

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Сучасні технології  
та методи розрахунків у будівництві  
Збірник наукових праць

Випуск 7

Луцьк – 2017

У збірнику висвітлюються результати експериментально-теоретичних досліджень будівельних матеріалів і конструкцій, технологій їхнього виготовлення та експлуатації, теорії опору елементів будівельних конструкцій зовнішнім впливам, методів їхнього розрахунку.

Призначений для наукових працівників, спеціалістів проектних установ і виробничих підприємств будівельної галузі, докторантів, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів.

**Редакційна колегія:**

Головний редактор - **Шваб'юк В.І.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ);

Заступник редактора - **Максимович В.М.**, д.ф.-м.н., професор (Луцький НТУ);

Відповідальний секретар - **Андрійчук О.В.**, к.т.н. (Луцький НТУ);

**Бабич Є.М.**, д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування); **Белятинський А.О.**, д.т.н., професор (Національний авіаційний університет); **Богаткевич Януш**, доктор інженерії (Люблінська політехніка, Польща); **Бондарський О.Г.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Делявський М.В.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ); **Жданюк В.К.**, д.т.н., професор (Харківський національний автомобільно-дорожній університет); **Іванченко Г.М.**, д.т.н., професор (Київський національний університет будівництва і архітектури); **Карась Славомір**, доктор інженерії (Люблінська політехніка, Польща); **Максимович О.В.**, д.т.н., професор (НУ "ЛП"); **Наумов В.С.**, д.т.н., професор (Краківська політехніка, Польща); **Пастернак Я.М.**, д.ф.-м.н., доцент (Луцький НТУ); **Пустюльга С.І.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ); **Савенко В.Я.**, д.т.н., професор (Національний транспортний університет); **Солодкий С.Й.**, д.т.н., професор (Національний університет "Львівська політехніка"); **Трач В.М.**, д.т.н., професор (НУВГП); **Ужегова О.А.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ).

Технічний секретар - **Ужегов С.О.**

Зареєстрований Державною реєстраційною службою України (свідоцтво серія КВ, № 20340-10140Р від 31.05.2013 р.).

Включений Міністерством освіти і науки України до переліку наукових фахових видань України (Наказ МОН України, № 747 від 13.07.2015 р.).

Матеріали збірника рекомендовані до друку на засіданні Вченої ради Луцького НТУ (протокол № 4 від 28 листопада 2017 р.).

Випуск підготовлений за матеріалами всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції молодих учених та студентів „Сучасні проблеми містобудування. Перспективи та пріоритети розвитку” (17 листопада 2017 року, м. Луцьк)

Адреса редакції: 43018, м. Луцьк, вул. Потебні, 56, Луцький НТУ, кафедра "Будівництво та цивільна інженерія", e-mail: Zbirnukfbd@gmail.com,

<http://bf.lntu.edu.ua/fakultet/zbirnuk.html>, телефон (0332) 26-24-60.

УДК 711.4

**ТЕНДЕНЦІЇ МІСТОБУДІВНОГО РОЗВИТКУ ЛУЦЬКА  
ВПРОДОВЖ XVII – XX СТ**

**TRENDS OF LUTSK MUSCLE DEVELOPMENT DURING XVII -  
XX CENTURIES**

**Абрамюк І.Г., кандидат архітектури, доцент кафедри дизайну  
Луцького НТУ**

**Abramyuk I.G., candidate of Architecture, associate Professor,  
department of Design of Lutsk National Technical University**

У публікації висвітлено поетапний містобудівний розвиток Луцька в період XVII – XX ст., окреслено вплив наявного природного ландшафту, трасування міських магістралей й вододілів, а також житлових масивів на містобудівну композицію.

Today, the problem of preserving and improving the historically formed urban environment in Lutsk with the protection of the existing natural landscape is relevant along with the search for ways to develop modern urban development. On the urban development of Lutsk in the period XVII - XX century. influenced by the following factors: the nature of the surrounding landscape; location of defensive walls; tracing streets and water spaces; social and national differentiation of the inhabitants of the city, political conditions. Obviously, a dominant administrative and public space, as well as residential areas, which freely occupied territories around urban highways and watersheds until the nineteenth century, played a significant role in the urban composition, and they were located symmetrically along the streets during the nineteenth and twentieth centuries. In addition, thanks to the good location on the existing relief, the city is full of open spaces of parks and squares, successfully located between residential neighborhoods.

**Ключові слова:** містобудівна структура, житлові масиви, ландшафт, трасування вулиць, міські території.

**Keywords:** town-planning structure, residential areas, landscape, street tracing, urban areas.

На сьогоднішній день у середніх та малих історичних містах України зокрема Луцьку, назріла проблема формування містобудівної структури, яка б враховувала нові соціально-економічні відносини та передбачала б збереження історичних традицій у зодчестві. Період створення великих однотипних житлових масивів радянського часу та неконтрольована забудова міської території в 90-тих роках зумовили нівелювання природного ландшафту та історично складеної сітки вулиць Луцька, як головних чинників формування міської структури. Сьогодні достеменно відомо, що внаслідок поступових перетворень від племінного поселення до міста 30-тих років ХХ ст., на природному рельєфі в м. Луцьку відбулося поєднання лінійної і центричної форм планування, що відображено в таких картографічних документах, як: план 1795 року, "План города Луцка с прожектором" 1807 року, "План вновь проектированного расположения г. Луцка Волынской губернии" 1869 року, ескіз міських територій 1920-тих років та генеральний план 1937 року.

Тому проблема збереження та вдосконалення історично сформованого міського середовища в Луцьку із охороною наявного природного ландшафту є актуальною нарівні із пошуками шляхів розвитку сучасного містобудування.

Аналіз останніх досліджень. Питання містобудівного розвитку середньовічних міст на прикладі формування м. Луцька розглянула О.П. Олійник у своїх публікаціях "До розробки типології історичної міської забудови м. Луцька" та "Містобудівний розвиток західних земель України: між Сходом та Заходом". Публікація П.О. Троневица "Історична довідка щодо забудови площі Ринок і Ринкової вулиці на фоні історичного розвитку Старого міста" знайомить із формуванням композиції Ринкового майдану Луцька та змінами у забудові протягом його еволюції. У висвітленні питання забудови Окольного замку, привертає увагу стаття Б.Т. Сайчука. У краєзнавчому путівнику "Вулиці і майдани Луцька" В.Е. Пясецький послідовно виклав процес виникнення вуличної мережі міста, основні умови та етапи розвитку.

Постановка мети. Охарактеризувати тенденції містобудівного розвитку міста Луцька в період XVII – XX ст. Завдання публікації: висвітлити етапи містобудівного розвитку міста; визначити вплив архітектури житла на планувальну структуру міста.



Методика досліджень. Метод аналізу та систематизації архівних матеріалів, метод аналізу та узагальнення праць краєзнавців, істориків та архітекторів; метод натурних обстежень.

Результати досліджень. На містобудівний розвиток Луцька в період XVII – початку XX ст. мали вплив наступні фактори: характер навколишнього ландшафту; розташування оборонних мурів; трасування вулиць та водних просторів; соціальна та національна диференціація мешканців міста, політичні умови.

