід

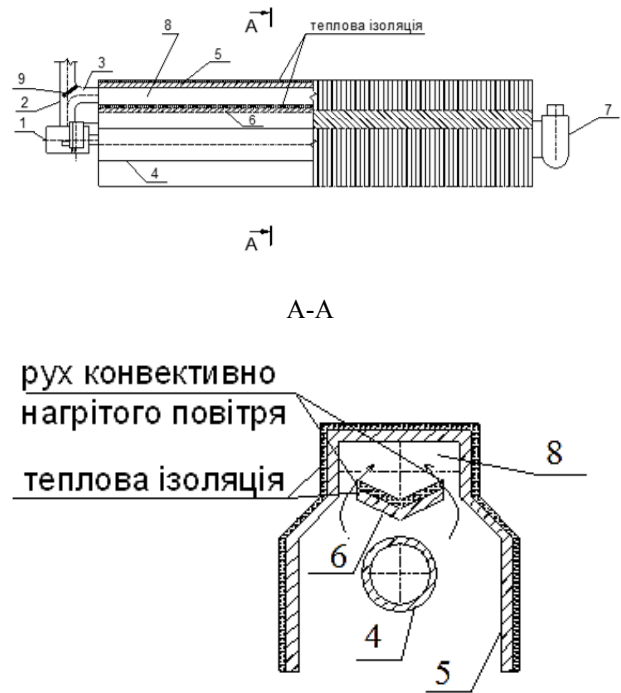


Рис.2. Схема газового трубчастого нагрівача з розподіленою організованою подачею підігрітого повітря на газовий пальник. Розріз A-A / Diagram of a gas tube heater with a distributed, organized supply of heated air to a gas burner. Section A-A:

- 1 – газовий пальник; 2 – патрубок забору свіжого повітря; 3 – додатковий патрубок для подачі нагрітого повітря; 4 – трубчастий випромінювач; 5 – основний відбивач променистого випромінювання; 6 – додатковий відбивач променистого випромінювання поверхневою ізоляцією; 7 – витяжний вентилятор; 8 – повітропровід; 9 – регулювальний пристрій

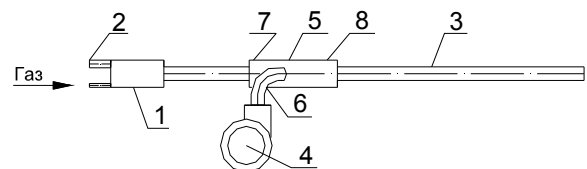


Рис. 3. Трубчастий газовий нагрівач з ежектором після початкової ділянки / Tube gas heater with ejector after the initial plot: 1 – газовий пальник; 2 – подача повітря; 3 – основна ділянка трубчастого нагрівача; 4 – припливний вентилятор повітря; 5 – ежектор; 6 – патрубок для активного середовища ежектора; 7 – патрубок для пасивного середовища ежектора; 8 – вихідний патрубок ежектора

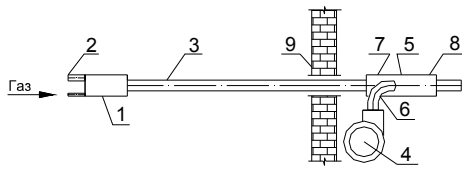


Рис.4. Трубчастий нагрівач з ежектором та забором повітря для припливного вентилятора зовні /Tube heater with ejector and air outlet for exhaust fan:

1 – газовий пальник; 2 – подача повітря; 3 – основна ділянка трубчастого нагрівача; 4 – припливний вентилятор повітря; 5 – ежектор; 6 – патрубок для активного середовища ежектора; 7 – патрубок для пасивного середовища ежектора; 8 – вихідний патрубок ежектора; 9 – огорожувальна конструкція простору теплиці

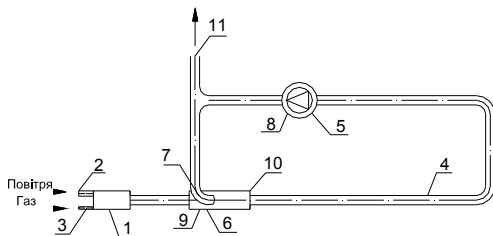


Рис.5. Трубчастий газовий нагрівач з рециркуляцією теплоносія / Tube gas heater with coolant recirculation:

1 – газовий пальник; 2,3 – патрубки подачі повітря та газу, 4 – основна ділянка трубчастого нагрівача; 5 – вентилятор; 6 – ежектор; 7 – патрубок ежектора для активного середовища; 8 – вихідний патрубок вентилятора; 9 – патрубок ежектора для пасивного середовища; 10 – вихідний патрубок ежектора; 11 – труба для виходу димових газів

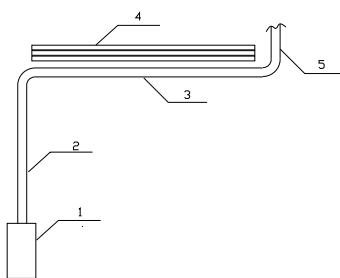


Рис.6. Схема трубчастого газового нагрівача з природним рухом теплоносія / Diagram of a tube gas heater with a natural movement coolant:

1 – газовий пальник; 2 – ділянка підйому з передачею тепла в опалюваний простір; 3 – основна ділянка нагрівача; 4 – відбивач випромінювання; 5 – ділянка видалення відпрацьованої суміші зовні

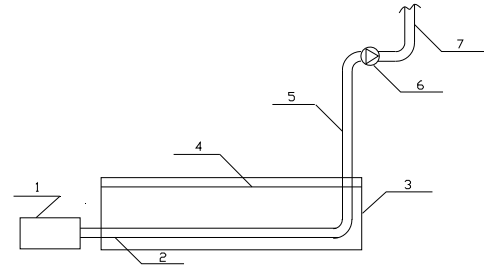


Рис.7. Трубчастий газовий нагрівач типу «повітря-вода» /Tube gas heater type "air-water":

1 – газовий пальник; 2 – трубчастий нагрівач у водяному об'ємі; 3 – водяний об'єм; 4 – вільна поверхня водяного об'єму; 5 – ділянка підйому нагрівача; 6 – витяжний вентилятор; 7 – ділянка видалення продуктів згорання

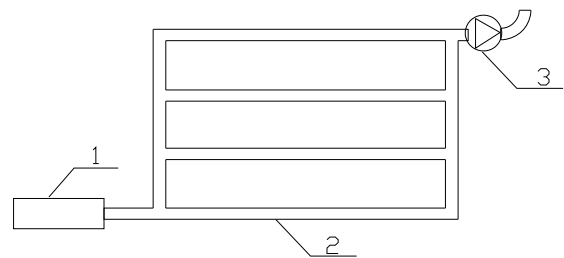


Рис.8. Принципова схема системи повітряного теплопостачання з трубчастими газовими нагрівачами та декількома контурами без рециркуляції / Principle diagram of air heating system with tubular gas heaters and multiple circuits without recirculation:

1 – газовий пальник; 2 – багатоконтурний повітряний нагрівач; 3 – витяжний вентилятор

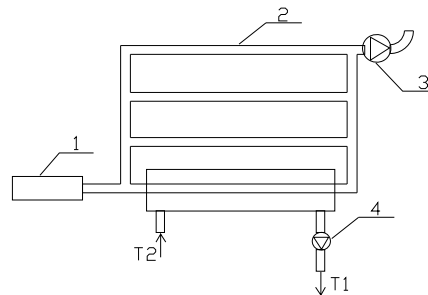


Рис.9. Принципова схема повітряно-водяної системи теплопостачання з трубчастими газовими нагрівачами / Principal scheme of air-water supply system with tube gas heaters:

1 – газовий пальник; 2 – багатоконтурний повітряний нагрівач; 3 – витяжний вентилятор; 4 – циркуляційний насос водяної частини системи теплопостачання;

T1 – трубопровід подачі водяного теплоносія; T2 – зворотний трубопровід

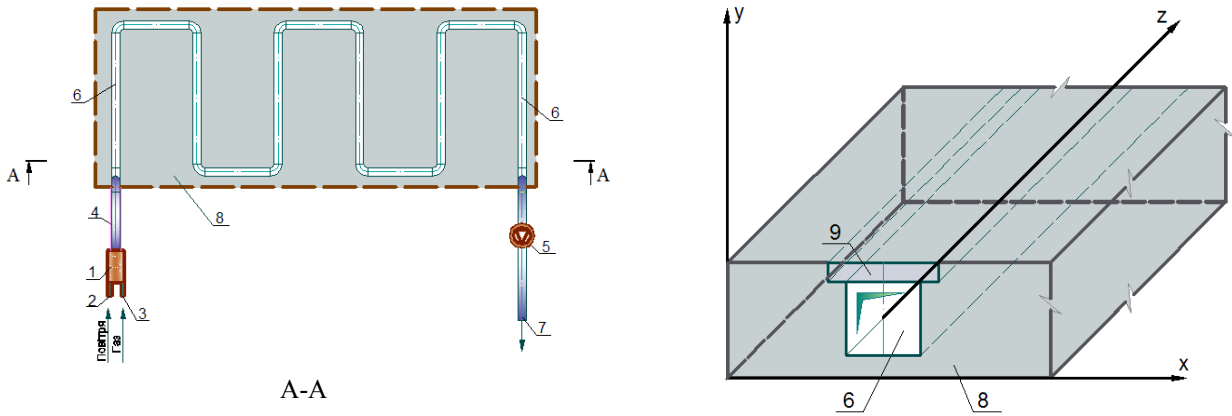


Рис.10. Автономна система теплопостачання з трубчастими газовими нагрівачами, розташованими у будівельних конструкціях /Autonomous heat supply system with tube gas heaters located in building structures:
 1 – газовий паливник; 2 – патрубок подачі повітря; 3 – патрубок подачі газу;
 4 – початкова ділянка лінійного нагрівача в теплоізоляції; 5 – витяжний вентилятор; 6 – канали газоповітряної суміші;
 7 – патрубок відведення газоповітряної суміші; 8 – бетон; 9 – бетонна пластина

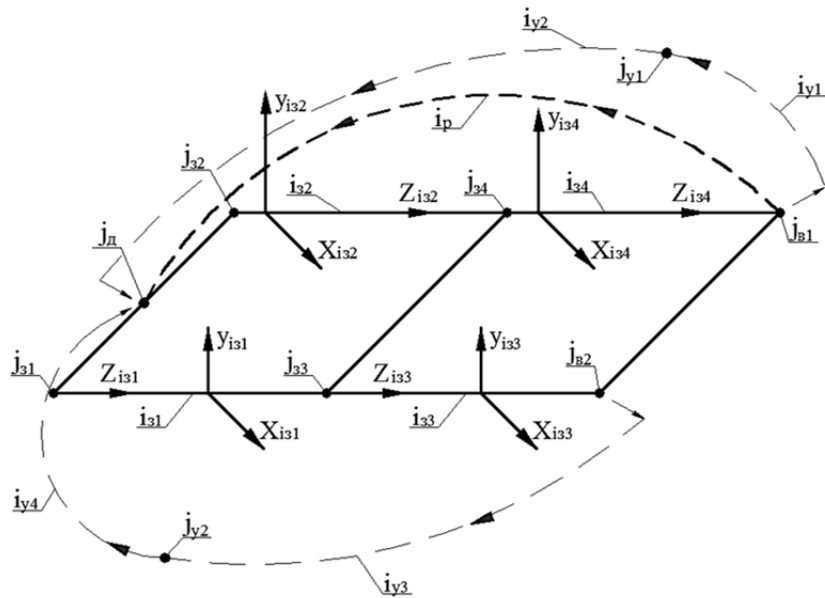


Рис.11. Система повітряного (газоповітряного) теплопостачання з трубчастими газовими нагрівачами, розташованими у будівельних конструкціях: /Air (gas) heating system with tube gas heaters located in structures: x_i та y_i – координати у перетині будівельної конструкції; z_i – координата по довжині нагрівача;
 j_0 – вузол джерела; j_s – вузол з'єднань; j_e – вузол витоків; j_y – вузол умовної ділянки; i_s – ділянка з'єднань;
 i_y – умовна ділянка; i_p – ділянка рециркуляції.

Аналіз корисних властивостей технічних рішень систем теплопостачання з трубчастими нагрівачами наведено в таблиці.

Таблиця 1

Аналіз корисних властивостей технічних рішень

Технічне рішення	Корисні властивості			
	Підвищення коефіцієнта корисної дії	Зменшення капітальних витрат	Підвищення надійності	Можливості ширшого застосування
Трубчастий нагрівач з ежектором		+	+	+
Трубчастий нагрівач з ежектором та вентилятором зовні			+	+
Трубчастий нагрівач з рециркуляцією теплоносія	+			+
Трубчастий нагрівач з природнім рухом теплоносія		+	+	
Трубчастий нагрівач типу «повітря–вода»		+		+
Система повітряно-водяного тепlopостачання	+	+		+
Система тепlopостачання з трубчастими нагрівачами у будівельних конструкціях		+	+	+

Висновок. Розроблено нові технічні рішення тепlopостачання з трубчастими газовими нагрівачами, які підвищують ефективність і надійність систем тепlopостачання і можуть широко використовуватися для автономного тепlopостачання та мають можливість широкого застосування у тепlopостачанні промислових, громадських і житлових об'єктів.

Нові технічні рішення тепlopостачання з трубчастими газовими нагрівачами підвищують ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів за невисоких капітальних витрат. Системи тепlopостачання з трубчастими газовими нагрівачами дозволили поширити їх застосування для нагрівання повітря, води та опалюваного середовища відносно невисоких приміщень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Болотских Н. Н. Энергоэффективная система инфракрасного обогрева производственных помещений с большими внутренними площадями / Н. Н. Болотских // Науковий вісник будівництва : зб. наук. пр. / Харків. нац. ун-т буд-ва та архітектури. – Харків, 2012. – Вип. 69. – С. 361–371.
2. Пристрій для газового опалення : пат. 63793 Україна (UA) : МПК F24D 10/00 ; F24D 15/00 ; F24C 15/00 / К. В. Дудкін, В. Ф. Іродов, Г. Я. Чорноморець (Україна) ; заявник та патентовласник Придніпр. держ. акад. буд-ва та архітектури. – № u 201102224 ; заявл. 25.02.2011 ; опубл. 25.10.2011 ; Бюл. № 20. – 4 с.
3. Пристрій для променевого обігріву та нагрівання повітря : пат. 61594 Україна (UA), МПК F24D 10/00, F24C 15/00 / В. Ф. Іродов, Д. Є. Осетянська, Ю. В. Хацкевич ; заявник та патентовласник Придніпр. держ. акад. буд-ва та архітектури. – № u 201015435 ; заявл. 20.12.2010 ; опубл. 25.07.2011 ; Бюл. № 14. – 4 с.
4. Пристрій для променевого обігріву та нагрівання повітря : пат. 83403 Україна (UA) : МПК F24D 10/00 ; F24D 15/00 ; F24C 15/00 / К. В. Дудкін, В. Ф. Іродов, А. А. Чорнойван, Г. Я. Чорноморець (Україна) ; заявники та патентовласники К. В. Дудкін, В. Ф. Іродов, А. А. Чорнойван, Г. Я. Чорноморець (Україна). – № u201302535 ; заявл. 28.02.2013 ; опубл. 10.09.2013. Бюл. № 17. – 4 с.
5. Пристрій для променевого обігріву та нагрівання повітря : пат. 92674 Україна (UA), МПК F24D 10/00, F24D 15/00, F24C 15/00 / Р. В. Барсук, В. Ф. Іродов, А. А. Чорнойван (Україна) ; заявники та патентовласники Р. В. Барсук, В. Ф. Іродов, А. А. Чорнойван (Україна). – № u201403524 ; заявл. 07.04.2014 ; опубл. 26.08.2014 ; Бюл. № 16. – 4 с.
6. Променивий нагрівач : пат. 59891 Україна (UA) : МПК F24D 15/00, F24C 15/00 / В. Ф. Іродов, Д. Є. Осетянська, Ю. В. Хацкевич (Україна) ; заявник та патентовласник Придніпр. держ. акад. буд-ва та архітектури (Україна). – № u201010626 ; заявл. 02.09.10 ; опубл. 10.06.11 ; Бюл. № 11. – 4 с.
7. Система повітряно-променевого опалення : пат. 83475 Україна (UA) : МПК F24D 10/00 ; F24D 15/00 / К. В. Дудкін, В. Ф. Іродов, В. В. Ткачова, Г. Я. Чорноморець (Україна) ; заявники та патентовласники

- К. В. Дудкін, В. Ф. Іродов, В. В. Ткачова, Г. Я. Чорноморець (Україна). – № u201304161 ; заявл. 03.04.2013 ; опубл. 10.09.2013 ; Бюл. № 17. – 4 с.
8. Спосіб виміру швидкості та витрат високотемпературного газоповітряного потоку : пат. 110275 Україна (UA) : МПК G01P 5/00, G01D 9/00 / Р. В. Барсук, А. А. Чорнойван (Україна) ; заявники та патентовласники Р. В. Барсук, А. А. Чорнойван (Україна). – № u201513124 ; заявл. 31.12.2015 ; опубл. 10.10.2016 ; Бюл. № 19. – 4 с.
9. Трубчастий нагрівач : пат. 63797 Україна (UA) : МПК F24H 1/28 ; F22B 7/00 ; F24C 15/32 / К. В. Дудкін, В. Ф. Іродов, Ю. В. Бобир (Україна) ; заявник та патентовласник Придніпр. держ. акад. буд-ва та архітектури (Україна). – № u201102249 ; заявл. 25.02.2011 ; опубл. 25.10.2011 ; Бюл. № 20. – 4 с.
10. Чорноморець Г. Я. Математичне моделювання трубчастих газових нагрівачів, розташованих у будівельних конструкціях / Г. Я. Чорноморець, В. Ф. Іродов // Науковий вісник будівництва : зб. наук. пр. / Харків. нац. ун-т буд-ва та архітектури. – Харків, 2012. – Вип. 68. – С. 395–399.

REFERENCES

1. Bolockix N.N. Energoeffektivnaya sistema infrakrasnogo obogreva proizvodstvennykh pomeshhenij s bol'shimi vnutrennimi ploshhadyami [Energy-efficient infrared heating of production facilities with large inner area]. *Naukovyi visnyk budivnytstva* [Scientific Bulletin of Construction]. Kharkiv. nats. un-t bud-va ta arkhitektury [Kharkiv National University of Construction and Architecture]. Kharkiv, 2012, iss. 69, pp. 361–371.
2. Dudkin K.V., Irodov V.F. and Chornomorets H.Ya. *Prystirii dlia hazovoho opalennia: pat. 63793 Ukraina (UA), MPK F24D 10/00* [Device for gas heating : pat. 63793 Ukraine (UA), Patent National Classification F24D 10/00]. Prydnipr. akad. bud-va i arhitektury [Prydniprov'ska Academy of Civil Engineering and Architecture]. No. 02070772, 2011. (in Ukrainian)
3. Irodov V.F., Osetianska D.Ye. and Khatskevych Yu.V. *Prystirii dlia promenevoho obihrivu ta nahrivannia povitria: pat. 61594 Ukraina (UA), MPK F24D 10/00, F24C 15/00* [Device for radiant heating and air heating : pat. 61594 Ukraine (UA), Patent National Classification F24D 10/00, F24C 15/00]. Prydnipr. akad. bud-va i arhitektury [Prydniprov'ska Academy of Civil Engineering and Architecture]. No. u02070772, 2011. (in Ukrainian)
4. Dudkin K.V., Irodov V.F., Chornoivan A.A. and Chornomorets H.Ya. *Prystirii dlia promenevoho obihrivu ta nahrivannia povitria: pat. 83403 Ukraina (UA), MPK F24D 10/00* [Device for radiant heating and air heating : pat. 83403 Ukraine (UA), Patent National Classification F24D 10/00]. No. u201302556, 2013. (in Ukrainian)
5. Barsuk R.V., Irodov V.F. and Chornoivan A.A. *Prystirii dlia promenevoho obihrivu ta nahrivannia povitria : pat. 92674 Ukraina (UA), MPK F24D 10/00, F24D 15/00, F24S 15/00* [Device for radiant heating and air heating : pat. 92674 Ukraine (UA), Patent National Classification F24D 10/00, F24D 15/00, F24S 15/00]. No. u201403524; 2014. (in Ukrainian)
6. Irodov V.F., Osetianska D.Ye. and Khatskevych Yu.V. *Promenevyi nahrivach : pat. 59891 Ukraina (UA), MPK F24D 15/00, F24C 15/00* [Radiation heater : pat. 59891 Ukraine (UA), Patent National Classification F24D 15/00, F24C 15/00]. Irodov V.F., Osetianska D.Ye. and Khatskevych Yu.V. No. 02070772, 2011. (in Ukrainian)
7. Dudkin K.V., Irodov V.F., Tkacheva V.V. and Chornomorets H.Ya. *Systema povitryano-promenevoho opalennia : pat. 83475 Ukraina (UA), MPK F24D 10/00* [Air-radiant heating system : pat. 83475 Ukraine (UA), Patent National Classification F24D 10/00]. Dudkin K.V., Irodov V.F., Tkacheva V.V. and Chornomorets H.Ya. No. u201304161, 2013. (in Ukrainian)
8. Barsuk R.V. and Chornoivan A.A. *Sposib vymiru shvydkosti ta vytrat vysokotemperaturnogo gazopovitriannogo potoku: pat. 110275 Ukraina (UA), MPK G01P 5/00, G01D 9/00* [The method of measuring the speed and cost of high-gas flow : pat. 110275 Ukraine (UA), Patent National Classification G01P 5/00, G01D 9/00]. 2016. (in Ukrainian)
9. Dudkin K.V., Irodov V.F. and Bobyr Yu.V. *Trubchastyi nahrivach: pat. 63797 Ukraina (UA), MPK F24C 15/32* [Tubular heater : pat. 63797 Ukraine (UA), Patent National Classification F24C 15/32]. Prydnipr. akad. bud-va i arhitektury [Prydniprov'ska Academy of Civil Engineering and Architecture]. No. 02070772, 2011. (in Ukrainian)
10. Chornomorets H.Ya. and Irodov V.F. *Matematychni modeliuvannia trubchastykh hazovykh nahrivachiv, roztashovanykh u budivelnykh konstruktsiakh* [Mathematical modeling tube gas heaters located in building structures]. *Naukovyj visnyk budivnytstva* [Scientific Bulletin construction]. Kharkiv. nats. un-t bud-va ta arkhitektury [Kharkiv National University of Construction and Architecture]. Kharkiv, 2012, iss. 68, pp. 395–399. (in Ukrainian).

Рецензент: Дерев'яно В. М., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 12.09.2017 р.

Прийнята до друку: 26.09.2017 р.

УДК 658.5

ВИЗНАЧЕННЯ РІЗНОМАНІТНОСТІ СТАНІВ РОБОТИ У ПРОЦЕСІ ЇЇ ВИКОНАННЯ

ТКАЧ Т. В.^{1*}, асист.,
МЛОДЕЦЬКИЙ В. Р.^{2*}, канд. техн. наук, проф.,
ЗАЯЦЬ Є. І.^{3*}, канд. техн. наук, доц.,
МАРТИШ О. О.^{4*}, канд. техн. наук, доц.

^{1*}Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: taisiatkach@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9433-7514

^{2*}Кафедра менеджменту, управління проектами і логістики, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (056) 342-20-24, e-mail: v.mlodecki@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0871-2128

^{3*}Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

^{4*}Кафедра планування і організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: martysh_oleksandr@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8864-2555

Анотація. Постановка проблеми. Реалізація планів супроводжується наростанням невизначеності стану виробничої системи, яка значною мірою залежить від організаційно-технологічних рішень, закладених у календарний план на стадії його розроблення. Визначення змін різноманітності станів системи по етапах реалізації плану дозволить окреслити ймовірні кризові періоди і завчасно до них підготуватись системі управління. У відповідності з цим, дослідження у галузі удосконалення методології розроблення календарних планів у напрямку розширення факторів, за якими здійснюється оцінювання його реалізованості, зумовлюють *актуальність* статті, *мета якої* – визначення впливу організаційно-технологічних рішень календарного плану на появу параметричних відмов окремої роботи. **Висновок.** Розроблена методика розрахунку динаміки різноманітності можливих станів у процесі виконання окремої роботи дозволяє відслідковувати інтенсивність наростання невизначеності стану системи по етапах реалізації календарного плану.

Ключові слова: календарне планування; організаційно-технологічна надійність; інтенсивність робіт; невизначеність; реалізованість

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗНООБРАЗИЯ СОСТОЯНИЯ РАБОТЫ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЯ

ТКАЧ Т. В.^{1*}, асист.,
МЛОДЕЦЬКИЙ В. Р.^{2*}, канд. техн. наук, проф.,
ЗАЯЦЬ Є. І.^{3*}, канд. техн. наук, доц.,
МАРТЫШ А. А.^{4*}, канд. техн. наук, доц.

^{1*}Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: taisiatkach@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9433-7514

^{2*}Кафедра менеджмента, управления проектами и логистики, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (050) 342-20-24, e-mail: v.mlodecki@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0871-2128

^{3*}Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

^{4*}Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: martysh_oleksandr@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8864-2555

Аннотация. Постановка проблемы. Реализация планов сопровождается нарастанием неопределенности состояния производственной системы, которая в значительной степени зависит от организационно-технологических решений, заложенных в календарный план на стадии его разработки. Определение изменений разнообразия состояния системы по этапам реализации плана позволит очертить возможные кризисные периоды и заблаговременно к ним подготовиться системе управления. В соответствии с этим, исследования в области совершенствования методологии разработки календарных планов в направлении расширения факторов, по которым осуществляется оценка его реализуемости, обуславливают актуальность данной работы. **Цель**

статті – определить влияние организационно-технологических решений календарного плана на появление параметрических отказов отдельной работы. **Вывод.** Разработанная методика расчета динамики разнообразия возможных состояний в процессе выполнения отдельной работы позволяет отслеживать интенсивность нарастания неопределенности состояния системы по этапам реализации календарного плана.

Ключевые слова: календарное планирование; организационно-технологическая надежность; интенсивность работ; неопределенность; реализуемость

DETERMINATION OF DIVERSITY OF THE WORKSTATUSES IN THE IMPLEMENTATION PROCESS

TKACH T. V.^{1*}, *Ass.*,
MLODETSKYI V. R.^{2*}, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
ZAIATS Ye. I.^{3*}, *Dr. Sc. (Tech.), Ass.-prof.*,
MARTYSH O. O.^{4*}, *Cand. Sc. (Tech.), Ass.-prof.*

^{1*}Department of planning and organization of production, State Higher Educational Establishment «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: taisiatkach@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9433-7514

^{2*}Department of management, project management and logistic, State Higher Educational Establishment «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 342-20-24, e-mail: v.mlodecki@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0871-2128

^{3*}Department of planning and organization of production, State Higher Educational Establishment «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

^{4*}Department of planning and organization of production, State Higher Educational Establishment «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: martysh_oleksandr@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8864-2555

Abstract. Raising of problem. Implementation of the plans is accompanied by an increase in the uncertainty of the state of the production system, which largely depends on the organizational and technological decisions laid down in the calendar plan at the stage of its development. Determining the changes in the diversity of the system statuses, in terms of the implementation stages of the plan, will allow to outline the likely crisis periods and to prepare for them in advance. In accordance with this, research in the field of improving of the methodology for developing the calendar plans in order to expand of the factors on which its feasibility is assessed, determines the relevance of this work. **Purpose of the article.** To determine the impact of organizational and technological decisions of the calendar plan on the appearance of parametric failures of a separate work. **Conclusion.** A methodology for calculating the dynamics of the diversity of possible statuses the process of the executing of a separate work, to monitor the intensity of the increase in the uncertainty of the system status by the stages of the implementation of the calendar plan.

Keywords: scheduling plan; organizational and technological reliability; intensity of work; uncertainty; feasibility

Постановка проблеми. Сучасні методи організації та планування, які застосовуються для розроблення календарних планів у будівництві, в цілому забезпечують можливість їх виконання за факторами ресурсної, фінансової, організаційно-технологічної реалізованості. У такому стані потреби плану в різних видах ресурсів вважаються збалансованими з можливостями їх отримання, як по строках, так і за обсягами. Але при цьому мають місце непоодинокі випадки, коли планові показники і реально досягнені мають помітну негативну розбіжність, це значною мірою пов'язано з проблемами, які виникають під час реалізації планів і які, на етапах їх розробки, ніяк не визначались. Це – наслідок того, що залишається поза увагою такий важливий

процес як оцінювання особливостей управління на етапах виконання планових завдань.

Аналіз публікацій. Реалізація планів супроводжується наростанням невизначеності стану виробничої системи, яка значною мірою залежить від організаційно-технологічних рішень, закладених у календарний план на стадії його розроблення. Визначення змін різноманітності станів системи по етапах реалізації плану дозволить окреслити ймовірні кризові періоди і завчасно до них підготуватись системі управління. У відповідності з цим, дослідження у галузі удосконалення методології розроблення календарних планів у напрямку розширення факторів, за якими здійснюється оцінювання

його реалізованості, зумовлюють актуальність цієї роботи.

Мета статті – визначення впливу організаційно-технологічних рішень календарного плану на появу параметричних відмов окремої роботи; розроблення методики розрахунку динаміки різноманітності можливих станів у процесі виконання окремої роботи; відслідковування інтенсивності наростання невизначеності стану системи по етапах реалізації календарного плану.

Виклад матеріалу. Врахування фактора невизначеності у розробленні календарних планів значно ускладнює цей процес, але, у той же час, наближає його до реальних умов, роблячи його більше достовірним. Якщо календарний план розробляється на детермінованій основі, то вочевидь усі строки виконання як окремої роботи, так і системи робіт є однозначно визначеними і наближеними до оптимістичного значення, що значною мірою зумовлює суттєву розбіжність між плановими і реальними значеннями параметрів плану.

Більш складна ситуація має місце, коли календарний план розробляється з урахуванням імовірнісних зовнішніх та внутрішніх впливових факторів, які у сукупності спричиняють непередбачені, на етапі розроблення плану, затримки – це несвоєчасні поставки матеріалів, погодні умови, інші організаційно-технологічні причини.

Вочевидь, що на етапі розроблення календарного плану заздалегідь передбачити появу всіх цих випадкових факторів неможливо, однак необхідно оцінити їх вплив по етапах реалізації плану. Це дасть можливість у процесі виконання робіт заздалегідь визначити періоди, коли найбільш вірогідні прояви негативних ситуацій у плані виконання робіт.

Існуючі методики дозволяють урахувати під час розроблення календарних планів імовірність завершення робіт у планові строки і досягнення розрахункових показників ефективності. Але такий підхід мало в чому відрізняється від детермінованого тому, що він також

однозначний, тільки додатково вказується ймовірність виконання робіт до зазначеного строку.

Більш повна картина буде мати місце, коли визначити накопичування невизначеності у процесі виконання як окремої роботи, так і плану в цілому. У цьому разі можна буде розрахувати динаміку зміни невизначеності стану виробничої системи по окремих етапах виконання плану з урахуванням закладених у ньому організаційно-технологічних рішень, а також змінюючи ці організаційно-технологічні рішення впливати на невизначеність системи, яка утворюється у процесі реалізації плану.

У процесі виконання певного обсягу робіт імовірнісна складова в її оцінюванні з'являється починаючи з моменту можливого (оптимістичного) строку її закінчення. Рівень же невизначеності формується на всьому відрізку часу від початку її виконання за оптимістичних умов і завершенні в умовах впливу песимістичних факторів.

«Невизначеність» розглядається як різноманітність станів системи, яких вона (система) може набувати без урахування вірогідності появи кожного з них. Також невизначеність розглядається як відсутність чи обмеженість інформації про щось.

У праці [4] невизначеність розглядається як:

- міра інформації;
- як можливість вибору альтернатив під час рішень прийняття;
- як міра якості інформації і основа розрахунку ризику;
- як природний обмежувач керованості системи і стабільності організаційно-економічної системи.

Терміни «невизначеність системи» і «різноманітність станів системи» часто вживаються як синоніми, але мірою «невизначеності» і зворотною до неї «визначеністю» є вірогідність ризику і надійності. У випадку коли розглядається тільки кількість можливих станів системи, коректніше вживати термін «різноманітність системи». Один із засновників кібернетики,

У. Р. Ешбі, множину можливих станів системи розглядав як міру «різноманітності», яка складається з числа можливих станів системи, а також як логарифм цього числа при основі «2» [2]:

$$R(x) = \log n, \quad (1)$$

Кількість можливих станів системи (n) визначається заданим рівнем точності розрахунку значення контрольованого параметра.

«В качестве меры априорной неопределенности системы в теории информации применяется специальная характеристика, называемая «энтропией» [7].

$$H(X) = \sum_{i=1}^n p_i \log p_i \quad (2)$$

Принципова різниця між цими двома виразами полягає у тому, що ентропія враховує ймовірність знаходження системи у кожному з можливих станів. У той же час, різноманітність визначає кількість таких можливих станів.

Застосування ентропійної оцінки невизначеності зручне тому, що у разі об'єднання назалежних систем (як такі будемо розглядати окремі роботи у складі календарного плану) їх ентропії додаються.

Типова у календарному плануванні ситуація, коли оцінюється ймовірність отримання певного результату виконання роботи чи робіт, що перебуває в межах діапазону можливих станів $X_{\min} \leq X \leq X_{\max}$ тоді для застосування формул (1, 2) потрібно встановити точність визначення цього параметра Δx для того, щоб розрахувати кількість можливих станів системи $n = (X_{\max} - X_{\min}) / \Delta x$.

У будівництві запроваджена і успішно використовується для оцінювання календарних планів теорія організаційно-технологічної надійності. Один з основних параметрів, що впливають на надійність, – це діапазон можливих значень контрольованого параметра. За такого підходу оцінюється надійність «кінцевого

результату» діяльності організації з реалізації плану за певний проміжок часу.

Але, як відмічали вище, для цілей управління необхідно знати динаміку нарощування різноманітності станів системи по етапах реалізації плану, що дозволяє виділити етапи її пікового зростання і своєчасно підготувати системою управління заходи з недопущення негативних наслідків.

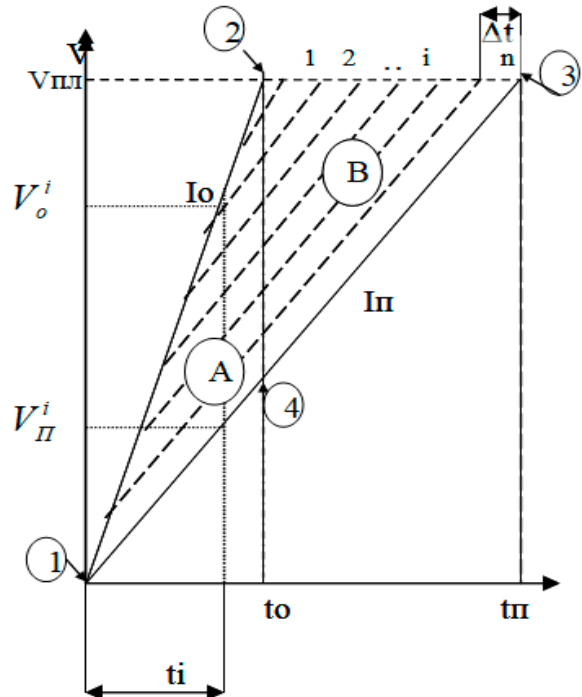


Рис. 1. Розрахункова схема визначення поточної різноманітності станів у процесі виконання окремої роботи

На рисунку 1 наведено графічну інтерпретацію динаміки рівня різноманітності часу виконання окремої роботи обсягом $V_{пл}$. Діапазон можливих (випадкових) траєкторій реалізації даної роботи обмежений оптимістичною I_o і песимістичною I_i інтенсивностями, які визначають відповідно оптимістичний t_o та песимістичний t_i строки закінчення роботи. У межах цього часового діапазону можна визначити для кожного моменту часу t_i

$(t_0 \leq t_i \leq tn)$, розрахувати відповідний оптимістичний $V_o^i = I_o t_i$ та песимістичний $V_i^i = I_i t_i$ обсяг виконаних робіт.

Діапазон можливих станів системи виконання робіт у довільний час t_i визначається різницею $(V_o^i - V_{II}^i)$ можливих станів системи. Кількість таких станів можна буде розрахувати тільки після встановлення точності визначення контрольованого параметра ΔV .

Визначення точності розрахунків – суб’єктивний процес, у нашому випадку будемо розраховувати ΔV через значення середньоквадратичного відхилення часу виконання планового обсягу робіт. Для цього, відповідно до відомого з теорії ймовірності правила «трьох сигм», обчислюють орієнтовне значення середнього квадратичного відхилення випадкової величини: беруть максимальне практичне можливе відхилення від середнього і ділять на три. У нашому випадку беремо реальний діапазон можливих станів і ділимо його на шість, приймаючи у даному випадку точність визначення параметра на рівні середнього квадратичного відхилення:

$$\sigma_i = (t_o - t_{II}) / 6 = \frac{1}{6} (V_n / I_{II} - V_n / I_o) = \frac{V_n}{6} \left(\frac{1}{I_{II}} - \frac{1}{I_o} \right). \quad (3)$$

Тоді остаточно, після нескладних перетворень, точність визначення виконаного обсягу робіт складе:

$$\Delta V = \sigma_i I_{II} = \frac{I_{II} * V_n}{6} \left(\frac{1}{I_{II}} - \frac{1}{I_o} \right). \quad (4)$$

У загальному випадку умови визначення підходу до розрахунку ΔV можуть бути іншими і визначатися додатковими умовами

аналізу, але одне правило залишається незмінним: $\Delta V = const$ для усіх робіт календарного плану, які підпадають під аналіз на даному відтинку часу.

Виходячи з цього, кількість можливих станів системи виконання робіт на поточний час t_i складе:

$$H_i = (V_o^i - V_{II}^i) / \Delta V = (I_o t_i - I_{II} t_i) / \Delta V = 6 * \left(\frac{t_i I_o}{V_n} \right). \quad (5)$$

Відповідно до виразу (1) кількісна міра різноманітності поточного стану (на момент t_i) виконання робіт складе:

$$R(V)_i = \log \{ t_i (I_o - I_{II}) \} / \Delta V.; \quad (0 \leq t_i \leq t_{II}). \quad (6)$$

Далі проведемо дослідження динаміки зміни міри різноманітності по етапах виконання окремої роботи, встановимо залежність $R(V) f(t)$. Для цього визначимо характерні зони на графіку виконання роботи (рис. 1). Характерна зона визначається терміном часу, впродовж якого не відбувається змін у режимі виконання роботи.

Зона (А) обмежена точками 1-2-4, зона (В) точками (2-3-4). Міра різноманітності для зони (А) розраховується за формулою (1-4), при значеннях параметра t_i у межах $(0 \leq t_i \leq t_o)$.

Для зони (В) розрахунок виконується за формулою:

$$R(V)_i = \log (V_{n_i} - I_{II} t_i) / \Delta V. \quad (V_n / I_o \leq t_i \leq t_{II}) \quad (7)$$

Логіка послідовності виконання розрахунків наведена у вигляді блок-схеми (рис. 2).