Луцьк розвивався за основним принципом давньоруського містобудування, характерною рисою якого було відображення нерівностей рельєфу в розташуванні головних містобудівних домінант та розміщення їх на найвищих точках місцевості [1; 2, с. 59]. Основною відмінністю древнього Луцька є його нетрадиційний містобудівний розвиток, який відобразився у розширенні міста лише з південного сходу, що було зумовлено природними умовами. Внаслідок поступового лінійного розвитку міської території, в Луцьку виникло декілька композиційних центрів. Перший із них є Луцький замок XII ст., історико-культурна домінанта, який впродовж трьох століть виконував адміністративно-житлову функцію. З XVI ст. центр міста перемістився на схід за межі замку, що зумовило появу нового громадського форуму – Ринкової площі. В XIX – XX ст. внаслідок приєднання територій за р. Глушцем та села Волички Прилуцької, з'явився ще один композиційний центр – Марсове поле (сучасна Театральна площа). Картографічні матеріали 1795 р., 1839 р., 30-тих років XX ст. та пояснення до них дають можливість віднести Луцьк до групи міст із відкритими просторами і кварталами сформованими периметральним та вільним методами.

Нижній замок, який розміщувався на другій площадці острова, за функціональною організацією території уособлював собою сельбищну зону із вкрапленнями сакральних споруд. Детальний аналіз ревізій, здійснених в 1552 та 1556 рр., виконаний Б. Сайчуком дав можливість визначити переважаючий тип забудови Окольного замку [3, с. 38]. Це одноповерхові садибні будинки, які до кінця XVIII ст. займали значну частину території Окольника [4]. Відповідно до ревізії Нижнього замку 1552 р. в його межах нараховано 50 шляхетських дворів та порожніх плаців, а також 6 ділянок забудованих храмовими спорудами [5].

Із поступовим розширенням земельних ділянок, належних релігійним організаціям, та освоєння третьої площадки острова,

Нижній замок почав втрачати своє значення привілейованого житлового кварталу. Найповнішу інформацію про його технічний стан надає інвентарний опис 1789 року. Королівські урядовці під час проведення ревізії нарахували 14 двориків і резиденцій, 6 порожніх плаців, аптеку, поезуїтську колегію та монастир сестер бригіток [6]. У тих же документах знаходимо найдетальнішу інформацію про забудову територій поза межами Окольного замку, тобто про третю площадку, на якій розташовувалось місто із його поспільством, торгівельною площею та ратушею.

Відповідно до схеми зонування території середньовічного міста, розробленої Р.Г. Метельницьким, в XVIII ст. місто розділялося наступним чином: території боніфратрів і братського монастиря, вірменська, караїмська та єврейська общини, зона кармелітів, землі домініканців та територія магдебургської забудови [7].

В період перебування Луцька в складі Російської імперії із певною послідовністю було складено декілька генеральних планів міста, які розкривали картину існуючого стану та чітко вказували кордони міста. Зокрема, перший документ, який відображає всі містобудівельні зони давнього Луцька, є план 1795 р. Він був виконаний у вигляді ескізу міських територій, на якому були відмічені чотири основні містобудівельні зони (Верхній та Нижній замки, місто та Заглушецьке передмістя).

На початку XIX ст. у Луцьку відбувається суттєва містобудівна трансформація, яка здійснювалась відповідно до вимог щодо проектування, планування нових міст та розбудови старих за російським зразком. Зважаючи на нові тенденції містобудування, у 1869 р. був затверджений "План внонь проєктированного расположения г. Луцка Вольнской губернии", відповідно до положень якого місто розбудовувалося до початку XX ст. [8, с. 171]. Згідно цього генерального плану, передбачалося переміщення границі міста на схід, до сучасної вулиці Бульварної, а передмістя в перспективі перетворити на центр.

Після повторного приєднання Волині до складу польської держави, у 1920-тих роках був складений ескіз міських територій, в якому вже були включені приміські села. Активна містобудівна діяльність міської влади відобразилася у генеральному плані 1937 р., в концепції якого задекларовано загальний благоустрій міста,

створення декількох нових внутрішніх та зовнішніх магістралей, які б забезпечили появу нових житлових та промислових кварталів [9].

Аналіз ескізних проектів територій Луцька дав можливість визначити, що зони головних та торгових вулиць і ринкових площ міста у XVII – XVIII ст. характеризувалися високою щільністю забудови та представляли собою видовжені, майже однакові земельні ділянки, фасади будинків на яких формували фронт вулиці (сучасні вул. Данила Галицького, Братковського, Драгоманова, Галшки Гулевичівни, Караїмська). Протягом XIX ст. торговельні осередки Луцька поступово переміщалися на територію Заглушецького передмістя (сучасний майдан Братський Міст, теперішні вулиці Лесі Українки, Богдана Хмельницького, Ковельська) [10, с. 12 – 17]. Відстань між будівлями була мінімальною або взагалі відсутньою. Як правило, господарські та виробничі споруди зводилися в глибині ділянки і візуально створювали ефект замкненого простору внутрішнього двору.

На відміну від торговельних зон, житлові масиви, які були розташовані на периферійних територіях, відрізнялися різноманітною конфігурацією ділянок та вільним розплануванням їх території. Досить часто будинок розташовувався торцем впритул до вулиці, а житловий об'єм розвивався в глибину ділянки. Розміри та конфігурація земельних ділянок зумовлювали поділ житлових будинків за формою планів на квадратні, прямокутні, трапецієподібні, П-подібні, Г-подібні.

Житлові структури історичного планувального комплексу характеризуються своїм розташуванням по відношенню до вулиць, доріг і ринкових площ, тобто за типом містобудівного рішення (табл. 1.). За цим критерієм можна виділити такі основні види:

будинки, що формують забудову вулиць головним чи торцевим фасадом;

будівлі, які розміщувалися по периметру ринкових площ;

житлові споруди, фасади яких виходять на перехрестя міських вулиць;

будинки, що розташовуються в глибині ділянок.

Третій поділ Польщі та приєднання Волині до території Радянського Союзу 17 жовтня 1939 року зумовив зміну концепції розвитку Луцька як нового, соціалістичного міста, та декларувала розширення територій на схід і створення над стировою заплавою головної магістралі (пр. Волі), що об'єднує три ключові майдани

(Театральний майдан, Університетську площу, Київський майдан) [11, с. 157]. Обраний напрямок дав можливість продовжити традицію взаємопроникнення природного ландшафту та міського інтер'єру, так як, відкриті простори майданів сполучаються із просторами заплави р. Стир, відкриваючи їх панораму і формуючи місто з відкритими просторами [2].

Таблиця 1

Класифікація житлових будівель у місті Луцьку за містобудівним рішенням			
на ринкових площах			
Забудова давньої Ринкової площі (сучасне перехрестя вул. Драгоманова та Д.Галицького)			
на перехресті вулиць			
Перехрестя вул. Драгоманова та Кафедральної	Перехрестя вул. Б.Хмельницького та Крилова	Перехрестя вул. Леся Українки та Кривий Вал	
в глибині ділянок			
Садба по сучасній вул. Горького	Садба по сучасній вул. Шевченка	Садба по сучасному пр. Волі	
формують фронт вулиці головним або торцевим фасадом			
Фронт вул. Б. Хмельницького сформований повздовжніми фасадами	Фронт вул. Братківського сформований торцевими фасадами	Фронт вул. Братківського сформований повздовжніми фасадами	

У другій половині 50-тих років ХХ ст., через загострення житлової кризи малоповерхове приватне будівництво поступово згорталось, на зміну якому відбувалося масове зведення будинків за типовими проектами. При забудові кварталів перевага надавалася симетричному розташування житлових груп відносно міських магістралей (сучасні вул. Рівненська, вул. Дубнівська). А уже із середини 70-тих років згідно нового генерального плану міста 1976 року нові квартали та вулиці забудовувалися великопанельними будинками різної поверховості та форми. Для урізноманітнення виразності внутрішнього простору мікрорайонів, використовувалися не лише рядові секції, а також кутові, блоковані, ламані в плані, хрестоподібні будинки, будівлі-вставки та будинки баштового типу. Для формування містобудівної композиції Луцька в останнє тридцятиліття ХХ ст. використовувався принцип створення великих житлових масивів із кварталами вільного планування та принцип організації трасування вуличних мереж, котрі перетинаються під прямим кутом.

Переломний політичний момент в житті країни, який відбувся у 1991 році, супроводжувався посиленням кризових явищ у економіці. Соціально-економічні реалії найповніше відобразились у житлово-комунальній сфері та містобудуванні. Через відсутність державного замовлення майже повністю припинилось будівництво житлових масивів забезпечених різнобічними функціями. Орієнтування архітектури перших пострадянських років відбувалось на малоповерхове та приватне садибне будівництво на периферійних територіях. При цьому формування кварталів відбувалось на основі периметральної системи забудови та практично не проводилося комунікативне трасування новоутворених вулиць. Лише у другій половині 90-тих років відновилося багатоповерхове будівництво у вигляді будівель-вставок у вже існуючу забудову.

Висновки. Таким чином, формування містобудівної структури Луцька впродовж свого розвитку відбувалося за принципом спадкоємності, так як перпендикулярні композиційним осям межі міста на сході та півдні акцентували великі громадські центри, а північ та захід залишалися периферійними. Очевидно, що значну роль у містобудівній композиції відіграють як домінуючі адміністративно-громадські простори, так і житлові масиви, котрі вільно займали території навколо міських магістралей та вододілів

до XIX ст., та розташовувалися симетрично вздовж вулиць впродовж XIX – XX ст. Окрім того, завдяки вдалому розташуванню на наявному рельєфі, місто насичене відкритими просторами парків та скверів, успішно розташованими між житловими кварталами. Власне, проведене дослідження уможливило професійний підхід до сучасного проектування міста та його структурних частин.

1. Колосок Б.В. Луцьк. Архітектурно-історичний нарис / Б.В. Колосок, Р.Г. Метельницький. – К.: "Будівельник", 1990. – 191 с.

Олійник О. Містобудівний розвиток західних земель України: між Сходом та Заходом / О.Олійник // Архітектурна спадщина України. – К., 1994. – Т.1. – с. 59.

2. Сайчук Б. Реконструкція плану забудови Луцького Окольного замку на середину XVI ст., та її персоніфікація / Б. Сайчук // Науково-інформаційний збірник "Старий Луцьк" – Луцьк: Історико-культурний заповідник, 1998. – с. 38.

3. Lustracje starostw N 20. Archiwum Glowne Akt Dawnych, dz. Staropolski. Od. XLVI // Луцьку 900 років: Збірник документів та матеріалів. – К.: Наукова думка, 1985. – с. 287 – 289.

4. Опис Луцького замку 1552 року [Електронний ресурс] // Архів Південно-Західної Росії. – 1888. – Ч. II, Т. II. – 722 с. – Режим доступу до архіву: <http://www.runivers.ru/lib/book3030/9512/>

5. Steckij T.J. Luck starozytny i dzisiejszy / T.J. Steckij. – Krakow: Czcionkam drukarnia "Czas", 1876.

6. Метельницький Р.Г. Деякі сторінки єврейської забудови Луцька / Р.Г. Метельницький. – К.: Дух і Літера, 2001. – 178 с. – (Серія "Бібліотека інституту юдаїки").

7. Ричков П.А. Плани Луцька в фондах Російського державного історичного архіву / П.А. Ричков // Науково-інформаційний збірник "Старий Луцьк". – Луцьк, 2005. – Вип. 2. – с. 171.

8. Swiszcowski T. Plan m. Luck wraz z wykazem ulic i dzielnic/ Swiszcowski T. – Luck, 1939. – 40 s.

9. Пясецький В. Вулиці і майдани Луцька. Історико-краснзнавчий довідник/ В. Пясецький, Ф. Мандзюк. – Луцьк: Видавництво обласної друкарні, 2005. – 400 с.

10. Посацький Б.С. Еволюція архітектурного образу центрів міст Західної України / Посацький Б.С. – Львів: В-цтво НУ «ЛП», 2005. - С. 177.

УДК 711.12

**МЕТОДИКА ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ**

**METHODOLOGY OF GENERAL PLANNING OF  
TERRITORIES**

**Біскуб П.І доц., Бліндер А.С., Мучак К.М., Князєв М. Р., ст.  
4-го курсу (Луцький національний технічний університет)**

**Biskub P.I, Associate Professor, Blinder A. S., Muchak K.M.,  
Kniaziev M.R., st. 4th course (Lutsk National Technical University)**

Макетування, як спосіб проектування для загально кращого, уявлення про планування територій, засвоєння матеріалу в тісному поєднанні зі сприйняттям в натурі.

In our opinion, the maquette production has been much underestimated in favor of the planar surface method which is less complicated as much as way too unsophisticated. Having started developing the model of our own, we, from the start, were much surprise at seeing how much difference there is between all kinds of structure types. And we are talking not only about the size and scale of the buildings but the construction materials, as well. That gives us a deeper insight into the nature of construction structures and helps us better understand their function.

Construction modeling, as we see it, is currently in big demand and has always stayed firmly on the construction industry agenda. It is much more cost-effective to have the 3-d model handy as early as on the design stage of the product. Thus, we can easily make good all the constructive drawbacks to avoid dealing with them on the construction site. This is the way to save on the overall costs of construction.

Ключові слова: макетування, об'єм, архітектура.

Keywords: maquette, volume, architecture

Планування великих чи малих територій здійснюється площинно.

Такий метод дає можливість забезпечити нормативи взаємного розміщення будівель, споруд, інфраструктури території та комунікацій.

Все генеральне планування мікрорайонів міст, сіл та селищ, як і окремих незначних територій, здійснюється таким методом, не дивлячись на те що повного сприйняття реального виду території це не дає.

Завдяки підсвідомості досвідчена в проектуванні людина має змогу сприйняти більш-менш реальний архітектурний облік загальної території проектування застосувавши площинне планування.

Але, для забезпечення реальності сприйняття території як архітектурного комплексу, тим більше для важливих знакових територій, цього не достатньо.