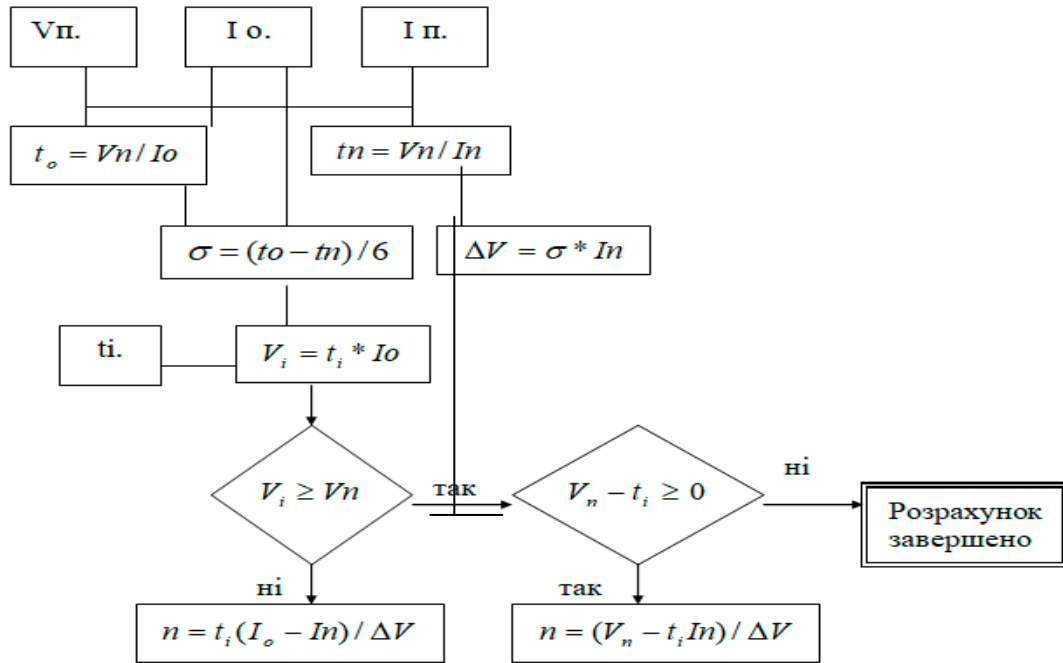


Рис. 2. Блок-схема розрахунку різноманітності станів по етапах виконання окремої роботи фіксованого обсягу

Для того, щоб виключити з розрахунку $R(V)$ від’ємні значення, число під логарифмом округляємо до цілого вниз.

Гістограма розрахунку наведена на рисунку 3.

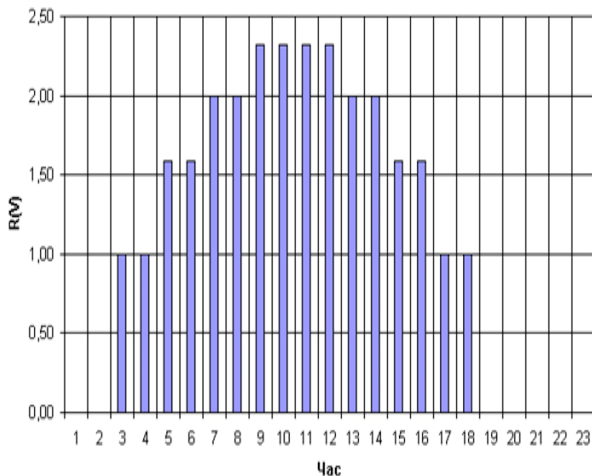


Рис. 3. Гістограма динаміки різноманітності станів виконання окремої роботи

Як видно з гістограми, на початку і в кінці значення параметра невизначеності дорівнює нулю, хоча робота у цей період виконується, ці зони нечутливості залежать від вибраного значення точності розрахунків, а саме ΔV ; чим точніші вимоги до розрахунків, тим $\Delta V \rightarrow \min$

відповідно зменшуються періоди «нечутливості» в режимі виконання роботи.

У даному випадку ми визначаємо різноманітність системи, а не ентропію, бо, як впливає з положень теорії ймовірностей, для розрахунку ентропії треба враховувати імовірність кожного стану, в якому можливе перебування системи. Для наших досліджень обмежимося розрахунками різноманітності станів системи.

Визначившись з основними підходами до розрахунку різноманітності станів окремої роботи фіксованого обсягу, перейдемо до розгляду більш складної ситуації, типової у календарному плануванні робіт, а саме, виконання окремої роботи на декількох послідовних захватках.

Для загального випадку розрахунок різноманітності станів роботи, яка послідовно виконується на захватках, треба розробити універсальний алгоритм, оскільки підхід із визначенням характерних зон у цьому випадку стає трудомістким і незручним. Підхід базується на розрахунку поточного обсягу виконання робіт окремо в припущенні про оптимістичну ситуацію (припускається, що роботи по усіх захватках виконуються з оптимістичною інтенсивністю V_{ii}^o) і окремо у припущенні,

що роботи виконуються з песимістичною інтенсивністю V_{ii}^I .

$$V_{ii}^O = \sum_{j=1}^{j=(n-1)} V_j^O + I_j^O \left(t_i - \sum_{j=1}^{j=(n-1)} t_j^O \right). \quad (8)$$

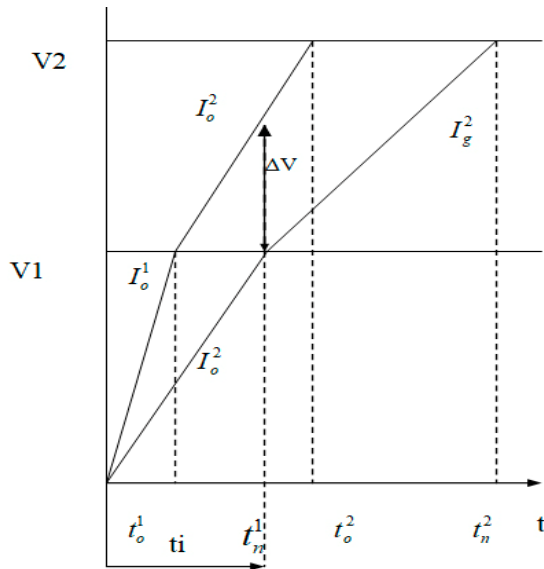


Рис. 4. Розрахункова схема визначення поточної різноманітності станів у процесі виконання окремої роботи на суміжних захватках

$$V_{ii}^II = \sum_{j=1}^{j=(n-1)} V_j^II + I_j^II \left(t_i - \sum_{j=1}^{j=(n-1)} t_j^II \right) \quad (9)$$

$$H_i = (V_{ii}^O - V_{ii}^II) / \Delta V. \quad (10)$$

У цих розрахунках параметр точності ΔV розраховується за параметрами розподілу часу закінчення роботи. За цією методикою виконано розрахунок динаміки різноманітності станів роботи, гістограма результатів розрахунку наведена на рисунку 5.

Циклограма і гістограма цього прикладу наведені на рисунках 5, 7. Як видно, проміжок часу від 14 до 19 днів відповідає зростанню інтенсивності різноманітності стану.

Спроба уникнути такого зростання за допомогою додаткового резерву часу (R) (рис. 5) по пізніх строках виконання роботи, які визначаються песимістичною інтенсивністю (за аналогією з коригуванням

графіка по критерію рівномірності споживання ресурсів) не дала очікуваного результату. Навпаки, не тільки відповідно зріс термін виконання робіт, але в цьому проміжку часу суттєво зріс рівень різноманітності, що свідчить про відсутність аналогії з відомими методами коригування графіків, то є об'єктивна особливість графіка, з якою треба рахуватись під час розроблення плану її виконання, враховуючи, що в цей період можливі параметричні відмови, до яких слід завчасно підготуватись.

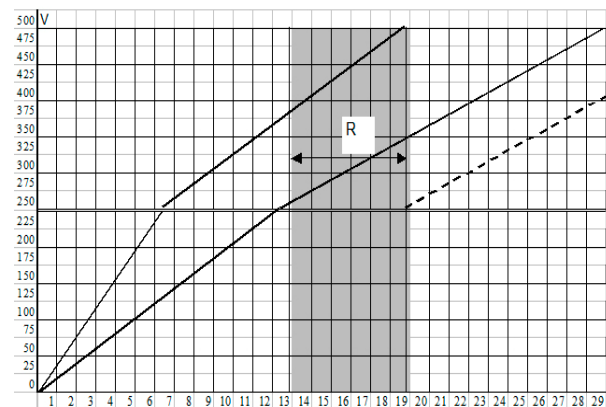


Рис. 5. Циклограма виконання роботи на суміжних захватках (пунктиром вказано варіант коригування по пізніх строках виконання роботи)

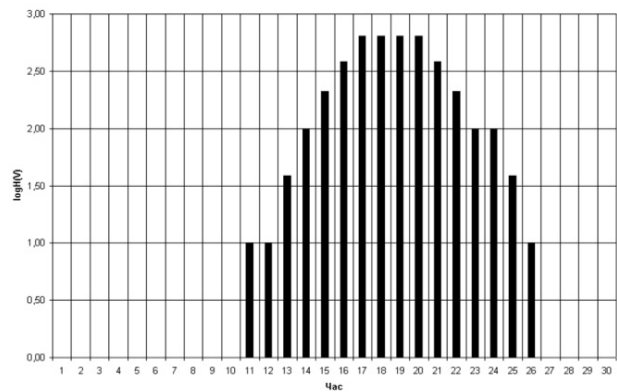


Рис. 6. Гістограма динаміки різноманітності станів (виупукла траєкторія)

Виконано розрахунки станів різноманітності для варіанта прогнutoї траєкторії виконання робіт, відповідна гістограма наведена на рисунку 7. Для порівняння отриманих гістограм (рис. 6, 7) режими виконання робіт прийняті як і у першому прикладі (виупукла траєкторія,

тільки режими першої і другої захваток поміняні місцями).

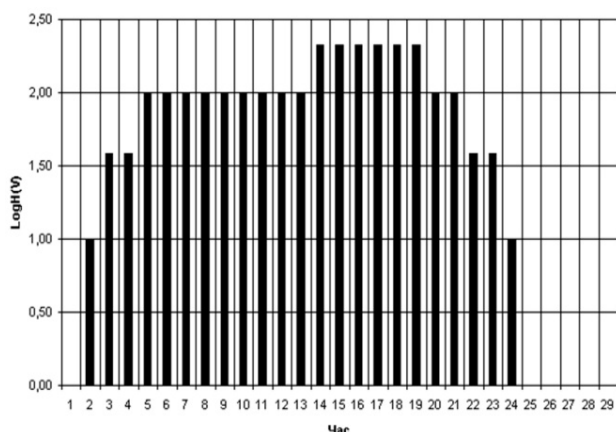


Рис. 7. Гістограма динаміки різноманітності станів (прогнута траєкторія)

Порівняння діаграм свідчить про помітну між ними розбіжність:

1. максимальний рівень різноманітності для прогнутаї траєкторії складає 2,81, а для випуклої – 2,32;

2. зона початкової нечутливості відповідно для прогнутаї – 10 днів, для випуклої – всього один день.

Наведені порівняння свідчать про очевидні переваги випуклої траєкторії виконання робіт. Аналогічний висновок зроблено у праці [6], але він отриманий на підставі аналізу резервів часу відносно

прямої траєкторії (графіка виконання робіт).

Очевидно, що таке рішення щодо організації виконання робіт доцільно застосовувати до ведучих процесів і робіт, які перебувають на критичному шляху.

Висновки. Зниження надійності виконання планових завдань при збільшенні терміну планування пов'язане з накопичуванням із часом факторів ризику, поточний стан системи характеризується таким поняттям як невизначеність. Кількісною мірою невизначеності пропонується прийняти різноманітність станів системи:

1. Доведено обґрунтованість застосування терміну «невизначеність» для характеристики поточного стану виконання робіт, кількісною мірою якої є логарифм по основі 2 відносно до числа можливих станів системи.

2. На базі запропонованої розрахункової схеми отримано формулу визначення точності різноманітності станів у процесі виконання окремої роботи, на базі якої будується гістограма динаміки різноманітності станів по етапах виконання роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Прогнозування параметричної надійності радіоелектронної апаратури при двосторонньому обмеженні дрейфу визначального параметра / Ю. Я. Бобало, А. П. Бондарев, Л. А. Недоступ, П. М. Заярнюк // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. – № 3/2 (23). – С. 79-83.
2. Вентцель Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. – Изд. 3-е, испр. – Москва : Наука, 1964. – 572 с.
3. Дружинин Г. В. Надежность автоматизированных производственных систем / Г. В. Дружинин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Энергоатомиздат, 1986. – 480 с.
4. Кузьмин Е. А. Неопределенность и определенность в управлении организационно-экономическими системами: монография / Е. А. Кузьмин ; отв. ред. Ф. Я. Леготин. – Екатеринбург : Институт экономики УрО РАН, 2012. – 184 с.
5. Млодецкий В. Р. Обґрунтування раціонального рівня організаційно-технологічної надійності у будівельних проектах / В. Р. Млодецький, Т. О. Ценацевич // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2015. – № 9. – С. 47–54.
6. Организационно-технологическая и экономическая надежность в строительстве : монография / В. Р. Млодецкий, Р. Б. Тянь, В. В. Попова, А. А. Мартыш ; под общ. ред. Р. Б. Тяня. – Днепропетровск : Наука и образование, 2013. – 193 с.

REFERENCES

1. Babalo Yu.Ya., Bondarev A.P. and Nedostup L.A. *Prognozuvannia parametrychnoi nadiinosti radioelektronnoi aparatury pry dvostoronnomu obmezhenni dreifu vyznachalnogo parametra* [Forecasting of parametric reliability of electronic equipment at two-way limit of drift of determining parameter]. *Technologicheskij audit i rezervy proizvodstva* [Technological audit and production reserves]. 2015, no. 3/2(23), pp. 79-82. (in Ukrainian).
2. Ventsel E.S. *Teoriya veroyatnosti* [Probability theory]. Moskva: Nauka, 1964, 572 p. (in Russian).

3. Druzhinin G.V. *Nadezhnost avtomatizirovannykh proizvodstvennykh sistem* [Reliability of automated production systems]. Moskva: Energoatomizdat, 1986, ed. 4, 480 p. (in Ukrainian).
4. Kuzmin E.A., ed. Legotin F.Ya. *Neopredelennost i opredelennost v upravlenii organizatsionno-ekonomicheskimi sistemami* [Uncertainty and certainty in the management of organizational and economic systems]. Ekaterenburg: Institutekonomiki UrO RAN, 2012, 184 p. (in Russian).
5. Mlodetskij V. R. and Tsenatsevich T.O. *Obgruntuvannia ratsionalnoho rivnia organizatsiyno-tekhnologichnoi nadiinosti u budivelnikh proektakh* [Substantiation of rational level of organizational and technological reliability in construction designs]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2015, no. 9, pp. 19-24. (in Ukrainian).
6. Mlodetskiy V.R., Tyan R.B. and Popova V.V., ed. Martish A.A. *Organizacionno-texnologicheskaya i ekonomicheskaya nadezhnost v stroitelstve* [Organizational-technological and economic reliability in construction]. Dnepropetrovsk: Nauka i obrazovanie, 2013, 193 p. (in Russian).

Рецензент: Кравчуновська Т. С., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 10.09.2017 р.

Прийнята до друку: 18.10.2017 р.

УДК 728:346.5

АНАЛІЗ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА ОБ'ЄКТІВ ДОСТУПНОГО ЖИТЛА

МИХАЙЛОВА І. О.^{1*}, *асист.*,

ЗАЯЦЬ Є. І.^{2*}, *д-р техн. наук, доц.*

^{1*}Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: innakorchoromnaya@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3647-3972

^{2*}Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

Анотація. Постановка проблеми. Розглядаючи гостру соціально-економічну проблему формування фонду доступного житла, необхідно проаналізувати методи формування, вибору та обґрунтування проектних і організаційно-технологічних рішень будівництва об'єктів доступного житла. **Мета статті** – аналіз методів формування вибору та обґрунтування проектних і організаційно-технологічних рішень будівництва доступного житла з огляду на наукові праці, основані на аспектах технологічності, та співставлення факторів впливу на показники тривалості та вартість за умов працюючих державних механізмів (програм), упроваджених для подолання проблем будівництва доступного житла. **Висновок.** Аналіз державних механізмів та статистичних даних показав, що програми працюють, але, на жаль, на малій потужності. Державні механізми повинні більш доцільно впроваджуватись, фінансуватись та ефективно функціонувати, що прогнозовано зменшить гостроту ситуації з поліпшення житлових умов громадян України.

Ключові слова: *доступне житло; технологічність; тривалість; вартість;*

АНАЛІЗ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ОБЕСПЕЧЕННЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ ДОСТУПНОГО ЖИЛЬЯ

МИХАЙЛОВА И. А.^{1*}, *ассист.*,

ЗАЯЦЬ Е. И.^{2*}, *д-р техн. наук, доц.*

^{1*}Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: innakorchoromnaya@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3647-3972

^{2*}Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

Аннотация. Постановка проблемы. Рассматривая острую социально-экономическую проблему формирования фонда доступного жилья, необходимо проанализировать методы формирования, выбора и обоснования проектных и организационно-технологических решений строительства объектов доступного жилья. **Цель статьи** – анализ методов формирования выбора и обоснования проектных и организационно-технологических решений строительства доступного жилья с учетом научных трудов, которые основаны на аспектах технологичности, и сопоставление факторов, влияющих на показатели продолжительности и стоимости в условиях работающих государственных механизмов (программ) для преодоления проблем строительства доступного жилья. **Вывод.** Анализ государственных механизмов и статистических данных показал, что программы работают, но, к сожалению, на малой мощности. Государственные механизмы должны более целесообразно внедряться, финансироваться и эффективно функционировать, что прогнозируемо уменьшит остроту ситуации в улучшении жилищных условий граждан Украины.

Ключевые слова: *доступное жилье; технологичность; продолжительность; стоимость; строительство*

THE ANALYSIS OF NORMATIVE AND LEGAL SUPPORT OF CONSTRUCTION OF OBJECTS OF AFFORDABLE HOUSING

MYKHAILOVA I. O.^{1*}, *ass.*

ZAIATS Ye. I.^{2*}, *Dr. Sc. (Tech.), Ass.-prof.*

^{1*}Department of planning and organization of production, State Higher Educational Establishment «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: innakorchoromnaya@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3647-3972

^{2*}Department of planning and organization of production, State Higher Educational Establishment «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

Abstract. Raising of problem. The considering the acute socio-economic problem of forming an affordable housing fund, it is necessary to analyze of the methods of formation, selection and substantiation of project and organizational and technological decisions for the construction of affordable housing. **Purpose of the article.** The analysis of the methods of forming the choice and justification of project and organizational and technological decisions for the construction of affordable housing, taking into account scientific works, are based on the aspects of technology and the comparison of the factors of influence on the indicators of duration and cost under the conditions of working state mechanisms (programs) to implement in order to overcome the problems of construction of affordable housing. **Conclusion.** The analysis of government mechanisms and statistics has shown that the programs are working, but unfortunately, at a rather low level of power. State mechanisms should be more appropriately implemented, funded, and effectively functioning, which is projected to reduce of the acute situation in improving of the living conditions of Ukrainian citizens who need it.

Keywords: *affordable housing; manufacturability; duration; cost; construction*

Постановка проблеми. Соціальна проблема, що стосується умов та якості життя, з якою в останні роки зіткнулась Україна, значно загострилась, це неабияк вплинуло на житлові умови, в яких може мешкати пересічний громадянин, сім'я.

На жаль, забезпеченість населення України житлом останніми роками перебуває на досить низькому рівні.

Як відомо, власне житло – це забезпечення здорового психічного та соціально-емоційного суспільства, що, як результат, у подальшому забезпечить ефективний розвиток усіх сфер діяльності країни.

Верстви населення, які потребують власного житла або поліпшення житлових умов, – це ті, хто не в змозі зробити це власним коштом, тобто потребує державної підтримки. Проблеми ж низької забезпеченості громадян комфортними умовами проживання або поліпшення цих умов пов'язані з низкою залежностей:

- зростання зношеності існуючого житлового фонду;
- задовгий термін будівництва нового житла;
- нестабільна політична ситуація [1–2; 6; 9].

Аналіз публікацій. Згідно з Указом Президента України від 08.11.2007 р. № 1077/2007 «Про заходи щодо будівництва доступного житла в Україні та поліпшення забезпечення громадян житлом», доступне житло – це недороге житло, яке спроможні придбати громадяни з невисоким рівнем доходів, що потребують поліпшення житлових умов. Будівництво за державної

підтримки доступного житла реалізується на засадах:

- надання одноразової цільової державної допомоги зазначеним громадянам для здійснення ними першого внеску на будівництво доступного житла;
- визначення забудовника (замовника) такого житла виключно на конкурсній основі;
- безоплатного надання в користування забудовнику (замовнику), який здійснює будівництво доступного житла, земельних ділянок для такого будівництва;
- відмови від залучення коштів населення, коштів державного та місцевих бюджетів, що використовуються для будівництва доступного житла, на розвиток інженерно-транспортної та соціальної інфраструктури відповідного населеного пункту;
- будівництва забудовником (замовником) житла, що матиме невисоку вартість;
- своєчасного підведення магістральних та інших інженерних мереж до межі земельної ділянки, на якій споруджується доступне житло, власниками цих мереж [13].

Аналіз світового досвіду проектування, будівництва та експлуатації фонду доступного житла та житлового фонду соціального призначення дозволив визначити шляхи їх формування:

- реконструкція житлових будинків першого періоду індустріального домобудування (50–60-ті рр. минулого століття);
- реконструкція недіючих гуртожитків і спальних корпусів недіючих шкіл-інтернатів;
- реконструкція недіючих громадських та промислових будівель;

– проектування нових житлових будинків (коридорного та галерейного типів, безліфтових та обладнаних ліфтами);

– використання для будівництва доступного та соціального житла існуючої індустріальної бази і місцевих будівельних матеріалів;

– забезпечення комплексності проектування житлової забудови з необхідним соціальним мінімумом об'єктів громадського обслуговування [1; 7–8; 14–16].

При цьому необхідно виходити з прогнозних структури і обсягів нового житлового будівництва та можливостей розміщення об'єктів доступного житла в існуючих межах міст. Крім того, розвиток будівництва доступного житла передбачає наявність таких основних чинників як пільгове кредитування та забезпечення забудовників сприятливими умовами [1].

Мета статті – аналіз існуючих державних механізмів (програм), які впроваджуються для подолання проблем будівництва доступного житла, та оцінка їх достатності і дієвості.

Результати досліджень. На сьогодні в Україні існує низка таких програм:

1. Державна програма забезпечення молоді житлом на 2013–2017 роки, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 24 жовтня 2012 р. № 967 [3], а також понад 130 місцевих програм, відповідно до яких молоді громадяни

України мають можливість придбати житло у кредит на пільгових умовах (табл. 1).

2. Сьогодні в Україні молоді громадяни, які згідно із законодавством визнані такими, що потребують поліпшення житлових умов, мають можливість придбати житло у кредит на пільгових умовах за рахунок власних коштів (коштів статутного капіталу) Державної спеціалізованої фінансової установи «Державний фонд сприяння молодіжному житловому будівництву» (далі – Держмолодьжитло). Порядок використання коштів, передбачених у державному бюджеті для збільшення статутного капіталу Державної спеціалізованої фінансової установи «Державний фонд сприяння молодіжному житловому будівництву» визначено постановою Кабінету Міністрів України від 11 травня 2011 р. № 488 [5] (табл. 2).

3. Державна цільова соціально-економічна програма будівництва (придбання) доступного житла на 2010–2017 роки, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 11 листопада 2009 року № 1249 [4], а також понад 30 місцевих програм, відповідно до яких молоді громадяни України мають можливість придбати житло шляхом отримання державної підтримки, яка полягає у сплаті державою від 30 до 50–70 % вартості будівництва (придбання) доступного житла та/або надання пільгового іпотечного житлового кредиту.

За час реалізації програмою скористалися 3,7 тисяч сімей (табл. 3).

Таблиця 1

Показники надання пільгових кредитів молодим сім'ям на будівництво (придбання) житла 2009–2017 рр.

Рік	Державний бюджет, тис. грн	Місцевий бюджет, тис. грн	Власні кошти, тис. грн	Надано кредитів	Проінвестовано житла, тис. кв. м
2009	0	34 191,00	25 752,00	224	16
2010	36 119,00	31 102,00	16 784,00	297	20,8
2011	59 999,00	40 253,00	31 376,00	444	29,3
2012	24 891,00	37 735,00	56901,00	359	23,3
2013	70 629,70	33 532,30	35 613,90	407	28,8
2014	24 267,50	36 624,40	23 121,80	253	16,1
2015	0	64 694,20	58 956,10	231	14,5
2016	0	94 336,70	34 301,60	254	16,3
2017	0	43 535,00	29 168,00	126	7,6

Таблиця 2

Показники надання пільгових кредитів молодим сім'ям за рахунок власних коштів Держмолодьжитла (статутний капітал) 2009–2017 рр.

Рік	Профінансовано, тис. грн	Надано кредитів	Проінвестовано житла, тис. кв. м
2009	25 752,00	97	6,6
2010	16 784,00	55	3,5
2011	31 376,00	104	5,9
2012	56 901,00	165	9,7
2013	35 631,90	100	5,6
2014	23 121,80	63	3,6
2015	58 956,10	91	5,2
2016	34 301,60	75	4,3
2017	29 168,00	54	2,8

Таблиця 3

Інформація про введення будинків в експлуатацію в рамках виконання програми будівництва доступного житла на 2010–2017 рр.

Рік	Загальна кількість введених будинків	Загальна кількість квартир в будинках	Загальна площа будинків (тис. кв. м)	Кількість квартир учасників програм	Площа квартир учасників програм (тис. кв. м.)
2010	12	1 126	77,40	113	6,60
2011	41	5 296	360,10	726	49,40
2012	45	5 113	302,60	703	45,60
2013	62	7 664	554,80	1 064	73,50
2014	31	3 331	225,70	561	33,10
2015	18	2 935	207,80	126	7,70
2016	16	2 635	175,30	67	3,70
2017	3	671	53,13	41	2,40

На три останні пункти державних фінансових механізмів у 2017 році фінансування для укладання нових кредитних договорів не передбачено виділення коштів Державним бюджетом України.

4. Із травня 2012 року в Україні діє програма здешевлення вартості іпотечних кредитів для забезпечення доступним житлом громадян, які потребують поліпшення житлових умов.

Механізм реалізації цієї програми регламентовано Порядком здешевлення вартості іпотечних кредитів для забезпечення доступним житлом громадян, які потребують поліпшення житлових умов, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 25.04.2012 р. № 343 [11].

Сутність програми полягає у здешевленні вартості іпотечних кредитів для вказаних громадян, шляхом відшкодування державою частини відсотків за банківськими

кредитами, отриманими на будівництво чи придбання житла в новобудовах. Тобто громадянин який став учасником програми, зможе отримати іпотечний кредит в банківській установі, при сплаті відсотків за яким йому реально треба буде платити 3 % річних, решту компенсуватиме держава.

5. Відповідно до постанови КМУ від 04.06.2003 р. № 853, видатки на часткову компенсацію відсоткової ставки кредитів комерційних банків молодим сім'ям та одиноким молодим громадянам на будівництво (реконструкцію) і придбання житла передбачаються лише за раніше укладеними договорами.

Протягом 2003–2009 років відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 04.06.2003 р. № 853 в Україні діяла «Програма часткової компенсації відсоткової ставки кредитів комерційних банків молодим сім'ям та одиноким молодим громадянам на будівництво (реконструкцію) і придбання житла» [12].

Позичальник (молода сім'я), відповідно до постанови, при сплаті банківського кредиту отримує компенсацію в обсязі облікової ставки Національного банку України.

На теперішній час нові угоди за даною програмою не укладаються. Державний фонд сприяння молодіжному житловому будівництву супроводжує цю програму у режимі виконання зобов'язань по договорах, укладених до 2009 року під час дії Програми.

6. Державна спеціалізована фінансова установа «Державний фонд сприяння молодіжному житловому будівництву» здійснює цільове спрямування коштів, передбачених у державному бюджеті для пільгового кредитування юридичних осіб, у тому числі об'єднань співвласників багатоквартирних будинків, для проведення реконструкції, капітального та поточного ремонту об'єктів житлово-комунального господарства та відповідно до «Порядку використання коштів, передбачених у державному бюджеті для пільгового кредитування юридичних осіб, у тому числі об'єднання співвласників багатоквартирних будинків, для проведення реконструкції, капітального та поточного ремонту об'єктів житлово-комунального господарства», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 31 травня 2012 р. № 599 [10].

Аналіз державних механізмів та статистичних даних показав, що програми працюють, але, на жаль, на досить малій потужності, а джерелами фінансування цих механізмів є:

- державний бюджет;
- місцевий бюджет;
- власні кошти (статутний капітал).

Державні механізми повинні більш широко впроваджуватись, фінансуватися та цим самим зменшувати загострену ситуацію щодо поліпшення житлових умов громадян України, які того потребують.

Висновки. Розглядаючи гостру соціально-економічну проблему формування фонду доступного житла, в подальшому необхідно проаналізувати методи формування, вибору та обґрунтування проектних і організаційно-технологічних рішень будівництва об'єктів доступного житла. При цьому необхідно брати до уваги такі аспекти технологічності ухвалюваних рішень:

- проектні рішення (вибір оптимальних рішень із подальшою мінімізацією витрат матеріалів);
- виробничі рішення (вибір оптимальних рішень із подальшою мінімізацією трудомісткості);
- організаційні рішення (вибір оптимальних рішень із подальшою мінімізацією тривалості та вартості).

На підставі аналізу існуючого доробку в галузі технології та організації цивільного будівництва доцільно співставити підходи до оцінювання технологічності проектних рішень створення будівельних об'єктів, що, у свою чергу, дасть змогу прогнозувати та мінімізувати значення показників тривалості та вартості будівництва об'єктів доступного житла, зокрема, на передінвестиційній стадії.

Перераховані аспекти дадуть змогу виділити оптимальні рішення, провести аналіз методів формування вибору обґрунтування проектних і організаційно-технологічних рішень будівництва доступного житла та наукових праць, заснованих на різних аспектах технологічності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Большаков В. И. Планирование строительства доступного жилья в генеральных планах крупных городов (на примере г. Киева) : монография / В. И. Большаков, Т. С. Кравчуновская, С. П. Борневицкий ; под. общ. ред. В. И. Большакова. – Днепропетровск : ПГАСА, 2015. – 146 с.
2. Большаков В. И. Фактори, що здійснюють визначальний вплив на показники ефективності організаційно-технологічних рішень будівництва доступного житла / В. І. Большаков, Т. С. Кравчуновська, С. П. Броневицький // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2016. – № 5. – С. 61–70.
3. Про затвердження Державної програми забезпечення молоді житлом на 2013–2020 роки : Постанова Кабінету Міністрів України від 24 жовтня 2012 р. № 967 : за станом на 27.12.2017 р. // Законодавство України. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/967-2012-p>. – Перевірено: 23.02.2018.

4. Про затвердження Державної цільової соціально-економічної програми будівництва (придбання) доступного житла на 2010–2017 роки : Постанова Кабінету Міністрів України від 11 листопада 2009 року № 1249 : за станом на 16.05.2017 р. // Законодавство України. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1249-2009-p>. – Перевірено : 23.02.2018.
5. Статистика. Інформація про введення будинків в експлуатацію в рамках виконання програми будівництва доступного житла. 2010-2017 // Державний фонд сприяння молодіжному житловому будівництву [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.molod-kredit.gov.ua/zhytlovi-prohramy/dostupne-zhytlo/statystyka>. – Перевірено : 23.02.2018.
6. Статистична інформація. Демографічна та соціальна статистика / Доходи та умови життя. Методологічні пояснення // Житловий фонд України. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>. – Назва з екрану. – Перевірено : 23.02.2018.
7. Костецкий Н. Ф. Зарубежный опыт государственного регулирования воспроизводства жилищного фонда, его сохранения и модернизации / Н. Ф. Костецкий, А. И. Гурко // Экономика строительства. – 2003. – № 1. – С. 13–30.
8. Проблеми і перспективи будівництва доступного житла в Україні / Т. С. Кравчуновська, С. П. Броневицький, І. О. Михайлова, О. О. Мартенс // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. / Придніпр. держ. акад. буд-ва та архітектури. – 2013. – Вып. 69. – С. 242–246. – (Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения).
9. Поколенко В. О. Методологічні підходи до визначення індексу доступності житла / В. О. Поколенко // Науковий вісник будівництва / Акад. буд-ва України, обл. територ. від-ня, Харків. нац. ун-т буд-ва та архітектури ; гол. ред. Д. Ф. Гончаренко. – Харків : ХНТУБА, 2000. – Вип. 11. – С. 288–292.
10. Про затвердження Порядку використання коштів, передбачених у державному бюджеті для пільгового кредитування юридичних осіб, у тому числі об'єднань співвласників багатоквартирних будинків, для проведення реконструкції, капітального та поточного ремонту об'єктів житлово-комунального господарства : Постанова Кабінету Міністрів України від 31 травня 2012 р. № 599 : за станом на 31.05.2012 р. // Законодавство України. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/599-2012-p>. – Перевірено: 26.02.2018.
11. Про затвердження Порядку здешевлення вартості іпотечних кредитів для забезпечення доступним житлом громадян, які потребують поліпшення житлових умов : Постанова Кабінету Міністрів України від 25.04.2012 р. № 343 : за станом на 20.11.2014 р. // Законодавство України. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/343-2012-p>. – Перевірено: 26.02.2018.
12. Про затвердження Порядку часткової компенсації відсоткової ставки кредитів комерційних банків молодим сім'ям та самотнім молодим громадянам на будівництво (реконструкцію) і придбання житла : Постанова Кабінету Міністрів України від 4 червня 2003 р. № 853 : за станом на 05.06.2015 р. // Законодавство України. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/853-2003-p>. – Перевірено: 26.02.2018.
13. Про заходи щодо будівництва доступного житла в Україні та поліпшення забезпечення громадян житлом : Указ Президента України від 08.11.2007 р. № 1077/2007 // Законодавство України. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1077/2007>. – Перевірено: 26.02.2018.
14. Richard L. Urban construction project management / L. Richard, J. Eschemuller. – New York : McGraw-Hill, 2008. – 480 p.
15. System of project multicriteria decision synthesis in construction / V. Sarka, E. K. Zavadskas, L. Ustinovicus, E. Sarkiene, C. Ignatavicius // Technological and Economic Development of Economy: Baltic Journal on Sustainability. – 2008. – Vol. 14, № 4. – P. 546–565.
16. Sidney V. Levy. Project management in construction / Sidney V. Levy. – New York : McGraw-Hill, 2006. – 402 p.

REFERENCES

1. Bolshakov V.I., Kravchunovskaya T.S. and Bronevitskiy S.P. *Planirovanie stroitelstva dostupnogo zhil'ya v generalnykh planakh krupnykh gorodov (na primere g. Kieva)* [Planning of construction of affordable housing in master plans of the large cities (on the example of Kiev)]. Dnepropetrovsk: PGASA, 2015, 146 p. (in Russian).
2. Bolshakov V.I., Kravchunovska T.S. and Bronevitskiy S.P. *Faktory, shcho zdiisniuiut vyznachalniyi vplyv na pokaznyky efektyvnosti orhanizatsiino-tekhnolohichnykh rishen budivnytstva dostupnogo zhytla* [Factors that have a decisive influence on the performance indicators of organizational and technological decisions for the construction of affordable housing]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniproska State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnepropetrovsk, 2016, iss. 5, pp. 61-70. (in Ukrainian).
3. *Pro zatverdzhennia Derzhavnoi prohramy zabezpechennia molodi zhytлом na 2013–2017 roky: postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 24 zhovtnia 2012 r. № 967: za stanom na 27.12.2017 r.* [On approval of the State program for the provision of youth housing for the years 2013-2017 dated October 24, 2012, no. 967: as of December 27, 2017]. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/967-2012-p>. (in Ukrainian). (Accessed on February 23, 2018).
4. *Pro zatverdzhennia Derzhavnoi tsilovoi sotsialno-ekonomichnoi prohramy budivnytstva (prydbannia) dostupnogo zhytla na 2010–2017 roky: postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 11 lystopada 2009 roku № 1249: za stanom na 16.05.2017 r.* [On approval of the State target socio-economic program for the construction (acquisition) of

- affordable housing for 2010-2017 dated November 11, 2009, no. 1249: as of May 16, 2017]. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1249-2009-п>. (in Ukrainian). (Accessed on February 23, 2018).
5. *Statystyka. Informatsiia pro vvedennia budynkiv v ekspluatatsiiu v ramkakh vykonannia programy budivnytstva dostupnoho zhytla 2010-2017* [Statistics. Information on the introduction of houses into operation within the framework of program implementation of the affordable housing construction 2010-2017]. *Derzhavnyi fond spryiannia molodizhnomu zhytlovomu budivnytstvu* [State Fund for the Promotion of Youth Housing Construction]. Available at: <https://www.molod-kredit.gov.ua/zhytlovi-prohramy/dostupne-zhytlo/statystyka>. (in Ukrainian). (Accessed on February 23, 2018).
 6. *Statystychna informatsiia. Demografichna ta sotsialna statystyka* [Statistical information. Demographic and social statistics]. *Dohody ta umovy zhyttia. Metodologichni poiasnennia* [Income and living conditions. Methodological explanations]. *Zhytlovyi fond Ukrainy* [Housing Fund of Ukraine]. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (in Ukrainian). (Accessed on February 23, 2018).
 7. Kostetskiy N.F. and Gurko A.I. *Zarubezhnyy opyt gosudarstvennogo regulirovaniya vosproizvodstva zhilishchnogo fonda, ego sokhraneniya i modernizatsii* [Foreign experience of state regulation of reproduction of housing, preservation and modernization]. *Ekonomika stroitelstva* [Construction Economics], 2003, no. 1, pp. 13-30. (in Russian).
 8. Kravchunovska T.S., Bronevytskyi S.P., Mykhailova I.O. and Martens O.O. *Problemy i perspektyvy budivnytstva dostupnoho zhytla v Ukraini* [Problems and prospects of affordable housing in Ukraine]. *Innovacionnye tekhnologii zhiznennogo cikla ob'ektov zhilishhno-grazhdanskogo, promyshlennogo i transportnogo naznacheniya* [Innovative technologies for the life cycle of housing, civil, industrial and transport objects]. *Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie* [Construction, materials science, mechanical engineering]. Pridnepr. gos. akad. str-va i arkhitektury [Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2013, iss. 69, pp. 242-246. (in Ukrainian).
 9. Pokolenko V.O. *Metodolohichni pidkhody do vyznachennia indeksu dostupnosti zhytla* [Methodological approaches to determining the housing availability index]. *Naukovyi visnyk budivnytstva* [Scientific Bulletin of Construction]. Akad. bud-va Ukrainy, obl. terytor. vid-nia, Kharkiv. nats. un-t bud-va ta arkhitektury [Academy of Construction of Ukraine, the Region Territory Department, Kharkiv National University of Construction and Architecture]. Kharkiv: KhNTUBA, 2000, iss. 11, pp. 288-292. (in Ukrainian).
 10. *Pro zatverdzhennia Poriadoky vykorystannia koshtiv, peredbachenykh u derzhavnomu biudzheti dlia pilhovoho kredytuvannia yurydychnykh osib, u tomu chysli ob'iednannia spivvlasnykh bahatokvartyrnykh budynkiv, dlia provedennia rekonstruktsii, kapitalnogo ta potochnoho remontu ob'iektiv zhytlovo-komunalnoho hospodarstva* [On approval of the Procedure for using the funds envisaged in the state budget for privileged lending to legal entities, including associations of co-owners of multi-apartment buildings, for reconstruction, capital and current repair of housing and communal services]. *Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 31 travnia 2012 r. № 599* [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated May 31, 2012, no. 599: as of May 31, 2012]. Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/599-2012-п>. (in Ukrainian). (Accessed on February 26, 2018).
 11. *Pro zatverdzhennia Poriadoky zdeshevlennia vartosti ipotechnykh kredytiv dlia zabezpechennia dostupnym zhytлом gromadian, yaki potrebuut polipshennia zhytlovykh umov* [On approval of the Procedure for cheapening the cost of mortgage loans to provide affordable housing for citizens who need improvement of housing conditions]. *Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 25.04.2012 r. № 343* [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated April 25, 2012, no. 343: as of November 20, 2014]. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/343-2012-п>. (in Ukrainian). (Accessed on February 26, 2018).
 12. *Pro zatverdzhennia Poriadku chastkovoї kompensatsii vidsotkovoї stavky kredytiv komerciinykh bankiv molodym simiam ta odynokym molodym gromadianam na budivnyctvo (rekonstruktsiiu) i prydbannia zhytla* [On approval of the Procedure for partial compensation of the interest rate of commercial banks loans to young families and single young citizens for the construction (reconstruction) and purchase of housing]. *Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 04.06.2003 r. № 853* [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated June 4, 2003, no. 853: as of June 05, 2015]. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/853-2003-п>. (in Ukrainian). (Accessed on February 26, 2018).
 13. *Pro zakhody shhodo budivnytstva dostupnoho zhytla v Ukraini ta polipshennia zabezpechennia gromadian zhytлом* [On measures for build affordable housing in Ukraine and improve the provision of housing for citizens]. *Ukaz Prezydenta Ukrainy vid 08.11.2007 r. № 1077/2007* [Decree of the President of Ukraine dated November 08, 2007, no. 1077/2007]. Available at: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1077/2007>. (Accessed on February 26, 2018). Richard L., Eschemuller J. *Urban construction project management*. N.Y., McGraw-Hill Publ., 2008. 480 p.
 14. Richard L. and Eschemuller J. *Urban construction project management*. New York: McGraw-Hill, 2008, 480 p.
 15. Sarka V., Zavadskas E.K., Ustinovicus L., Sarkiene E. and Ignatavicius C. *System of project multicriteria decision synthesis in construction*. Technological and Economic Development of Economy: Baltic Journal on Sustainability. 2008, vol. 14, no. 4, pp. 546-565.
 16. Sidney V. Levy. *Project management in construction*. New York: McGraw-Hill, 2006, 402 p.