Не достатньо тому що, площинне сприйняття не відображає висотного архітектурного ансамблю, який відіграє чи не ключову роль у привичному для людини зоровому сприйнятті оточення.

Людина сприймає будинок не як план внутрішнього простору на площині, а як об'ємний тривимірний простір, на подібі себе.

Це висвітлив у своїх десяти книгах основоположник науки «Архітектура» Марк Вітрувій. Основою його трактатів є застосування масштабності в площинному, та пропорцій у висотному формуванні будівель. Ці засоби сформовані на основі пропорцій людського тіла, бо і людиною сприймаються.

Саме тому без відчуття реальності виду будівель на території не можна відчутти комплекс ансамблю архітектурного обліку, який є чи не найважливішим.

Для повноцінного функціонування території має бути крім краси сприйняття її обліку і забезпечена матеріальна та духовна потреба населення.

Отже, формування територій повинно відповідати цілому комплексу завдань.

Як показала практика досягти такого ансамблю без здійснення макетування- повноцінно неможливо.

Для прикладу, нами було здійснено відтворення історичної території Луцького Хрестовоздвиженського братства, як соціально-духовного утворення на окупованій Польщею частині України.



Відтворення здійснене виконанням макету по описах в історичних джерелах. Саме за допомогою макету можна сприйняти реалії історичного часу 1617-1660 років (рис.1-2)



Рис. 1-2. Макетування території Хрестовоздвиженського братства

І навіть в реальному часі проектування великих масивів не можуть сформувати у свідомості їх облік з висоти «пташиного злету».

Це особливо важливо для нас студентів бо ми ще не маємо практики відчуття комплексного архітектурного ансамблю проєктованої території.

Як показала практика, засвоєння теоретичного матеріалу відбувається значно ефективніше в тісному поєднанні зі сприйняттям в натурі.

Усвідомити натуральність взаєморозміщення, взаємовпливу, правильність прийнятих рішень краще зможе людина яка має досвід спілкування з будівництвом. Такого досвіду спілкування немає в близько 80-ти % студентів будівельних спеціальностей. Тим більше, що планування території, інженерна її підготовка, вимагають комплексного вирішення багатьох аспектів, а саме:

1. Правильної компоновки та розміщення на території зон освоєння;
2. Прийняття раціональних, виважених рішень використання існуючого рельєфу;
3. Мінімізації взаємовпливу об'єктів промисловості та житла, інсоляції та орієнтації природного освітлення;
4. Балансу нормативних вимог стосовно озеленення, комунікаційних зв'язків, стоянок автотранспорту, під'їздів;
5. Економічності розташування інженерних мереж та споруд;
6. Естетичності компоновки об'єктів.

З метою наближення до дійсності може бути практика на реальних об'єктах будівництва та освоєння території. Недолік цього методу полягає в неможливості сприйняття об'ємності мікрорайону в одночасні картини для балансу прийнятих рішень. Це відчуття набувається з часом практичної роботи, чи то проектування, чи масштабного планування територій та інженерної підготовки великих територій.

Але будь-яке рішення може вважатись правильним і одночасно нераціональним, якщо немає відчуття загальномасштабної ситуації. Цю задачу значно полегшує створення об'ємних макетів планової території освоєння.

Макет дає об'ємне, по суті фактичне, розміщення об'єктів, їх архітектурну естетику. Макет дозволяє студенту правильно і раціонально використати природний рельєф, ландшафт для

інженерних комунікацій, виявити негативи взаємовпливу об'єктів. Це дає візуальне сприйняття загального планування вулично-дорожньої мережі автостоянок, радіусів обслуговування соціальних об'єктів та раціональних зв'язків з ними.

Прикладом макетування 40-го кварталу міста Луцька (рис.3) доведено, що при проектуванні багатоповерхової забудови, розміщення котеджної забудови потребує додаткового планування інженерних мереж по відводу поверхневих стоків.

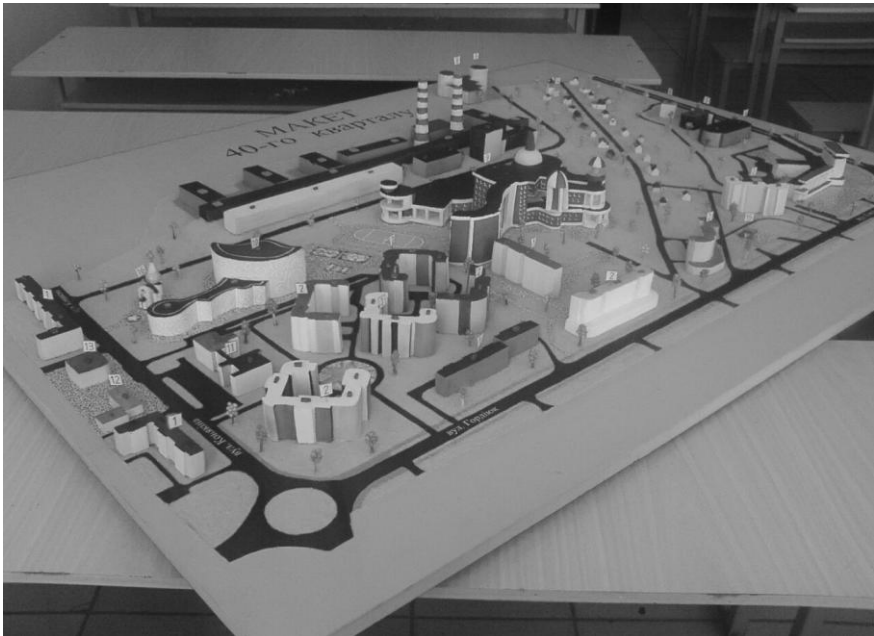


Рис.3.Макетування 40-го кварталу м. Луцька

Макетування 55-го кварталу м. Луцька показало негативний вплив висотних будівель на інсоляцію об'єктів (школа, дитсадок). Щільність забудови не дає можливості дотриматись нормативів озеленення території та вимог сучасних стандартів до кількості автостоянок, дотримання уклонів каналізаційних зливових мереж, оскільки цей район сприймає прилеглі стоки.

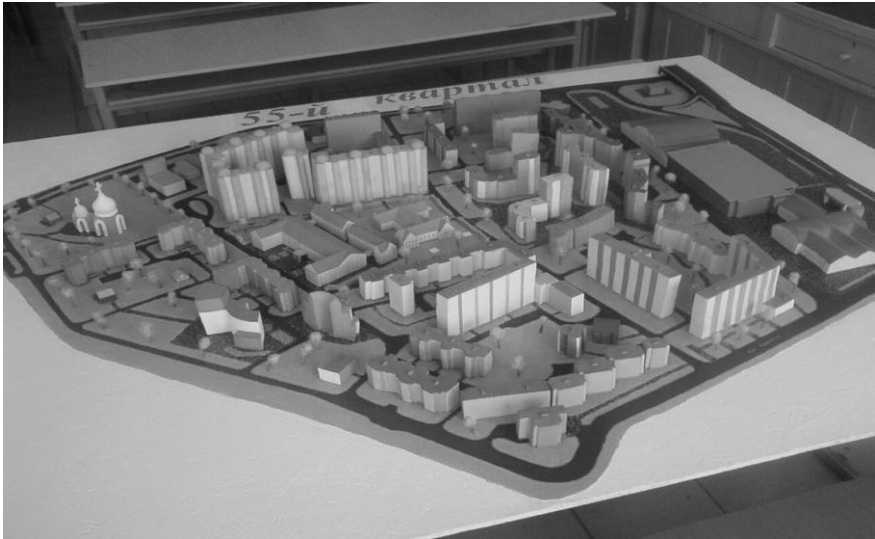


Рис. 4. Макетування 55-го кварталу м. Луцька

В цілому макетування, як об'ємне комплексне форматування, дає розширене і повне сприйняття прийнятих рішень, їх відповідності державним нормам і стандартам, ефективності та економічності прийнятих рішень або перегляду окремих.

Отже впровадження макетування як наочного відтворення проектних рішень окремих територій, сприяє розвитку інженерної думки та кращого засвоєння теоретичного матеріалу.

1. Макетирование. Калмыкова Н.В., Максимова И.А. – 2003. – 96 с.
2. Макетирование. Учебное пособие для вузов / Т. Ю. Киселева, Н. Г. Стасюк; Московский архитектурный институт, Кафедра «Основы архитектурного проектирования». — Москва : «Архитектура-С», 2010. - 96 с.
3. Моделирование строительных конструкций. Насонов В.Н. – 1971. – 265 с.

УДК 624.012

**ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ПОПЕРЕДНЬОГО НАТЯГУ  
АРМАТУРИ НА УПОРИ (НА ФОРМУ)**

**DETERMINATION OF THE PRESTRESSING VALUE OF  
REINFORCEMENT ON THE ABUTMENT (ON THE MOULD)**

**Бондарський О.Г., к.т.н., доц., Руський С.І., Ужегов С.О.,  
Ужегова О.А., к.т.н., доц., (Луцький національний технічний  
університет)**

**Bondarskyi O.H., Ph.D. in Engineering, Associate Professor,  
Ruskyi S.I., Uzhehov S.O., Uzhehova O.A. Ph.D. in Engineering,  
Associate Professor, (Lutsk National Technical University)**

У статті наведено особливості та порядок розрахунку величини попереднього натягу арматури на упори (на форму), запропоновано алгоритм, що базується на чинних нормативних документах.

In the article describes the features and order of calculation of the prestressing value of reinforcement on the abutment (on the mould), proposes an algorithm based on the existing normative documents – ДБН В.2.6.-98:2009 "Concrete and reinforced concrete constructions. The main provisions" [1] and ДСТУ Б В. 2.6-156:2010 "Heavyweight concrete and reinforced concrete constructions. Design rules" [2], which entered into force in Ukraine since 2011-06-01 and the European standards Eurocode-2. By the given algorithm, was performed the calculation of the prestressing value of the rebar reinforcement of the hollow core slab and the comparison of calculation results in accordance with the normative documents of different years.

Ключові слова: розрахунок, натяг, втрати, напруження.

Keywords: calculation, tension, losses, stress.

Більшість збірних згинальних залізобетонних виробів, виготовляють з натягом арматури на упори (на форму). Розрахунок попереднього натягу виконують відповідно до [2, п. 3.3.2].

Сила попереднього натягу, яка прикладається до арматури,  $P_{max}$ , не повинна перевищувати величини [2, (3.23)]:

$$P_{max} = A_p \times \sigma_{p,max},$$

де  $A_p$  – площа перерізу попередньо напруженої арматури;

$\sigma_{p,max}$  – максимальні напруження, прикладені до попередньо напруженої арматури. Мають виконуватись умови:

$$\sigma_{p,max} \leq 0,8f_{pk}; \quad \sigma_{p,max} \leq 0,9f_{p0,1k}; \quad \sigma_p > 0,3f_{p0,1k}.$$

Тоді початкове зусилля обтиску бетону становитиме

$$P_o = A_p \times \sigma_p.$$

Для попередньо напружених конструкцій з натягом арматури на упори (на форму) властиві два види втрат. Це миттєві втрати (перші втрати) попереднього натягу, які виникають відразу – в момент натягу арматурних стержнів (дротів, канатів), а також залежні від часу втрати (другі втрати) попереднього натягу як результат усадки, повзучості бетону і довготривалої релаксації напруженої арматури.

Миттєві (перші) втрати попереднього напруження визначають за [2, п. 3.3.5]. Втрати при напруженні арматури можуть виникнути до передачі попереднього напруження на бетон внаслідок релаксації розтягнутої арматури протягом періоду, що проходить між натягуванням арматури і обтиском бетону. Ці втрати визначають залежно від виду арматури та способу її натягу за формулами:

для арматури класів A600, A800, A1000:

при механічному натягу:  $\Delta P_r = (0,1 \sigma_{p,max} - 20)A_p$ ;

при електротермічному натягу:  $\Delta P_r = 0,03 A_p \sigma_{p,max}$ ;

для арматури класів Bp1200 – Bp1500, K1400, K1500:

при механічному натягу:  $\Delta P_r = A_p \left( 0,22 \frac{\sigma_{p,max}}{f_{p0,1k}} - 0,1 \right) \sigma_{p,max}$ ;

при електротермічному натягу:  $\Delta P_r = 0,05 A_p \sigma_{p,max}$ .

Якщо при обчисленнях  $\Delta P_r$  отримують зі знаком "-", приймають  $\Delta P_r = 0$ .

Теплова обробка збірних залізобетонних виробів також викликає зниження попереднього натягу в арматурі. Ці втрати обчислюють за виразом:

$$\Delta P_\theta = 0,5 A_p E_p \alpha_c (T_{max} - T_o),$$

де  $A_p$  – поперечний переріз напруженої арматури;

$E_p$  – модуль пружності напруженої арматури;

$\alpha_c$  – коефіцієнт лінійного температурного розширення бетону

(за відсутності даних приймають  $\alpha_c = 1 \times 10^{-5} C^{-1}$  [1, п.3.1.2.4]);  
 $T_{max} - T_o$  – різниця між максимальною і початковою температурами бетону поблизу напруженої арматури (за відсутності точних даних приймають  $\Delta T = T_{max} - T_o = 65^\circ C$ ).

Безпосередньо під час натягування арматури виникають втрати внаслідок тертя в місцях перегинів (при зігнутих дротах або канатах), деформації сталевих форм (упорів) при неодноточасному натягуванні арматури на форму. Ці втрати обчислюють за виразом:

$$\Delta P_3 = \frac{(n-1)\Delta l}{2nl} E_p A_p,$$

де  $n$  – число стержнів (груп стрижнів), які натягуються неодноточасно;

$\Delta l$  – зближення упорів по лінії зусилля натягу, яке визначається з розрахунків деформації форми;

$l$  – відстань між зовнішніми гранями упорів.

Якщо нема даних про конструкцію форми і технологію виготовлення, то приймають  $\Delta P_3/A_p = 30$  МПа. При електротермічному способі натягу арматури втрати від деформації форми не враховують, тобто  $\Delta P_3 = 0$ .