Рецензент: Кравчуновська Т. С., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 10.09.2017 р.

Прийнята до друку: 17.09.2017 р.

УДК 621.878

ВИЗНАЧЕННЯ ТА АНАЛІЗ ХАРАКТЕРУ ЗМІНИ СИЛОВИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ЗЕМЛЕРИЙНО-ТРАНСПОРТНОЇ МАШИНИ ЦИКЛІЧНОЇ ДІЇ

ХМАРА Л. А.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

ГОЛУБЧЕНКО О. І.^{2*}, *канд. техн. наук, доц.*

¹Кафедра будівельних і дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (093) 267-03-86, e-mail: leonidkhmara@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302.

^{2*}Кафедра будівельних і дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (050) 514-61-02, e-mail: alexgol@ua.fm, ORCID ID: 0000-0003-2971-1263.

Анотація. Постановка проблеми. Ефективність виконання робочого процесу землерийно-транспортною машиною для копання ґрунту залежить від повної реалізації потужності силового обладнання та тягових характеристик ходового обладнання під час виконання цієї операції. Найбільш ефективним буде режим копання ґрунту, коли від його початку до кінцевої стадії силове обладнання реалізує номінальну потужність, а ходове обладнання – максимальний тяговий ККД, за якого буксування рушія не перевищує певне допустиме значення. Однак для традиційних конструкцій землерийно-транспортних машин циклічної дії, таких як скрепер, бульдозер, реалізувати ці умови важко. Особливість процесу копання полягає у зростанні опору копанню ґрунту від його початкової стадії до кінцевої, коли максимально реалізуються тягові властивості машини. Тому розрахунок потужності силового обладнання враховує тягові показники машини на кінцевій стадії копання. Також у сучасних землерийно-транспортних машин з метою підвищення продуктивності даводиться збільшувати транспортні швидкості, що потребує збільшення потужності двигуна і вона може перевищувати потрібну потужність для робочого режиму. Таким чином, нестационарність робочого процесу спричинює неповне використання потужності силового обладнання машини і внаслідок цього появу її залишків. Величина залишків потужності залежить від стадії копання ґрунту, його фізико-механічних властивостей, умов взаємодії ходового обладнання з поверхнею руху. Один із засобів реалізації залишкової потужності – це використання її для приводу інтенсифікаторів робочого процесу землерийно-транспортних машин. Тому для ефективного вибору параметрів інтенсифікатора, режимів його роботи потрібно знати величину залишкової потужності та характер її зміни під час копання ґрунту. **Мета статті** – розроблення методики визначення залишкової потужності силового обладнання землерийно-транспортної машини на прикладі самохідного скрепера, характеру її зміни під час копання ґрунту з урахуванням фізико-механічних характеристик ґрунту та умов взаємодії ходового обладнання з поверхнею руху. **Висновок.** Запропоновано методику визначення змінних силових та енергетичних параметрів процесу копання ґрунту самохідним скрепером залежно від геометричних параметрів ковша скрепера, умов взаємодії його з ґрунтом, фізико-механічних властивостей ґрунту та особливостей ходового обладнання. Встановлено величину та характер зміни залишкової потужності силового обладнання під час копання ґрунту, яку доцільно використовувати для інтенсифікації робочого процесу скрепера. Для реалізації тягових властивостей ходового обладнання землерийно-транспортної машини, зниження матеріалоемності та енергоємності інтенсифікатора доцільно частково виконувати інтенсифікацію робочого процесу з використанням залишкової потужності двигуна.

Ключові слова: скрепер; копання ґрунту; змінні силові та енергетичні параметри; залишкова потужність; тягові властивості ходового обладнання; інтенсифікація робочого процесу

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА ИЗМЕНЕНИЯ СИЛОВЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ЗЕМЛЕРИЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН ЦИКЛИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

ХМАРА Л. А.¹, *д-р техн. наук, проф.*

ГОЛУБЧЕНКО О. І.^{2*}, *канд. техн. наук, доц.*

¹Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (093) 267-03-86, e-mail: leonidkhmara@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302.

^{2*}Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (050) 514-61-02, e-mail: alexgol@ua.fm, ORCID ID: 0000-0003-2971-1263.

Аннотация. Постановка проблемы. Эффективность выполнения рабочего процесса землерийно-

транспортной машиной по копанью грунта зависит от полной реализации мощности силового оборудования и тяговых свойств ходового оборудования во время выполнения этой операции. Наиболее эффективным будет режим копания, когда от его начала до конечной стадии силовое оборудование реализует номинальную мощность, а ходовое оборудование – максимальный КПД, при котором буксование движителя не превышает определенное допустимое значение. Однако, для традиционных конструкций землеройно-транспортных машин циклического действия, таких как скрепер, бульдозер, реализовать эти условия трудно. Особенность процесса копания заключается в увеличении сопротивления копанью грунта от начальной стадии до конечной, когда максимально реализуются тяговые возможности машины. Поэтому расчет мощности силового оборудования учитывает силовые показатели машины на конечной стадии копания. Также в современных землеройно-транспортных машинах с целью повышения производительности приходится увеличивать транспортные скорости, которые требуют увеличения мощности двигателя, и она может превышать требуемую мощность для рабочего режима. Таким образом, нестационарность рабочего процесса приводит к неполному использованию мощности силового оборудования машины и вследствие этого появлению её остатков. Величина остатков мощности зависит от стадии копания грунта, его физико-механических свойств, условий взаимодействия ходового оборудования с поверхностью движения. Один из способов реализации избыточной мощности – это использование её для привода интенсификаторов рабочего процесса землеройно-транспортных машин. Поэтому для эффективного выбора параметров интенсификатора, режимов его работы необходимо знать величину остатков мощности и характер её изменения во время копания грунта. **Цель статьи** – разработка методики определения остаточной мощности силового оборудования землеройно-транспортной машины на примере самоходного скрепера, характера её изменения при копании грунта с учетом физико-механических характеристик грунта и условий взаимодействия ходового оборудования с поверхностью движения. **Вывод.** Предложена методика определения текущих силовых и энергетических параметров процесса копания грунта самоходным скрепером в зависимости от геометрических параметров ковша скрепера, условий его взаимодействия с грунтом, физико-механических свойств грунта и особенностей ходового оборудования. Установлена величина и характер изменения остаточной мощности силового оборудования при копании грунта, которую целесообразно использовать для интенсификации рабочего процесса скрепера. Для реализации тяговых свойств ходового оборудования землеройно-транспортной машины, снижения материалоемкости и энергоемкости интенсификатора целесообразно частично проводить интенсификацию рабочего процесса с использованием остаточной мощности двигателя.

Ключевые слова: скрепер; копанье грунта; текущие силовые и энергетические параметры; остаточная мощность; тяговые свойства ходового оборудования; интенсификация рабочего процесса

DETERMINATION AND ANALYSIS OF CHANGE POWER CHARACTER AND POWER PARAMETERS OF EARTHMOVING-TRANSPORT WORKING PROCESS MACHINES OF CYCLIC ACTION

KHMARA L. A.¹, *Doctor of Technical Sciences, Professor.*

HOLUBCHENKO A. I.^{2*}, *Ph. D., Associate Professor.*

¹Department of Building and Traveling of machines (BTM), State Higher Educational Establishment (SHEE) «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», st. Chernyshevsky, 24-A, Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (093) 267-03-86, e-mail: leonidkhmara@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302.

^{2*}Department of Building and Traveling of machines (BTM), State Higher Educational Establishment (SHEE) «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», st. Chernyshevsky, 24-A, Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (050) 514-61-02, e-mail: alexgol@ua.fm, ORCID ID: 0000-0003-2971-1263.

Summary. Raising of problem. Efficiency of implementation working process an earthmoving-transport machine on digging of soil depends on complete realization of power equipment and hauling properties working equipment during implementation this operation. Most effective will be the mode of digging when from his beginning to the final stage a power equipment will realize nominal power, and working equipment maximal KKD at that skidding of mover does not exceed the defined possible value. However, for the traditional constructions of earthmoving-transport machines cyclic action, for such, as a drag shovel, bulldozer, realizing these terms is heavy. The feature of process digging consists in the increase of resistance to digging soil from the ego of the initial stage to eventual when hauling possibilities of machine will be maximally realized. Therefore the calculation of power equipment takes into account the power indexes of machine on the final stage of digging. Thus the unstationarity of working process results in the under exploitation of power equipment machine and hereupon appearance her bits and pieces. The size of bits and pieces power depends on the stage digging of soil, his physical and mechanical properties, terms cooperation of working equipment with the surface of motion. One of methods realization surplus power, this use it for the drive intensifiers working process of earthmoving-transport machines. Therefore for the effective choice parameters of intensifier, his office hours it is necessary to know the size of bits and pieces of power and character her change during digging of soil. **The purpose of the article.** Development of methodology determination remaining power equipment an earthmoving-transport machine on the example self-propelled drags hovel, character her change at digging of soil

taking into account physical and mechanical properties of soil and terms cooperation working equipment with the surface of motion. **Conclusion.** Methodology of determination current power and power parameters process digging of soil depending on the geometrical parameters scoop drag shovel, terms his cooperating with soil, physical and mechanical properties of soil and features working equipment a self-propelled drags hovel is offered. A size and character of change remaining power equipment are set at digging of soil, that it is expedient to use for intensification of working process drags hovel.

Keywords: drag shovel; digging of soil; current power and power parameters; remaining power; hauling properties of working equipment; intensification of working process

Постановка проблеми. Один із шляхів підвищення ефективності землерийної техніки – використання інтенсифікаторів робочого процесу, які дозволяють знизити загальний опір копанню ґрунту, збільшити об'єм ґрунту в ковші скрепера або у призмі волочіння перед відвалом бульдозера. Найбільш практичну реалізацію отримали на машинах для земляних робіт механічні інтенсифікатори у вигляді гвинтових та шнекових завантажувачів, елеваторів, металників тощо. Кожна конструкція інтенсифікатора має привідні двигуни, які отримують енергію від силового обладнання базової машини. Вибираючи раціональні параметри інтенсифікатора та режимів його роботи, потрібно знати частку вільної потужності машини, яка залишається після реалізації тягових властивостей ходового обладнання під час процесу копання з максимальним тяговим ККД.

Аналіз публікацій. Конструкціям інтенсифікаторів та вибору їх параметрів присвячені праці [1–5]. Переважно в них розглядаються та досліджуються технічні рішення інтенсифікаторів, у яких ґрунт транспортується у порожнину ковша або призму волочіння після різальної системи у повному об'ємі. Такий режим роботи інтенсифікатора потребує значного відбору потужності двигуна базової машини, збільшує масу інтенсифікатора, не дає ефективно реалізувати тягово-зчіпні властивості землерийно-транспортної машини у цілому.

Виклад основного матеріалу. Робочий процес копання ґрунту землерийно-транспортною машиною, наприклад скрепером, здійснюється на тяговому режимі. Його особливість – наявність високого опору при взаємодії робочого обладнання з ґрунтом,

необхідність долання опору коченню ходового обладнання, опору руху на підйом, наявність витрат потужності на буксування колісних рушіїв, необхідність долання сил інерції.

Однак перелічені силові та енергетичні параметри робочого процесу є змінними під час копання ґрунту і залежать від поточного об'єму ґрунту в ковші. Тобто, щоб знати характер зміни вказаних параметрів робочого процесу скрепера, потрібно встановити залежність об'єму ґрунту в ковші від шляху копання.

Розглянемо поточний процес заповнення ковша скрепера згідно з розрахунковою схемою на рисунку 1. Зрізаний об'єм ґрунту на відстані L розподіляється таким чином: V_1 – об'єм ґрунту в основній частині ковша; V_2 – об'єм пласта ґрунту, що підіймається від різального ножа ковша; V_3 – об'єм ґрунту в порожнині передньої заслінки; V_{np} – об'єм призми волочіння перед передньою заслінкою.

Об'єм V_1 дорівнює:

$$\text{при } H \leq L_k \cdot \operatorname{tg} \rho \quad V_1 = 0,5 \cdot B \cdot H^2 \cdot \operatorname{ctg} \rho; \quad (1)$$

$$\text{при } H > L_k \cdot \operatorname{tg} \rho \quad V_1 = 0,5B(2H - L_k \operatorname{tg} \rho) \cdot L, \quad (2)$$

де B – ширина ковша; H – поточне значення висоти ґрунту у ковші; L_k – довжина ковша; L – поточне значення шляху копання; ρ – кут зовнішнього тертя ґрунту.

Об'єм V_2 дорівнює:

$$V_2 = B \cdot a \cdot H, \quad (3)$$

де $a = K_\psi \cdot h$ – ширина основи пласта ґрунту, що рухається у ковші;

$$K_\psi = \frac{\operatorname{tg} \alpha_p + \operatorname{tg} \psi}{\operatorname{tg} \alpha_p \cdot \operatorname{tg} \psi};$$

α_p – кут різання ґрунту; $\psi = \frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2}$ – кут

зсуву ґрунту.

Об'єм V_3 дорівнює:

$$V_3 = \frac{0,5 \cdot H^2 \cdot B \cdot \cos \alpha_3 \cdot \cos \rho}{\sin(\alpha_3 + \rho)}, \quad (4)$$

де $\alpha_3 = \arctg \frac{H_3}{L_3}$.

Згідно з дослідженням [9], об'єм

призми волочіння дорівнює:

$$V_{np} = 0,75 \cdot \frac{H_{np}^2 \cdot B}{\operatorname{tg} \rho}, \quad (5)$$

де $H_{np} = 0,41 \cdot H$ – висота призми волочіння.

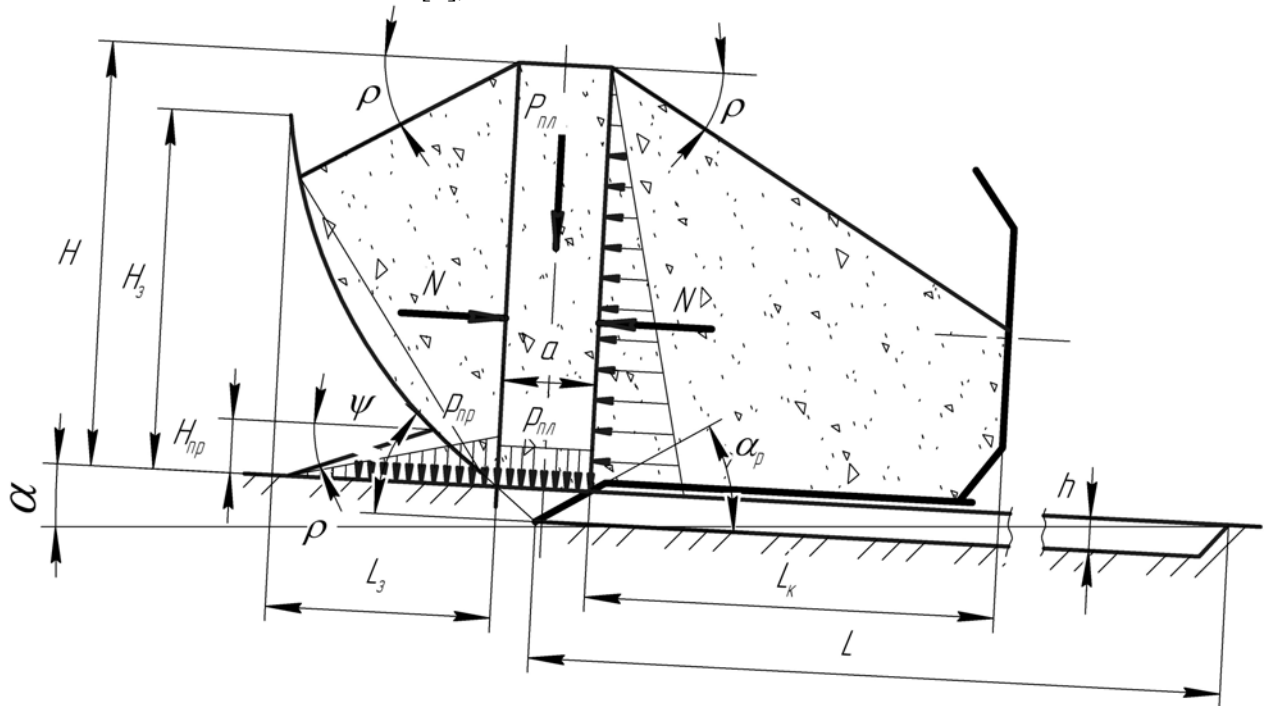


Рис. 1. Розрахункова схема поточного процесу копання ґрунту та заповнення ковша скрепера

Загальний об'єм ґрунту у ковші та призми волочіння складає:

при $H \leq L_k \cdot \operatorname{tg} \rho$

$$\Sigma V = 0,5 \cdot BH^2 \left[1,252 \cdot \operatorname{ctg} \rho + \frac{\cos \alpha_3 \cdot \cos \rho}{\sin(\alpha_3 + \rho)} \right] + B \cdot a \cdot h; \quad (6)$$

при $H > L_k \cdot \operatorname{tg} \rho$

$$\Sigma V = 0,5 \cdot B \left[(2H - L_k \operatorname{tg} \rho) L_k + 2aH \right] + H^2 B \cdot \left[\frac{0,5 \cos \alpha_3 \cos \rho}{\sin(\alpha_3 + \rho)} + 0,126 \operatorname{ctg} \rho \right]. \quad (7)$$

З іншого боку:

$$\Sigma V = K_p \cdot B \cdot h \cdot L, \quad (8)$$

де h – глибина різання ґрунту; K_p – коефіцієнт розпушення ґрунту; L – поточне значення шляху копання.

З рівностей (5), (6), (7) та (8) можна отримати рівняння для визначення поточного значення висоти H ґрунту в

ковші залежно від геометричних параметрів ковша, шляху L , глибини копання h та кута внутрішнього тертя ґрунту ρ .

Рівняння має вигляд:

$$q_1 \cdot H^2 + q_2 \cdot H - q_3 = 0, \quad (9)$$

де при $H \leq L_k \cdot \operatorname{tg} \rho$

$$q_1 = 0,5 \left[1,252 \cdot \operatorname{ctg} \rho + \frac{\cos \alpha_3 \cdot \cos \rho}{\sin(\alpha_3 + \rho)} \right]; \quad (10)$$

$$q_2 = a; \quad (11)$$

$$q_3 = K_p \cdot h \cdot L; \quad (12)$$

при $H > L_k \cdot \operatorname{tg} \rho$

$$q_1 = \frac{0,5 \cos \alpha_3 \cdot \cos \rho}{\sin(\alpha_3 + \rho)} + 0,126 \cdot \operatorname{ctg} \rho; \quad (13)$$

$$q_2 = L_k + a; \quad (14)$$

$$q_3 = 0,5 \cdot L_k^2 \cdot \operatorname{tg} \rho + K_p \cdot h \cdot L. \quad (15)$$

З рівняння (9) поточне значення висоти

грунту у ковші скрепера:

$$H = \frac{\sqrt{q_2^2 - 4 \cdot q_1 \cdot q_3} - q_2}{2 \cdot q_1} \quad (16)$$

Опір, який виникає під час роботи землерийно-транспортної машини у процесі копання ґрунту, долається коловою силою P_k рушія ходового обладнання.

Так, у робочому процесі самохідного скрепера сила P_k витрачається на додання сили опору копанню ґрунту W_k , опору руху ходового обладнання W_f , опору руху на підйом від ухилу шляху W_h . Сили W_k , W_f , W_h залежать від поточного шляху копання L , тобто $W_k(L)$, $W_f(L)$ та $W_h(L)$, і тоді колова сила:

$$P_k(L) = W_k(L) + W_f(L) + W_h(L) - W_{in}(L), \quad (17)$$

де $W_{in}(L)$ – додаткова сила тяги, яка створюється силами інерції при поступовому вповільненому руху машини.

Дійсна швидкість руху машини дорівнює:

$$V_o = V_T \cdot [1 - \delta(L)], \quad (18)$$

де $\delta(L)$ – коефіцієнт буксування, який залежить від колової сили $P_k(L)$ на рушії ходового обладнання машини, вертикального навантаження на них $G_1(L)$, теоретичної швидкості V_T руху скрепера під час копання ґрунту та фізико-механічних властивостей ґрунту поверхні руху ходового обладнання.

Згідно з дослідженням [7], коефіцієнт буксування для пневмоколісного ходового обладнання визначається наступною формулою:

$$\delta(L) = A \frac{P_k(L)}{G_1(L)} + B \left[\frac{P_k(L)}{G_1(L)} \right]^n, \quad (19)$$

де A, B, n – коефіцієнти, що залежать від типу шин, тиску повітря та ґрунтових умов [7].

Для самохідних скреперів навантаження на привідні рушії ходового обладнання базової машини складає: для порожнього скрепера $G_1 = (0,6...0,7)G_0$; для завантаженого – $G_1 = (0,45...0,50)G$, де G_0 –

загальна вага порожнього скрепера; G – загальна вага скрепера разом із ґрунтом у ковші [7; 10].

Для визначення горизонтальної складової опору копанню ґрунту ковшем скрепера приймаємо аналітичну залежність [6], яка має такий вигляд:

$$W_e(L) = A_\alpha \cdot A_1 \cdot B \cdot h \cdot \left(\frac{\gamma \cdot g \cdot h}{2} + C_w \cdot \left[1 + \frac{1}{A_1} \right] \cdot ctg\rho + \right. \\ \left. + \frac{K_{mp}}{K_w} \cdot \gamma_p \cdot g \cdot \cos^2 \rho \cdot tg\rho \cdot \frac{H^2}{h} + \gamma_p \cdot g \cdot H \right) + \\ + 2 \cdot A_3 \cdot t \cdot h \cdot \left(\frac{\gamma \cdot g \cdot h}{2} + C_w \cdot \left[1 + \frac{1}{A_3} \right] \cdot ctg\rho \right) + \\ + \gamma_p \cdot g \cdot \cos^2 \rho \cdot \frac{B \cdot H_{np}^2}{2}, \quad (20)$$

де $A_\alpha = 1 + ctg\alpha_p \cdot tg\delta$;

$$A_1 = \frac{1 - \sin \rho \cdot \sin 2\alpha_p}{1 - \sin \rho};$$

$$A_3 = \frac{\cos \delta \cdot (\cos \delta + \sqrt{\sin^2 \rho - \sin^2 \delta})}{1 - \sin \rho} \times \\ \times \exp \left(\delta + \arcsin \frac{\sin \delta}{\sin \rho} \right) \cdot tg\rho;$$

B – ширина ковша; h – глибина копання; C_w – зчеплення ґрунту з незруйнованою структурою; t – товщина бічних підрізальних ножів; H_{np} – висота призми волочіння; δ – кут зовнішнього тертя ґрунту; α_p – кут різання ґрунту; K_{mp} – коефіцієнт, що враховує вплив опорів на бічних поверхнях пласта ґрунту, $K_{mp} = 1,1...1,2$.

Опір коченню ходового обладнання:

$$W_f(L) = f \cdot [G_0 + m_{ep}(L) \cdot g] \cdot \cos \alpha, \quad (21)$$

де f – коефіцієнт опору коченню ходового обладнання; $m_{ep}(L)$ – поточне значення маси ґрунту у ковші скрепера; α – кут ухилу шляху.

Опір руху на підйом:

$$W_h(L) = [G_0 + m_{ep}(L) \cdot g] \cdot \sin \alpha. \quad (22)$$

Додаткова сила тяги, яка створюється силами інерції:

$$W_{\dot{v}}(L) = [m_0 + m_{\dot{a}o}(L)] \cdot \frac{\Delta V_{\dot{a}}}{\Delta t}, \quad (23)$$

де $\Delta V_{\dot{a}}$ – зміна дійсної швидкості скрепера на визначеному інтервалі шляху копання; Δt – час руху скрепера на визначеному інтервалі.

Сумарна потужність ΣN , яка підводиться до рушіїв ходового обладнання землерійно-транспортної машини з механічною трансмісією під час копання ґрунту, дорівнює:

$$\Sigma N = N_f + N_h + N_{\delta} + N_{\kappa} + N_0, \quad (24)$$

де N_f – потужність, яка витрачається на додання опору коченню ходового обладнання; N_h – потужність, яка витрачається на додання опору підйому шляху; N_{δ} – потужність, яка витрачається на буксування рушіїв ходового обладнання; N_{κ} – потужність, яка витрачається на додання опору копанню ґрунту; N_0 – потужність на привід

системи керування під час копання.

Складові потужності у рівнянні (24) визначаються наступними залежностями:

$$N_f = W_f(L) \cdot V_{\dot{a}}; \quad (25)$$

$$N_h = W_h(L) \cdot V_{\dot{a}}; \quad (26)$$

$$N_{\delta} = P_{\kappa}(L) \cdot (V_m - V_{\dot{a}}); \quad (27)$$

$$N_{\kappa} = [W_{\kappa}(L) - W_{in}(L)] \cdot V_{\dot{a}}; \quad (28)$$

Потужність N_0 у таких землерійно-транспортних машинах як бульдозер, скрепер витрачається короткочасно під час зміни положення робочого обладнання і тому для визначення залишкової потужності приймаємо $N_0 = 0$.

Поточне значення залишкової потужності:

$$\Delta N = N_e \cdot \eta_m - \Sigma N, \quad (29)$$

де N_e – ефективна потужність силового обладнання машини; η_m – ККД приводу ходового обладнання.

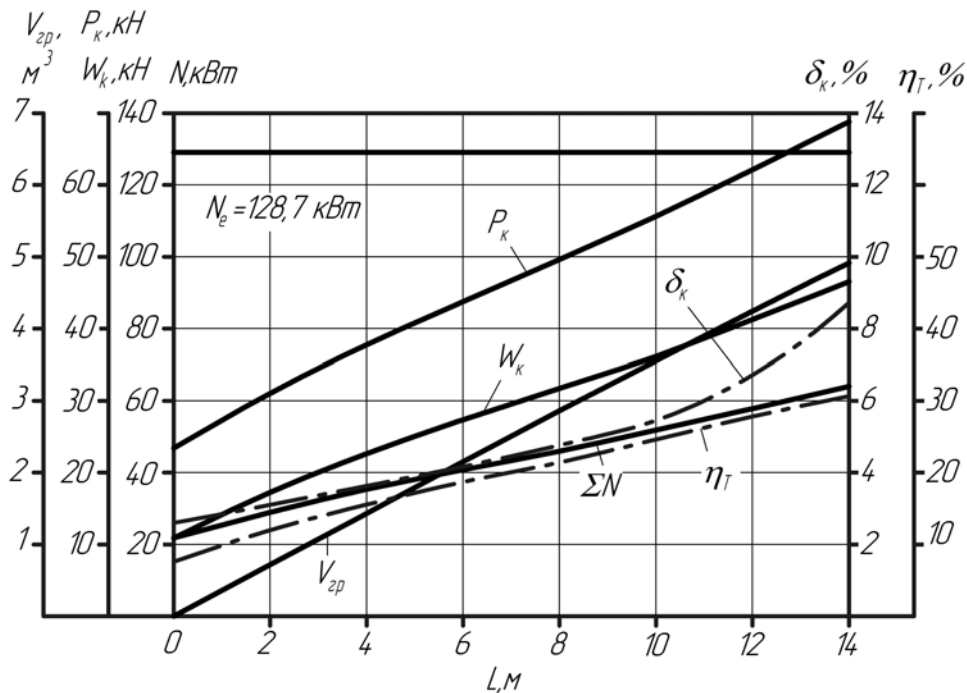


Рис. 2. Характер зміни силових та енергетичних параметрів робочого процесу самохідного скрепера ДЗ-87-1 під час копання ґрунту

Розглянемо визначення силових та енергетичних параметрів робочого процесу землерійно-транспортної машини на прикладі самохідного скрепера ДЗ-87-1 за таких вихідних даних [11]: базова

машина – пневмоколісний трактор Т-150К; загальна маса порожнього скрепера $m_0 = 12800$ кг; геометрична ємкість ковша $q = 4,5$ м³, ефективна потужність двигуна $N_e = 128,7$ кВт;

теоретична швидкість руху на першій передачі $V_m = 0,93$ м/с; глибина копання ґрунту $h = 0,135$ м; геометричні параметри ковша: $L_k = 1,0$ м; $L_3 = 0,6$ м; $H_3 = 1,125$ м; $B = 2,43$ м; $t = 20$ мм; $\alpha_p = 35^\circ$; коефіцієнти $A = 0,09$; $B = 1,5$; $n = 8$; фізико-механічні властивості ґрунту: тип ґрунту – суглинок другої категорії $C_{yo} = 6-8$; кут внутрішнього тертя $\rho = 37^\circ$; кут зовнішнього тертя $\delta = 27^\circ$; зчеплення $C_w = 0,085$ МПа; щільність ґрунту у природному стані $\gamma = 2000$ кг/м³, у розпушеному стані $\gamma_p = 1800$ кг/м³.

Характер зміни силових та енергетичних параметрів робочого процесу скрепера ДЗ-87-1 під час копання наведено на рисунку 2.

Аналіз зміни змінних параметрів процесу копання ґрунту скрепером ДЗ-87-1 дозволяє визначити залежність вільної потужності силового обладнання, які складають на початку робочого процесу до 63 %, а в кінці – до 35 % від номінальної потужності силового обладнання базової машини. При цьому значення коефіцієнта буксування $\delta_k < 10\%$, а тяговий ККД не перевищує 35 %, що свідчить про неповне використання потужності силового обладнання.

Визначений резерв потужності можна використати для інтенсифікації робочого процесу скрепера з метою збільшення об'єму ґрунту в ковші і відповідно

продуктивності земляних робіт. Режим роботи інтенсифікатора повинен бути змінним, більше завантажуватися на початковій стадії з подальшим зменшенням потужності.

Реалізувати такі умови дозволяють механічні інтенсифікатори у вигляді гвинтових та шнекових завантажувачів, різально-метальних пристроїв, які в першу чергу ефективно заповнюють задню частину ковша, допомагають підйому ґрунту від різальної системи у внутрішню порожнину ковша.

Висновок. Запропоновано методику визначення змінних силових та енергетичних параметрів процесу копання ґрунту самохідним скрепером залежно від геометричних параметрів ковша скрепера, умов взаємодії його з ґрунтом, фізико-механічних властивостей ґрунту та особливостей ходового обладнання.

Встановлено величину та характер зміни залишкової потужності силового обладнання під час копання ґрунту, яку доцільно використовувати для інтенсифікації робочого процесу скрепера.

Для реалізації тягових властивостей ходового обладнання землерійно-транспортної машини, зниження матеріалоємності та енергоємності інтенсифікатора доцільно частково виконувати інтенсифікацію робочого процесу з використанням залишкової потужності двигуна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баловнев В. И. Интенсификация земляных работ в дорожном строительстве / В. И. Баловнев, Л. А. Хмара. – Москва : Транспорт, 1983. – 183 с.
2. Хмара Л. А. Модернизация и повышение производительности строительных машин / Л. А. Хмара, Н. П. Колесник, В. П. Станевский. – Киев : Будівельник, 1992. – 152 с.
3. Баловнев В. И. Интенсификация разработки грунтов в дорожном строительстве / Баловнев В. И., Хмара Л. А. – Москва : Транспорт, 1993. – 383 с.
4. Баловнев В. И. Дорожно-строительные машины с рабочими органами интенсифицирующего действия / В. И. Баловнев. – Москва : Машиностроение, 1981. – 223 с.
5. Современные скреперы с механизированной загрузкой : обзор. информ. / Баловнев В. И., Ронинсон Э. Г., Толмачев А. И., Хмара Л. А., Яркин А. А. – Москва, 1990. – Серия 2 : Дорожные машины, вып. 3. – 41 с.
6. Баловнев В. И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин / Баловнев В. И. – 2-е изд., перераб. – Москва : Машиностроение, 1994. – 432 с.
7. Ульянов Н. А. Теория самоходных колесных землеройно-транспортных машин / Н. А. Ульянов. – Москва : Машиностроение, 1969. – 520 с.
8. Федоров Д. И. Рабочие органы землеройных машин / Д. И. Федоров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1990. – 368 с.

9. Артемьев К. А. Основы теории копания грунта скреперами / К. А. Артемьев. – Москва ; Свердловск : Машгиз, 1963. – 127 с.
10. Проектирование машин для земляных работ : учеб. пос. для вузов по спец. "Строит. и дор. машины и оборуд." / А. М. Холодов, В. К. Руднев, В. В. Ничке, Л. В. Назаров, Е. Н. Лысиков ; под ред. А. М. Холодова. – Харьков : Вища шк., 1986. – 270 с.
11. Строительные машины : справочник : в 2 т. / под общ. ред. Э. И. Кузина. – Москва : Машиностроение, 1991. – Т 1 : Машины для строительства промышленных, гражданских сооружений и дорог. – 496 с.
12. Машини для земляних робіт : підручник / Л. А. Хмара, С. В. Кравець, М. П. Скоблюк, В. Г. Нікітін, М. І. Дерев'янчук, В. М. Супонев ; за заг. ред. Л. А. Хмари, С. В. Кравця. – Харків : Фавор, 2014. – 548 с.

REFERENCES

1. Balovnev V.I. and Khmara L.A. *Intensifikaciya zemlyanyx rabot v dorozhnom stroitelstve* [Intensification of earthmovings in road building]. Moskva: Transport, 1983, 384 p. (in Russian).
2. Khmara L.A., Kolisnyk M.P. and Stanevskiy V.P. *Modernizatsiia ta pidvyshchennia produktyvnosti budivelnykh mashin* [Modernisation and increase of the productivity of building machines]. Kyiv: Budivel'nyk, 1992, 152 p. (in Ukrainian).
3. Balovnev V.I. and Khmara L.A. *Intensifikaciya razrabotki gruntov v dorozhnom stroitelstve* [Intensification development of soils in road building]. Moskva: Transport, 1993, 383 p. (in Russian).
4. Balovnev V.I. *Dorozhno-stroitelnye mashiny s rabochimi organami intensifitsiruyushchego dejstviya* [Road-building machines with the working organs of intensifying action]. Moskva: Mashinostroenie, 1981, 223 p. (in Russian).
5. Balovnev V.I., Roninson E.G., Tolmachev A.I., Khmara L.A. and Yarkin A.A. *Sovremennye skrepery s mexanizirovannoj zagruzkoj* [Modern dragshovels with the mechanized loading]. *Seriya 2: Dorozhnye mashiny* [Series 2: Road machines]. Moskva, 1990, iss. 3, 41 p. (in Russian).
6. Balovnev V.I. *Modelirovanie processov vzaimodeystviya so sredoj rabochix organov dorozhno-stroitelnyx mashin* [Processes modeling of interaction with the environment of working bodies of road-building machines]. Moskva: Mashinostroenie, 1994, ed. 2, 432 p. (in Russian).
7. Ulyanov N.A. *Teoriya samohodnyx kolesnyx zemlerojno-transportnyx mashin* [Theory of the self-propelled wheeled earthmoving-transport machines]. Moskva: Mashinostroenie, 1969, 520 p. (in Russian).
8. Fedorov D.I. *Rabochie organy zemlerojnyx mashin* [Working organs of earthmovers]. Moskva: Mashinostroenie, 1983, ed. 2, 368 p. (in Russian).
9. Artem'ev K.A. *Osnovy i teorii kopaniya grunta skreperami* [Bases theory of digging soil with drag shovels]. Moskva, Sverdlovsk: Mashgiz, 1963, 128 p. (in Russian).
10. Xolodov A.M., Rudnev V.K., Niche V.V., Nazarov L.V. and Lysikov I.N. *Proektirovanie mashin dlya zemlyanyx rabot* [Planning machines for earthmovings]. Kharkiv: Vischa shk., 1986, 272 p. (in Russian).
11. Kuzin E.I. *Stroitelnye mashiny: Spravochnik v 2 t.* [Building machines: reference book in 2 volums]. T. 1: *Mashiny dlya stroitelstva promyshlennyx, grazhdanskih sooruzhenij i dorog* [Vol. 1: Machines for construction of industrial, civil buildings and roads]. Moskva: Mashinostroenie, 1991, 496 p. (in Russian).
12. Khmara L.A., Kravets S.V., Skobliuk M.P., Nikitin V.G., Derevianchuk M.I. and Suponiev V.M. *Mashiny dlia zemlianykh robot* [Machines for earthmovings]. Kharkiv: Favor, 2014, 548 p. (in Ukrainian).

Рецензент: Заренбін В. Г., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 16.09.2017 р.

Прийнята до друку: 29.09.2017 р.