Втрати зусилля в арматурі внаслідок миттєвої деформації бетону обчислюють за виразом:

$$\Delta P_{el} = A_p E_p \sum \left[ \frac{j \Delta \sigma_c(t)}{E_{cm}(t)} \right],$$

де  $\Delta \sigma_c(t)$  – зміна напруження у центрі ваги арматури, прикладеного в момент часу  $t$ ;

$j$  – коефіцієнт, який дорівнює  $(n-1)/2n$ ;

$n$  – кількість успішно напружених ідентичних пучків. Для спрощення може прийматися як  $1/2$ ; 1 – для змін, викликаних діями, прикладеними після попереднього напруження.

Втрати в анкерах, що виникають при заклинюванні в каналах анкерних пристроїв протягом здійснення заанкерування, після натягування і внаслідок деформації власне анкерів, визначають за формулою:

$$\Delta P_4 = \frac{\Delta l}{l} E_p A_p,$$

де  $\Delta l$  – обтиснення анкерів або зміщення стрижня в затискачах анкерів (якщо нема точних даних, то приймають  $\Delta l = 2$  мм);

$l$  – відстань між зовнішніми гранями упорів.

При електротермічному способі натягу арматури втрати від деформації анкерів не враховують, бо вони повинні бути враховані при визначенні повного видовження арматури, тобто  $\Delta P_4 = 0$ .

Сума миттєвих (перших) втрат попереднього напруження становить:

$$\Delta P = \Delta P_r + \Delta P_\theta + \Delta P_3 + \Delta P_{el} + \Delta P_4.$$

Втрати попереднього напруження, які залежать від часу (другі втрати), на відстані  $x$  при дії постійних навантажень визначають за [2, п. 3.3.6]:

$$\Delta P_{c+s+r} = A_p \Delta \sigma_{p,c+s+r} = A_p \frac{\varepsilon_{cs} E_p + 0,8 \Delta \sigma_{pr} + \frac{E_p}{E_{cm}} \varphi(t, t_0) \sigma_{c,QP}}{1 + \frac{E_p}{E_{cm}} \frac{A_p}{A_c} \left( 1 + \frac{A_c}{I_c} z_{cp}^2 \right) [1 + 0,8 \varphi(t, t_0)]}$$

де  $\Delta \sigma_{p,c+s+r}$  – абсолютне значення зміни напружень в арматурі внаслідок повзучості і усадки та релаксації на відстані  $x$  в момент часу  $t$ ;

$\varepsilon_{cs}$  – обчислене значення деформації усадки, абсолютна величина; включає деформації усадки при висиханні  $\varepsilon_{cd}$  і деформації внутрішньої усадки  $\varepsilon_{ca}$ ; залежить від класу бетону, відносної вологості навколишнього середовища, розмірів елемента, приблизно може становити  $\varepsilon_{cs} \approx 0,00035 \dots 0,0005$ ;

$E_p$  – модуль пружності напруженої сталі;

$E_{cm}$  – середній модуль пружності бетону;

$\Delta \sigma_{pr}$  – абсолютна величина зміни напружень в арматурі на відстані  $x$  в момент часу  $t$ , викликана релаксацією напруженої арматури. Вона визначається при напруженнях

$$\sigma_p = \sigma_p(G + P_{m0} + \varphi_2 Q),$$

де  $\sigma_p(G + P_{m0} + \varphi_2 Q)$  – початкові напруження в арматурі, викликані попереднім напруженням, постійними та квазіпостійними впливами;

$\varphi(t, t_0)$  – коефіцієнт повзучості в момент часу  $t$  при часі прикладання навантаження  $t_0$ ; у розрахунках рекомендують приймати

$$\varphi(\infty, t_0);$$

$\sigma_{c,QP}$  – напруження в бетоні, прилеглому до арматури, внаслідок дії власної ваги, попереднього напруження та інших відповідних квазіпостійних впливів. Величина може бути наслідком частково власної ваги і початкового напруження або повного сполучення дії  $\sigma_p(G + P_{m0} + \varphi_2 Q)$ , залежно від стадії роботи конструкції;



- $A_p$  – площа всієї напруженої арматури на відстані  $x$ ;
- $A_c$  – площа перерізу бетону;
- $I_c$  – момент інерції перерізу бетону;
- $z_{cp}$  – відстань між центром ваги перерізу бетону і арматурою.

Таблиця 1

Алгоритм розрахунку величини попереднього натягу арматури на упори (на форму)

Вихідні дані	
<p>клас бетону <math>C</math>; середнє значення початкового модуля пружності бетону <math>E_{cm}</math>, МПа; коефіцієнт повзучості <math>\varphi(t, t_o) = \varphi(\infty, t_o)</math>; клас попередньо напруженої арматури; характеристичне значення опору арматури розтягу <math>f_{pk}</math>, МПа; умовна межа текучості арматури з величиною залишкових деформацій <math>0,1\% f_{p0,1k}</math>, МПа; площа перерізу напруженої арматури <math>A_p</math>, мм<sup>2</sup> (визначено за розрахунком на міцність нормальних перерізів); модуль пружності напруженої арматури <math>E_p</math>, МПа; коефіцієнт лінійного температурного розширення бетону <math>\alpha_c = 1 \times 10^{-5} C^{-1}</math>; різниця між максимальною і початковою температурами при теплообробці – <math>\Delta T = T_{max} - T_o = 65^\circ C</math>; кількість напружених стержнів (пучків) <math>n</math>; ексцентриситет сили попереднього натягу <math>e_{op}</math>, мм; відстань від нижньої грані до центру ваги перерізу <math>y</math>, мм; площа зведеного перерізу <math>A_{red}</math>, мм<sup>2</sup>; момент інерції зведеного перерізу <math>I_{red}</math>, мм<sup>4</sup>; обтиснення анкерів або зміщення стрижня в затискачах анкерів <math>\Delta l = 2</math> мм; відстань між зовнішніми гранями упорів <math>l</math>, мм; абсолютна величина деформації усадки бетону <math>\varepsilon_{cs}</math>; максимальний згинальний момент від експлуатаційного навантаження <math>M_{ser}</math>, кНм; площа перерізу бетону <math>A_c</math>, мм<sup>2</sup>; момент інерції перерізу бетону <math>I_c</math>, мм<sup>4</sup>; відстань між центром ваги перерізу бетону і арматурою <math>z_{cp}</math>, мм.</p>	
1	<p>Максимальні напруження, прикладені до попередньо напруженої арматури</p> $\sigma_{p,max} \leq 0,8f_{pk}; \quad \sigma_{p,max} \leq 0,9f_{p0,1k}.$
2	<p>Прийняти початкові напруження в арматурі за умови:</p> $\sigma_{p,max} \geq \sigma_p > 0,3f_{p0,1k}.$
3	<p>Початкове зусилля обтиску бетону <math>P_o = A_p \times \sigma_p</math>.</p>
<i>Миттєві (перші) втрати</i>	