УДК 517.977.5:004.49+519.857:004.49

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ДИСЦИПЛИНЕ «СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ» БАКАЛАВРОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ»

ЕРШОВА Н. М.¹, *д-р техн. наук, проф.*,
ВЕЛЬМАГИНА Н. А.², *канд. фіз.-мат. наук.*

¹Кафедра «Прикладная математика и информационные технологии», Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-10, email: prmat@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-1726-0557

²Кафедра «Прикладная математика и информационные технологии», Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (095) 106-56-13, email: velmagina24@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5584-3748

Аннотация. *Цель статьи* – показать возможности системы моделирования МВТУ 3.7 при исследовании переходных процессов сложных динамических систем и целесообразность ее использования в учебном процессе. **Методика.** Компьютерная техника и информационные технологии – основные инструменты работы современного ИТ - специалиста, поэтому качественная подготовка студентов в этой области имеет большое значение в общей системе подготовки специалистов и во многом определяет степень усвоения материала на старших курсах. Отсутствие в современных алгоритмических языках программирования библиотек стандартных программ решения наиболее часто встречающихся инженерных задач очень затрудняет процесс создания программных продуктов для исследования сложных динамических систем. На помощь приходят системы моделирования, математической базой которых является теория автоматического управления. Существуют единые принципы их создания, в основу которых заложено описание структурных схем – в графическом изображении математической модели. Система МВТУ 3.7 позволяет моделировать переходные процессы, исследовать устойчивость и выполнять синтез параметров колебательных процессов различных технических устройств: механических, гидравлических, теплотехнических, электротехнических и др., в том числе средств и систем автоматики. Ограниченная версия применима к техническим устройствам с 15 степенями свободы. В системе моделирования МВТУ 3.7 основная роль отводится графическому редактору, с его помощью на экране дисплея создается схема моделирования по структурной схеме исследуемой системы. Блоки структурной схемы выбираются из графической базы данных с помощью мыши. Графическая база данных находится на экране дисплея рядом с рабочим полем. После создания схемы моделирования производится назначение параметров функциональных блоков, выбор метода интегрирования и назначение параметров интегрирования. Затем осуществляется запуск процесса моделирования. В работах [1; 2; 7; 8] приведены основные сведения по математическому моделированию систем автоматического регулирования (САР). Математические модели колебательных процессов колесных машин имеют свою специфику создания. В работах [3; 4] рассмотрен процесс создания математических моделей колебательных процессов автомобилей для различных расчетных схем. Возможности системы моделирования МВТУ 3.7 при исследовании свободных и вынужденных колебаний, анализе устойчивости движения по развернутой структурной схеме простейшей модели рассмотрены в публикации [4] и реализованы в лабораторных работах дисциплины «Современная теория управления динамическими системами» учебного плана бакалавров специальности «Компьютерные науки». Получены переходные характеристики, фазовые портреты, графики свободных и вынужденных колебаний. Развернутая структурная схема механической системы с двумя степенями свободы очень сложна, но позволяет построить только одну фазовую траекторию. Следовательно, оценку качества сложных динамических систем следует проводить по укрупненной структурной схеме путем анализа переходных характеристик. В этом случае блоки схемы имеют сложные передаточные функции, для реализации которых в библиотеке динамических звеньев имеется блок общего вида. Все параметры блока имеют размерность секунда. Возникает проблема перехода от математической модели исследуемой системы к математической модели для построения укрупненной структурной схемы и преобразования передаточных функций к передаточной функции динамического звена общего вида. **Результаты.** Предложена методика исследования переходных процессов сложных динамических систем в системе моделирования МВТУ 3.7 путем создания укрупненных структурных схем и использования динамического звена общего вида. **Научная новизна.** Полученные в результате моделирования переходные характеристики всех динамических звеньев позволяют оценить качество сложной системы и проверить устойчивость колебательных процессов. **Практическая значимость.** Предлагаемая методика удобна в применении и позволяет получать не только графики процессов, но и их табличные значения. Рекомендуется для использования в дисциплине «Теория компьютерного проектирования сложных объектов и систем» учебного плана магистров специальности «Компьютерные науки».

Ключевые слова: структурная схема; схема моделирования; динамическое звено; передаточная функция; переходная характеристика; колебательный процесс; устойчивость; математическая модель

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ МОДЕЛЮВАННЯ В ДИСЦИПЛІНІ «СУЧАСНА ТЕОРІЯ УПРАВЛІННЯ ДИНАМІЧНИМИ СИСТЕМАМИ» БАКАЛАВРІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ»

ЄРШОВА Н. М.¹, д-р техн. наук, проф.,
ВЕЛЬМАГІНА Н. О.², канд. физ.-мат. наук.

¹Кафедра «Прикладна математика та інформаційні технології», Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-98-10, email: prmat@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-1726-0557

²Кафедра «Прикладна математика та інформаційні технології», Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (095) 106-56-13, email: velmagina24@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5584-3748

Анотація. *Мета статті* – показати можливості системи моделювання МВТУ 3.7 для дослідження перехідних процесів складних динамічних систем і доцільність її використання в навчальному процесі. **Методика.** Комп'ютерна техніка й інформаційні технології – основні інструменти роботи сучасного ІТ-фахівця, тому якісна підготовка студентів у цій галузі має велике значення в загальній системі підготовки фахівців і багато в чому визначає міру засвоєння матеріалу на старших курсах. Відсутність у сучасних алгоритмічних мовах програмування бібліотек стандартних програм розв'язання інженерних задач, що найчастіше зустрічаються, дуже утруднює процес створення програмних продуктів для дослідження складних динамічних систем. На допомогу приходять системи моделювання, математичною базою яких складає теорія автоматичного управління. Існують єдині принципи їх створення, в основу яких закладений опис структурних схем – у графічному зображенні математичної моделі. Система моделювання МВТУ 3.7 дозволяє моделювати перехідні процеси, досліджувати стійкість і виконувати синтез параметрів коливальних процесів різних технічних пристроїв: механічних, гідравлічних, теплотехнічних, електротехнічних та ін., у тому числі засобів і систем автоматики. Обмежена версія застосована до технічних пристроїв з 15 степенями свободи. У системі моделювання МВТУ 3.7 основна роль відводиться графічному редактору, з його допомогою на екрані дисплея створюється схема моделювання за структурною схемою досліджуваної системи. Блоки структурної схеми вибираються з графічної бази даних за допомогою миші. Графічна база даних розміщена на екрані дисплея поряд із робочим полем. Після створення схеми моделювання робиться призначення параметрів функціональних блоків, вибір методу інтеграції і призначення параметрів інтеграції. Потім здійснюється запуск процесу моделювання. У працях [1; 2; 7; 8] наведено основні відомості стосовно математичного моделювання систем автоматичного регулювання (САР). Математичні моделі коливальних процесів колісних машин мають свою специфіку створення. У працях [3; 4] розглянуто процес створення математичних моделей коливальних процесів автомобілів для різних розрахункових схем. Можливості системи моделювання МВТУ 3.7 для дослідження вільних і вимушених коливань, аналізу стійкості руху за розгорнутою структурною схемою простої моделі розглянуті в публікації [4] і реалізовані в лабораторних роботах дисципліни «Сучасна теорія управління динамічними системами» навчального плану бакалаврів спеціальності «Комп'ютерні науки». Отримано перехідні характеристики, фазові портрети, графіки вільних і вимушених коливань. Розгорнута структурна схема механічної системи з двома степенями вільності дуже складна, але дозволяє побудувати тільки одну фазову траєкторію. Отже, оцінювання якості складних динамічних систем слід проводити за укрупненою структурною схемою шляхом аналізу перехідних характеристик. У цьому випадку блоки схеми мають складні передатні функції, для реалізації яких у бібліотеці динамічних ланок є блок загального вигляду. Усі параметри блока мають розмірність секунда. Виникає проблема переходу від математичної моделі досліджуваної системи до математичної моделі для побудови укрупненої структурної схеми і перетворення передатних функцій до передатної функції динамічної ланки загального вигляду. **Результати.** Запропоновано методику дослідження перехідних процесів складних динамічних систем у системі моделювання МВТУ 3.7 шляхом створення укрупнених структурних схем і використання динамічної ланки загального вигляду. **Наукова новизна.** Отримані в результаті моделювання перехідні характеристики усіх динамічних ланок дозволяють оцінити якість складної системи і перевірити стійкість коливальних процесів. **Практична значущість.** Пропонована методика зручна в застосуванні і дозволяє отримувати не лише графіки процесів, а і їх табличні значення. Рекомендується для використання в дисципліні «Теорія комп'ютерного проектування складних об'єктів і систем» навчального плану магістрів спеціальності «Комп'ютерні науки».

Ключові слова: структурна схема; схема моделювання; динамічна ланка; передатна функція; перехідна характеристика; коливальний процес; стійкість; математична модель

APPLICATION OF MODELLING SYSTEMS IN THE DISCIPLINE «MODERN THEORY OF THE DYNAMIC SYSTEMS CONTROL» OF BACHELOR DEGREE FOR THE «COMPUTER SCIENCES» SPECIALTY

ERSHOVA N. M.¹, D.Sc. (Tech), Prof.,

VELMAHINA N. O.^{2*}, Cand. Sc. (Phys.-Math.)

¹Applied Mathematics department. Pridniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. 24-a Chernishevskogo st. Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38(0562)46-98-10, email: prmat@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-1726-0557

²Applied Mathematics department. Pridniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. 24-a Chernishevskogo st. Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (095) 106-56-13, email: velmagina24@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5584-3748

Annotation. Purpose of the article. To present the capabilities of the MVTU 3.7 simulation system while the transient processes studying of complex dynamic systems and the appropriateness of its using in the learning process. **Methodology of the research.** Computer technology and information technologies are the main tools of the modern IT specialist, therefore, the qualitative preparation of students in this field has a great importance in the general system of specialists training and largely determines the material mastering degree at the senior courses. The absence of standard programs libraries for solving the most frequently encountered engineering problems in modern algorithmic programming languages makes the creating software products process for research of complex dynamic systems very difficult. For help come systems of modeling, mathematical base of which is the theory of automatic control. There are unified principles for their creation, which are based on the description of structural schemes, that is the graphical representation of a mathematical model. The MVTU 3.7 simulation system allows you to model transient processes, investigate stability and perform the synthesis of the parameters of the oscillatory processes of various technical devices: mechanical, hydraulic, heat engineering, electrotechnical, etc., including means and automation systems. The restricted version is applicable to technical devices with 15 degrees of freedom. In the MVTU 3.7 simulation system, the main role is assigned to the graphic editor, with its help a simulation scheme is created on the display screen according to the structural scheme of the research system. Block structures are selected from the graphics database using the mouse. The graphical database is located on the display screen next to the working field. After the simulation scheme creating the function block parameters are assigned, the integration method is selected and the integration parameters are assigned. Then, the simulation process is started. In the work [1, 2,7,8] the basic data on mathematical modeling of the automatic regulation systems (ARS) are given. Mathematical models of oscillatory processes of wheeled vehicles have their own specifics of creation. In works [3,4] the process of mathematical models creating of the machines oscillatory processes for various calculation schemes is considered. In the work [4] the possibilities of the MVTU 3.7 simulation system in free and forced oscillations studying, analyzing the motion stability along a detailed structural scheme of the simplest model is considered and in the laboratory works of the discipline "Modern Theory of Control of Dynamic Systems" of the baccalaureates curriculum of the specialty "Computer science" is implemented. Transient characteristics, phase portraits and graphs of free and of forced oscillations are obtained. The unfolded structural diagram of a mechanical system with two degrees of freedom is very complicated, but it allows to construct only one phase trajectory. Therefore, an assessment of the complex dynamic systems quality should be carried out on an enlarged structural scheme by the transient characteristics analyzing. In this case, the circuit blocks have complex transfer functions for the implementation of which there is a general view on the dynamic links library. All block parameters have the dimension of a second. It appears the problem a of the transition from the mathematical model of the research system to the mathematical model for constructing an enlarged structural scheme and the transformation of transfer functions to the transfer function of the dynamic link of a general type. **Results.** A technique for research of the transient processes of complex dynamical systems in the MVTU 3.7 simulation system is proposed by creating enlarged structural schemes and using a general-type dynamic link. **Scientific novelty.** The received transient characteristics of all dynamic links resulting from the simulation allow us to evaluate the quality of a complex system and verify the stability of oscillatory processes. **Practical significance.** The proposed technique is convenient in appliance and allows you not only to get the processes graphs, but also their tabular values. It is recommended for using in the "The theory of computer design of complex objects and systems" discipline of the masters curriculum of the specialty "Computer Science".

Keywords: structural scheme; simulation scheme; dynamic link; transfer function; transient response; oscillatory process; stability; mathematical model

Постановка проблеми. Исследование динамических процессов в сложных системах аналитическими методами связано с большими теоретическими и вычислительными трудностями, поэтому одним из основных методов исследования

является метод математического моделирования. Моделирование на современном этапе развивается наиболее динамично, что вызвано интенсивным развитием систем моделирования. Системы моделирования имеют специальный язык,

который понятен для пользователей, не владеющих алгоритмическими языками, и содержат в своем составе язык моделирования, программную среду и реализуются на компьютере.

Математической базой всех систем моделирования является теория автоматического управления, поэтому существуют единые принципы их создания, в основу которых заложено описание структурных схем – в графическом изображении математической модели. Отличие есть в языке моделирования, содержании библиотек входного языка, методах интегрирования и оптимизации, структуре операторов описания функциональных блоков структурных схем.

Основным разработчиком систем моделирования является Московский государственный технический университет им. Баумана (МГТУ). В его стенах созданы системы: моделирования и оптимизации динамических систем (МОДС), анализа и параметрического синтеза линейных систем (ПАЛС), моделирования динамических систем на персональном компьютере (МДС/ПК), проектирования динамических систем (ПДС и ПРОДИС), моделирование в технических устройствах (МВТУ) [1; 2].

Система МВТУ 3.7 позволяет моделировать переходные процессы, исследовать устойчивость и выполнять синтез параметров колебательных процессов различных технических устройств: механических, гидравлических, теплотехнических, электротехнических и др., в том числе средств и систем автоматики. Ограниченная версия применима к техническим устройствам с 15 степенями свободы.

В системе моделирования МВТУ 3.7 основная роль отводится графическому редактору, с его помощью на экране дисплея создается схема моделирования по структурной схеме исследуемой системы. Блоки структурной схемы выбираются из графической базы данных с помощью мыши. Графическая база данных находится на экране дисплея рядом с рабочим полем. После создания схемы моделирования

производится назначение параметров функциональных блоков, выбор метода интегрирования и назначение параметров интегрирования. Затем осуществляется запуск процесса моделирования.

Выделение нерешенной проблемы. Для простых систем (с одной степенью свободы) по развернутой структурной схеме легко получаются переходные характеристики, фазовые траектории, графики свободных и вынужденных колебаний. Развернутая структурная схема механической системы с двумя степенями свободы очень сложна, но позволяет построить только одну фазовую траекторию. Следовательно, оценку качества сложных динамических систем следует проводить по укрупненной структурной схеме путем анализа переходных характеристик. В этом случае блоки схемы имеют сложные передаточные функции, для реализации которых в библиотеке динамических звеньев имеется блок общего вида. Все параметры блока имеют размерность «секунда». Возникает проблема перехода от математической модели исследуемой системы к математической модели для построения укрупненной структурной схемы и преобразования передаточных функций к передаточной функции динамического звена общего вида.

Формулирование цели работы. В работе [1] приведены основные сведения по математическому моделированию систем автоматического регулирования (САР) в системе моделирования МВТУ 3.7. Математические модели колесных машин имеют свою специфику создания. Цель работы - разработать методику исследования переходных процессов в сложных динамических системах.

Изложение основного материала. Математическая модель колебательного процесса системы «автомобиль–шина–дорога» составляется по уравнениям Лагранжа 2-го рода:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial K}{\partial \dot{q}_j} \right) + \frac{\partial F}{\partial \dot{q}_j} + \frac{\partial P}{\partial q_j} = Q_j, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где K, P – соответственно кинетическая и потенциальная энергия; F функция рассеивания (диссипативная функция); q, \dot{q} – соответственно обобщенная координата и обобщенная скорость; Q_j – обобщенная внешняя сила, соответствующая обобщенной координате; n – число степеней свободы, равное для рассматриваемой схемы (рис. 1) числу сосредоточенных масс.

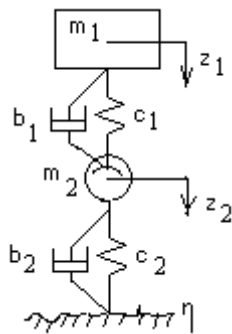


Рис. 1. Расчетная схема

На рисунке 1 обозначено: m_1, m_2 – соответственно масса кузова с пассажирами или грузом и масса частей автомобиля, опирающихся на шины; \tilde{n}_1, \tilde{n}_2 – жесткость подвески и жесткость шин; b_1, b_2 – коэффициент сопротивления гасителей колебаний, установленных в подвеске, и коэффициент демпфирования шин.

При поступательном перемещении масс вдоль вертикальной оси $q_j = z_j; \dot{q}_j = \dot{z}_j; Q_j = 0$. Для рассматриваемой схемы деформация пружины подвески $\Delta_1 = z_1 - z_2$, деформация шин $\Delta_2 = z_2 - \eta$, скорость деформации $\dot{\Delta}_1 = \dot{z}_1 - \dot{z}_2$, $\dot{\Delta}_2 = \dot{z}_2 - \dot{\eta}$. Запишем выражения для кинетической, потенциальной энергий и функции рассеивания.

$$K = \frac{m_1 \dot{z}_1^2}{2} + \frac{m_2 \dot{z}_2^2}{2};$$

$$P = \frac{c_1 \Delta_1^2}{2} + \frac{c_2 \Delta_2^2}{2} = c_1 \frac{(z_1 - z_2)^2}{2} + c_2 \frac{(z_2 - \eta)^2}{2};$$

$$F = \frac{b_1 \dot{\Delta}_1^2}{2} + \frac{b_2 \dot{\Delta}_2^2}{2} = b_1 \frac{(\dot{z}_1 - \dot{z}_2)^2}{2} + b_2 \frac{(\dot{z}_2 - \dot{\eta})^2}{2}$$

После выполнения необходимых операций получим:

$$m_1 \ddot{z}_1 + b_1(\dot{z}_1 - \dot{z}_2) + c_1(z_1 - z_2) = 0;$$

$$m_2 \ddot{z}_2 + b_2 \dot{z}_2 + c_2 z_2 - b_1(\dot{z}_1 - \dot{z}_2) - c_1(z_1 - z_2) = b_2 \dot{\eta} + c_2 \eta. \quad (2)$$

Уравнения (2) представляют собой математическую модель колебательного процесса системы «автомобиль–дорога» с учетом упругости шин. По этой модели можно построить развернутую структурную схему и в системе моделирования МВТУ 3.7 получить графики ускорений \ddot{z}_1, \ddot{z}_2 , скорости \dot{z}_2 и перемещения z_2 , но нельзя получить графики перемещения z_1 и скорости \dot{z}_1 , т. е. нельзя построить фазовую траекторию $\dot{z}_1 = f(z_1)$.

Построим укрупненную структурную схему. Для этого запишем систему уравнений (2) в операторной форме:

$$(m_1 p^2 + b_1 p + c_1)z_1(t) = (b_1 p + c_1)z_2(t);$$

$$(m_2 p^2 + (b_1 + b_2)p + (c_1 + c_2))z_2(t) = (b_1 p + c_1)z_1(t) + (b_2 p + c_2)\eta(t). \quad (3)$$

Разделим обе части системы уравнений (3) на алгебраические многочлены левых частей

$$z_1(t) = W_1(p)z_2(t);$$

$$z_2(t) = W_2(p)z_1(t) + W_3(p)\eta(t), \quad (4)$$

где $W_1(p) = \frac{b_1 p + c_1}{m_1 p^2 + b_1 p + c_1}$ – передаточная функция от массы частей автомобиля, опирающихся на шины, к вертикальным перемещениям массы кузова;

$W_2(p) = \frac{b_1 p + c_1}{m_2 p^2 + (b_1 + b_2)p + (c_1 + c_2)}$ – передаточная функция от массы кузова к вертикальным перемещениям массы частей автомобиля, опирающихся на шины;

$W_3(p) = \frac{b_2 p + c_2}{m_2 p^2 + (b_1 + b_2)p + (c_1 + c_2)}$ – передаточная функция от дороги к вертикальным перемещениям массы частей автомобиля, опирающейся на шины.

По уравнениям (4) строим укрупненную структурную схему (рис. 2).

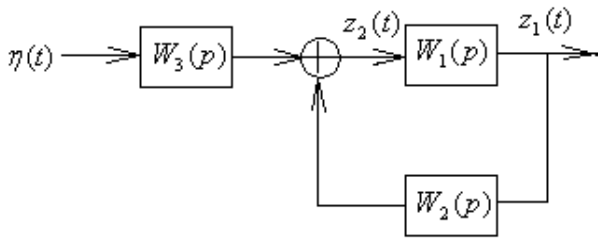


Рис. 2. Укрупненна структурна схема

В библиотеке системы моделирования МВТУ 3.7 имеется динамическое звено общего вида (рис. 3).

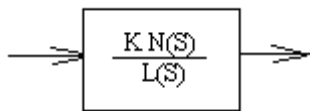


Рис. 3. Динамическое звено общего вида

Передаточная функция динамического звена общего вида записывается следующим образом:

$$W(s) = \frac{b_0 + b_1s + b_2s^2 + 5 + b_ms^m}{a_0 + a_1s + a_2s^2 + 5 + a_ns^n}, m \leq n, a_n \neq 0.$$

Размерность коэффициентов a_i, b_i передаточной функции – секунда, поэтому исходные передаточные функции нужно преобразовать к соответствующему виду путем деления числителя и знаменателя на коэффициент знаменателя при p^0 , т. е.

$$W_1(p) = \frac{\frac{b_1}{c_1} p + 1}{\frac{m_1}{c_1} p^2 + \frac{b_1}{c_1} p + 1};$$

$$W_3(p) = \frac{\frac{b_2}{c_1 + c_2} p + \frac{c_2}{c_1 + c_2}}{\frac{m_2}{c_1 + c_2} p^2 + \frac{b_1 + b_2}{c_1 + c_2} p + 1}.$$

Технология работы в системе моделирования МВТУ 3.7. Создание схемы моделирования подробно изложено в работе [4]. На рисунке 4 представлена схема моделирования.

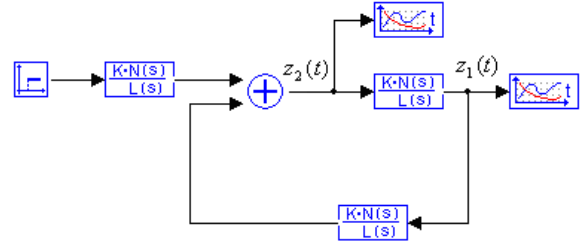


Рис. 4. Укрупненна схема моделирования

Исследуем переходной процесс автомобиля Мерседес 220, исходные данные которого:

$$m_1 = 1,649 \text{ т}; m_2 = 0,17 \text{ т}; b_1 = 5,9 \text{ кНс/м}; b_2 = 4,24 \text{ кНс/м}; c_1 = 85 \text{ кН/м}; c_2 = 770 \text{ кН/м}.$$

Значения коэффициентов передаточных функций приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Приведенные коэффициенты передаточных функций

	$W_1(p)$	$W_2(p)$	$W_3(p)$
a_0	1	1	1
a_1	0,0694	0,01186	0,01186
a_2	0,0194	0,0002	0,0002
b_0	1	0,0994	0,9006
b_1	0,0694	0,0069	0,004959

Переходные характеристики получаем при ступенчатом воздействии амплитудой 0,01 м. На рисунке 5 представлена переходная характеристика центра масс кузова автомобиля, на рисунке 6 – шины. Следовательно, в системе наблюдается затухающий колебательный процесс с параметрами: периоды $T_1 = 0,884 \text{ с}; T_2 = 0,193 \text{ с};$ частоты $\nu_1 = 7,104 \text{ н}^{-1}; \nu_2 = 32,555 \text{ н}^{-1}.$

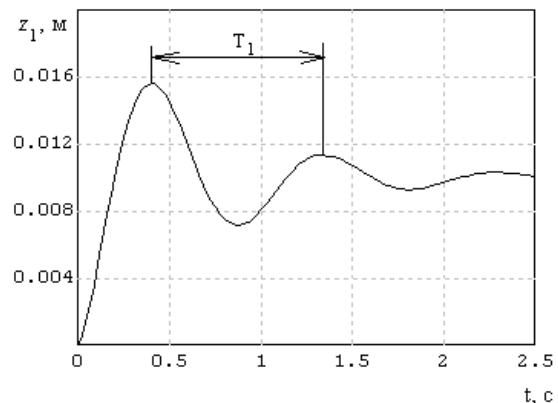


Рис. 5. Переходная характеристика центра масс кузова автомобиля

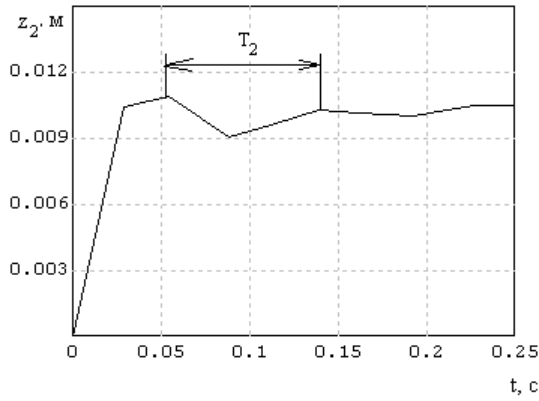


Рис. 6. Переходная характеристика шины

Рассмотрим моделирование колебаний системы «водитель–автомобиль–шина–дорога» [4], расчетная схема которой представлена на рисунке 7.

Для рассматриваемой схемы деформация пружины подвески кресла $\Delta_1 = z_1 - z_2$, деформация пружины подвески автомобиля $\Delta_2 = z_2 - z_3$, деформация шин $\Delta_3 = z_3 - \eta$. Запишем выражения для кинетической, потенциальной энергий и функции рассеивания:

$$K = \frac{m_1 \dot{z}_1^2}{2} + \frac{m_2 \dot{z}_2^2}{2} + \frac{m_3 \dot{z}_3^2}{2};$$

$$P = c_1 \frac{(z_1 - z_2)^2}{2} + c_2 \frac{(z_2 - z_3)^2}{2} + c_3 \frac{(z_3 - \eta)^2}{2};$$

$$F = b_1 \frac{(\dot{z}_1 - \dot{z}_2)^2}{2} + b_2 \frac{(\dot{z}_2 - \dot{z}_3)^2}{2} + b_3 \frac{(\dot{z}_3 - \dot{\eta})^2}{2}.$$

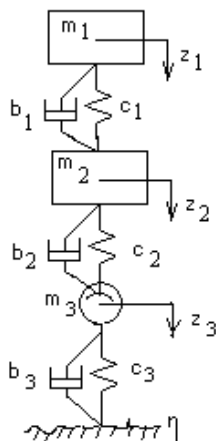


Рис. 7. Расчетная схема

Математическая модель колебательного процесса:

$$m_1 \ddot{z}_1 + b_1(\dot{z}_1 - \dot{z}_2) + c_1(z_1 - z_2) = 0;$$

$$m_2 \ddot{z}_2 + b_2(\dot{z}_2 - \dot{z}_3) + c_2(z_2 - z_3) - b_1(\dot{z}_1 - \dot{z}_2) - c_1(z_1 - z_2) = 0;$$

$$m_3 \ddot{z}_3 + b_3 \dot{z}_3 + c_3 z_3 - b_2(\dot{z}_2 - \dot{z}_3) - c_2(z_2 - z_3) = b_3 \dot{\eta} + c_3 \eta. \quad (5)$$

Математическая модель колебательного процесса в операторной форме:

$$(m_1 p^2 + b_1 p + c_1)z_1(t) = (b_1 p + c_1)z_2(t);$$

$$(m_2 p^2 + (b_1 + b_2)p + (c_1 + c_2))z_2(t) = (b_1 p + c_1)z_1(t) + (b_2 p + c_2)z_3(t);$$

$$(m_3 p^2 + (b_2 + b_3)p + (c_2 + c_3))z_3(t) = (b_2 p + c_2)z_2(t) + (b_3 p + c_3)\eta(t). \quad (6)$$

Разделим обе части системы уравнений (6) на алгебраические многочлены левых частей

$$z_1(t) = W_1(p)z_2(t);$$

$$z_2(t) = W_2(p)z_1(t) + W_3(p)z_3(t);$$

$$z_3(t) = W_4(p)z_2(t) + W_5(p)\eta(t), \quad (7)$$

где $W_1(p) = \frac{b_1 p + c_1}{m_1 p^2 + b_1 p + c_1}$ – передаточная

функция от массы кузова к вертикальным перемещениям массы кресла с водителем;

$W_2(p) = \frac{b_1 p + c_1}{m_2 p^2 + (b_1 + b_2)p + (c_1 + c_2)}$ – передаточная

функция от массы кресла с водителем к вертикальным перемещениям массы кузова;

$W_3(p) = \frac{b_2 p + c_2}{m_2 p^2 + (b_1 + b_2)p + (c_1 + c_2)}$ – передаточная

функция от массы частей автомобиля, опирающихся на шины, к вертикальным перемещениям массы кузова;

$W_4(p) = \frac{b_2 p + c_2}{m_3 p^2 + (b_2 + b_3)p + (c_2 + c_3)}$ – передаточная

функция от массы кузова к вертикальным перемещениям массы частей автомобиля, опирающейся на шины;

$W_5(p) = \frac{b_3 p + c_3}{m_3 p^2 + (b_2 + b_3)p + (c_2 + c_3)}$ – передаточная

функция от дороги к вертикальным перемещениям массы частей автомобиля, опирающихся на шины.

По уравнениям (7) строим укрупненную структурную схему. На рисунке 8 представлена схема моделирования колебаний системы «водитель–автомобиль–шина–дорога».

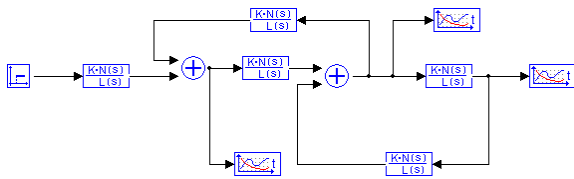


Рис. 8. Схема моделирования колебаний

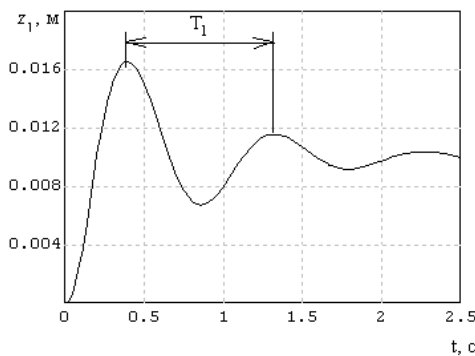


Рис. 9. Переходная характеристика центра масс кресла

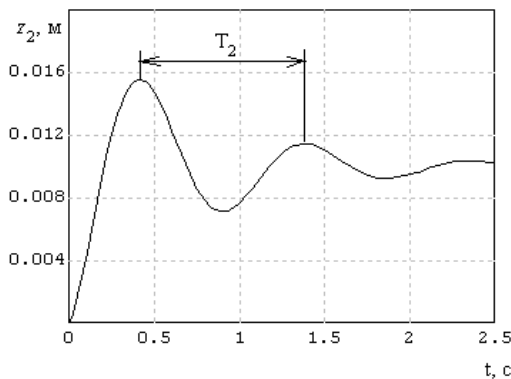


Рис. 10. Переходная характеристика центра масс кузова

Расчет выполним при следующих параметрах: $m_1 = 0,07$ т; $b_1 = 0,6$ кНс/м; $c_1 = 10,4$ кН/м; $m_2 = 1,579$ т.

Остальные параметры системы остаются без изменения. Значения коэффициентов передаточных функций приведены в таблице 2.

Таблица 2

Приведенные коэффициенты передаточных функций

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	m1	b1	c1	m2	b2	c2	m3	b3	c3
2	0,07	0,6	10,4	1,579	5,9	85	0,17	4,24	770
3		w1	w2	w3	w4	w5	c1+c2	c2+c3	
4	a1	0,05769	0,06813	0,06813	0,01186	0,01186	95,4	855	
5	a2	0,00673	0,01655	0,01655	0,0002	0,0002			
6	b0		1	0,10901	0,89099	0,09942	0,90058		
7	b1	0,05769	0,00629	0,06184	0,0069	0,00496			

На рисунках 9 и 10 представлены переходные характеристики со следующими параметрами: $T_1 = T_2 = 0,9$ с; $z_{1max} = 0,0165$ м; $z_{2max} = 0,0156$ м.

Выводы. Полученные результаты исследований показывают, что в системе моделирования МВТУ 3.7 можно получать переходные характеристики сложных динамических систем, но нельзя получить амплитудно-частотные характеристики. Кроме того, нет возможности провести параметрическую оптимизацию. Поэтому необходимо создавать дополнительные программные продукты на современных языках программирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Системы автоматического регулирования: практикум по математическому моделированию / Б. А. Карташов [и др.] ; под ред. Б. А. Карташова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2015. – 458 с. : ил. – (Высшее образование). – Библиогр.: с. 452–453.
2. Программный комплекс для автоматизированного исследования и проектирования промышленных роботов / Котов Е. А., Максимов А. И., Польский В. А., Скворцов Л. М. – Москва : Машиностроение, 1991. – 71 с.
3. Моделирование и оптимизация колебательных процессов колесных машин : конспект лекций / ПГАСА ; сост. Н. М. Ершова, В. И. Ершов. – Днепропетровск : ПГАСА, 2001. – 148 с.
4. Ершова Н. М. Современные методы теории проектирования и управления сложными динамическими системами : монография / Н. М. Ершова. – Днепропетровск : ПГАСА, 2016. – 272 с.
5. Крутько П. Д. Алгоритмы и программы проектирования автоматических систем / П. Д. Крутько, А. И. Максимов, Л. М. Скворцов ; под ред. П. Д. Крутько. – Москва : Радио и связь, 1988. – 306 с.
6. Инструкция пользователя программным комплексом «Моделирование в технических устройствах» (ПК «МВТУ», версия 3.6) / О. С. Козлов, Д. Е. Кондаков, Л. М. Скворцов, В. В. Ходаковский. – Москва : Изд.во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 187 с.

7. Методы классической и современной теории автоматического управления : учебник для вузов : в 5 т. / под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – (Методы теории автоматического управления).
8. Практикум по автоматике. Математическое моделирование систем автоматического регулирования / под ред. Б. А. Карташова. – Москва : КолосС, 2004. – 184 с.

REFERENCES

1. Kartashov B.A. *Sistemy avtomaticheskogo regulirovaniya* [Systems of automatic regulation]. Rostov-na-Donu: Feniks, 2015, ed. 2, 458 p. (in Russian).
2. Kotov E.A., Maksimov A.M., Pol'skij V.A. and Skvorcov L.M. *Programmnyj kompleks dlya avtomatizirovannogo issledovaniya i proektirovaniya promyshlennykh robotov* [The software package for computer-aided research and design of industrial robots]. Moskva: Mashinostroenie, 1991, 56 p. (in Russian).
3. Ershova N.M. and Ershov V.I. *Modelirovanie i optimizaciya kolebatelnykh protsessov kolesnykh mashin* [Modeling and optimization of processes of vibrational-wheeled vehicles: Lectures]. Dnepropetrovsk: PGASA, 2001, 148 p. (in Russian).
4. Ershova N.M. *Sovremennye metody teorii proektirovaniya i upravleniya slozhnymi dinamicheskimi sistemami* [Modern methods of the theory of design and management of complex dynamical systems]. Dnepropetrovsk: PGASA, 2016, 272 p. (in Russian).
5. Krutko P.D., Maksimov A.M. and Skvorcov L.M. *Algoritmy i programmy proektirovaniya avtomaticheskikh sistem* [Algorithms and software design of automatic systems]. Moskva: Radio i svyaz, 1988, 306 p. (in Russian).
6. Kozlov O.S., Kondakov D.E., Skvorcov L.M. and Khodakovskij V.V. *Instrukciya polzovatelya programmym kompleksom "Modelirovanie v texnicheskix ustroystvax" (PK "MVTU", versiya 3.6)* [Manual software package "Simulation in Technical Devices" (PC "SITD", version 3.6)]. Moskva: MGTU im. N.E. Bauman, 2008, 187 p. (in Russian).
7. Pupkov K.A., Egupov N.D. *Metody klassicheskoy i sovremennoj teorii avtomaticheskogo upravleniya* [Methods of classic and present theories of automatic management]. *Metody teorii avtomaticheskogo upravleniya* [Methods of the theory of automatic control]. Moskva: MGTU im. N.E. Bauman, 2004. (in Russian).
8. Kartashov B.A. *Praktikum po avtomatike. Matematicheskoe modelirovanie sistem avtomaticheskogo regulirovaniya* [Workshop on automation. Mathematical modeling of the automatic control systems]. Moskva: KolosS, 2004, 184 p. (in Russian).

Рецензент: Данишевський В. В., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 10.10.2017 р.

Прийнята до друку: 20.10.2017 р.

УДК 69.059.7:711.454

СПЕЦИФІКА РЕДЕВЕЛОПМЕНТУ НЕРАЦІОНАЛЬНО ВИКОРИСТОВУВАНИХ ПРОМИСЛОВИХ ТЕРИТОРІЙ

КОВАЛЬОВ В. В.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,

КУЛЕЩАК З. П.^{2*}, студ.

^{1*}Кафедра основ і фундаментів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (068) 906-86-42, e-mail: kovvyach12@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

^{2*}Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (067) 725-43-31, e-mail: zahkul94@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2570-260X

Анотація. Постановка проблеми. В сучасних умовах міського будівництва виникає проблема пошуку земельних ділянок для нової забудови. Однак найбільш привабливі з інвестиційної точки зору земельні ділянки найчастіше виявляються зайнятими, в тому числі розміщеними на них промисловими виробництвами, багато з яких не функціонують. Редевелопмент промислових територій дасть можливість ефективно контролювати розвиток міського середовища відповідно до вимог часу. **Мета статті** – визначення специфічних особливостей формування лофтів як нових елементів міського середовища за редевелопменту нераціонально використовуваних промислових територій. **Висновок.** Під час реконструкції міських деградованих промислових територій необхідно, крім об'єктів комерційної нерухомості, обов'язково розміщувати житлові об'єкти, доцільність чого підтверджується світовим досвідом редевелопменту промислових територій.

Ключові слова: реконструкція; редевелопмент; промислові підприємства; промислові території; лофт

СПЕЦИФИКА РЕДЕВЕЛОПМЕНТА НЕРАЦИОНАЛЬНО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

КОВАЛЬОВ В. В.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,

КУЛЕЩАК З. П.^{2*}, студ.

^{1*}Кафедра оснований и фундаментов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (068) 906-86-42, e-mail: kovvyach12@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

^{2*}Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (067) 725-43-31, e-mail: zahkul94@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2570-260X

Аннотация. Постановка проблемы. В современных условиях городского строительства возникает проблема поиска земельных участков для новой застройки. Однако наиболее привлекательные с инвестиционной точки зрения земельные участки зачастую оказываются занятыми, в том числе размещенными на них промышленными производствами, многие из которых не функционируют. Редевелопмент промышленных территорий позволит эффективно контролировать развитие городской среды в соответствии с требованиями времени. **Цель статьи** – определение специфических особенностей формирования лофтов как новых элементов городской среды при редевелопменте нераціонально используемых промышленных территорий. **Вывод.** При реконструкции городских деградированных промышленных территорий необходимо, кроме объектов коммерческой недвижимости, обязательно размещать жилые объекты, целесообразность чого подтверждается мировым опытом редевелопмента промышленных территорий.

Ключевые слова: реконструкция; редевелопмент; промышленные предприятия; промышленные территории; лофт

SPECIFICITY OF REDEVELOPMENT OF INEFFICIENTLY USED INDUSTRIAL TERRITORIES

KOVALOV V. V.^{1*}, Cand. Sc. (Tech.), Ass.-prof.,

KULESHCHAK Z. P.^{2*}, student.

^{1*}Department of bases and foundations, State Higher Educational Establishment «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (068) 906-86-42, e-mail: kovvyach12@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

^{2*}Department of planning and organization of production, State Higher Educational Establishment «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (067) 725-43-31, e-mail: zahkul94@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2570-260X

Abstract. Raising of problem. In modern conditions of urban construction, the problem arises of searching for land for a new building. However, the most attractive land plots from the investment point of view are often occupied, including the industrial plants placed on them, many of which do not function. Redevelopment of industrial areas will

effectively control the development of the urban environment in accordance with the requirements of the time. **Purpose of the article.** Determination of specific features of the formation of lofts as new elements of the urban environment in the redevelopment of inefficiently used industrial areas. **Conclusion.** When reconstructing urban degraded industrial areas, it is necessary to place residential objects in addition to commercial real estate objects, the expediency of which is confirmed by the world experience of redevelopment of industrial territories.

Keywords: reconstruction; redevelopment; industrial enterprises; industrial territories; loft

Постановка проблеми. У сучасних умовах міського будівництва виникає проблема пошуку земельних ділянок для нової забудови. Однак найбільш привабливі з інвестиційної точки зору земельні ділянки найчастіше виявляються зайнятими, в тому числі розміщеними на них промисловими виробництвами, багато з яких не функціонують. Трансформація промислових територій дасть можливість ефективно контролювати розвиток міського середовища відповідно до вимог часу (сприятлива екологічна ситуація, наявність активного соціального та культурного середовища, доступ до сучасних інформаційних потоків тощо) [1–3; 12; 13].

Таким чином, редевелопмент промислових територій здатний принести позитивні результати і місту як зміни його зовнішнього вигляду, і підприємцям, готовим вкладати інвестиції в промислові підприємства, що не функціонують.

Аналіз публікацій. Процес редевелопменту спрямований на поліпшення, оновлення і перетворення територій та об'єктів, які прийшли в занепад, з метою підвищення економічної привабливості та ефективного використання територій. Наявні промислові зони являють собою майнові комплекси, демонтаж та знесення яких були б нераціональним рішенням із економічної і соціальної точок зору. Механізм редевелопменту може бути успішним вирішенням проблеми використання занедбаних промислових зон, оскільки ці території являють собою підготовлену ділянку під будівництво, ділянки мають вигідні розташування, особливо з урахуванням скорочення земельних ресурсів під забудову в межах міста. У процесі перетворення промислових територій проекти редевелопменту спрямовані на створення житлових і

торгово-розважальних комплексів та ділових бізнес-центрів [8; 10].

Прикладами європейського редевелопменту вважаються такі проекти: проект Gasometer у Відні (перетворення газового заводу з газгольдерами на центр із житловими та комерційними приміщеннями), проект Modern Tate в Лондоні (колишня електростанція на південному березі Темзи, закрита в 1981 році, стала виставковим центром), проект Manufakture в польському місті Лодзь (території фабрик суконного і ткацького виробництва, побудованих у стилі класицизму, були перетворені на найбільший торгово-розважальний центр Європи), проект Wolverton Park у Великобританії (проект редевелопменту колишнього залізничного машинобудівного заводу) [4; 6; 7].

В Україні редевелопмент перебуває на початковій стадії розвитку. Причина полягає в тому, що держава не бере належної участі в реалізації редевелоперських проектів. Ініціаторами найчастіше виступають приватні інвестори і девелоперські компанії, на відміну від США, де головними координаторами таких проектів виступають муніципалітети [6].

Аналіз українського та зарубіжного досвіду перетворення міського середовища дозволив визначити основні передумови трансформації міських промислових територій:

- низька якість функціонування виробничих будівель і споруд, викликана тривалим періодом експлуатації;
- нераціональне зонування територій, що не забезпечує екологічну, санітарну та транспортну безпеку населення;
- необхідність відновлення історичної цінності пам'яток архітектури і старих міських кварталів;

– перехід до соціальної інтеграції та стимулювання інвестиційного процесу як важелів управління економічним зростанням [1; 7].

Мета трансформації промислових територій міст – поліпшення якості міського середовища і підвищення рівня життя містян на основі найбільш ефективного використання цих територій. Трансформація промислових територій може здійснюватися такими шляхами:

– часткове перенесення виробництв за межі міст. При цьому на території міст зберігаються нешкідливі виробництва і адміністративно-побутові установи, а на звільнених територіях розміщуються об'єкти ділової інфраструктури, житлові комплекси та інші споруди. Таким чином, скорочується обсяг промислової території, вона впорядковується, поліпшується екологічна обстановка в районі;

– повна модернізація існуючого виробництва – реконструкція будівель і споруд, благоустрій територій, більш ефективного використання наявних площ з урахуванням новітніх технологічних досягнень. Завдяки цим заходам місто не втрачає платника податків в особі підприємства. Цей шлях можливий для високотехнологічних і екологічно чистих виробництв;

– консервація території (наприклад, як музею) у випадках, коли вона має історичну цінність, а будівлі є об'єктами архітектурної спадщини. Тут маєтись на увазі або унікальне виробництво, яке може стати символом міста, частиною його іміджу, або виробництво, яке здатне виступати цікавим об'єктом із точки зору розвитку такого сучасного напрямку економіки як промисловий туризм;

– часткове або повне перепрофілювання території. Тут можливе знесення виробничих будівель і споруд, рекультивация земель і нове цивільне будівництво. А можливе збереження існуючих майданчиків, але з обов'язковим перепрофілюванням, наприклад, створення в цехах галерей сучасного мистецтва та інших

об'єктів культури, трансформація їх у житлові приміщення тощо.

Основні фактори, що впливають на вибір ефективної стратегії реорганізації підприємств у вигляді перенесення їх за межі великих міст, це: фізичне і моральне старіння технологічного устаткування; висока орендна плата за землю, які ускладнюються невиправдано великими площами промислових майданчиків; структурна перебудова промисловості в країні. Тут є можливість реконструкції промислових споруд без їх абсолютного знесення, їх переорієнтація під житлові приміщення – лофти.

Лофтом називають житлове приміщення, переобладнане на базі старих індустріальних будівель – виробничих або складських просторів із високими стелями і збереженням основних конструкцій, при цьому виникає нова форма організації житлового приміщення: внутрішній простір являє собою єдиний обсяг, за винятком ізолюваних підсобних приміщень і санвузлів [4–7; 11].

Мета статті – визначення специфічних особливостей формування лофтів як нових елементів міського середовища під час редевелопменту нерационально використовуваних промислових територій.

Результати досліджень. Сформована структура більшості українських міст вирізняється низькою якістю житла і рекреаційних зон, високою часткою промислових і складських територій в центрі міста, несприятливою транспортною ситуацією (рівень розвитку транспортної інфраструктури не відповідає навантаженню і не встигає за зростанням кількості автомобілів у містах). Розвиток нових технологій, зростання доходів населення і зміна їх потреб висувують нові вимоги до якості міського середовища.

Приватні інвестиції в розвиток міських територій підпорядковані ринковим законам і розраховані на отримання швидкого комерційного ефекту.

В останнє десятиріччя в Україні почалось упровадження проектів редевелопменту деградованих міських промислових

територій, їх перетворення на затребувані суспільством об'єкти, зокрема, лофти. Зміна функціонального призначення нефункціонуючих промислових підприємств і перетворення їх на лофти зумовлена як дефіцитом вільних територіальних ресурсів для нового будівництва, так і необхідністю забезпечення населення доступним і соціальним житлом.

Формування доступного і соціального лофту спрямоване на створення сприятливих умов життя і його доступності для малозабезпеченої категорії населення. До основних вимог організації такого виду житла можна віднести: наявність зручної транспортної забезпеченості, мінімальні фінансові витрати на реконструкцію об'єктів у житло [7].

Також колишні промислові будівлі можуть бути використані як заклади туризму для молоді, зокрема, молодіжні хостели, а стиль лофт – актуальний в молодіжному середовищі [9].

Проекти редевелопменту занедбаних промислових будівель доцільно реалізовувати за таких умов:

- власник будівлі не може її продати цілком за розумний термін, власник земельної ділянки не може її продати;

- продати нерухомість як лофт-апартаменти на 10–20 % дорожче, ніж офіси та виробничі приміщення; при цьому ціни продажу лофт-апартаментів привабливі для покупців – на 10–20 % нижчі, ніж на квартири [10].

До основних умов для використання будівель нефункціонуючих промислових підприємств під лофти належать їх розташування в межах міста, великі площі, наявність транспортної інфраструктури, задовільний технічний стан основних конструктивних елементів будівель. Окрім того, витрати на реконструкцію таких об'єктів на 15–35 % менші за капіталовкладення, необхідні для нового будівництва [10].

Перетворюючи нефункціонуючі промислові підприємства на лофти, необхідно враховувати не лише розміщення в структурі міста, тип забудови території,

об'ємно-планувальні та конструктивні рішення, характеристики колишніх виробничих об'єктів, а й вихідне призначення промислового підприємства, а саме: клас за характером технологічного процесу та кількістю шкідливих речовин, що виділяються.

Під час реалізації таких редевелоперських проектів виконуються дослідження ґрунтів і будівельних конструкцій для визначення можливого перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин, повністю замінюються системи гарячого та холодного водопостачання, каналізації, опалення, додатково встановлюються системи припливно-витяжної вентиляції і кондиціонування.

Важливі також розмір промислової території та розміщеної на ній будівлі, її поверховість, кількість прольотів тощо.

У разі формування лофтів як нових елементів міського середовища необхідно дотримуватись таких вимог:

- комфортність створюваного на основі колишнього промислового підприємства середовища з дотриманням чинних нормативних показників;

- максимальне збереження зовнішнього вигляду історично цінної забудови промислових об'єктів разом із створенням якісно нового внутрішнього простору;

- виразність просторового середовища;

- інформаційна насиченість середовища, підкреслення функції об'єкта засобами архітектурного формоутворення;

- екологічність (зниження рівня загазованості та рівня шуму, поліпшення параметрів вологості тощо) [7].

Вибір методів проведення трансформації промислових територій (реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення) залежить від безлічі факторів у кожному конкретному місті.

Вибір нового функціонального призначення для об'єкта, що підлягає реконструкції, визначається низкою чинників:

– містобудівними і композиційними характеристиками об'єкта: функціональне призначення території, на якій розташовується об'єкт; включеність об'єкта в ансамбль; містоформувальна роль об'єкта;

– містобудівною, історико-архітектурною, культурною цінністю;

– цінністю об'єкта в цілому або його частин: в цілому; фасади; несні конструкції; окремі елементи;

– первинною функцією;

– об'ємно-планувальними характеристиками: конструктивна схема; крок і проліт конструкцій; висота поверху, поверховість; тип скління; конфігурація даху;

– орієнтацією існуючих віконних прорізів по сторонах світла;

– матеріалами: вертикальних і горизонтальних елементів несної системи; огорожувальних конструкцій; покрівлі [6].

Ті чи інші характеристики та їх сукупність визначають проектні рішення широкого спектра і цінового діапазону. При цьому слід зазначити, що потреби у громадських будівлях набагато нижчі, ніж в житлових.

Висновки. У процесі реконструкції міських деградованих промислових територій необхідно, крім об'єктів комерційної нерухомості, обов'язково розміщувати житлові об'єкти, доцільність чого підтверджується світовим досвідом редевелопменту промислових територій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Генеральний план м. Києва. Основні положення / Викон. орган Київ. міс. ради (Київ. міс. держ. адмін.), Ін-т генер. плану м. Києва. – Київ : КМДА, 2015. – 134 с.
2. Стратегія розвитку міста Києва до 2025 року : додаток до рішення Київради від 15.12.2011 р. № 824/7060. – // Київська міська рада. Офіційний Інтернет-сайт. – Режим доступу: http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/1_docki2.nsf/alldocWWW/3CF55D4ECB51FCD9C22579B4006DEE04?OpenDocument. – Назва з екрана. – Перевірено: 12.02.2018.
3. Запотоцький С. Ревіталізація промислових об'єктів міста (на прикладі м. Івано-Франківськ) / С. Запотоцький, О. Левицька // Часопис соціально-економічної географії. – 2016. – Т. 21, № 2. – С. 102–106.
4. Лофт // Википедія. Свободная энциклопедия. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Лофт>. – Название с экрана. – Проверено: 14.02.2018.
5. Лофт: от старых фабрик к стильным городским квартирам // Pufik. Домашние вдохновения. – Режим доступу: <https://www.pufikhomes.com/stili-interera/loft/>. – Название с экрана. – Проверено: 14.02.2018.
6. Назарова М. В. Современный опыт реконструкции объектов промышленной архитектуры под жилье (Европа, США, Австралия) / М. В. Назарова // Архитектура и современные информационные технологии. – 2013. – № 3(24). – Режим доступу: <http://www.marhi.ru/AMIT/2013/3kvart13/nazarova/abstract.php>. – Проверено: 12.02.2018.
7. Попова О. А. Принципи формування лофта в умовах реструктуризації не функціонуючих промислових об'єктів : автореф. дис. ... канд. архітектури : 18.00.01 Теорія архітектури, реставрація пам'яток архітектури / Попова Ольга Анатоліївна ; Донбаська нац. акад. буд-ва та арх. – Макіївка, 2014. – 20 с.
8. Седін В. Л. Комплексний підхід до організації реконструкції промислових підприємств в умовах екологізації міського середовища / В. Л. Седін, В. В. Ковальов, Т. С. Кравчуновська // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. / Приднпр. акад. стр-ва и архитектуры. – Днепр, 2017. – Вып. 101. – С. 198–202. – (Компьютерные системы и информационные технологии в образовании, науке и управлении).
9. Ткаченко Н. В. Особливості молодіжних хостелів-лофтів США / Н. В. Ткаченко // Теорія та практика дизайну. – 2013. – № 4. – С. 171–178. – Режим доступу: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/Design/article/view/6295>. – Назва з екрана. – Перевірено: 14.02.2018.
10. Самодуров А. Экономика и экология использования помещений бывшего кожевенного завода для создания многофункционального проекта The Loft Club : презентация / А. Самодуров // Жизнь в проектах РЕ: апартаменты – гостиницы – жилье : III Заседание Комитета по Редевелопменту Российской гильдии управляющих и девелоперов, (Москва, 17 мая, 2016 г.) / Рос. гильдия управляющих и девелоперов. – Режим доступу: <https://www.slideshare.net/NAIBecar/the-loft-club>. – Перевірено: 14.02.2017.
11. Concuera A. The big book of lofts / A. Concuera, A. Leonart. – New York : Harper Collins, 2007. – 384 p.
12. Richard L. Urban construction project management / L. Richard, J. Eschemuller. – New York : McGraw-Hill, 2008. – 480 p.
13. Sidney M. L. Project management in construction / Sidney M. L. – New York : McGraw-Hill, 2006. – 402 p.

REFERENCES

1. *Heneralnyi plan m. Kyiva. Osnovni polozhennia* [General plan of the Kyiv. The main provisions]. Vykon. orhan Kyiv. mis. rady, In-t gener. planu m. Kyeva [Executive body of the Kyiv City Council, Institute of the General Plan of Kyiv.]. Kyiv: KMDA, 2015, 134 p. (in Ukrainian).
2. *Stratehiia rozvytku mista Kyiva do 2025 roku: dodatok do rishennia Kyivrady vid 15.12.2011 r. № 824/7060* [Development strategy of Kyiv till to 2025: an addition to the decision of the Cabinet of Ministers on 15.12.2011 № 824/7060]. Kyivska miska rada. Ofitsiyni Internet-sait [Kyiv City Council. Official website]. Available at: search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MR11160A.html. (Accessed on February 12, 2018). (in Ukrainian).
3. Zapototskyi S. and Levytska O. *Revitalizatsiia promyslovykh ob'ektiv mista (na prykladi m. Ivano-Frankivska)* [Revitalization of industrial objects of the city (for example, the city of Ivano-Frankivsk)]. *Chasopys sotsialno-ekonomichnoi heohrafi* [Journal of socio-economic geography]. 2016, vol. 21, no. 2, pp. 102-106. (in Ukrainian).
4. *Loft* [Loft]. *Vikipediya. Svobodnaya encyklopedyya* [Wikipedia. Free Eyclopedia]. Available at: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Лoфт>. (Accessed on February 14, 2018). (in Ukrainian).
5. *Loft: ot staryx fabrik k sti'lnym gorodskim kvartiram* [Loft: from old factories to stylish city apartments]. *Pufik. Domashnie vdoxnoveniia* [Pufik. Home Inspiration]. Available at: <https://www.pufikhomes.com/stili-interera/loft/>. (Accessed on February 14, 2018). (in Russian).
6. Nazarova M. V. *Sovremennyi opyt rekonstrukcii ob'ektov promyshlennoj arxitektury pod zhil'e (Evropa, SShA, Avstraliia)* [Modern experience in the reconstruction of industrial architecture for housing (Europe, USA, Australia)]. *Arxitektura i sovremennye informacionnye texnologii* [Architecture and modern information technologies]. 2013, no. 3(24). Available at: elima.ru/articles/index.php?id=73. (Accessed on February 12, 2018). (in Russian).
7. Popova O.A. *Pryntsypy formuvannia lofta v umovakh restrukturyzatsii ne funktsionuiuchykh promyslovykh ob'ektiv: avtoref. dys. kand. arkhitektury: 18.00.01 Teoriia arkhitektury, restavratsiia pamiatok arkhitektury* [Principles of loft formation in the conditions of restructuring of non-functioning industrial objects: Author's abstract of Cand. Sc. (Arch.) Dissertation: 18.00.01 Theory of architecture, restoration of architectural monuments]. *Donbaska nats. akad. bud-va ta arkh.* [Dondas National Academy of Building and Architecture]. Makiivka, 2014, 20 p. (in Ukrainian).
8. Siedin V.L., Kovalov V.V. and Kravchunovska T.S. *Kompleksnyi pidkhid do organizatsii rekonstruktsii promyslovykh pidpriemstv v umovakh ekologizatsii miskogo seredovyshcha* [Complex approach to organization of reconstruction of industrial enterprises under conditions of ecologization of the urban environment]. *Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie* [Construction, materials science, mechanical engineering]. *Komp'yuternye sistemy i informacionnye texnologii v obrazovanii, nauke i upravlenii* [Computer systems and information technologies in education, science and management]. *Pridnepr. akad. str-va i arxitektury* [Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnepr, 2017, iss. 101, pp. 198–202. (in Ukrainian).
9. Tkachenko N.V. *Osoblyvosti molodizhnykh khosteliv-loftiv SShA* [Features of youth hostels-lofts in the USA]. *Teoriia ta praktyka dyzainu* [Theory and Practice of Design]. 2013, no. 4, pp. 171–178. Available at: ecobio.nau.edu.ua/index.php/Design/article/view/6295/7011. (Accessed on February 14, 2018). (in Ukrainian).
10. Samodurov A. *Ekonomika i ekologiia ispolzovaniia pomeshchenij byvshego kozhevennogo zavoda dlya sozdaniia mnogofunktsionalnogo proekta The Loft Club* [Economy and ecology of using the premises of the former tannery to create a multifunctional project The Loft Club]. *Zhizn' v proektax RE: apartamenty – gostinicy – zhil'e: III Zasedanie Komiteta po Redevelopmentu Rossijskoj gil'dii upravlyayushhix i developerov, Moskva, 17 maja, 2016 g.* [Life in PE projects: apartments - hotels - accommodation: The IIIrd Meeting of the Committee for the Redevelopment of the Russian Guild of Managers and Developers, Moscow, May 17, 2016]. *Ros. gil'diya upravlyayushhix i developerov* [Russian guild of managers and developers]. Available at: rrg.ru/files/presentation/2016_05_17/3_The_loft_club_NAI_Becar.pdf. (Accessed on February 14, 2017). (in Russian).
11. Concuera A. and Leonart A. *The big book of lofts*. New York: Harper Collins, 2007, 384 p.
12. Richard L. and Eschemuller J. *Urban construction project management*. New York: McGraw-Hill, 2008, 480 p.
13. Sidney M.L. *Project management in construction*. New York: McGraw-Hill, 2006, 402 p.

Рецензент: Заяць Є. І., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 16.10.2017 р.

Прийнята до друку: 20.10.2017 р.

УДК 65.011:69.059(477.74)

ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ІСТОРИЧНОЇ ЗАБУДОВИ ОДЕСИ

ПОСТЕРНАК І. М.,¹ канд. техн. наук, доц.,

ПОСТЕРНАК С. О.,² канд. техн. наук, доц.

¹Кафедра організації будівництва та охорони праці, Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса, Україна, e-mail: posternak.i@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5274-8892.

²Кафедра архітектурних конструкцій, реставрації і реконструкції будівель, споруд та їх комплексів, ПП «Композит», Одеса, Україна, e-mail: icomos.rur@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0890-4963.

Анотація. Постановка проблеми. Як одна з перспективних форм інтеграції виступають у містобудівній структурі різні комплекси. У процесі формування планів соціального й економічного розвитку великих міст все частіше складається ситуація, коли для підвищення ефективності використання фінансових, матеріальних і трудових ресурсів потрібна не просто концентрація зусиль, а й нові прогресивні форми організації будівельного виробництва. **Мета статті** – запропонувати організаційну структуру, що використовує на практиці накопичений науково-технічний потенціал за стандартами енергоефективності, й виконати дослідження інженерної архітектоники житлових будівель історичної забудови м. Одеса. **Висновок.** Пропонується створити в Одесі Корпоративний науково-технічний комплекс містобудівної енергореконструкції (КНТК МЕРек). Розглянуто інженерну архітектонику житлових будівель історичної забудови Одеси, зокрема, незважаючи на різнохарактерність будівель житлового призначення міста, для них існують визначальні фактори, за якими можна провести їх групування і в той же час виокремити загальні риси, притаманні житловій забудові в цілому. Наведено загальну характеристику та класифікацію житлових будівель історичної забудови Одеси ХІХ – початку ХХ століття. Виокремлено та розширено класифікацію таких будівель житлового призначення за тривалістю проживання в них.

Ключові слова: корпоративний науково-технічний комплекс; містобудівна енергореконструкція; формування Одеси; будівлі історичної забудови

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ ОДЕССЫ

ПОСТЕРНАК И. М.,¹ канд. техн. наук, доц.,

ПОСТЕРНАК С. А.,² канд. техн. наук, доц.

¹Кафедра организации строительства и охраны труда, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса, Украина, e-mail: posternak.i@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5274-8892.

²Кафедра архитектурных конструкций, реставрации и реконструкции зданий, сооружений и их комплексов, ЧП «Композит», Одесса, Украина, e-mail: icomos.rur@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0890-4963.

Аннотация. Постановка проблемы. В качестве одной из перспективных форм интеграции выступают в градостроительной структуре различные комплексы. В процессе формирования планов социального и экономического развития крупных городов все чаще складывается ситуация, когда для повышения эффективности используемых ресурсов нужна не просто концентрация усилий, но и новые прогрессивные формы организации строительного производства. **Цель статьи** – предложить организационную структуру, использующую на практике накопленный научно-технический потенциал для реконструкции зданий исторической застройки Одессы 1820–1920 гг. по стандартам энергоэффективности и выполнить исследования инженерной архитектуры жилых зданий исторической застройки города. **Вывод.** Предлагается создать в Одессе Корпоративный научно-технический комплекс градостроительной энергореконструкции (КНТК ГЭРек). Рассмотрена инженерная архитектура жилых зданий исторической застройки города, в частности, несмотря на разнохарактерность зданий жилого назначения Одессы, для них существуют определяющие факторы, по которым возможно произвести их группировку и в то же время выделить общие черты, присущие жилой застройке в целом. Приведена общая характеристика и классификация жилых зданий исторической застройки города ХІХ–начала ХХ века. Выделена и расширена классификация таких зданий жилого назначения по продолжительности проживания в них.

Ключевые слова: корпоративный научно-технический комплекс; градостроительная энергореконструкция; формирование Одессы; здания исторической застройки

ORGANIZATIONAL STRUCTURE FOR RECONSTRUCTION OF BUILDINGS HISTORICAL BUILDING OF ODESSA

POSTERNAK I. M.,¹ PhD, Associate Professor

POSTERNAK S. A.,² PhD, the Associate Professor

¹Department of the Organization of building and an occupational safety and health, the Odessa state academy of building and architecture, Odessa, Ukraine, e-mail: posternak.i@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5274-8892.

²Department of architectural designs, restorations and reconstruction of buildings, of constructions and their complexes, the technical expert of private company "Composite", Odessa, Ukraine, e-mail: icomos.rur@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0890-4963.

Summary. Raising of problem. As one of perspective forms of integration various complexes act in town-planning structure. In the course of formation of plans of social and economic development of large cities even more often there is a situation when for increase of efficiency of used resources concentration of efforts is necessary not simply, but also new progressive forms of the organization of building manufacture. **Purpose.** To offer the organizational structure using in practice the saved up scientific and technical potential for reconstruction of buildings of historical building of Odessa 1820 ... 1920 years under standards power efficiency and to execute researches engineering architectonics residential buildings of historical building of a city of Odessa. **Conclusion.** It is offered to create in the city of Odessa "the Corporate scientific and technical complex town-planning power reconstruction "CSTC T-PPR", as innovative organizational structure which uses in practice the saved up scientific and technical potential for reconstruction of buildings of historical building of Odessa under standards power efficiency. It is considered engineering architectonics residential buildings of historical building of a city of Odessa, in particular, not looking on diverse buildings of inhabited appointment of Odessa, for them there are defining factors on which probably to make their grouping and at the same time to allocate the general lines inherent to a housing estate as a whole. It is resulted a general characteristic and classification of residential buildings of historical building of a city of Odessa XIX beginnings XX centuries It is allocated and expanded classification of such buildings of inhabited appointment by duration of residing at them.

Keywords: a corporate scientific and technical complex; town-planning power reconstruction; formation of Odessa; a building of historical building

Вступ. Тенденції економіки сучасного інформаційного суспільства такі, що рушійною силою інноваційного розвитку суспільства стає наука [1, с. 29]. Для високотехнологічних, наукоємних, технічно складних товарів та послуг конкурентний потенціал дуже важливий, тому що підприємство, яке не може створити конкурентоспроможні у майбутньому товари та послуги, може стати банкрутом. Сьогодні у нього на ринку може бути конкурентоспроможний товар, але він – плід минулих надбань [6, с. 21–22].

Поняття «містобудівна спадщина» охоплює як окремі будинки, так і великі квартали, зони історичних центрів і місто в цілому. «Місто – це інтеграл людської діяльності, матеріалізований в архітектурі...». Таке багатозначне визначення складному міському організму дав архітектор А. К. Бурів. Нове місто – миттєве явище. Раз виникши, воно стає історичною категорією в процесі свого розвитку і об'єктом розгляду [5; 7].

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Цінність історичної архітектурно-містобудівної спадщини визначається такими положеннями: а) архітектурні й містобудівні досягнення минулих епох – одна з найважливіших

складових історико-культурної спадщини; б) пам'ятки історії й культури, історичне архітектурно-просторове середовище збагачують вигляд сучасних міст; в) наявність сформованих ансамблів викликає прагнення до гармонії з навколишнім контекстом.

Відповідно до мінливих соціально-економічних умов життя в міському організмі закономірно відмирають старі тканини й народжуються нові, тому відновлення міст відбувається послідовно, шляхом заміни застарілих матеріальних фондів і поступового перетворення на цій основі планувальної структури в цілому або її окремих елементів. Мета реконструкції й реставрації архітектурно-містобудівної спадщини полягає у збереженні композиційних і естетичних особливостей історичного міського середовища. Містобудівна реконструкція – це цілеспрямована діяльність щодо зміни містобудівної раніше сформованої структури, зумовлена потребами розвитку та вдосконалювання.

Поняття реконструкції міст має двоякий сенс. З одного боку, воно відбиває процес розвитку поселень, вдосконалення їх просторової організації, що займає тривалий час. З іншого, це – матеріальний результат,

стан забудови на даний час. Тільки зрозумівши ці сторони реконструкції в їх взаємозв'язку, можна правильно підійти до оцінювання завдань і встановити методи перебудови міст. Реконструкція – безперервний процес, що триває у кожному місті по-різному залежно від попереднього росту й сучасних вимог. Це визначає значення міста як історичного явища, у якому переплітаються різні епохи. І в сучасному міському організмі безупинно змінюються його складові [2–5; 7].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. У містобудуванні проявляється тенденція до інтеграції, як у сфері матеріального виробництва, так і в сфері керування. Розширене відтворення вимагає подальшого підвищення рівня поділу праці, концентрації й спеціалізації будівельного виробництва, інтенсифікації обміну результатами виробничо-господарської діяльності.

Постановка проблеми. Як одні з перспективних форм інтеграції виступають у містобудівній структурі різні комплекси. У процесі формування планів соціального й економічного розвитку великих міст усе частіше складається ситуація, коли для підвищення ефективності використання фінансових, матеріальних і трудових ресурсів потрібна не просто концентрація зусиль, а й нові прогресивні форми організації будівельного виробництва. Ми пропонуємо створити корпоративні комплекси, що мають різні масштаби, цілі, структуру у містобудівній реконструкції – Корпоративні науково-технічні комплекси містобудівної енергореконструкції (КНТК МЕРек).

Мета статті – запропонувати організаційну структуру, що використовує на практиці накопичений науково-технічний потенціал за стандартами енергоефективності й виконати дослідження інженерної архітектури житлових будівель історичної забудови м. Одеса.

Основний матеріал і результати досліджень. Провідною ознакою доцільності застосування координаційних принципів керування виступає спільність

господарських цілей і завдань, що вимагає тісної виробничої кооперації галузей.

Із позицій методології керування КНТК МЕРек постає економічним об'єктом нового класу, що отримав назву інтеграційного. Його специфіка впливає з його комплексності.

Організуючи керування КНТК МЕРек, не можна лише пристосовувати діючий господарський механізм, необхідний пошук нових форм і методів. По суті, головна проблема сьогодні – це забезпечення координації в діяльності органів керування різних ланок і рівнів будівельної галузі. Найчастіше пропонують їх об'єднати «під спільним дахом». Але такі структури занадто громіздкі, важкі в керуванні, та й не завжди реалізовані на практиці, особливо в будівництві. Необхідно в такий спосіб організувати учасників КНТК МЕРек, щоб вони, реалізуючи власні цілі, досягали б і спільних результатів – можливо, з партнерами по зведенню тих чи інших будівельних об'єктів.

Такий механізм є – це координація. Цілісності КНТК МЕРек надає не стільки просторова організація, скільки кінцевий результат – продукт виробництва реконструкції, що створюється. Зараз, коли здійснюється тиск на економічні важелі керування, уроки зневажання координаційним керуванням стосовно первинних економічних осередків необхідно враховувати.

На законодавчому рівні в Одесі діють: «Програма підтримки інвестиційної діяльності на території міста Одеси на 2016–2018 роки», прийняття якої зумовлене необхідністю створення умов для активізації інвестиційної діяльності, спрямованої на поліпшення середовища для ведення ділової та економічної діяльності, поліпшення загальних макроекономічних показників як наслідок забезпечення сталого соціально-економічного розвитку Одеси; та «Комплексна програма розвитку будівництва у м. Одеса на 2013–2018 роки», спрямована на вирішення таких основних проблемних питань містобудівної сфери міста як розвиток житлового будівництва, а

також оновлення технічного стану об'єктів соціально-побутового призначення та інженерно-транспортної інфраструктури [3].

Щоб успішно розвивати КНТК МЕРек, треба враховувати зміни в системі керування міським господарством і кардинальні зміни в економіці. Особливо це стосується проблеми із прискоренням технічного відновлення сфери виробництва будівельних матеріалів.

Реконструкція історичної забудови має велике соціально-економічне значення. Її основні завдання не тільки в продовженні терміну служби будинків, а й у ліквідації фізичного й морального зношування, поліпшенні умов проживання, оснащенні житлових будинків сучасним інженерним устаткуванням, підвищенні експлуатаційних характеристик і архітектурної виразності. В Одесі в контексті міжнародної інтеграції до стандартів енергоефективних будинків діють міські цільові програми: «Міська цільова програма включення центральної історичної частини забудови Одеси до основного списку Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО на 2013–2018 роки» й «Міська Програма енергоефективності м. Одеси на 2013–2018 роки» [2; 3].

У рамках цих програм потрібно виконувати реконструкцію будівель історичної забудови Одеси за стандартами енергоефективності.

Для одержання цих даних в експлуатаційних підрозділах КНТК МЕРек слід налагодити науково обґрунтоване збирання інформації про будівлі історичної забудови міста.

Житловий фонд Одеси досить різноманітний. Ця різноманітність зумовлена зміною в часі таких характеристик та параметрів як призначення, архітектурно-планувальне рішення, конфігурація в плані, наявність інженерних мереж, кількість поверхів, розміщення будівлі на ділянці та ін. Усі ці ознаки зазнавали значних змін із часом через розвиток потужностей і можливостей будівельної бази, функціональних виmog, будівельних традицій та тенденцій.

Широка диференціація міського населення (поміщики, купці, дрібні торговці,

службовці, робітники) пояснює наявність різних типів житлових будівель. Основний напрям архітектури того часу – класицизм. Йому притаманні національні прийоми, риси національних архітектур (татарської, балканської), різноманітність стилевих напрямків; це зумовлено перш за все, багатонаціональним складом населення. Однак для архітектури Одеси в цілому характерний стиль «історизму». Можна стверджувати, що він був притаманний архітектурі Одеси кінця XIX – початку XX століття. Будівництво ведеться за «зразковими» проектами 1809–1812 років.

Архітектура житлових будівель початку XX ст. охопила велику кількість стилевих напрямків – від еkleктизму й багатьох стилізацій до різних варіантів модерну та неокласицизму. Місцевий будівельний матеріал – черепашник, з якого зводились майже всі будівлі Одеси, наклав свій відбиток на характер пластичності форм. Також споруджувались будинки повністю з цегли або цеглу використовували в найбільш відповідальних місцях.

Найзаможніші верстви населення протягом досліджуваного періоду проживали в палацах та особняках (купці, поміщики). На початку XIX ст. ці типи міського житла були одноповерховими і мали 3–5 вікон з боку головного фасаду і високий парпет. У розплануванні одноповерхових особняків виділялися приміщення, звернені вікнами на вулицю і зв'язані між собою анфіладним способом (ряд послідовно розташованих на одній осі приміщень). Будівлі мали односкхилі дахи, що зумовлювалось нестачею води і влаштуванням посеред дворів підземних цистерн, в які стікала тала та дощова вода. З'являються особняки з двориками, обнесеними по периметру дерев'яними галереями. Ці перші прибуткові будинки особнякового типу мали черепичні дахи невеликого схилу, зручне та просте планування приміщень (пров. Красний, № 14–30).

Палаці будували як на окремо розташованій ділянці (садиба губернатора М. Воронцова, 1824–1829 рр.; палац княгині О. Потоцької-Наришкіної, вул. Софіївська, 5а, 1810-ті рр.) так і вписували в струк-

туру кварталу (Приморський бульвар, 9). Палаці мали курдонери (парадний двір перед палацом) з боку вулиці і в розплануванні мали анфіладну структуру з пишно оздобленими залами. Із подальшою забудовою кварталів курдонери палаців набувають тенденцію до зменшення, наближення до вулиці. З 1820 року через брак земельних площ передній двір зникає зовсім і будівлі розміщують безпосередньо на червоній лінії – забудова стає периметральною (палац Абази, вул. Пушкінська, 9, 1856–1858 рр.; палац Помера, Сабанєєвський пров. Військовий узвіз, 1893–1894 рр.). Однак зустрічаються і приклади традиційної забудови в глибині ділянки (палац Толстого, вул. Сабанєєв міст, 4, 1830 р.). Палаці та особняки будують двоповерховими.

У планувальному відношенні залежно від характеру земельної ділянки та від відстані до червоної лінії можемо виділити такі: вільно розташовані на ділянці; невеликі відстані (передній двір, утворений курдонерами); на червоній лінії в рядовій забудові або кутові ділянки. Слід зазначити, що призначення більшості будівель цього типу наразі змінено з житла на громадське.

Прибуткові будинки стають основним (провідним) типом міської житлової забудови за архітектурно-планувальними характеристиками, тому особливості їх архітектурного планування визначальні для характеристики забудови того періоду. Прибуткові будинки відзначалися рисами універсальності, бо вони виявилися здатними задовольняти вимоги середніх, інколи нижчих чи вищих верств городян.

Якщо розглядати розвиток Одеси в цілому з позиції структури та архітектурного планування, можна стверджувати, що для забудови міста в цілому і для розвитку прибуткового будинку як провідного архітектурно-планувального типу, в забудові бачаться характерними три етапи розвитку: 1 – початок будівництва, розширення міських територій за рахунок приміських ділянок; 2 – ущільнення існуючої забудови, перебудова, реконструкція; 3 – добудова верхніх поверхів, ущільнення кварталів, забудова передмістя.

Характерна ознака фасадів цього типу житлових будівель — контраст між лицьовим – пишно оздобленим фасадом та дворовим, який або зовсім не мав декору, або був оформлений набагато стриманіше.

Прибуткові будинки, які призначалися для заможних наймачів, мали багатокімнатні квартири секційно-анфіладного планування (будинок Росі, Єкатерининська площа, 1835 р.). Для менш багатих наймачів поширеними були галерейний (входи в квартири влаштовують з галереї, яка пов'язана сходами з входом у будівлю) та секційний типи. Відкриті з боку внутрішнього двору галереї вже влаштовують кам'яними, колонними або закритими.

1820–1830 роки можна охарактеризувати як період найпомітніших змін у будівництві прибуткових будинків. З 1830 року в прибуткових будинках поступово збільшується кількість поверхів. У 1840 та 1843–1847-му випускаються нові серії типових проектів у зв'язку зі зміною стильового спрямування (вул. Новосельського, 66, 1846 р.).

Прибуткові будинки, як основний тип у забудові центральної частини міста, займають червону лінію або весь периметр забудови. Периметральна забудова сприяла індивідуальному підходу до розпланування садіб, яке пристосовувалося до конкретної ситуації кварталу та умов власності. Саме тому поряд із типовими прийомами забудови садіб і розплануванням будинків серед безлічі варіантів важко знайти два однакові типи узгодження форм ділянки і розташованих на ній споруд. Через це параметри земельної ділянки були первісним фактором у формотворенні прибуткового будинку як типу.

Власники прибуткових будинків за головну мету мали отримання прибутку із земельної ділянки. Тому ціни на землю в центрі міста росли, що спонукало до надбудови будівель до чотирьох поверхів (будинок Распопова, 1889 р.). Збільшення поверховості прибуткових будинків, а також розвиток інженерного обладнання зумовили необхідність функціональної структури та заміни індивідуального планування секційним як більш гнучким та зручним, на

відміну від галерейного типу. Сама ж секція розвивалася у двох напрямках – уніфікації та індивідуального розпланування. Оскільки прибутковий будинок належав до масового типу житла, перший напрямок мав більше поширення.

Секційні будинки за кількістю секцій поділяють на одно- та багатосекційні. Найбільшого поширення набули односекційні з конструктивною схемою із трьох повздовжніх несних стін та несних конструкцій сходової клітки. Приміщення квартири поділялися на підсобні (кухня, санвузол та ін.), згруповані навколо обов'язкових «чорних» сходів або звернені у двір, і основні (спальня, вітальня, кабінет) уздовж головного фасаду. Така секція використовувалася як рядова, торцева, кутова і в численних поєднаннях.

Досліджуючи об'ємно-планувальне рішення житлової забудови історичної частини міста Одеси на прикладі палаців, особняків, прибуткових будинків для різних верств населення, можемо стверджувати, що для Одеси найпоширенішими були вирішення підгрупи А (рис. 1), найтипівішими серед них – схеми 1, 2 і 3. Однадві повздовжні внутрішні несні стіни, а також мережа поперечних несних стін виконують роль і міжквартирних огорожень, забезпечуючи надійну звукоізоляцію. Така конструктивна схема характерна від перших архітектурно оформлених будинків (пров. Красний, 6, поч. ХІХ ст.) до прибуткових будинків, які були оснащені ліфтами (вул. Ланжеронівська / Єкатерининська, 1906 р.; Рішельєвська, 6 / Дерibasівська, 1913 р.).

Були поширені багатосекційні прибуткові будинки таких типів: витягнуті вздовж вулиці, кутові і компактні при невеликій довжині головного фасаду з замкненими або відкритими внутрішніми дворами. Перший тип поділявся на точковий типу та прямокутний або трапецеїдальний, коли внутрішній простір планувався таким чином, що стіна фасаду з боку вулиці була ширша за стіну з боку двору. Багатосекційні будинки нерідко мали складну конфігурацію із замкненими внутрішніми дворами (вул. Пушкінська, 57). Траплялася і забудова

цілих кварталів однотипними будівлями (квартал між вул. Пироговська та Семінарська, 1911–1916 рр.). Більшість будівель нині експлуатується як житло.