	Втрати внаслідок релаксації розтягнутої арматури:	
	стержньова арматура класів А600, А800, А1000	дротова і канатна арматура класів Вр1200 – Вр1500, К1400, К1500
	при механічному натягу:	
4	$\Delta P_r = (0,1 \sigma_{p,max} - 20) A_p$ ;	$\Delta P_r = A_p \left( 0,22 \frac{\sigma_{p,max}}{f_{p0,1k}} - 0,1 \right) \sigma_{p,max}$ ;
	при електротермічному натягу:	
4`	$\Delta P_r = 0,03 A_p \sigma_{p,max}$ ;	$\Delta P_r = 0,05 A_p \sigma_{p,max}$ .
5	Якщо при обчисленнях $\Delta P_r$ , отримано зі знаком "-", то приймають $\Delta P_r = 0$ .	
6	Втрати внаслідок теплової обробки: $\Delta P_\theta = 0,5 A_p E_p \alpha_c (T_{max} - T_o)$ .	
	Втрати внаслідок тертя у місцях перегинів деформації сталевих форм:	
7	при механічному натягу $\Delta P_3 = A_p \times 30 \text{ МПа}$ ;	
7`	при електротермічному натягу $\Delta P_3 = 0$ .	
8	Коефіцієнт $j = (n - 1)/2n$ .	
9	Зміна напруження у центрі ваги арматури, прикладеного в момент часу $t$ : $\Delta \sigma_c(t) = P_o / A_{red} + P_o e_{op} y / I_{red}$ .	
10	Втрати зусилля в арматурі внаслідок миттєвої деформації бетону: $\Delta P_{el} = A_p E_p \sum \left[ \frac{j \Delta \sigma_c(t)}{E_{cm}(t)} \right]$ .	
	Втрати в анкерах:	
11	при механічному натягу $\Delta P_4 = \frac{\Delta l}{l} E_p A_p$ ;	
11`	при електротермічному натягу $\Delta P_4 = 0$ .	
12	Сума миттєвих (перших) втрат попереднього напруження: $\Delta P = \Delta P_r + \Delta P_\theta + \Delta P_3 + \Delta P_{el} + \Delta P_4$ .	
	<i>Втрати попереднього напруження, які залежать від часу (другі втрати)</i>	
13	Напруження у бетоні внаслідок дії власної ваги та попереднього напруження: $\sigma_{c,QP} = \Delta \sigma_c(t) - M_{ser} y / I_{red}$ .	
14	Абсолютна величина зміни напружень в арматурі внаслідок релаксації: $\Delta \sigma_{pr} = \Delta P_r / A_p$ .	

15	<p>Абсолютне значення зміни напружень в арматурі внаслідок повзучості і усадки та релаксації:</p> $\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{\varepsilon_{cs} E_p + 0,8\Delta\sigma_{pr} + \frac{E_p}{E_{cm}} \varphi(t, t_o) \sigma_{c,op}}{1 + \frac{E_p}{E_{cm}} \frac{A_p}{A_c} \left( 1 + \frac{A_c}{I_c} z_{cp}^2 \right) [1 + 0,8\varphi(t, t_o)]}$
16	<p>Другі втрати: <math>\Delta P_{c+s+r} = A_p \Delta\sigma_{p,c+s+r}</math>.</p>
17	<p>Сила обтиску бетону з урахуванням усіх миттєвих (перших) втрат і залежних від часу (других) втрат попереднього натягу:</p> $P = P_o - \Delta P - \Delta P_{c+s+r}, \text{ кН.}$

За наведеним алгоритмом виконано розрахунок величини попереднього натягу стержньової арматури порожнистої плити перекриття. При таких вихідних даних: бетон C25/30;  $E_{cm}=32500 \text{ МПа}$ ;  $\varphi(t, t_o) = \varphi(\infty, t_o) = 1,8$ ; арматура A800;  $f_{pk} = 840 \text{ МПа}$ ;  $f_{p0,1k} = 765 \text{ МПа}$ ;  $A_p = 904,3 \text{ мм}^2$ ;  $E_p = 190000 \text{ МПа}$ ;  $\alpha_c = 1 \times 10^{-5} \text{ C}^{-1}$ ;  $\Delta T = T_{max} - T_o = 65^\circ \text{C}$ ;  $n = 8$ ;  $e_{op} = 7,2 \text{ см}$ ;  $y = 10,8 \text{ см}$ ;  $A_{red} = 1897 \text{ см}^2$ ;  $I_{red} = 111293 \text{ см}^4$ ;  $\varepsilon_{cs} = 0,0004$ ;  $M_{ser} = 54 \text{ кНм}$ ;  $A_c = 1844,1 \text{ см}^2$ ;  $I_c = 108476,8 \text{ см}^4$ ;  $z_{cp} = 7,4 \text{ см}$ , отримано результати:

- початкові напруження в арматурі прийнято  $\sigma_p = 660 \text{ МПа}$ ;
- початкове зусилля обтиску бетону  $P_o = 597 \text{ кН}$ ;
- перші втрати попереднього напруження  $\Delta P = 90,7 \text{ кН}$ ;
- другі втрати попереднього напруження  $\Delta P_{c+s+r} = 90,6 \text{ кН}$ ;
- сила обтиску бетону з урахуванням усіх втрат  $P = 415,7 \text{ кН}$ .

Сума втрат досягає 30,4%.

Виконання розрахунку втрат попереднього напруження за нормами СНІП 2.03.01-84\* за аналогічними вихідними даними дає сумарні втрати 25,8%.

Розбіжність між результатами розрахунку втрат попереднього напруження за різними нормами становить 4,6%.

1. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення / Мінрегіонбуд України: ДБН В.2.6-98:2009. – Чинні від 01.06.11. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.

2. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування / Мінрегіонбуд України: ДСТУ Б В.2.6.-156: 2010 – Чинний від 01.06.11. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с. – Національний стандарт України.

3. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 48 с.

4. Eurocode-2: Design of concrete structures. – Part 1-1: General rules and rules for building: EN 1992-1-1. – [Final draft, december, 2004]. – Brussels: CEN, – 2004. – 225 p. – Європейський стандарт.

5. Залізобетонні конструкції: Підручник / А.Я.Барашиков, Л.М.Буднікова, Л.В.Кузнецов та ін.; За ред. А.Я. Барашикова.– К.: Вища шк., 1995. – 591 с. іл.

6. Железобетонные конструкции. Курсовое и дипломное проектирование / Под ред. проф. Барашикова А. Я. – К.: Вища школа, 1987. – 416 с.

7. Мурашко Л.А., Колякова В.М., Сморгалов Д.В. Розрахунок за міцністю перерізів, нормальних та похилих до поздовжньої осі, згинальних залізобетонних елементів за ДБН В.2.6-98:2009: Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2012. – 62 с.

8. Проектирование железобетонных конструкций: Справочное пособие / Под ред. А.Б.Гольшева.– К.: Будівельник, 1990.– 544 с.

9. Расчет и конструирование частей жилых и общественных зданий: /Под ред. Вахненко П.Ф. – К.: Будівельник, 1987. – 424 с.

10. Клімов Ю.А. Сучасні методи розрахунку залізобетонних конструкцій за граничними станами другої групи: Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2001. – 46 с.

11. Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 у порівнянні з розрахунком за СНиП 2.0301-84\* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2) / В.М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтов та ін.; за заг. ред. В.С. Шмуклера. – Харків: Золоті сторінки, 2015. – 208 с.