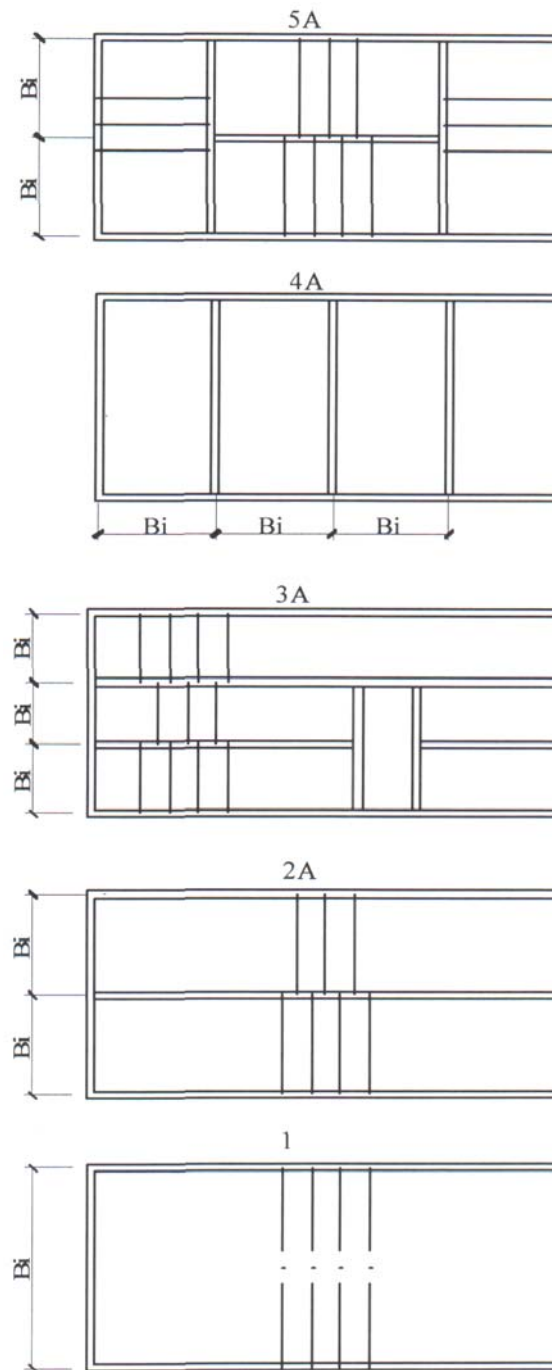


Рис. 1. Конструктивно-планувальні системи будівель історичної забудови Одеси з внутрішніми несними стінами (А): 1 – однопролітні; 2 – двопролітні; 3 – трьохпролітні; 4 – багатопролітні; 5 – змішані

У будинках ремісників і дрібних торговців житло розташовувалось над торгови-

ми приміщеннями. Житлові помешкання групувалися вздовж галерей, влаштованих із боку двору. Ще одним варіантом було виділення житлових приміщень в окремих об'ємах, що блокувалися зі складськими приміщеннями в цілісну композицію (будинок Росолімо, 1828 р.). Також для середніх прошарків міського населення будувалися будинки з економічними квартирами (Павловські дешеві квартири, 1887р.). Будівлі складаються з блоків корпусів, які мають секційне планування з малогабаритними квартирами (площа кімнат – 16–23 м²).

Існував ще один тип житлової забудови – для тимчасового проживання. Ця група з початку розглядуваного періоду була представлена готелями. Проте під готелі пристосовували прибуткові будинки (Приморський бульвар, 9), які власне, як і спеціальні споруди, не відрізнялися від житлових і особливостей в архітектурному плануванні не мали. З другої половини XIX ст. (2-га третина) зростає номенклатура будівель для тимчасового проживання. Окрім існуючих казарм та заїжджих будинків, з'являються гуртожитки біля навчальних закладів, казарми для військових стають секційними та капітальними. Для робітників поблизу заводів будують казарми комірчаного типу.

Зростання мобільності певних груп населення викликало розвиток готелів, де, крім номерів для сну, влаштовувалися ресторани, буфети. Створювалася ціла мережа таких закладів («Імперіал», 1875 р.; «Лондонський», 1899 р.). До будівель готельного типу можна віднести і притулки, до складу приміщень яких входили спальні кімнати, їдальні та приміщення для відпочинку (Масовський притулок, 1881 р.).

Ці дослідження зведено в таблиці 1 та 2, а також рисунок 2.

Таблиця 1

Загальна характеристика житлових будівель історичної забудови Одеси XIX–початку XX ст.

Розглядуваний період	1794–1918 рр. (кінець XVIII–поч. XX ст.)
Архітектурні стилі	Класицизм, ампір, романтизм, модерн
Поверховість	Малоповерхові будівлі (1–4 поверхи); тенденція до збільшення із розвитком інженерних мереж та потужностей будівництва
Конструктивна схема	Стінова з повздовжніми несними стінами (одно- або двопролітні) та мережею поперечних несних стін
Матеріал несних стін	Черепашник із катакомб, із цегляними вставками у найбільш відповідальних місцях
Матеріал перекриття	Дерев'яні балки

Таблиця 2

Класифікація житлових будівель історичної забудови м. Одеса XIX–поч. XX ст.

За тривалістю використання приміщень та соціальним призначенням	Для постійного проживання: палаци, особняки, будинки з економічними квартирами, прибуткові будинки, прибуткове житло особнякового типу
	Для тимчасового проживання: прибуткові будинки, готелі, гуртожитки, казарми
За призначенням	Для власного проживання
	Для отримання прибутку
За місцем розташування в плані кварталу	Всередині кварталу: великі відступи від червоної лінії; на червоній лінії або невеликі відступи
	На окремій ділянці (садиба)
За плануванням	Нетипове (індивідуальне)
	Галерейне: зовнішні галереї, внутрішні галереї
	Коридорне
За зміною призначення	Секційне: односекційне, багатосекційне
	Залишилося як житло
За формою у плані	Змінено на: адміністративне, адміністративно-житлове, для розміщення культурних установ
	Нетипова
	Точкового типу – рядова
	Прямокутна або трапецеїдальна
	Кутова
	З курдонером
П-подібна	
Замкнена	

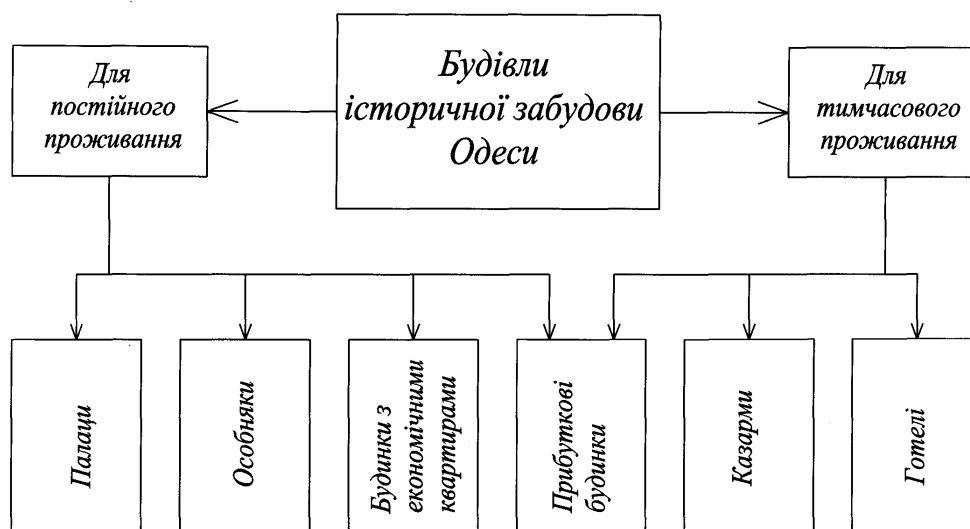


Рис. 2. Класифікація будівель житлового призначення за тривалістю проживання в них

Висновки. Пропонується створити у м. Одеса Корпоративний науково-технічний комплекс містобудівної енергореконструкції (КНТК МЕРек) як інноваційну організаційну структуру, що використовує на практиці накопичений науково-технічний потенціал для реконструкції будівель історичної забудови Одеси за стандартами енергоефективності.

Розглянуто інженерну архітектоніку житлових будівель історичної забудови міста Одеси, зокрема, незважаючи на різно-

характерність будівель житлового призначення Одеси, для них існують визначальні фактори, за якими можна провести їх групування і в той же час виокремити загальні риси, притаманні житловій забудові в цілому.

Наведено загальну характеристику та класифікацію житлових будівель історичної забудови міста ХІХ–початку ХХ століття.

Виокремлено та розширено класифікацію таких будівель житлового призначення за тривалістю проживання в них.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Буй Д. Scopus та інші наукометричні бази: прості питання та нечіткі відповіді / Д. Буй, А. Білощицький, В. Гогунський // Вища школа. – 2014. – № 5/6. – С. 27–40.
2. Постернак І. М. Организационная структура «КНТК ГЭРек» для реконструкции зданий исторической застройки Одессы по стандартам энергоэффективности / И. М. Постернак, С. А. Постернак // Тези доповідей ХІІІ міжнародної конференції «Управління проектами у розвитку суспільства», 13-14 травня 2016 р., Київ / М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. – Київ, 2016. – С. 201–203.
3. Постернак І. М. Организационная структура «КНТК ГЭРек» для реконструкции зданий исторической застройки Одессы с позиции комплексности / И. М. Постернак, С. А. Постернак // Збірка тез доповідей науково-практичної конференції "Проблеми та перспективи розвитку будівельного комплексу м. Одеси", 22-24 вересня 2016 р., Одеса. – Одеса, 2016. – С. 52.
4. Постернак С. О. Інженерна архітектоніка житлових будівель історичної забудови міста Одеси / С. О. Постернак, О. М. Коцюрубенко // Реставрація, реконструкція, урбоекологія RUR-2010 : зб. наук. пр. : [щорічник] / Півден.-укр. від-ня нац. комітету ICOMOS, Одес. держ. акад. буд-ва та архітектури ; ред. В. А. Лісенко, С. О. Постернак. – Одеса, 2010. – № 7/8. – С. 87–96.
5. Пруцын О. І. Архитектурно-историческая среда / О. И. Пруцын, Б. Рымашевский, В. Борусевич ; пер. с польск. М. Предтеченского. – Москва : Стройиздат, 1990. – 408 с.
6. Чернов С. К. Концептуальные основы развития наукоемких предприятий в конкурентной среде / С. К. Чернов, К. В. Кошкин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий = Східно-Європейський журнал передових технологій = Eastern-European journal of enterprise technologies. – 2010. – Vol 1, no. 2(43). – С. 20–22.
7. Vom Altbau zum Niedrigenergie und Passivhaus. Gebäudesanierung, Neue Energiestandards, Planung und Baupraxis / hrsg. I. Gabriel, H. Ladener. – Staufen bei Freiburg : Verlag ökobuch, 2010. – 261 p.

REFERENCES

1. Bui D., Biloshchytskyi A. and Hohunskyi V. *Scopus ta inshi naukometrychni bazy: prosti pytannia ta nechitki vidpovidi* [Scopus and others a science metric bases: simple questions and indistinct answers]. *Vyshcha shkola* [The Higher school]. 2014, no. 5/6, pp. 27–40. (in Ukrainian)
2. Posternak I.M. and Posternak S.A. *Organizacionnaya struktura «KNTK GERek» dlya rekonstruktsii zdaniy istoricheskoy zastrojki Odessy po standartam energoeffektivnosti*. [Organizational structure «CSTC T-PPR» for reconstruction historical building of Odessa under standards power efficiency]. *Tezy dopovidei XIII mizhnarodnoi konferentsii «Upravlinnia proektamy u rozvytku suspilstva»* [Report thesis XIII international conferences «Management of projects in society development»]. *M-vo osvity i nauky Ukrainy, Kyiv. nats. un-t bud-va i arkhitektury* [Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv National University of Construction and Architecture]. Kyiv, 2016, pp. 201–203. (in Russian)
3. Posternak I.M. and Posternak S.A. *Organizatsionnaya struktura «KNTK GERek» dlya rekonstruktsii zdaniy istoricheskoy zastrojki Odessy s pozitsii kompleksnosti*. [Organizational structure «CSTC T-PPR» for reconstruction historical building of Odessa from an integrated approach position]. *Zbirka tez dopovidei naukovopraktychnoi konferentsii "Problemy ta perspektyvy rozvytku budivelnogo kompleksu m. Odessy* [Report thesis collection of scientifically-practical conference «Problems and prospects of development of a building complex of Odessa»]. Odesa, 2016, 52 p. (in Russian)
4. Posternak S.O. *Inzhenerna arkhitektonika zhytlovykh budivel istorichnoi zabudovy mista Odessy* [Engineering arkhitektonika residential buildings of historical building of a city of Odessa]. *Restavratsiia, rekonstruktsiia, urboekologiiia RUR-2010* [Restoration, reconstruction, urban ecology RUR-2010]. Pivden.-ukr. vid-nia nats. komitetu ICOMOS, Odes. derzh. akad. bud-va ta arkhitektury [South-Ukrainian publication of National Committee ICOMOS, Adesa State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Odesa, 2010, no. 7/8, pp. 87–96. (in Ukrainian)
5. Prutsyn O.I., Rymashevskiy B. and Barusevich V. *Arkhitekturno-istoricheskaya sreda* [Architecturally-historical circle]. Moskva: Strojizdat, 1990, 408 p. (in Russian)
6. Chernov S.K. and Koshkin K.V. *Konceptualnye osnovy razvitiya naukoemkix predpriyatij v konkurentnoj srede* [Development conceptual basis of the high technology enterprises in competitive]. *Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovykh tekhnologij* [Eastern-european journal of enterprise technologies]. 2010, vol 1, no. 2(43), pp. 20–22. (in Russian)
7. Gabriel I. and Ladener H., eds. *Vom Altbau zum Niedrigenergie und Passivhaus. Gebäudesanierung, Neue Energiestandards, Planung und Baupraxis*. Staufen bei Freiburg: Verlag ökobuch, 2010, 261 p.

Рецензент: Савицький М. В., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 10.09.2017 р.

Прийнята до друку: 17.09.2017 р.

УДК 66.04:628.545

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ФОСФОГИПСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ СЖИГАЕМЫХ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

КРОТ О. П.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,

ВИННИЧЕНКО В. И.^{2*}, д-р техн. наук, проф.

РОВЕНСКИЙ А. И.^{3*}, канд. техн. наук.

^{1*}Кафедра безопасной жизнедеятельности и инженерной экологии, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина, тел. +38(095)414-84-58, e-mail: uch.opk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2376-4981

^{2*}Кафедра механизации строительных процессов, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина, тел. +38(050)167-97-05, e-mail: vvinnichenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-3700-5414

^{3*}Отдел региональной экологии, Северо-Восточный научный центр НАН и МОН Украины, ул. Багалия, 8, Харьков, 61000, Украина, тел. 38(050)402-08-10, e-mail: uch.opk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3803-2051

Аннотация. Постановка проблемы. Использование ресурсов, не нашедших прямого применения по назначению, является одной из важных задач устойчивого развития городов. Во всем мире осознается необходимость принятия комплексного подхода к проблеме утилизации отходов. В последние десятилетия в Украине наблюдается тенденция существенного увеличения их количества. Европейский опыт обращения с твердыми бытовыми отходами использует различные методы переработки: рециклинг на основе раздельного сбора, сортировку, компостирование и термическую переработку с выработкой тепловой и электрической энергии. В Украине наиболее распространенным способом обращения с отходами остается захоронение на полигонах, которые не отвечают европейским стандартам, не оборудованы должным образом, на них не соблюдаются нормы и правила складирования. Это приводит к загрязнению грунтовых вод, а также к выделению в атмосферу различных соединений. Не меньшей проблемой является накопление в отвалах промышленных предприятий фосфогипса. Необходимо разработать инновационную технологию комплекса по утилизации фосфогипса с использованием тепловой энергии твердых бытовых отходов. **Цель статьи** – выполнить сопоставление технологических характеристик агрегатов для сжигания ТБО и производства полуводного гипса для выявления возможности их сопряжения, а также сформулировать задачи для устранения несоответствия в сопрягаемых технологиях. Предложено оборудование тепловых агрегатов сопрягаемых технологий.

Ключевые слова: муниципальные отходы; сжигание; отходы в энергию, фосфогипс; обжиг; энергоемкость; вращающаяся печь

ТЕРМІЧНА ОБРОБКА ФОСФОГІПСУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГІЇ СПАЛЮВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

КРОТ О. П.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,

ВИННИЧЕНКО В. І.^{2*}, д-р техн. наук, проф.

РОВЕНСЬКИЙ О. І.^{3*}, канд. техн. наук.

^{1*}Кафедра безпеки життєдіяльності та інженерної екології, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна, тел. +38(095)414-84-58, e-mail: uch.opk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2376-4981

^{2*}Кафедра механізації будівельних процесів, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна, тел. +38(050)167-97-05, e-mail: vvinnichenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-3700-5414

^{3*}Відділ регіональної екології, Північно-Східний науковий центр Національної академії наук України, вул. Багалия, 8, Харків, 61000, Україна, тел. 38(050)402-08-10, e-mail: uch.opk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3803-2051

Анотація. Постановка проблеми. Використання ресурсів, що не знайшли прямого застосування за призначенням, – одне з важливих завдань сталого розвитку міст. У всьому світі усвідомлюється необхідність прийняття комплексного підходу до проблеми утилізації відходів. В останні десятиліття в Україні спостерігається тенденція істотного збільшення їх кількості. Європейський досвід поводження з твердими побутовими відходами застосовує різні методи переробки: рециклинг на основі роздільного збирання, сортування, компостування і термічну переробку з виробленням теплової та електричної енергії. В Україні найбільш поширеним способом поводження з відходами залишається поховання на полігонах, які не відповідають європейським стандартам, не обладнані належним чином, на них не дотримуються норми і правила складування. Це спричинює забруднення грунтових вод, а також виділення в атмосферу різних сполук. Не меншою проблемою бачиться накопичення у відвалах промислових підприємств фосфогіпсу. Необхідно розробити інноваційну технологію комплексу з утилізації фосфогіпсу з використанням теплової енергії твердих побутових відходів. **Мета статті** – виконати співставлення технологічних характеристик агрегатів для

спалювання ТПВ та виробництва напівводного гіпсу для виявлення можливості їх сполучення, а також сформулювати завдання для усунення невідповідності в сполучених технологіях. Запропоновано обладнання теплових агрегатів сполучених технологій.

Ключові слова: муніципальні відходи; спалювання; відходи в енергію, фосфогіпс; випал; енергоємність; обертова піч

THERMAL PROCESSING OF PHOSPHOGYPSUM WITH USING ENERGY OF INCINERATED SOLID HOUSEHOLD WASTE

KROT O. P.^{1*}, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
VINNICHENKO V. I.^{2*}, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*
ROVENSKYI O. I.^{3*}, *Cand. Sc. (Tech.)*

^{1*}Department of safety life and environmental engineering, Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture, Sumskaya str., 40, Kharkov, 61002, Ukraine, tel. +38(095)414-84-58, e-mail: uch.opk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2376-4981

^{2*}Department of mechanization of construction processes, Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture, Sumskaya str., 40, Kharkov, 61002, Ukraine, tel. +38(050)167-97-05, e-mail: vvinnichenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-3700-5414

^{3*}Department of the regional ecology, North-East Scientific Center of the National Academy of Sciences of Ukraine, str. Bahalii, 8, Kharkov, 61000 Ukraine, tel.38(050)402-08-10, e-mail: uch.opk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3803-2051

Summary. The use of resources that have not been directly used for their intended purpose is one of the important tasks of sustainable urban development. The need for an integrated approach to the problem of waste management is realized all over the world. In recent decades, there has been a trend in Ukraine for a significant increase in waste. European experience in handling solid domestic waste uses various processing methods: recycling on the basis of separate collection, sorting, composting and thermal processing with generation of thermal and electric energy. In Ukraine, the most common method of handling waste remains burial in landfills that do not meet European standards, are not properly equipped, they do not comply with the norms and rules of storage. This leads to contamination of groundwater, as well as to the release into the atmosphere of various compounds. No less problem is the accumulation of phosphogypsum in industrial waste dumps. It is necessary to develop innovative technology of a complex for utilization of phosphogypsum using thermal energy of solid domestic waste. The article compares the technological characteristics of aggregates for incineration of solid waste and the production of semi-aqua gypsum to identify the possibility of their interfacing, and also formulated tasks for eliminating inconsistencies in interfaced technologies. The equipment of thermal units of interfaced technologies is offered.

Keywords: municipal waste; incineration; waste-to-energy, phosphogypsum; burning; energy intensity; rotary kiln

Постановка проблеми. Активное взаимодействие человека со средой обитания, направленное на разработку и изготовление материальных благ, включая добычу и переработку полезных ископаемых и природных ресурсов, производство строительных деталей и материалов, производство энергии и энергоносителей, приводит к образованию и высвобождению большого количества отходов в окружающую среду.

Большинство как промышленных, так и бытовых отходов утилизируются на полигонах в подходящих местах, но их захоронение не всегда является предпочтительным вариантом. В настоящее время накоплено значительное количество отходов химической промышленности. В частности, фосфогипс не утилизируется, а складывается в отвалах, ухудшая санитарное состояние всего промышленного комплекса и экологическую обстановку прилегающей к

нему территории. Для создания отвалов фосфогипса необходимо постоянно отчуждать большие участки земель, зачастую плодородных, эти площадки нередко превышают размеры промышленных площадок самих предприятий [9].

Фосфогипс является побочным продуктом производства фосфорных удобрений и фосфорной кислоты из природных фосфатных пород. На тонну производства фосфорной кислоты вырабатывается около 5 тонн фосфогипса. Фосфогипс как объект утилизации в своем составе содержит более 90 % кристаллов $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, и может быть отнесен к гипсовому сырью. Примеси, которые содержатся в фосфогипсе, – это в основном продукты недоразложения фосфатного сырья и фториды, причем суммарно содержание F и P_2O_5 не более (1,5 – 2) %.

Авторами [5] установлено, что в Украине имеются четыре разновидности фосфогипса: отвальный фосфогипс из апатитового концентрата со сроком хранения 10–30 лет, отвальный фосфогипс из фосфоритов со сроком хранения менее 10 лет, свежесформируемый фосфогипс из фосфоритов и отвальный фосфогипс полученный из урансодержащих фосфоритов. Фосфогипс в основном состоит из двухводного гипса, но также содержит примеси, такие как фосфаты, фториды и сульфаты, встречающиеся в природе радионуклиды, тяжелые металлы и другие микроэлементы. Все это приводит к негативному воздействию на окружающую среду [10]. Вопрос переработки гипсосодержащих отходов является особенно актуальным.

Анализ публикаций. На протяжении многих лет проблеме утилизации фосфогипса не уделялось должного внимания, что привело к образованию большого количества его отвалов. Его транспортирование на полигоны и хранение связаны с большими капитальными вложениями и эксплуатационными затратами, а для создания отвалов необходимо отчуждать большие площади земель, ресурсы которых к настоящему времени исчерпаны.

Среди перспективных методов утилизации фосфогипса можно выделить такие направления: безотходная термохимическая утилизация фосфогипса с получением вяжущих; использование фосфогипса для производства строительных материалов и изделий [11].

В работах [7; 9] проведен обзор и сделаны выводы о повышенной энергоёмкости существующего оборудования для производства строительного гипса из фосфогипса. Обоснована целесообразность применения обжига материала в тонкодисперсном состоянии. Представлены результаты проведенного обжига фосфогипса во взвешенном состоянии в помольно-обжиговой установке. Установлено, что качество полученного из фосфогипса

строительного гипса соответствует требованиям существующих стандартов, а время обжига существенно сокращается по сравнению с применяемыми в настоящее время машинами.

При тепловой обработке гипса различают следующие стадии процесса: подвод теплоты к поверхности частиц или кусков исходного материала, испарение физической влаги, нагрев материала до температуры дегидратации и химическая реакция дегидратации гипса. Анализ научных исследований по утилизации фосфогипса для получения из него строительного гипса и других строительных материалов и изделий раскрыл проблему энергоёмкости этих технологий.

Результаты рентгенофазового анализа показали, что отвальный фосфогипс состоит в основном из двухгидрата сульфата кальция, свежий фосфогипс представлен полугидратом сульфата кальция.

Технологический процесс дегидратации двухводного гипса состоит из совокупности технологических операций, направленных на изменение исходного материала с целью придания ему свойств вяжущего. В технологии гипсовых вяжущих, предназначенных для строительства, применяют в основном следующие основные стадии технологического процесса: дробление, сушка, помол или совмещение сушки и помола и дегидратация. Последовательность операций зависит от физических свойств сырья, вида применяемого для дегидратации оборудования и требований к качеству конечного продукта.

Технологические линии по выпуску гипсовых вяжущих условно разделяют на несколько видов по способу термической обработки природного двухгидрата.

Первую группу составляют сообщающиеся с наружной атмосферой установки – вращающиеся барабаны и установки для совместного помола и обжига, в которых господствующей средой, непосредственно соприкасающейся с обжигаемым материалом, является воздух или газообразные продукты сжигания

топлива. Ко второй группе относятся герметически закрытые демпферы и автоклавы, в которых материал подвергается термической обработке насыщенным водяным паром, при избыточном давлении 0,3–0,8 МПа. Третью группу тепловых установок для дегидратации гипса составляют гипсоварочные котлы, в которых обжигаемый материал не приходит в непосредственное соприкосновение с газами и передача тепла от газов к материалу происходит через стенки. К этой же группе относятся вращающиеся печи с косвенным обогревом материала.

Основная проблема переработки фосфогипса в полуводный гипс, по мнению авторов, заключается не столько в экологической опасности примесей, входящих в отвальный фосфогипс, сколько в его тонкодисперсности, наличии в нем физической влаги, а также в различии кристаллической структуры в сравнении с ископаемым двуводным гипсом [2]. Это связано с тем, что фосфогипс имеет обычно игольчатую кристаллическую форму, которая обуславливает высокое водопотребление и низкую прочность частиц фосфогипса. Этим объясняется меньшая энергоемкость и большая стабильность процесса производства строительного гипса именно из ископаемого природного двугидрата. Разработка комплекса, позволяющего перерабатывать влажный и высокоадгезивный фосфогипс, используя тепло сгорания бытовых отходов, соответствует синергетической концепции экологически эффективной утилизации.

Цель статьи. Сопоставить технологические характеристики агрегатов для сжигания ТБО и производства полуводного гипса для выявления возможности их сопряжения, а также сформулировать задачи для устранения несоответствия в сопрягаемых технологиях. Предложить оборудование тепловых агрегатов сопрягаемых технологий.

Изложение материала. Сжигание твердых бытовых отходов (ТБО), включая

восстановление тепла, применяется в более чем 450 энергетических объектах по всей Европе и многих других странах мира. Наблюдается изменение морфологического состава бытовых отходов, а именно рост полимерной составляющей в отходах, за счет увеличения доли упаковочных материалов и уменьшения доли пищевых отходов. Как следствие – рост теплотворной способности ТБО в 2,5 раза, что приравнивает их к традиционным видам топлива.

Значение теплотворной способности ТБО зависит от нескольких факторов. Прежде всего, от процентного содержания отдельных компонентов, особенно высококалорийных, например, высшая теплотворная способность пластмассы 33 МДж/кг. Высшая теплотворная способность — количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании вещества, включая теплоту конденсации водяных паров при охлаждении продуктов сгорания. В исследованиях [3] значения теплоты сгорания ТБО находились в пределах от 9,24 до 12,1 МДж/кг.

Принцип действия технологии сжигания муниципальных отходов заключается в следующем. Установки для сжигания во вращающихся печах являются более универсальными в том смысле, что они могут быть использованы для уничтожения твердых отходов, шламов и отходов в контейнерах, а также жидкостей. Эти устройства чаще всего включаются в коммерческие проекты по сжиганию отходов [8].

Для завершения газофазовых реакций горения необходимо дожигание. Это один из этапов обезвреживания газовых выбросов, повышающий при этом тепловой к. п. д. установки. Камера дожигания (рис. 1) соединена непосредственно с выпускным концом печи. Фактором, определяющим эффективность обезвреживания, является температура процесса и соотношение компонентов горения.

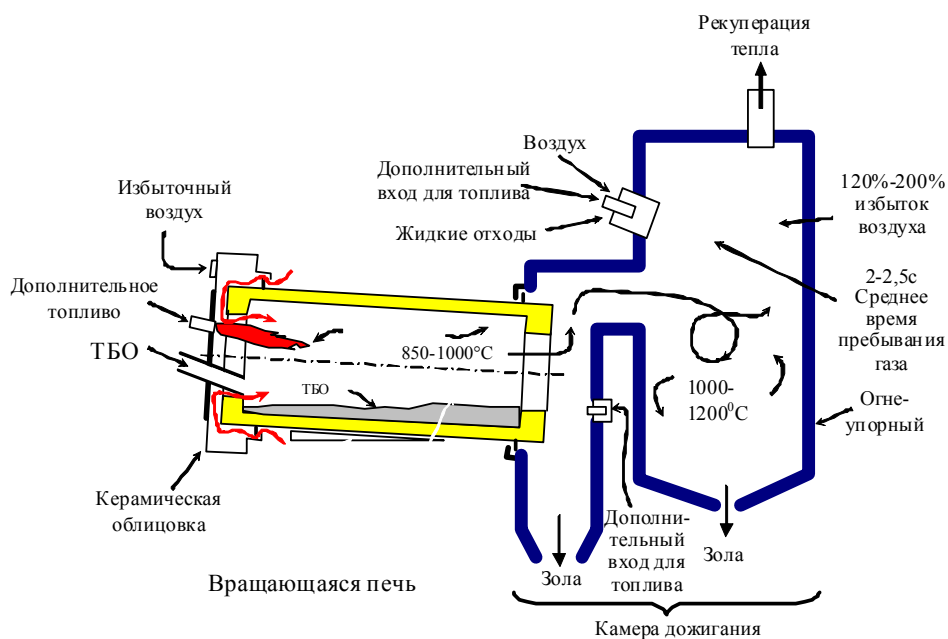


Рис.1. Установка для сжигания отходов

Для разложения органических соединений, таких как спирты, кислоты, альдегиды, достаточный интервал температур 850–900 °С, а для термического обезвреживания отходящих газов от полициклических ароматических и хлорорганических соединений необходима температура 1 000–1 300 °С. Необходимо соблюдать время выдержки газообразных продуктов сжигания не менее 2 секунд, при коэффициенте избытка воздуха 1,4–1,5 для полного разложения токсичных веществ. После камеры дожигания отходящие газы проходят через цикл очистных сооружений и через дымовую трубу выбрасываются в атмосферу.

Реализация полученного от сжигания тепла затруднена, поскольку мусоросжигающие заводы удалены от потребителей тепла, а получение электроэнергии требует капитальных вложений. Предлагается вариант реализации тепла от мусоросжигающих установок для технологии получения строительных материалов. Обе технологии традиционно удалены от жилой застройки, что облегчает задачу.

Авторы предлагают использовать тепло отходящих газов мусоросжигания для термической обработки фосфогипса. При этом горячие газы предполагается отбирать

после каталитического аппарата, минуя рукавные фильтры. Тепло будет реализовано в двух ветвях: сушильной и обжиговой. Для корректировки температуры продуктов сгорания, поступающих в соответствующие ветви, возможно подмешивание внешнего воздуха. Эту долю воздуха определяют при решении уравнения смешения газов. Большую эффективность реализации тепловой энергии обеспечивает использование газов сначала в обжиговой ветви, а затем – в сушильной.

При тепловой обработке гипса различают следующие стадии процесса: подвод теплоты к поверхности частиц или кусков исходного материала, испарение физической влаги, нагрев материала до температуры дегидратации и химическая реакция дегидратации гипса. Для того чтобы начался процесс дегидратации гипса, лежащий в основе технологии получения всех гипсовых вяжущих веществ, необходимо к исходному гипсу подвести теплоту и передать ее. Испарение физической влаги начинается уже при незначительном нагревании, одновременно, начиная с 60–70°С, от молекул отщепляется кристаллизационная вода. При этих температурах процесс протекает очень медленно.

Интенсивная дегидратация начинается при температурах материала 97–105 °С. В стандартной заводской технологии для получения полугидрата поддерживается температура 120–170 °С. Дальнейшее повышение температуры до 210 °С приводит к появлению обезвоженных полугидратов. На рисунке 2 представлена все температурная диаграмма термической обработки фосфогипса [6].

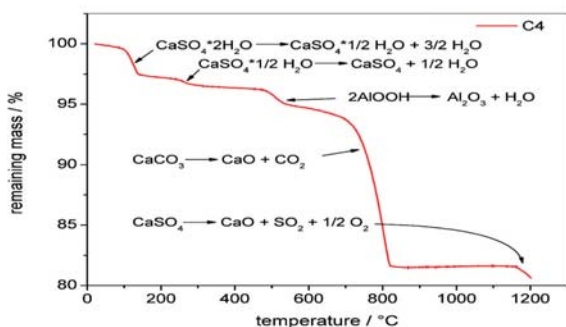


Рис. 2. Диаграмма термической обработки фосфогипса

В технологических линиях с использованием гипсоварочных котлов исходный материал подвергается помолу и сушке в шахтной мельнице-сушилке, затем загружается в гипсоварочный котел периодического или непрерывного действия. В котле гипс нагревается до температуры дегидратации. Процесс сопровождается выделением водяных паров из толстого слоя материала, что затрудняет теплопередачу. Это объясняется тем, что коэффициент теплопроводности гипса низкий, и передача тепла в слое затруднена.

В качестве альтернативной технологии получения полуводного гипса в Харьковском национальном университете строительства и архитектуры (ХНУСА) создана установка, в которой обжиг гипса осуществляется во взвешенном состоянии.

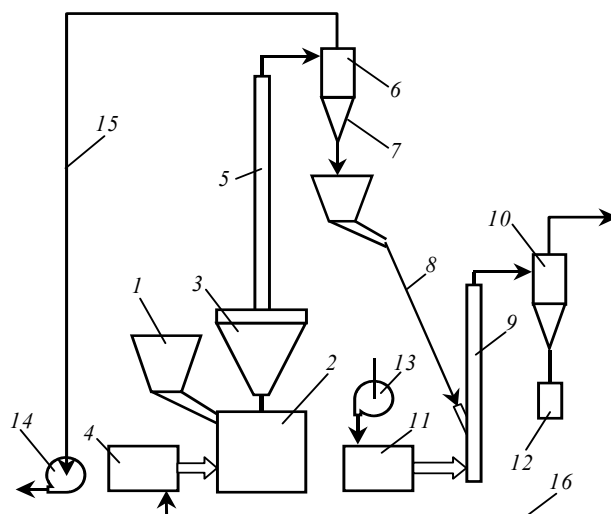


Рис. 3. Принципиальная схема комплекса для помола, сушки и обжига строительного гипса:
 1 – дозатор влажного фосфогипса; 2 – мельница; 3 – сепаратор; 4, 11 – теплогенератор; 5 – шахта сушки; 6 – циклон сушки; 7 – бункер-дозатор; 8 – трубопровод материала; 9 – шахта обжига; 10 – циклон обжига; 12 – бункер готового продукта; 13 – вентилятор; 14 – дымосос; 15 – трубопровод отходящих газов от сушильной установки; 16 – трубопровод отходящих газов от обжиговой установки

Установка представлена на рисунке 3. Принцип ее работы заключается в следующем. Измельченный двухводный гипс / фосфогипс через бункер 1 подается в мельницу 2. Мельница в предлагаемом варианте используется тарельчато-валковая, разработанная на кафедре механизации строительных процессов ХНУСА.

Над мельницей установлен проходной сепаратор 3, а в зону помола мельницы 2 от теплогенератора подается теплоноситель. Мелкие частицы материала, пройдя сепаратор 3, потоком теплоносителя поднимаются вверх в шахту сушилки 5, где осуществляется эффективный теплообмен во взвешенном состоянии. Шахта 5 используется также и для дальнейшего

фракционирования частиц. Из шахты 5 поток теплоносителя с мелкими частицами попадает в центробежный циклон 6, в котором частицы отделяются от теплоносителя, принявшего физическую влагу от материала. Влажный теплоноситель через трубопровод отходящих газов 15, систему пылеочистки (на схеме не показана) и дымосос 14 выбрасывается в атмосферу. Высушенный материал, осажденный в циклоне 6, собирается в бункере 7 с затвором внизу (на схеме не показан). Далее с помощью вибрационного лоткового питателя по трубопроводу 8 подается в нижнюю часть обжиговой трубы 9, по которой двигается теплоноситель из теплогенератора 11 (в предлагаемом варианте – газообразные обезвреженные продукты сжигания ТБО).

Движение материала в трубе 9 (как и в трубе 5) возможно только при такой скорости движения теплоносителя, которая превышает скорость витания частиц материала. Теплоноситель подхватывает частицы двухводного гипса, пронесит их по обжиговой трубе 9, эффективно нагревая. Частицы с потоком выносятся в циклон 10, после чего собираются в бункере готового продукта 12. Очищенный газовый поток через трубу 16 подается в теплогенератор 4.

По всей траектории своего движения материал подвергается тепловой обработке во взвешенном состоянии, перемещение материала происходит за счет энергии движения теплоносителя. Движение теплоносителя осуществляется работой вентилятора 13 и дымососа 14.

В лабораторной установке (рис. 4) дегидратор, в котором проходит термическая обработка материала, представляет собой металлическую трубу толщиной 4 мм, внутренним диаметром 60 мм и длиной 2 м. Внешне он покрыт теплоизоляцией.

За счет конвекции и молекулярной теплопроводности через пограничную пленку, которая окружает частицу материала, осуществляется перенос тепла от газа к частице, а затем путем

теплопроводности осуществляется перенос тепла внутри самих частиц.

Далее последовательно реализуются следующие стадии процесса термической обработки: испарение свободной и гигроскопической влаги; химические реакции дегидратации гипса; адсорбция, то есть поглощение реакционной поверхностью гипса молекул кристаллизационной воды, выделяющейся при дегидратации; десорбция, то есть отрыв от поверхности частиц в виде водяного пара; диффузия, то есть перемещение водяного пара через пористую структуру материала и, удаление водяных паров из внешней поверхности материала [4].

Экспериментальная часть исследований сводилась к определению основных параметров теплоносителя и материала на входе в обжиговую ветвь установки и на выходе из циклона-осадителя.

В процессе экспериментальных исследований определялись: начальная и конечная температуры газового потока, начальная и конечная температуры материала, сроки схватывания, водопотребность, прочность образцов при изгибе и при сжатии. Количество исходного материала контролировалось путем взвешивания.

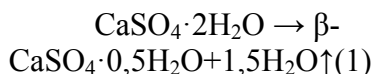


Рис. 4. Лабораторная установка

При реакции дегидратации происходит разрыв связей молекул воды с ионами Ca^{2+} и SO_4^{2-} и удаление воды из кристаллической

решетки в виде перегретого пара. В результате образуется β -модификация полугидрат сульфата кальция.

Химическая реакция этого процесса (дегидратации) имеет вид [1]:



Приведен пример утилизирующего комплекса производительностью 1 000 кг/ч (по ТБО) (рис. 5). Подлежащие сжиганию твердые ТБО поступают в приемный бункер объемом 60 м³, что менее суточной производительности комплекса.

Из приемного бункера 3 ТБО с помощью крана с грейфером передаются на ленточный конвейер, оборудованный рабочими местами, на которых отбираются ТБО, которые подлежат вторичному использованию, такие как стекло, металл, пластмасса, макулатура, текстиль и крупногабаритные не горючие составляющие отходов. ТБО, оставшиеся после сортировки, с помощью загрузочного

устройства 2 подаются во вращающуюся печь 1. Перед сжиганием ТБО печь разогревается с помощью дополнительного топлива (газ или жидкое топливо) топливной горелкой печи 3 до температуры 400 °С, после чего в нее загружаются горючие отходы и начинается процесс сжигания. При этом подача дополнительного топлива может уменьшаться или прекращаться вовсе (в зависимости от теплотворной способности ТБО). Зола и шлак 6, которые остались после сжигания, выгружаются в специальные емкости для вывоза на полигон ТБО. Они могут быть использованы для изготовления строительных изделий. Дымовые газы из печи поступают в камеру дожигания 4 (рис. 5), где при температуре 1 000–1 200 °С в условиях избытка кислорода происходит разложение и дожигание основной доли органических составляющих.

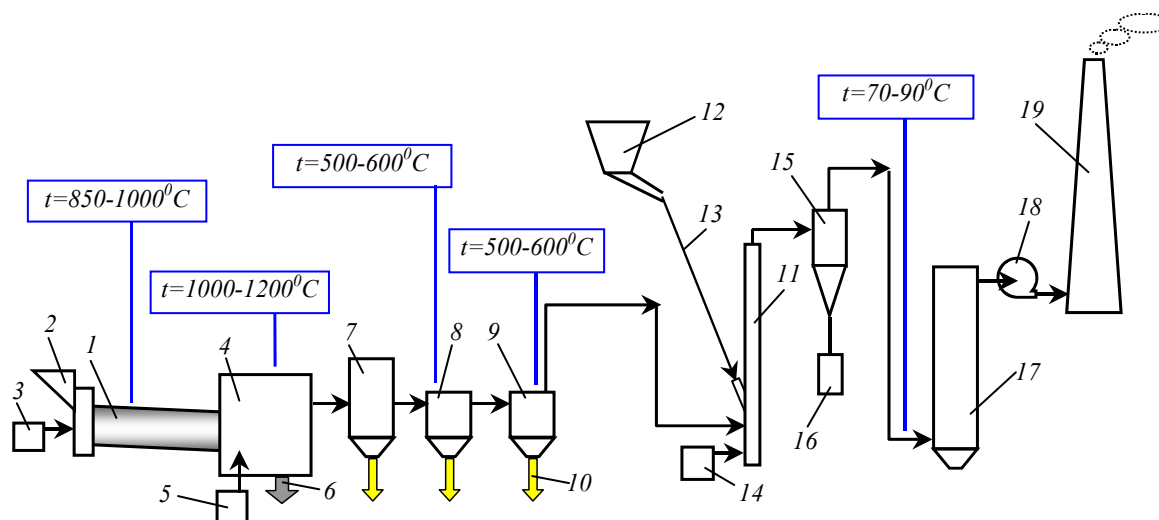


Рис. 5. Комплексная технология переработки ТБО и фосфогипса: 1 – вращающаяся печь; 2 – загрузочное устройство; 3 – горелка печи топливная; 4 – камера дожигания; 5 – горелка топливная камеры дожигания; 6 – шлак; 7 – теплоутилизатор; 8 – инерционно-вихревой коаксиальный пылеуловитель; 9 – каталитический реактор; 10 – зола уноса; 11 – шахта обжига; 12 – бункер фосфогипса; 13 – трубопровод материала; 14 – догреватель газа (при необходимости); 15 – циклон сушки; 16 – бункер готового продукта; 17 – рукавный фильтр; 18 – дымосос; 19 – дымовая труба

В камеру дожигания вводится дополнительное топливо, топливная горелка 5. Дымовые газы после камеры дожигания проходят через теплоутилизатор 7, где отбирается тепло для бытовых нужд и газы охлаждаются до 500–600 °С.

Далее дымовые газы по газоходу поступают в противоточный пылеуловитель 8, в котором очищаются от пыли высокой плотности. После пылеуловителя, частично очищенные газы поступают в каталитический реактор 9. В реакторе при температуре 500–600 °С окисляются остатки

органических составляющих и восстанавливаются оксиды азота до молекулярного азота. Газовый поток с такой температурой наилучшим образом подходит для термообработки фосфогипса во взвешенном состоянии. Газы направляются в шахту обжига 11. Здесь тепло газов передается тонкомолотым частицам фосфогипса. При этом газы понижают свою температуру до 120–140 °С, а температура материала повышается до температуры разложения двуводрата сульфата кальция 105–120 °С.

Далее за счет тепловой энергии газов происходит разложение двуводрата фосфогипса по реакции 1. При таком использовании газов отпадает необходимость в теплоутилизационном блоке, поскольку тепло потребляется для тепловой обработки фосфогипса. Установка по обжигу фосфогипса будет теплоутилизационным блоком. При этом тепло будет утилизироваться в данном случае более качественно, и поэтому температура газов на выходе из установки снижается до 70–90 °С. Более качественная утилизация тепла объясняется передачей тепла при непосредственном контакте тонкомолотых частиц материала с газовым потоком. Известно, что теплопередача от газов к материалу через стенку менее эффективна по сравнению с теплопередачей мелким частицам при непосредственном

контакте в процессе движения газового потока [1].

Перед шахтой обжига может быть установлен теплогенератор 14. Используется он только в случае, когда печь для сжигания ТБО не работает. Из шахты обжига частицы материала с потоком выносятся в циклон 15, после чего собираются в бункере готового продукта 16. Охлажденная до 70–90 °С дымовоздушная смесь поступает для дальнейшей очистки на тканевой фильтр 17. Очищенные до санитарных норм дымовые газы выбрасываются в атмосферу через дымовую трубу.

Выводы. Предлагаемая технология является важной и актуальной как с энергетической, так и с экологической точек зрения. Разработка более эффективного способа утилизации тепла отходящих газов мусоросжигающих печей позволит более рационально использовать тепловую энергию, выделяемую при сжигании отходов. Такая установка имеет несколько важных преимуществ, а именно: значительно интенсифицируются процессы тепло- и массообмена, что связано с увеличением поверхности контакта фаз и коэффициентов тепло- и массообмена; непрерывный ввод и вывод твердой фазы; простота и компактность конструкции, возможность автоматизации процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Параметры установки для термообработки твердой взвеси фосфогипса в потоке теплоносителя / В. И. Винниченко, Д. В. Лисин, Н. Н. Мокренко, В. В. Куземский, Ю. А. Бондаренко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія : Хімія, хімічна технологія та екологія : зб. наук. праць. – Харків, 2011. – № 65. – С. 162–169.
2. Винниченко В. И. Переработка фосфогипса в полугидрат сульфата кальция / В. И. Винниченко, Н. Н. Супряга // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія : Хімія, хімічна технологія та екологія : зб. наук. праць. – Харків, 2016. – № 35 (1207). – С. 37–41.
3. Ильиных Г. В. Оценка теплотехнических свойств твердых бытовых отходов исходя их морфологического состава // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. – 2013. – № 3. – С. 125–137.
4. Расчет аппаратов кипящего слоя : справочник / А. П. Баскаков, Б. П. Лукачевский, И. П. Мухленов, А. А. Ойгенблик, А. Н. Прокопенко, Н. Б. Рашковская, Б. С. Сажин, О. М. Тодес, Н. Ф. Филипповский, В. Ф. Фролов, О. Б. Цитович ; под ред. И. П. Мухленова, Б. С. Сажина, В. Ф. Фролова. – Ленинград : Химия, 1986. – 352 с.
5. Анализ основных направлений утилизации фосфогипса – отхода производства фосфорной кислоты / Трунова И. А., Сидоренко Р. В., Вакал С. В., Карпович Э. А. // Екологічна безпека. – 2010. – № 2. – С. 31–35.
6. Waste Phosphogypsum – Toward Sustainable Reuse in Calcium Sulfoaluminate Cement Based Building Materials / N. Frankovic Mihelja, N. Ukrainczyk, S. Leakovic, J. Sipusic // Chemical and biochemical engineering quarterly. – Croatia, 2013. – Vol. 27, № 2. – P. 219–226.

- Gorakh S. Bandgar. A Review of Effective Utilization of Waste Phosphogypsum as a Building Material / Gorakh S. Bandgar, Madhav B. Kumthekar, Amarsinh B. Landage // International Journal of Engineering Research. – 2016. – Vol. 5, iss. 1. – P. 277–280. DOI: 10.17950/ijer/v5is1/065.
- Kong W. M. Implementation of Incineration for Efficient Waste Reduction / Wing Man Kong // International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering. – 2015. – Vol. 87. – P. 77–80. DOI: 10.7763/IPCBE.
- Spatial distribution and leaching behavior of pollutants from phosphogypsum stocked in a gypstack: Geochemical characterization and modeling / Sara Bisone, Mathieu Gautier, Vincent Chatain, Denise Blanc // Journal of environmental management. – 2017. – Vol. 193, 15 May. – P. 567–575. DOI:org/10.1016/j.jenvman.2017.02.055.
- Environmental impact and management of phosphogypsum / Tayibi H., Choura M., Lopez F. A., Alguacil F. J., Lopez-Delgado A. // Journal of Environmental Management. – 2009. – Vol. 90, iss. 8. – P. 2377–2386. DOI: 10.1016/j.jenvman.2009.03.007.
- Vinnichenko V. Theoretical and experimental research into manufacturing of silicate products without thermal treatment / V. Vinnichenko, A. Krot, N. Vizenko // Восточно-Европейский журнал передовых технологий = Східно-Європейський журнал передових технологій = Eastern-European journal of enterprise technologies. – Харьков, 2016. – Vol 5, no. 6 (83). – С. 29–36. Available at: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/79465>.

REFERENCES

- Vinnichenko V.I., Lisin D.V., Mokrenko N.N., Kuzemskij V.V. and Bondarenko Yu.A. *Parametry ustanovki dlya termoobrabotki tverdoj vzvesi fosfogipsa v potoke teplonositylya* [Application parameters for heat treatment of the phosphogypsum solid suspension in a coolant flow]. *Seriia: Khimiia, khimichna tekhnolohiia ta ekolohiia* [Series: Chemistry, Chemical Technology and Ecology]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI»* [Bulletin of the National Technical University “Kharkiv Politechnic Institute”]. Kharkiv, 2011, no. 65, pp. 162–169. (in Russian).
- Vinnichenko V.I. and Supryaga N.N. *Pererabotka fosfogipsa v polugidrat sul'fata kal'tsiya* [Processing of phosphogypsum in calcium sulphate hemihydrate]. *Seriia: Khimiia, khimichna tekhnolohiia ta ekolohiia* [Series: Chemistry, Chemical Technology and Ecology]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI»* [Bulletin of the National Technical University “Kharkiv Politechnic Institute”]. Kharkiv, 2016, no. 35 (1207), pp. 37–41. (in Ukrainian).
- Il'nykh G.V. *Otsenka teplotekhnicheskix svoystv tverdyx bytovyx otxodov isxodya ix morfologicheskogo sostava* [Evaluation of heat engineering properties of solid domestic waste based on their morphological composition]. *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politeknicheskogo universiteta. Urbanistika* [Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Urbanistics]. 2013, no. 3, pp. 125–137. (in Russian).
- Baskakov A.P., Lukachevskij B.P., Muxlenov I.P., Ojgenblik A.A., Prokopenko A.N., Rashkovskaya N.B., Sazhin B.S., Todes O.M., Filippovskij N.F., Frolov V.F. and Citovich O.B., eds: Muxlenov I.P., Sazhin B.S. and Frolov V.F. *Raschet apparatov kipyashchego sloya* [Calculation of the fluidized bed apparatus]. Leningrad: Ximiya, 1986, 352 p. (in Russian).
- Trunova I.A., Sidorenko R.V., Vakal S.V. and Karpovich E.A. *Analiz osnovnyx napravlenij utilizacii fosfogipsa - otxoda proizvodstva fosfornoj kisloty* [Analysis of the main directions of a phosphogypsum utilization - a waste of phosphoric acid production]. *Ekologichna bezpeka*, 2010, no. 2, pp. 31–35. (in Russian).
- Frankovic Mihelja N., Ukrainczyk N., Leakovic S., Sipusic J. *Waste Phosphogypsum – Toward Sustainable Reuse in Calcium Sulfoaluminate Cement Based Building Materials*. Chemical and biochemical engineering quarterly. Croatia, 2013, vol. 27, no. 2, pp. 219–226.
- Gorakh S. Bandgar, Madhav B. Kumthekar and Amarsinh B. Landage *A Review of Effective Utilization of Waste Phosphogypsum as a Building Material*. International Journal of Engineering Research. 2016, vol. 5, iss. 1, pp. 277–280. DOI: 10.17950/ijer/v5is1/065.
- Kong W.M. *Implementation of Incineration for Efficient Waste Reduction*. International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering. 2015, vol. 87, pp. 77–80. DOI: 10.7763/IPCBE.
- Sara Bisone, Mathieu Gautier, Vincent Chatain and Denise Blanc *Spatial distribution and leaching behavior of pollutants from phosphogypsum stocked in a gypstack: Geochemical characterization and modeling*. Journal of environmental management. 2017, vol. 193, 15 May, pp. 567–575. DOI:org/10.1016/j.jenvman.2017.02.055.
- Tayibi H., Choura M., Lopez F.A., Alguacil F.J. and Lopez-Delgado A. *Environmental impact and management of phosphogypsum*. Journal of Environmental Management, 2009, vol. 90, iss. 8, pp. 2377–2386. DOI: 10.1016/j.jenvman.2009.03.007.
- Vinnichenko V., Krot A. and Vizenko N. *Theoretical and experimental research into manufacturing of silicate products without thermal treatment*. Eastern-European journal of enterprise technologies. Kharkov, 2016, vol. 5, no. 6(83), pp. 29–36. Available at: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/79465>.

Рецензент: Бєліков А. С., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 13.09.2017 р.

Прийнята до друку: 30.09.2017 р.

АРХІТЕКТУРА

УДК 659.1:725.94

МІСЬКА ЗОВНІШНЯ РЕКЛАМА ЯК РІЗНОМАНІТТЯ МАЛИХ АРХІТЕКТУРНИХ ФОРМ

ЄВСЄЄВА Г. П.¹, *д-р наук держ. управ., проф.*,

ТЮТЮННИК В. Ю.², *канд. філол. наук, доц.*

¹Кафедра українознавства, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

²Кафедра інтенсивного навчання іноземним мовам, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-98-09,

Анотація. Постановка проблеми. Зовнішня реклама у провідних країнах світу – це високорозвинена галузь, в яку залучено найновітніші технології, що великою мірою визначають вигляд і візуальний комфорт міського середовища. Міська зовнішня реклама та візуальна інформація повинні відповідати характеру життєдіяльності людини. Головні вимоги до них – забезпечення ефективної реклами та оперативного орієнтування в лабіринтах вулиць, площ міста, інформування про місцезнаходження об'єктів, створення образу сучасного міста.

Місто завжди було простором, де синтез мистецтв вражає своїми масштабами. Становлення ринку зовнішньої реклами в Україні збіглося з початком процесу ринкових реформ в 1990-х роках, і вже менш ніж через десять років його обсяг досяг солідних розмірів. Стрімко сформований в нашій державі капіталізм та об'єкти зовнішньої реклами, маленькі й великі, продовжують відвойовувати у міста все більше простору.

Поняття малих архітектурних форм (МАФ) в міському середовищі виникло давно, і під ним розуміють споруди, обладнання та художньо-декоративні елементи зовнішнього благоустрою, що доповнюють основну забудову населених місць. До МАФ відносять кіоски, торгові автомати, світильники зовнішнього освітлення (або як їх зараз модно називати – ландшафтні світильники), стенди для афіш і реклами, сходи, огорожі, фонтани, обеліски, меморіальні дошки, міські вуличні меблі, урни, дитячі ігрові комплекси, вазони, паркові лавки тощо. Це цілий збалансований комплекс елементів міського середовища, оскільки він безпосередньо впливає на ергономічність, зручність користування елементами та виробами і довговічність виробів. **Мета статті** полягає у дослідженні різноманіття мафів зовнішньої реклами розвитку і впровадження концепції розміщення зовнішньої реклами в місті.

Ключові слова: зовнішня реклама; малі архітектурні форми; законодавчо-нормативна база; благоустрій міста; інформаційні об'єкти міста

ГОРОДСКАЯ ВНЕШНЯЯ РЕКЛАМА КАК РАЗНООБРАЗИЕ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ

ЄВСЄЄВА Г. П.¹, *д-р наук гос. упр., проф.*,

ТЮТЮННИК В. Ю.², *канд. філол. наук, доц.*

¹Кафедра українознавства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: evseeva@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

²Кафедра интенсивного обучения иностранным языкам, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-09

Аннотация. Постановка проблемы. Наружная реклама в ведущих странах мира - это высокоразвитая отрасль, использующая новейшие технологии, что в значительной мере определяет вид и визуальный комфорт городской среды. Городская наружная реклама и визуальная информация должны соответствовать характеру жизнедеятельности человека. Главные требования к ним – обеспечение эффективной рекламы и оперативного ориентирования в лабиринтах улиц, площадей города, информирование о местонахождении объектов, создание образа современного города.

Город всегда был местом, где синтез искусств поражает своими масштабами. Становление рынка наружной рекламы в Украине совпало с началом процесса рыночных реформ в 90-х годах, и уже менее чем через десять лет его объем достиг солидных размеров. В условиях стремительного развития рыночной экономики страны объекты рекламы, маленькие и большие продолжают отвоевывать у города все больше пространства.

Понятие малых архитектурных форм (МАФ) в городской среде возникло давно, и под ним понимают сооружения, оборудование и художественно-декоративные элементы внешнего благоустройства, дополняющие основную застройку населенных мест. К МАФ относят киоски, торговые автоматы, светильники наружного освещения (или как их сейчас модно называть - ландшафтные светильники), стенды для афиш и рекламы, лестницы, ограждения, фонтаны, обелиски, мемориальные доски, городскую уличную мебель, урны, детские игровые комплексы, вазоны, парковые скамейки и т.д. Это целый сбалансированный комплекс элементов городской среды. Так как это напрямую влияет на эргономику, удобство пользования элементами и изделиями и долговечность изделий. Цель статьи заключается в исследовании многообразия МАФов наружной рекламы развития и внедрения концепции размещения наружной рекламы в городе.

Ключевые слова: *внешняя реклама, малые архитектурные формы, законодательно-нормативная база, благоустройство города, информационные объекты города*

URBAN OUTDOOR ADVERTISING AS A VARIETY OF SMALL ARCHITECTURAL FORMS

EVSEEVA H. P.¹, *Dr. Sc. (Publ. Adm.), Prof.*,

TIUTIUNNYK V. YU.², *Cand. Sc. (Philology), Ass. Prof.*

¹Department of the Ukrainian Studies, State Higher Educational Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskoho str., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-94-98, ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

²Department of Intensive Foreign Languages Teaching, State Higher Educational Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskoho str., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-98-09

Abstract. The statement of the problem. The outdoor advertising is the highly developed industry in the leading countries of the world that uses the latest technologies. It largely determines the appearance and visual comfort of the urban environment. The city's outdoor advertising and visual information should correspond to the character of human vital activity. The basic requirements for them are ensuring effective advertising and operational orientation in the maze of streets and squares of the city, informing about the location of the objects, creating an image of a modern city.

The city has always been a place striking because of the synthesis of arts. The outdoor advertising market development in Ukraine coincided with the beginning of the process of market reforms in the 90-ies, and in less than ten years its volume has reached considerable proportions. The small and large outdoor advertising objects continue to win the city more space with the rapid development of the country market economy.

The concept of small architectural forms (IRF) in the urban environment arose long time ago and it is understood as structures, equipment, and decorative exterior amenities, complementing the main urban development. The LFA include: kiosks, vending machines, street lamps (or landscape lamps as they are fashionably called now), stands for posters and advertisements, stairs, fences, fountains, obelisks, memorial plaques, urban street furniture, litter bins, sports design play structures, street planters, park benches, etc. This is a whole balanced set of elements of the urban environment. This directly affects the ergonomics, the usability of elements and products and their durability. The purpose of the article is to study the diversity of IRFs as well as the development and the implementation of the city outdoor advertising concept.

Keywords: *outdoor advertising, small architectural forms, legislative and regulatory framework, urban landscaping, information city facilities*

Постановка проблеми. Зовнішня реклама у провідних країнах світу – це високорозвинена галузь, у яку залучено найновітніші технології, що звеликою мірою визначають вигляд і візуальний комфорт міського середовища. Міська зовнішня реклама та візуальна інформація повинні відповідати характеру життєдіяльності людини. Головні вимоги до них – забезпечення ефективної реклами та оперативного орієнтування в лабіринтах вулиць, площ міста, інформування про місцезнаходження об'єктів, створення образу сучасного міста.

Місто завжди було простором, де синтез мистецтв вражає своїми масштабами.

Становлення ринку зовнішньої реклами в Україні збіглося з початком процесу ринкових реформ у 1990-х роках, і вже менше ніж через десять років його обсяг досяг солідних розмірів. Стрімко сформований в нашій державі капіталізм та об'єкти зовнішньої реклами, маленькі й великі, продовжують відвойовувати у міста все більше простору.

Поняття малих архітектурних форм (маф) в міському середовищі виникло давно, і під ним розуміють споруди, обладнання та художньо-декоративні елементи зовнішнього благоустрою, що доповнюють основну забудову населених місць. До мафів відносять киоски, торгові автомати,

світильники зовнішнього освітлення (або як їх зараз модно називати – ландшафтні світильники), стенди для афіш і реклами, сходи, огорожі, фонтани, обеліски, меморіальні дошки, міські вуличні меблі, урни, дитячі ігрові комплекси, вазони, паркові лави тощо. Це цілий збалансований комплекс елементів міського середовища. Який безпосередньо впливає на ергономічність, зручність користування елементами та виробами і довговічність виробів.

Аналіз попередніх досліджень. Останнім часом захищено низку дисертаційних робіт; з'явилися публікації, присвячені формоутворенню зовнішньої реклами, її взаємодії з предметно-просторовою й архітектурною складовою простору, новітнім технологіям у рекламі і різноманітності її форм таких авторів як Н. В. Сергєєва, Д. К. Авраменко, І. О. Кузнецова, О. О. Сафонова [1; 7; 8] та інші, які розширюють загальні уявлення про комунікативну і маркетингову функції реклами, її форми і вплив на психологію сприйняття. Що стосується питання загального науково обґрунтованого підходу до впорядкування реклами в міському середовищі, таких праць явно недостатньо.

Мета статті полягає у дослідженні різноманіття мафів зовнішньої реклами, розвитку і впровадженні концепції розміщення зовнішньої реклами в місті.

Виклад основного матеріалу. Формування зовнішнього рекламного оформлення міста, яке відповідає сучасним вимогам дизайну, ергономіки, урбаністики та естетики міського простору з урахуванням містобудівних умов, громадсько-політичних і соціально-психологічних чинників, історико-культурних традицій, створює такі умови життєдіяльності людини в місті, де зовнішня реклама, система візуальної інформації та навколишнє середовище об'єднані в єдиний гармонійний ансамбль, що сприяє комфортному життю наших містян.

Міська зовнішня реклама та об'єкти візуальної інформації повинні відповідати характеру життєдіяльності людини. Головні вимоги до них забезпечення ефективної

реклами та оперативного орієнтування в лабіринтах вулиць, площ міста, інформування про місцезнаходження об'єктів, створення образу сучасного міста. Розміщення зовнішньої реклами повинно здійснюватися відповідно до чинного законодавства, актів Президента України, Кабінету Міністрів України, міської ради, її виконавчих органів.

Наразі правову основу організації розміщення зовнішньої реклами на території міста становлять: закони України «Про рекламу» [6], «Про захист суспільної моралі», «Про охорону культурної спадщини»; Постанова Кабінету Міністрів України від 29.12.2003 № 2067 «Про затвердження Типових правил розміщення зовнішньої реклами» [3–6]. Із прийняттям Закону № 5496-VI від 20 листопада 2012 року «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України з питань регулювання містобудівної діяльності» з базового закону «Про регулювання містобудівної діяльності» № 3038-VI була виключена частина перша статті 28, яка визначала поняття «мала архітектурна форма» та в повному обсязі вона була додана у Закон України «Про благоустрій населених пунктів» № 2807-IV як частина 2 статті 21 [2].

Наведемо цю норму в повному обсязі: «2. Мала архітектурна форма – це елемент декоративного чи іншого оснащення об'єкта благоустрою. До малих архітектурних форм належать:

- ✓ альтанки, павільйони, навіси;
- ✓ паркові арки (аркади) і колони (колони);
- ✓ вуличні вази, вазони і амфори;
- ✓ декоративна та ігрова скульптура;
- ✓ вуличні меблі (лавки, лави, столи);
- ✓ сходи, балюстради;
- ✓ паркові містки;
- ✓ огорожі, ворота, ґрати;
- ✓ інформаційні стенди, дошки, вивіски;
- ✓ інші елементи благоустрою, визначені законодавством» [2].

Таким чином, законодавець змінив правове регулювання щодо мафів із законодавства, що регулює містобудівну

діяльність, на законодавство, яке регулює питання благоустрою. Це стосується насамперед дозвільної процедури їх установлення, що підтверджується також ч. 3 ст. 28 Закону № 3038-VI, де вказано: «Розміщення малих архітектурних форм здійснюється відповідно до Закону України «Про благоустрій населених пунктів» [2].

На вулиці чи в мікрорайоні мафи підкреслюють стиль архітектури, роблять середовище досконалим. Малі архітектурні форми не тільки мають практичне призначення, а і являють собою один з елементів дизайнерського оформлення міста. Щоб дизайнерське оформлення вулиці або площі мало єдине архітектурно-просторове рішення, необхідно обрати місце, колір і основну світлову форму реклами у відповідності із загальним композиційним задумом вулиці, площі чи міста в цілому.

Слід зазначити, що останні роки характеризуються інтенсивним зростанням ринку реклами, що спричинює перенасиченість центральної частини міста і проспектів низькоякісними рекламними засобами. Крім того, дуже повільно йде процес оновлення рекламних конструкцій. Частина з них перебуває в експлуатації багато років, має застарілий дизайн,

ненадійну конструкцію, не відповідає сучасним естетичним і ергономічним нормам.

Великорозмірні щитові конструкції, виготовлені з металевого прокату, іноді мають незадовільні естетичні показники, особливо зі зворотного боку. Засоби зовнішньої реклами на території міста розташовані нерівномірно. Вони зосереджені переважно в місцях денної концентрації мешканців міста, тобто в межах центральної частини. Не прикрашає місто і завдає значних незручностей хаотичне, з елементами нав'язливості, розміщення виносних рекламних конструкцій.

Сучасні світові естетичні тенденції щодо розміщення рекламно-інформаційних носіїв характеризуються дбайливим ставленням до міської інфраструктури. Рекламні засоби не повинні руйнувати візуальну цілісність інфраструктури. Збереження зовнішнього вигляду архітектурно-історичних пам'яток, ансамблів, вулиць, площ, будівель, ландшафтно-паркових зон повинно бути домінуючим чинником у заходах зі створення та розміщення рекламних об'єктів у місті, а їх у сучасному постіндустріальному світі існує велике різноманіття. Спробуємо розібратися.



Рис. 1. Піларс

Піларс (рис. 1) вид зовнішньої реклами, який має тристоронню рекламну

поверхню. Піларс у перекладі з англійської pillar колона або стовп.

Піларс використовують у багатолюдних місцях піших прогулянок, де можливо забезпечити доступ до реклами з усіх боків. Ця зовнішня реклама, маючи три сторони, ефективніша в плані можливостей впливу на цільову аудиторію і виглядає більш органічно в інтер'єрі міста. Піларс, або рекламні тумби, можна спостерігати у скверах, парках відпочинку та інших пішохідних місцях.

Білборд – (агл. billboard, notice board афіша, реклама на дошці) (рис. 2.) вид зовнішньої реклами у вигляді щита, що встановлюється зазвичай уздовж вулиць, трас. Білборди виготовляють у вигляді закріплених на опорі рам, оббитих листами оцинкованої сталі або фанери, які покривають атмосферостійкими речовинами. Розмір таких рам – 3×6 м.



Рис. 2. Рекламний білборд

Ще один цікавий вид рекламної малої форми **штендер** (від нім. Ständer – стійка, штатив) – мобільна (переносна) конструкція зовнішньої реклами, яка встановлюється на вулиці в безпосередній близькості від компанії-рекламодавця. Штендер може бути різним за розміром від 120×60 см до 200×80 см. (рис. 3). Головна перевага цього виду рекламних щитів у тому, що вони мобільні, швидко розкладаються і складаються, та, як

З'явився цей термін у США, коли низка компаній почали вивішувати свої рекламні плакати – «білли» (звідси і назва «білборд») на дерев'яних конструкціях. Історія білбордів почалася в 1796 році з винайденням літографії, яка дала можливість створювати плакати. Перший білборд у сучасному виконанні встановив у 1835 році американець Джаред Бел, прорекламувавши цирк, повідомляє газета «Репортер» [8].

А звідки в Україні взявся поширений нині помилковий термін «бігборд»? «BigBoard Group» – це просто назва великого європейського рекламного холдингу. Серед професіоналів такого терміна як «бігборд» (біг-борд, біг борд) не існує. Не варто використовувати його і пересічним споживачам.

правило, розташовуються в умовній близькості від джерела інформації, розміщеної на штендері. Штендери виставляють на тротуарі неподалік офісу рекламодавця. Це не завжди викликає захоплення у пішоходів, тому, погортавши місцеву пресу, ми знаходимо народні назви цього виду рекламних форм: «мимохід», «курінь», «розкладачка», «спотикач», «спотикачка» [9].

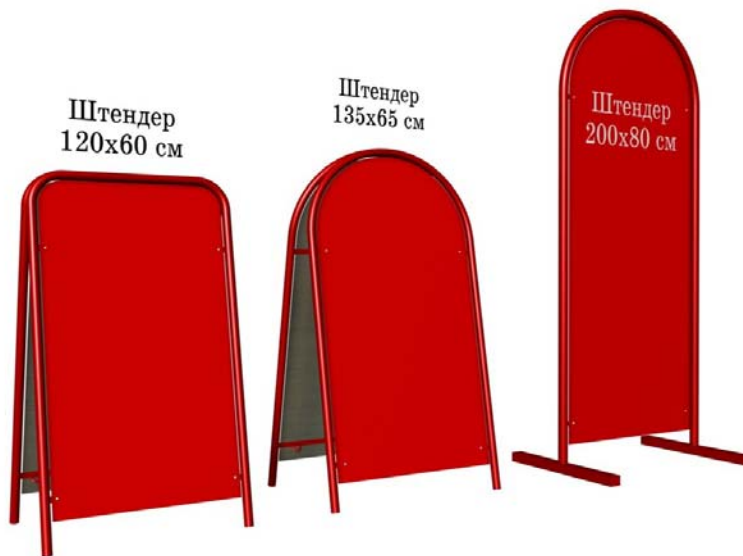


Рис. 3. Штендери

Лайтбокс (рис. 4.) (світловий бокс, англ. Lightbox) джерело світла з великою поверхнею. Лайтбокси спеціально конструюються так, щоб випромінювати максимально рівне світло, були рівні за яскравістю та всією поверхнею. У фото- і відеозйомці лайтбокси найчастіше використовуються для фотографування різних предметів, а також у плівковій фотографії для перегляду відзнятих слайдів.

Непрофесіонали часто плутають лайтбокс із лайткубом або софтбоксом, хоча це різні пристрої. За межами фото-відеостудій лайтбокси потрібні в медицині для перегляду МРТ і рентгенівських знімків. Також лайтбокси використовують у вигляді рекламоносіїв. Рекламодавці називають їх

«світлові панелі» [10]. Маючи зручні габарити, лайтбокси виставляються на жвавих вулицях великих міст, привертаючи увагу перехожих, особливо в темний час доби. Яскраві, привабливі світлові образи, які можуть використовуватися на лайтбоксах, відкривають великий потенціал для креативу дизайнерів рекламних агентств.

Беклайт (рис. 5) рекламний носій, який дуже нагадує білборд. Від білборда беклайт відрізняється розміром (3×4 м) і мають підсвітлення. У дослівному перекладі з англійської *беклайт* back light, означає «світло зі зворотного боку». Беклайти ставлять у приміщеннях, а іноді на вулицях.

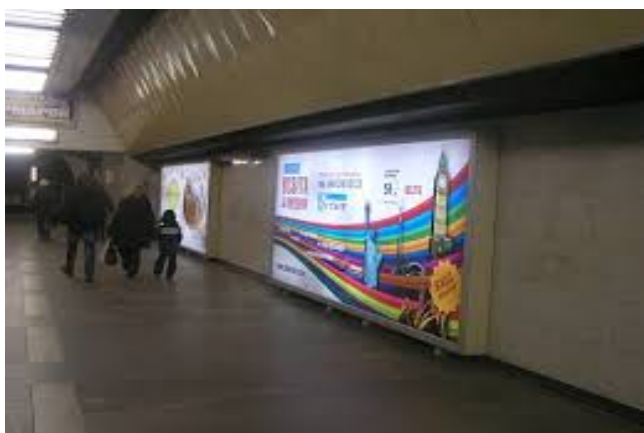


Рис. 5. Беклайт



Рис. 4. Лайтбокс

Конвексборд (рис. 6) – рекламна конструкція відкритого типу. Розмір рекламного зображення 180×120 см, рідше зустрічаються конструкції формату 120×140 см. Рекламоносії такого типу мають як правило три освітлювані площини. Основне розташування: уздовж центральних вулиць, проспектів, в найбільш жвавих



Рис. 6. Конвексборд

місцях. Часто монтуються на щогли дорожнього освітлення. Конвексборди отримали свою назву завдяки поєднанню двох англійських слів: «convex», що означає «опуклий», і «board» – «дошка», оскільки інформаційні поверхні цих рекламних носіїв мають злегка опуклу форму.



Рис. 7. Призматрон

Призматрон (рис. 7) (від англ. слова Prismavision) рекламоносій, візуальна поверхня якого складається з тригранних поворотних призм. Це дає можливість рекламі, розміщеній на подібному носії, змінюватися. Через заданий проміжок часу призми повертаються навколо своєї осі, демонструючи по черзі кожен з трьох граней. Таким чином, одночасно на них можна розмістити три різні сюжети. Подібні рекламоносії найчастіше встановлюються на білборди, рідше на конструкції типу пілар, також іноді на фасади будинків, замінюючи

брандмауери в найбільш людних місцях [13; 14]. Призматрон у фаховій літературі називають «ролер», «призмавіжн», «призма», «тривіжн».

Беклайт (рис. 8) це й рекламний носій дуже нагадує білборд, відрізняючись розміром 3×4 м і внутрішнім підсвічуванням, як у сітілайтів. Завдяки цьому беклайти яскравіші та більш помітні, ніж білборди. Реклама для беклайтів друкується на спеціальній плівці, що пропускає світло [15].



Рис. 8. Беклайт

Постер (рис. 9.) (англ. Poster – афіша, оголошення, плакат) – художньо оформлений плакат, який використовується

для рекламних або декоративних цілей (частіше із зображенням актора, музиканта,

спортсмена) [16]. Різновид плаката великого розміру.

Лайтпостер (рис. 10.) засіб зовнішньої реклами, світловий стенд (підсвічений короб) із розміром однієї рекламної

площини $1,2 \times 1,8$ м. Він має дві площини для розміщення реклами. Лайтпостер може стояти окремо на вулицях міста або бути розміщений на стовпах та опорах вуличного освітлення.



Рис. 9. Постер



Рис. 10. Лайтпостер

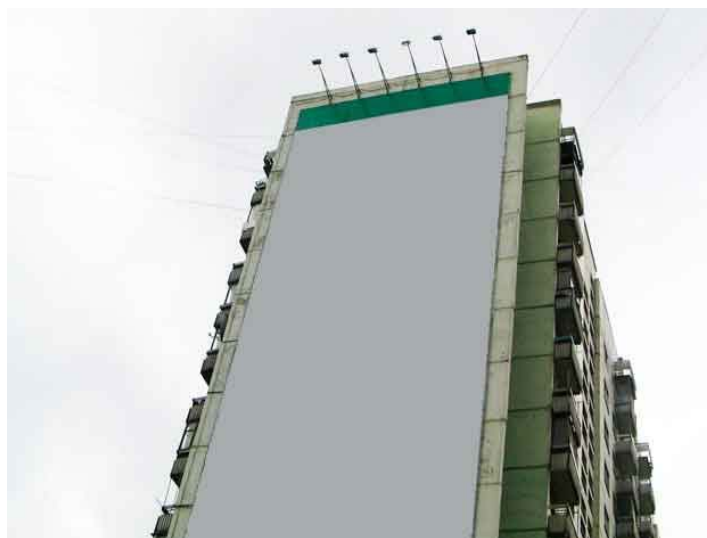


Рис. 11. Брандмауер

Брандмауер (рис. 11) рекламне оголошення у вигляді натягнутого полотна або щита, як правило, великих розмірів, розташоване на глухих стінах будинків. Брандмауер як формат зовнішньої реклами з'явився не так давно, але його популярність зростає дуже швидко. Зобов'язаний своєю появою цей формат у першу чергу розвитком технологій друку, які тільки

останнім часом стали дозволяти друкувати високоякісні полотна будь-яких розмірів, а також архітекторам, котрі передбачили у своїх проектах наявність глухих стін, без вікон, балконів і сходів. Застосування брандмауерів зіграло на руку не тільки основним суб'єктам рекламного ринку, й міській владі, вбивши відразу двох зайців. По-перше, брандмауер закриває стіни

будинків, що давно потребують ремонту, а по-друге, поповнює бюджет міста за рахунок рекламодавців. Особливо популярні брендмауери великих розмірів (від 50 м²). Їх використовують великі компанії для іміджевої реклами. Набагато рідше в спальних районах міст брендмауери вивішують торгові центри, розташовані в цьому районі, та інші «місцеві» компанії.

Брендмауери можуть мати у вигляді натягнутого панно, яке виготовляється з вінілового полотна (пінофлекс), або рекламного щита. Вініл, як правило, використовується у разі великої площі брендмауера. Слід зазначити, що термін служби такого полотна може сягати 5–7 років [17].



Рис. 12. Мурал у м. Дніпро (пр. Мануїлівський, 8)

Цей термін цікавий тим, що, на відміну від багатьох назв рекламоносіїв іншомовного походження, прийшов в українську мову не з англійської, а з німецької мови: *Brandmauer*, від *Brand* – пожежа і *Mauer* стіна, тобто це застаріла назва протипожежної стіни.

Така глуха (без вікон, сходів, балконів) бічна стіна будинку, обов'язково кам'яна (сам будинок може бути дерев'яним) зводиться на випадок, якщо будинок загориться, щоб пожежа не перекинулася на інші будівлі, особливо коли стоять дерев'яні будинки впритул. У Західній Європі багато старих будівель з брендмауерами, на них із часом стали розміщувати картини вуличних художників і рекламу. Таку рекламу і стали називати *Brandmauer*, хоча правильніше було б сказати брендмауерне панно. Тобто брендмауер – різновид зовнішньої реклами: плакат, розташований на бічній глухій стіні будівлі. Основна особливість брендмауерів – необмеженість у розмірі. Перевагою також є несподіване розташування. Брендмауери, розміщені в незвичайних місцях, як

правило, справляють враження і залишаються в пам'яті надовго.

У сучасному міському мистецтві оздоблення таких стін (глухих бічних стін будівлі) може бути муралами. *Мурал* (рис. 12) (англ. *mural* – фреска; ісп. *muro* – стіна, мур) – різновид монументального і декоративного малярства, що виконувалося безпосередньо на стіні або на штукатурці, закріплений на стіні, в якому фігуративні образи й декоративні орнаменти підпорядковуються архітектурним формам. Мурали – нова естетична ознака наших міст, а і не рекламоносії.

Скроллер (рис. 13) (динамічний дисплей, англ. *Scrolling motion poster display*) – це рекламна конструкція у вигляді світлового короба, оснащеного системою перемотування постерів і внутрішнім підсвічуванням. Зображення автоматично змінюють одне одного через два електричні двигуни, що приводять у рух вали. Показ кожного зображення здійснюється протягом заданого користувачем часу. Ролерні дисплеї можуть використовуватися як для

запуску нових товарів і послуг, так і для реклами вже відомих брендів. Такий тип рекламних конструкцій працює на імідж



Рис. 13. Скроллер

компанії і дозволяє реалізовувати креативні розробки дякуючи високій поліграфічній якості плакатів.



Рис. 14. Мегаборд



Рис. 15. Відеоборд



Рис. 16. Холдер

Мегаборд (рис. 14.) (*мега* грец. μέγας, що означає великий; *борд* дошка) – великоформатна статична або динамічна рекламна конструкція формату 15×5 м або 12×5 м. Площа рекламної поверхні такого рекламоносія складає понад 75 м^2 . Особливість мегабордів полягає у наявності двох, а інколи й трьох робочих поверхностей. Мегаборд установлюють на високих (до 15 м) стовпах. Такі рекламоносії мають зовнішнє підсвічування. На тлі інших рекламоносіїв мегаборд виглядає найбільш масштабно і переконливо. Завдяки своїм величезним розмірам мегаборди домінують над багатьма іншими рекламними форматами і привертають додаткову увагу перехожих, пасажирів наземного транспорту. Інформація, розміщена на них, буквально впадає в очі. Мегаборди –

найпомітніші конструкціями і найвпливовіші серед інших форматів зовнішньої реклами. Вони завжди виділяються на тлі міського пейзажу і не можуть бути приховані такими його елементами як дерева, будівлі тощо. Мегаборд спеціалісти з реклами інколи називають *суперсайт* або *юніпол*.

Відеоборд (рис. 16) (англ. video panel – телевізійна панель) – це новий унікальний тип рекламоносіїв, який вигідно відрізняється від традиційних видів зовнішньої реклами. Монітори, вмонтовані в естетично оформлену раму, забезпечують широкий доступ аудиторії і максимальну ефективність впливу на аудиторію.

Холдер (рис. 15) (прапор) – це двостороння вертикальна площина розміром $0,75 \times 2,00$ м, яка розміщується на стовпах

вуличного придорожного освітлення. Реклама, що розмішуватиметься на холдерах, може друкуватися на банерній двосторонній тканині (у такому випадку передбачено монтаж банера на металевий каркас) або на папері (поклейка на металеву основу).

Розширення економічного та наукового співробітництва, прозорість кордонів стали приводом того, що в Україну прилинув потік іноземних товарів, послуг і технологій. Об'єкти рекламоносіїв – саме такі новітні технології. Їх досконалевивчення допоможе зробити правильний вибір. Виходячи з аналізу об'єктивних факторів, що склались у

процесі рекламної діяльності в нашому місті за останні роки, враховуючи необхідність прив'язки рекламних носіїв до конкретних умов міського середовища з урахуванням тенденцій територіального розміщення засобів зовнішньої реклами та інформації, а також особливостей зонування території міста за історико-культурними та типологічними ознаками планування та забудови.

Розміщення рекламних малих архітектурних форм здійснюється відповідно до Закону України про благоустрій та за рішенням власника об'єкта благоустрою з дотриманням вимог законодавства, державних стандартів, норм і правил.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авраменко Д. К. Дизайн сучасної зовнішньої реклами в Україні : автореф. дис. ... канд. мистецтвознавства : спец. 17.00.07 «Дизайн» / Дмитро Костянтинівич Авраменко. – Харків, 2012. – 20 с.
2. Про благоустрій населених пунктів : Закон України від 6 вересня 2005 р. № 2807-IV : за станом на 10 червня 2017 р. / Верховна Рада України // Законодавство України. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2807-15>.
3. Про затвердження Типових правил розміщення зовнішньої реклами : Постанова Кабінету Міністрів України від 29 грудня 2003 р. № 2067 : за станом на 5 квітня 2017 р. // Законодавство України. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2067-2003-%D0%BF>.
4. Про захист суспільної моралі : Закон України від 20 листопада 2003 р. № 1296-IV : за станом на 9 грудня 2015 р. / Верховна Рада України // Законодавство України. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1296-15>.
5. Про охорону культурної спадщини : Закон України від 8 червня 2000 р. № 1805-III : за станом на 3 серпня 2017 р. / Верховна Рада України // Законодавство України. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1805-14/page3>.
6. Про рекламу : Закон України від 3 липня 1960 р. № 270/96-ВР : за станом на 6 січня 2018 р. / Верховна Рада України // Законодавство України. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/270/96-%D0%B2%D1%80/page2>.
7. Сафронова О. О. Системний підхід до організації рекламно-інформаційного простору архітектурного середовища / О. О. Сафронова. // Вісник КНУТД / Київський національний університет технологій та дизайну. – 2010р. – Т. 3 – № 5. – С. 181–186.
8. Сергеева Н. В. Об'єкти медіа-дизайну в контексті формування громадського середовища міста : автореф. дис. ... канд. мистецтвознавства : спец. 17.00.07 «Дизайн» / Наталія Вікторівна Сергеева ; Харк. держ. акад. дизайну і мистецтв. – Харків, 2008. – 20 с.
9. Macmillan English Dictionary for Advanced Learners. – New Edition. – Malaysia : Macmillan Publishers Limited, 2007. – 1748 p.

REFERENCES

1. Avramenko D.K. *Dyzain suchasnoi zovnishnoi reklamy v Ukraini: avtoref. dys. kand. mystetstvoznnavstva: spec. 17.00.07 «Dyzain»* [Design of modern outdoor advertising in Ukraine: author's abstract from the dissertation of Candidate of Art Studies: specialization: 17.00.07 "Design"]. Kharkiv, 2012, 20 p. (in Ukrainian).
2. Verkhovna Rada Ukrainy. *Pro blahoustrii naselenykh punktiv: Zakon Ukrainy vid 6 veresnia 2005 r. № 2807-IV: za stanom na 10 chervnia 2017 r.* [On improvement of human settlements: Law of Ukraine dated September 6, 2005, no. 2807-IV: on June 10, 2017]. *Zakonodavstvo Ukrainy* [Legislation of Ukraine]. Available at: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2807-15>. (in Ukrainian).
3. *Pro zatverdzhennia typovykh pravyl rozmishchennia zovnishnoi reklamy: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 29 grudnia 2003 r. № 2067: za stanom na 5 kvitnia 2017 r.* [About the approval of the model rules for the placement of outdoor advertising: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated December 29, 2003 no. 2067: on April 5, 2017]. *Zakonodavstvo Ukrainy* [Legislation of Ukraine]. Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2067-2003-%D0%BF>. (in Ukrainian).

4. Verkhovna Rada Ukrainy. *Pro zakhyst suspilnoi morali: Zakon Ukrainy vid 20 lystopada 2003 r. № 1296-IV: za stanom na 9 grudnia 2015 r.* [About the protection of public morals: Law of Ukraine dated November 20, 2003, no. 1296-IV: on December 9, 2015]. *Zakonodavstvo Ukrainy* [Legislation of Ukraine]. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1296-15>. (in Ukrainian).
5. Verkhovna Rada Ukrainy. *Pro okhoronu kulturnoi spadshchyny: Zakon Ukrainy vid 8 chervnia 2000 r. № 1805-III: za stanom na 3 serpnia 2017 r.* [About the protection of cultural heritage: Law of Ukraine dated June 8, 2000, no. 1805-III: on August 3, 2017]. *Zakonodavstvo Ukrainy* [Legislation of Ukraine]. Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1805-14/page3>. (in Ukrainian).
6. Verkhovna Rada Ukrainy. *Pro reklamu: Zakon Ukrainy vid 3 lypnia 1960 r. № 270/96-VR: za stanom na 6 sichnia 2018 r.* [About advertising: Law of Ukraine dated July 3, 1960, No. 270/96-VR: on January 6, 2018]. *Zakonodavstvo Ukrainy* [Legislation of Ukraine]. Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/270/96-%D0%B2%D1%80/page2>. (in Ukrainian).
7. Safronova O.O. *Systemnyi pidkhid do organizatsii reklamno-informatsiinoho prostoru arkhitekturnoho seredovyshcha* [System approach to the organization of the advertising and information space of the architectural environment]. *Visnyk KNUTD* [Bulletin of Kyiv National University of Technology and Design]. Kyivskiy natsionalnyi universytet tekhnologii ta dyzainu [Kyiv National University of Technology and Design]. 2010, vol. 3, no. 5, pp. 181–186. (in Ukrainian).
8. Serheieva N.V. *Obekty media-dyzainu v konteksti formuvannia gromadskoho seredovyshcha mista: avtoref. dys. kand. mystetstvoznavstva: spec. 17.00.07 «Dyzain»* [Objects of media design in the context of the formation of the public environment of the city: author's abstract from the dissertation of Candidate of Art Studies: specialization: 17.00.07 "Design"]. Khark. derzh. akad. dyzainu i mystetstv [Kharkiv State Academy of Design and Art]. Kharkiv, 2008, 20 p. (in Ukrainian).
9. *Macmillan English Dictionary for Advanced Learners*. New Edition. Malaysia: Macmillan Publishers Limited, 2007, 1748 p.

Рецензент: Челноков О. В., канд. техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 10.10.2017 р.

Прийнята до друку: 18.10.2017 р.

УДК 72.01+711.4

МІСТО ЯК ВІДКРИТА ДИНАМІЧНА СИСТЕМА. МЕТОДИ АНАЛІЗУ

ДАНИЛОВ С. М., *канд. арх., доц.*

Кафедра інноваційних технологій дизайну архітектурного середовища, Державний вищий навчальний заклад «Харківський національний університет будівництва та архітектури», вул. Сумська 40, Харків 61002, Україна.

Анотація. Постановка проблеми. Кожне десятиліття коригуються закони, які регламентують правила проектування, експлуатації та утилізації будівель. Нові вимоги впливають практично на всі аспекти життєдіяльності міста – на фінансовий стан його жителів, виробництво, імпорту та експорту обладнання, бюджети міських і сільських громад тощо. Зростання кількості критичних системних і концептуальних помилок у проектуванні, скоєних за останні 30 років, вказують на гостру необхідність для архітекторів під час проектування враховувати не тільки нормативно-правову базу, а й відгук системи міста та району на зміни, що вносяться в їх середовище.

Ключові слова: *архітектура; міське середовище; кластер; система; розвиток; функціонування; динаміка*

ГОРОД КАК ОТКРЫТАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА. МЕТОДЫ АНАЛИЗА

ДАНИЛОВ С. М., *канд. арх., доц.*

Кафедра инновационных технологий дизайна архитектурной среды, Государственное высшее учебное заведение «Харьковский национальный университет строительства и архитектуры», ул. Сумская 40, Харьков 61002, Украина

Аннотация. Постановка проблемы. Каждое десятилетие корректируются законы, регламентирующие правила проектирования, эксплуатации и утилизации зданий. Новые требования отражаются практически на всех аспектах жизнедеятельности города - на финансовое состояние его жителей, производстве, импорте и экспорте оборудования, бюджетах городских и сельских общин и т.д. Рост количества критических системных и концептуальных ошибок в проектировании, совершаемых за последние 30 лет, указывают на острую необходимость для архитекторов при проектировании учитывать не только нормативно-правовую базу, но и отклик системы города и района, что вносится в их среду изменения. Здесь мы имеем случай с другими требованиями к подходу обоснования в проектировании как отдельных объектов, так и городской среды в целом.

Ключевые слова: *архітектура; городская среда; кластер; система; развитие; функционирование; динамика*

THE CITY AS AN OPEN DYNAMIC SYSTEM. METHODS OF ANALYSIS

DANYLOV S. M., *Dr. Sc. (Arch.), Ass. Prof.*

Department of Innovative Technologies for Design of Architectural Environment, State Higher Educational Establishment «Kharkiv National University of Construction and Architecture», 40, Sumska str., Kharkiv 61002, Ukraine

Abstract. Raising of problem. Every decade is amended by laws governing the design, operation and disposal of buildings. The new requirements are reflected in almost all aspects of the city's livelihoods - the financial status of its inhabitants, the production, import and export of equipment, the budgets of urban and rural communities, etc. The growth in the number of critical systemic and conceptual design errors over the last 30 years points to the urgent need for architects to take into account not only the legal framework, but also the response of the city and district system to the changes introduced to their environment. Here we have a case with other requirements to the justification approach in the design of both individual objects and the urban environment as a whole.

Keywords: *architecture; urban environment; cluster; system; development; functioning; dynamics*

Ступінь розробленості проблеми. У дослідженні запропонованої в цій статті проблеми аналізувалися праці І. Пригожина [1], С. Хайтун [2], І. Нурієвої [3], В. Арнольда [4], К. Давід [5] та багато інших.

Постановка проблеми. Сформовані уявлення про те, що таке інноваційна архітектура, змушують відмовитися від концепцій

типу «будинок – машина для житла» минулого сторіччя [6]. Це скоріше архітектура, інтегрована в природне оточення на основі рівноправного неруйнівного обміну з останньою матерією і енергією. Причому основна проблема побудови нових взаємин між штучним і природним середовищем існування людини полягає в тому, що практично неможливо передбачити, на якому рівні цей

процес зупиниться. Відомо тільки одне, що за своїм технічним наповненням і естетичними вимогами вже через тридцять років архітектура може істотно відрізнятись від того, що ми бачимо сьогодні.

Стає очевидним, що зміни вимог до проєктованих споруд відбудуться раніше, ніж закінчиться термін їх експлуатації. Отже, тут на перший план виходить проблема прогнозування зміни таких вимог і врахування можливості адаптацій до них міста. В цьому контексті розгляду проблеми виникає питання створення імітаційної моделі, що дозволяє адекватно оцінювати стан життєдіяльності міста та прогнозувати його відгук на зміни, що вносяться.

Таким чином на основі наявних уявлень сформульовано мету запропонованого дослідження: розроблення методологічних основ аналізу й оцінювання процесів функціонування та розвитку міста як ефективно працюючої екологічно позитивної системи в динаміці змін зовнішніх і внутрішніх факторів

Теоретично процеси, що відбуваються в місті, можна комп'ютерно змоделювати і навіть налагодити прямий і зворотний відгуки створеної цифрової моделі міста. Тут основною проблемою постає питання правильного вибору методик моделювання і дослідження міста як відкритої динамічної системи. З точки зору архітектури – це вкрай цікаве завдання. Накопичений спеціальністю багаж знань достатній, щоб вирішити багато подібних нетривіальних завдань.

Результати дослідження. Велике місто – складна система, основні ознаки якої: структурованість, взаємопов'язаність елементів, що складають систему, та підпорядкованість організації системи певній меті. З безлічі чинників, що впливають на розвиток великого міста, кожен може виявитися вирішальним для глобальної зміни напрямків його розвитку. Який з них виявиться вирішальним – передбачити у довгостроковій перспективі часто неможливо. Тому прогнози, в основному, мають вигляд сукупності сценаріїв розвитку, що різняться ступенем ймовірності.

Специфічне просторове середовище міста формується у процесі розвитку суспільства і стає матеріальною оболонкою безлічі найважливіших сторін і проявів суспільного життя. У цьому сенсі місто є продуктом творчої колективної діяльності. Формування міста – це тривалий, розтягнутий у часі процес, а точніше – сукупність безлічі подібних за характером і вельми специфічних одиничних процесів, які регулюються безліччю правил, проєктів, ідей, вольових актів, нарешті, стихійних явищ і випадковостей. У місті одночасно спостерігаються високий ступінь диференціації та інтеграції складових його елементів, жорстка, консервативна ієрархія і гнучкі динамічні горизонтальні зв'язки між підсистемами в рамках єдиного функціонального цілого [7].

Управління розвитком великого міста з повною підставою можна назвати слабо формалізованою проблемою, а сам об'єкт – велике місто – надскладною системою [8; 9].

Місто – суперечлива форма територіальної організації суспільства. Протиріччя закладені в ньому із самого початку і укладені в самій його суті. Вони можуть бути послаблені продуманим регулюванням, а можуть бути і посилені помилками і прорахунками керівників і проєктувальників. Але корінь проблем і протиріч – лише частково в діях людей. Протиріччя і проблеми породжує саме місто.

Стієке функціонування і розвиток міста як системи – це результат оптимально складених компромісів між його елементами, що часто перебувають в антагоністичних відносинах між собою: житловими кварталами, що надто ущільнюються, і рекреаційними територіями; промисловістю й екологією; зайнятістю жителів і роботизацією виробництва; комфортом і ідеологією етичного споживання; особистим транспортом і загазованістю повітря тощо.

В умовах існуючих явних і прихованих взаємозв'язків між практично всіма аспектами життєдіяльності міста більшість локальних рішень щодо коригування будь-якої однієї кризи може мати непередбачені наслідки. Гарною аналогією може служити засту-

да: варто промочити ноги, починає боліти горло. Вкрай складно передбачити без комплексу вивірених уявлень про місто як єдину систему, яким чином воно відреагує на оперативне втручання. У той же час затягування вирішення конфлікту між елементами системи з певною часткою ймовірності може перевести кризу в катастрофу. Для міста катастрофою стає втрата своїх жителів.

Перше і найістотніше питання побудови інформаційної моделі міста – проблема створення ієрархічного дерева його елементів, причому всі ці елементи повинні бути взаємопов'язані. Фактично у створюваній моделі необхідно з'єднати класифікаційну систему, подібну до системи класифікації Карла Ліннея, методи табличної параметризації, методи кластерного аналізу і додати можливість упровадження в модель методів розрахунку впливу на неї ідеальних компонентів (законів, традицій, комплексів світоглядів населення і тощо). На перший погляд завдання здається нерозв'язним, але слід зазначити, що наука й архітектура в тому числі в даному напрямку просунулися досить далеко й існує низка методик, що дозволяють провести деякі узагальнення.

Першим етапом дослідження було формування уявлення про місто як результат взаємодії: його жителів (соціуму), що мають певний набір потреб, які обов'язково повинні бути задоволені; техносфери – артефактів, знань і умінь, призначених для задоволення потреб соціуму; екосфери – середовища, яке надає ресурси і переробляє відходи, що виникають у процесі задоволення потреб соціуму. У свою чергу, Екосфера, Техносфера і Соціум самі є складними системами, що мають власні розгалужені ієрархічні дерева. Будучи базовими складовими підсистемами системи міста, з причин істотних відмінностей життєво важливих потреб, вони перебувають між собою в умовах конфлікту інтересів. У таких умовах неможливо задовольнити всі вимоги, висунуті елементами системи, без шкоди для суміжних із ними елементів.

На другому етапі дослідження було вирішено розглядати місто як сукупність скла-

дових його елементів, пов'язаних між собою процесами, які в них відбуваються.

Місто являє собою екологічну, інженерну, соціально-економічну та ще цілу низку систем безпрецедентної складності. Ці системи підкоряються природним і економічним закономірностям, піддаються впливу безлічі різномірних випадкових факторів, схильні до ризику втрати рівноважного стану. Вивчення процесів, що відбуваються в місті, – це багаторівневе і неоднозначне у своєму рішенні завдання, оскільки такі процеси відбуваються в складних динамічних системах.

Традиційні методи прогнозування і моделювання, що застосовуються на макрорівні і в територіальному управлінні, не ефективні для адекватного опису складних систем, таких, яким є місто в сучасних нестаціонарних умовах, з великою кількістю взаємодій і факторів впливу, що характеризуються мінливістю зовнішнього середовища, структурними перебудовами, погано працюють за постійно мінливих даних.

Таким чином, місто пропонується розглянути як набір упорядкованих, класифікованих за деякими ознаками об'єктів. Постановка цього завдання викликала необхідність звернення до методів кластерного аналізу.

Застосування методів кластерного аналізу в дослідженні міста як відкритої динамічної системи

Кластерний аналіз – це метод класифікаційного аналізу; його основне призначення – розбиття множини досліджуваних об'єктів і ознак на однорідні в деякому сенсі групи або кластери. Це багатовимірний статистичний метод, тому передбачається, що вихідні дані можуть мати значний обсяг, тобто істотно великими можуть бути як кількість об'єктів дослідження (спостережень), так і ознак, що характеризують ці об'єкти [10].

Значна перевага кластерного аналізу в тому, що він дає можливість розбивати об'єкти не за однією ознакою, а за низкою ознак. Крім того, кластерний аналіз, на відміну від більшості математико-статистичних методів, не накладає ніяких обмежень на

вид розглянутих об'єктів і дозволяє досліджувати безліч вихідних даних практично

довільної природи.

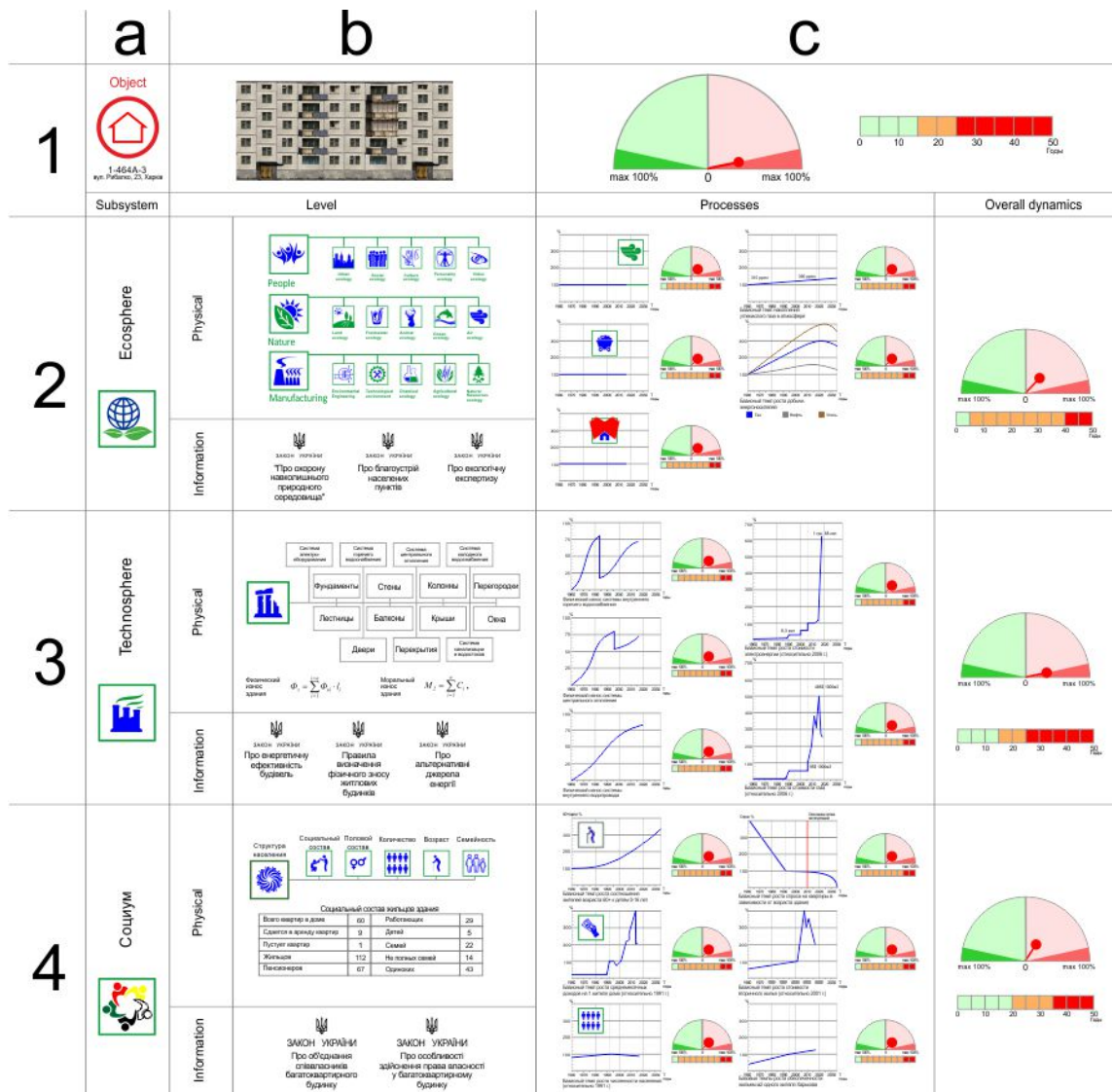


Рис. Інформаційна структура об'єктного типологічного кластера

Кластерний аналіз передбачає виділення компактних, віддалених одна від одної груп об'єктів, відшукує «природне» розбиття сукупності на області скупчення об'єктів. Він застосовується, коли вихідні дані подані у вигляді матриць близькості або відстаней між об'єктами або у вигляді точок у багатовимірному просторі.

Існує велика кількість алгоритмів кластерного аналізу, їх можна поділити за способом побудови кластерів на два типи: еталонні і нееталонні. У процедурах еталонного типу на безлічі об'єктів задається кілька вихідних зон, з яких починає роботу алгоритм. Еталони можуть являти собою почат-

кове розбиття на класи, центр ваги класу та ін. Після завдання еталонів алгоритм виробляє класифікацію, іноді певним способом змінюючи еталони.

Кластерний аналіз – є потужний засіб аналізу даних та статистичних досліджень у будь-якій предметній галузі. Він дозволяє виявити проблемні ситуації і намітити шляхи їх вирішення. Отже, цей метод статистики можна розглядати як складову частину системного аналізу [11].

Логічним для архітектурних завдань видавая підхід до кластеризації міського середовища з точки зору типології будівель і споруд. Фактично типологія – це своєрідне

ієрархічне дерево, яке самою своєю структурою задає напрямок і область кластеризації об'єктів. Таким чином ми отримали нижній ієрархічний рівень кластеризації – об'єктний типологічний кластер.

На цьому нижньому рівні кожен об'єкт міського середовища розглядається як окремий кластер і описується в максимально доступній повноті властивої йому інформації. Оскільки з будь-яким існуючим об'єктом пов'язані певні властиві йому динамічні процеси, опис кластера розбито на три основні групи ознак, що відповідають наведеним вище підсистемам міста: екосфері, техносфері і соціуму. Таким чином кожен об'єкт може бути оцінений з точки зору його впливу на навколишнє середовище, описаний як фізичний об'єкт, і визначена його соціальна складова і значимість.

На цьому етапі дослідження розроблено таку інформаційну структуру об'єктного типологічного кластера (рис.).

На рисунку a1 – осередок, у якому розміщений ідентифікатор об'єкта. Як ідентифікатор виступає його назва, тип і адреса. У разі необхідності дрібність кластеризації об'єктів міського середовища може бути доведена до вуличних сміттєвих урн, в такому випадку замість адреси з'являться їх координати по GPS. У наведеному прикладі розглядається типовий п'ятиповерховий будинок. Оскільки метою дослідження не є аналіз даного об'єкта або подібної до нього споруди, в прикладі допущено певний ступінь абстрагування;

a2 – Екосфера. Кожна з підсистем (Екосфера, Техносфера, Соціум) поділена на матеріальний та інформаційний рівень.

На матеріальному рівні в підсистемі Екосфера описується екологічний стан об'єкта: якість води, повітря, будівельних матеріалів, наявність шкідників, бактеріальний стан, виробництво відходів життєдіяльності мешканців і т. д. Кожен із виявлених в описуваній будівлі показників має певну статистично зафіксовану історію. Оскільки створена модель інтерактивна і кожен її елемент описаний у цифровому форматі, кожен елемент кластера може володіти власним

спливаючим меню з прикріпленою до нього необхідною інформацією.

На інформаційному рівні проводиться оцінювання можливого впливу ідеальної складової підсистеми Екосфера. До таких складових можуть належати: закони, нормативні акти, ідеологія, релігійні та світоглядні імперативи населення і т. д. Природно, що дати адекватну оцінку деяких ідеальних складових практично неможливо, але вимоги до об'єкта закріплені законодавчо, і їх вплив на об'єкт і систему в цілому оцінити можна.

Будучи галуззю знань, що належать не тільки до архітектури, а й до цілої низки інших парадигм, подання до кластері даних щодо підсистеми Екосфера потребує узгоджених мультидисциплінарних досліджень. Тому як приклад інформаційного рівня екосфери взято всього три закони України: «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про благоустрій населених пунктів» та «Про екологічну експертизу». Нижче (на прикладі Техносфери) будуть розглянуті варіанти того, яким чином інформаційний рівень впливає на матеріальний і систему в цілому.

2с – оцінка динаміки процесів, пов'язаних із життєдіяльністю об'єкта. Для порівняння різних за своєю структурою і характером пакетів даних обрано методику їх аналізу за базисним темпом приросту.

Темпи зростання, відносні статистичні та планові показники, що характеризують інтенсивність динаміки явища, обчислюються шляхом ділення абсолютного рівня явища в звітному або плановому періоді на абсолютний його рівень у базисному періоді (в періоді, з яким порівнюють) [12]. Маючи графік темпу приросту якогось явища, ми отримуємо можливість оцінити його стан (зростання, деградація, стагнація). Екстраполювавши отримані дані, можна побудувати прогноз розвитку проблеми до горизонту пророкувань. Таким чином можна оцінити перспективи розвитку системи з точки зору стійкості, кризи або можливого предкатастрофного стану. Цю проблему розглянемо нижче, на прикладі зміни законодавства «Про енергоефективність будівель» і його

впливу на підсистему Техносфера і весь кластер у цілому.

Фактично кожен кластер можна розглядати як своєрідний паспорт об'єкта, в якому фіксується вся доступна до аналізу інформація. Природно, що вже на рівні багатоквартирного будинку потік відомостей може створити настільки щільний інформаційний хаос, що будь-які смисли будуть втрачені. Тому наразі розробляється інтуїтивно зрозумілий інтерфейс прямого і зворотного діалогу з цифровими масивами даних. Тут ми стикаємося з необхідністю застосування методик із галузей обробки великих масивів даних «Big Data».

Індикатор стану елемента / об'єкта / системи виконано у вигляді півкола, поділеного по вертикалі на дві рівні половини. Ліва половина забарвлена в світло-зелений колір і позначає, що система перебуває в стійкому стані. Права половина світлочервона – система переживає кризу. Індикатор забезпечений рухливою стрілкою, кут нахилу якої вказує стійкий або кризовий стан, що переживає система. Відстань від наконечника стрілки до зовнішнього краю півкола індикатора вказує на значущість події (рис., комірка 1с).

Значущість події: з огляду на те, що кожен кластер є пакетом даних, що взаємодіють у моделі з іншими пакетами, необхідно було визначити силу його впливу на оточення. Для цієї мети розроблено коефіцієнт значущості, який виражає співвідношення значимості цієї динаміки для об'єкта, до якого вона належить зі співвідношенням самого об'єкта до системи, частиною якої він є. Прикладом необхідності такого коефіцієнта може бути порівняння двох подій: перша – вночі хулігани намазали медом всі дверні ручки будинку і друга – будинок потонув через Великий Потоп. І в першому, і в другому випадку подія торкнулося всіх мешканців будинку. Якщо не вводити співвідношення значимості процесу для об'єкта і для системи, події можуть виглядати рівнозначно.

У нижніх полях індикатора розміщені сегменти, пофарбовані в більш активні кольори: зелений сегмент означає стагнацію

системи, червоний – передкатастрофний стан. Під індикатором розташована шкала, що градуйована по роках і дає прогностику існування системи на певний період за умов збереження існуючих тенденцій.

Таким чином, динаміку кластера ми можемо розглядати як сукупність динамічних процесів життєдіяльності всіх його елементів, що відображається у стовпці «С» кластера (рис.).

3а і 3б – Техносфера. Фактично вся інформація стосовна цієї підсистеми може бути зведена до Building Information Model (BIM) пакета даних. Єдине доповнення до нього – це оцінка динамічних змін усіх елементів конструкції і їх стан. Слід враховувати, що під час аналізу всього кластера в цілому підсистема Техносфера задає часові межі дослідження – від здачі в експлуатацію об'єкта до закінчення термінів його експлуатації та утилізації. У графі 3с оцінюється динаміка вікових змін конструкцій будівлі, вплив на ці процеси його реконструкцій та капітальних ремонтів, енергоефективність, терміни окупності від застосування різних заходів щодо поліпшення його експлуатаційних характеристик і т. д.

В інформаційному аспекті регулювання життєдіяльності будівель і споруд у край цікавим стає розгляд змін до закону «Про енергетичну ефективність будівель», в якому закріплені нові вимоги щодо економії енергоресурсів та заходів щодо досягнення необхідного ефекту. Також у цьому законі описано вимоги до термомодернізації існуючих будівель.

Згідно з п. 2 статті 12 Закону: 2. Енергетична ефективність будівель може забезпечуватися шляхом:

1) підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель;

2) встановлення засобів обліку (в тому числі засобів диференційного (погодинного) обліку споживання електричної енергії) та регулювання споживання енергетичних ресурсів;

3) впровадження автоматизованих систем моніторингу та управління інженерними системами;

4) підвищення енергетичної ефективності інженерних систем будівлі;

5) використання поновлюваних і / або альтернативних джерел енергії та / або видів палива (з використанням інженерних систем будівлі);

6) застосування систем акумуляційного електронагріву в години мінімального навантаження електричної мережі;

7) здійснення інших заходів щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель.

Всі зазначені в законі заходи неминуче відібраються на екологічній та соціальній підсистемах кластера. Розшифрування цієї тези буде здійснене в другій частині статті.

Висновки. Сьогодні з'явилися технічні та наукові передумови для розроблення інноваційної моделі прийняття адекватних рішень щодо адаптації системи міста до стрімкої динаміки зовнішніх змін. Для цього автор розробляє методологічний апарат, який поєднує в собі багаторівневі дані в єдину, інтуїтивно зрозумілу інтерактивну модель функціонування міста як відкритої динамічної системи. У цій моделі робиться

спроба поєднати точність математичних розрахунків із філософсько-гносеологічними засобами пізнання реальності, методами психології, соціології, даними культурологічних досліджень і т. д. При цьому, поєднуючи безліч парадигм, що відображають усю різноманітність життя міста, необхідно отримати чітко оцінену й осмислену модель, що дозволяє виявити дії, здатні спровокувати всю міську систему до позитивних змін без втрати накопичених нею позитивних якостей.

Однією з основних цілей проведених досліджень стало розроблення алгоритмів інтерактивної моделі, що дозволяє в реальному часі проводити оцінювання і прогностику життєдіяльності міста як відкритої динамічної системи. В умовах, коли архітектура зобов'язана інтегруватися в навколишнє середовище, відсутність такої або подібної до неї моделі перетворює працю архітектора на набір емпіричних спроб «сліпого» вгадування прийняттого сценарію розвитку інноваційної архітектури й урбаністики, на що у нас немає ні часу, ні ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.

1. Николис Г. Самоорганизация в неравновесных системах / Г. Николис, И. Пригожин ; пер. с англ. В. Ф. Пастушенко ; под. ред. Ю. А. Чизмадзе. – Москва : Мир, 1979. – 512 с.
2. Хайтун С. Д. Социум против человека. Законы социальной эволюции / С. Д. Хайтун. – Москва : КомКнига, 2006. – 336 с.
3. Нуриева И. Т. Территориальная целостность как основополагающий принцип суверенитета независимого государства / И. Т. Нуриева // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2010. – № 4. – С. 361–366.
4. Арнольд В. И. Теория катастроф / В. И. Арнольд. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Наука, 1990. – 128 с.
5. David K. Wright. Humans as Agents in the Termination of the African Humid Period / David K. Wright // *Frontiers in Earth Science*. – 2017. – Vol. 5. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3389/feart.2017.00004>.
6. Le Corbusier Vers Une Architecture / Le Corbusier. – Paris : Les éditions G. Crès et Cie, 1923. – 243 p. – Режим доступа: http://www.mondotheque.be/wiki/images/d/d4/Corbusier_vers_une_architecture.pdf.
7. Задачи управления в социальных и экономических системах : монография / В. Н. Бурков, И. В. Буркова, И. А. Горгидзе [и др.] ; Рос. акад. наук, Ин-т проблем упр. им. В. А. Трапезникова. – Москва : СИНТЕГ, 2005. – 246 с. – (Управление организационными системами).
8. Макагонов П. П. Управление развитием городских территорий : учеб. пос. / П. П. Макагонов. – Москва : ИПК госслужбы, 2001. – 351 с.
9. Ресин В. И. Управление развитием крупного города. Опыт системного подхода / В. И. Ресин. – Москва : Голос, 1996. – 328 с.
10. Мандель И. Д. Кластерный анализ / И. Д. Мандель. – Москва : Финансы и статистика, 1988. – 176 с.
11. Классификация и кластер / ред. Дж. В. Райзин ; пер. с англ. П. П. Кольцова ; под ред. Ю. И. Журавлева. – Москва : Мир, 1980. – 389 с.
12. Рязов Н. Н. Общая теория статистики : учеб. для экон. спец. вузов / Н. Н. Рязов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Статистика, 1971. – 368 с.

REFERENCES

1. Nikolis G. and Prigozhin I., Chizmadzhev Yu.A., ed. *Samoorganizaciya v neravnovesnyx sistemax* [Self-organization in nonequilibrium systems]. Moskva: Mir, 1979, 512 p. (in Russian).
2. Xajtun S.D. *Socium protiv cheloveka. Zakony social'noj evoljucii* [Social life versus man. Laws of social evolution]. Moskva: KomKniga, 2006, 336 p. (in Russian).
3. Nurieva I.T. *Territorial'naya celostnost' kak osnovopolagayushhij princip suvereniteta nezavisimogo gosudarstva* [Territorial integrity as a fundamental principle of the sovereignty of an independent state]. *Aktual'nye problemy gumanitarnyx i estestvennyx nauk* [Actual problems of the humanities and natural sciences]. 2010, no. 4, pp. 361–366. (in Russian).
4. Arnol'd V.I. *Teoriya katastrof* [Theory of catastrophes]. Moskva: Nauka, 1990, ed. 3, 128 p. (in Russian).
5. David K. Wright. *Humans as Agents in the Termination of the African Humid Period*. *Frontiers in Earth Science*. 2017, vol. 5. Available at: <https://doi.org/10.3389/feart.2017.00004>.
6. *Le Corbusier Vers Une Architecture*. Le Corbusier. Paris: Les éditions G. Crès et Cie, 1923, 243 p. Available at: http://www.mondothèque.be/wiki/images/d/d4/Corbusier_vers_une_architecture.pdf. (in French).
7. Burkov V.N., Burkova I.V. and Gorgidze I.A. [etal.] *Zadachi upravleniya v social'nyx i ekonomicheskix sistemax* [Management tasks in social and economic systems]. *Upravlenie organizacionnymi sistemami* [Management of organizational systems]. Ros. akad. nauk, In-t problem upr. im. V. A. Trapeznikova [Russian Academy of Science, Institute of Management Problems named after Trapeznikov V.A.]. Moskva: SINTEG, 2005, 246 p. (in Russian).
8. Makagonov P.P. *Upravlenie razvitiem gorodskix territorij* [Management of urban development]. Moskva: IPK gossluzhby, 2001, 351 p. (in Russian).
9. Resin V.I. *Upravlenie razvitiem krupnogo goroda. Opyt sistemnogo podxoda* [Management of the development of a big city. Experience of the system approach]. Moskva: Golos, 1996, 328 p. (in Russian).
10. Mandel' I.D. *Klasternyj analiz* [Cluster analysis]. Moskva: Finansy i statistika, 1988, 176 p. (in Russian).
11. Rajzin Dzh.V. and Zhuravlev Yu.I., eds. *Klassifikaciya i klaster* [Classification and cluster]. Moskva: Mir, 1980, 389 p. (in Russian).
12. Ryauzov N.N. *Obshhaya teoriya statistiki* [General theory of statistics]. Moskva: Statistika, ed. 2, 1971, 368 p. (in Russian).

Рецензент: Тимохін В. О., д-р арх-ри, проф.

Надійшла до редколегії: 16.10.2017 р.

Прийнята до друку: 20.10.2017 р.