УДК 620.197

**ВПЛИВ ПЕРЕТВОРЮВАЧА ІРЖІ «КОНТРАСТ» НА  
ЗЧЕПЛЕННЯ АРМАТУРИ З БЕТОНОМ**

**INFLUENCE OF THE TRANSFORMER RUST CORROSION  
(RUST) «CONTRAST» OF ADHESION OF REINFORCEMENT  
WITH CONCRETE.**

**Висоцька Л.М.** директор (ПП «Руслан та Людмила» м.Київ),  
**Журавський О.Д.** к.т.н., доцент, **Савенко В. І.** к.т.н., доцент (КНУБА,  
м. Київ), **Кислюк Д.Я.** к.т.н., доцент (Луцький НТУ, м. Луцьк)

**Visocka L. M.** director (PE «Ruslan and Ljudmila» м. Kyiv),  
**Zhuravsky O.D.** Ph.D. in Engineering, Associate Professor, **Savenko V.I.**  
Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Kyiv National University of  
construction and Architecture), Kyiv), **Kyslyuk D.Ya.** Ph.D. in Engineering,  
Associate Professor, (Lutsk National Technical University, Lutsk)

Наведено методику використання екологічно чистої речовини рослинного походження, з назвою «КОНТРАСТ (CONTRRUST)», яка є ефективним засобом блокування джерел корозії (іржавіння) і визначено вплив перетворювача на зчеплення арматури з бетоном.

Corrosion leads to billions of losses each year, consisting in putting down articles and machines made of metal, as well as the costs for the protection and restoration of metal products.

The use ecologically of clean matter of phytogenous is resulted with the name there is «CONTRRUST», what is the effective means of blocking sources of corrosion (rust). The proposed material and the technology of work execution confirmed the effectiveness of the proposed direction of reliable and correct surface preparation and anti-corrosion control.

The results of the tests performed and confirmed that the treatment of reinforcing rods with anticorrosion agent «CONTRRUST» does not impair the properties of adhesion of reinforcement with concrete.

Ключові слова: КОНТРАСТ, корозія, іржа, захисні покриття.

Keywords: CONTRRUST, corrosion, rust, protective coatings.

Вступ. Величезні затрати на заміну чи відновлення вражених корозією металевих частин, деталей машин і устаткування, конструкцій будівель і виробів широкого вжитку спонукають людство до пошуків засобів захисту від корозії. Дослідження і досвід багаторічної експлуатації металевих виробів показують, що найважливішим моментом у захисті і запобіганні корозії є надійна і правильна підготовка поверхонь металів до пофарбування. Легше і надійніше запобігти процесу корозії, ніж зупинити і відновити вражені деталі і вироби.

Зчеплення арматури з бетоном - одна з найважливіших характеристик залізобетону, що в основному визначає його міцність, жорсткість, і тріщиностійкість, а також необхідну довжину анкетування стержнів для забезпечення їх надійної спільної роботи. Тому необхідно вивчити вплив перетворювача іржі «Контраст» на зчеплення арматури з бетоном. Зчеплення забезпечується трьома основними факторами: склеюванням гелевої складової бетону з арматурою; тертям, викликаним тиском від усадки бетону; зачепленням виступів (рифів) арматури за бетон.

Вивчення видів корозії і процесів, що випробуються при початку і в ході коронування металів для знаходження надійних реагентів погашення мікроджерел корозії і створення надійної плівки (захисного шару) на поверхні до пофарбування під якою неможливий початок корозії під захисним шаром. Крім того, набуло особливого значення питання екологічної безпеки як в процесі виконання робіт, так і в процесі експлуатації та наступної утилізації виробів. Все це шкідливі для людини і навколишнього середовища процеси.

Експериментальні дослідження виконуються з такою метою:

- дослідити вплив перетворювача іржі «КОНТРАСТ» на арматуру.

- порівняти зчеплення чистої арматури та арматури під впливом «КОНТРАСТ» з бетоном.

Єдиним виробником консерванта-модифікатора-грунта-перетворювача іржі «КОНТРАСТ» є Приватне підприємство «Руслан та Людмила» у відповідності до умов ДСТУ 4372-2005 (розробником якого є ПП «Руслан і Людмила та Асоціація «Лісові ресурси»).

Перетворювач іржі «КОНТРАСТ» є повноцінним матеріалом, який має дифузійні властивості і зв'язує іржу на поверхні металу в

складну металоорганічну сполуку, що одержується після реакції оксидів заліза з високомолекулярними кислотами.

Застосуванням перетворювача іржі "КОНТРАСТ" забезпечується високоякісна підготовка поверхні до завершальних робіт (застосовується в будь-яку пору року для обробки сталевих труб, кабельного оплетення, дахів, арматурної сітки в бетон, вузлів сполучення, під сендвіч-панелі, ємностей, резервуарів, магістральних трубопроводів перед встановленням підсилювальних елементів, металевих конструкцій у шахтах, на електростанціях, на АЕС, в автосервісі, у судноремонті й суднобудуванні (баластні танки, трюми), вагоноремонті, метрополітені, на устаткуванні харчової промисловості, яке неможливо захистити від пилу, піску, іржі, при виробництві особливо чистих вибухових речовин і медичних препаратів, на металокопцюваннях, призначених для експлуатації контрольно-вимірювальних приладів, для виявлення гнізд корозії в балонах високого тиску й конструкціях зі спеціальних виробів, зокрема з нержавіючої сталі, а також мікротріщин і поверхневих раковин під час виготовлення сталевих матеріалів спеціального призначення, хімічної, вугільної, нафтогазової промисловості, на об'єктах військових підприємств, на металевих конструкціях, де конструктивно використовуються накладні деталі з переривчастими зварними швами, тобто в місцях, де між з'єднаними деталями утворюються мікротріщини, у яких швидкість корозії в десятки разів більше, ніж на відкритій поверхні, при хімзахисті, вогнезахисті несучих металокопцювань, на газопроводах без зупинки (додаток ДБН ін-т електрозварювання ім. Є.О. Патона) та в інших галузях).

В лабораторії Луцького НТУ було виготовлено 12 дослідних зразків та три кубика для визначення міцності бетону.

Зразки формували в спеціально виготовлених дерев'яних касетних формах розмірами 150 150 мм із горизонтальним вкладанням суміші, попередньо встановлюючи і закріплюючи в них по центру арматурні стержні, а кубики, – у металевих касетних формах. У віці 28 діб кубикова міцність бетону складала  $f_{cm,cube} = 31,1$  МПа (C20/25);

Для дослідних зразків була використана арматура серповидного профілю класу А500С Ø 14 мм. Умовна межа текучості,  $\sigma = 497,3$  МПа ( $A_s = 1,54$  см<sup>2</sup>). Всього ми будемо досліджувати 12 стержнів. З них : 6 звичайних чистих стержнів

(П1); 6 стержнів під впливом консервант-модифікатора перетворювача іржі «Контраст»(П2) (рис.1.)

а)



б)



Рис. 1. Вигляд арматури: а) чистих стержнів;  
б) покриті консервант-модифікатором перетворювачем іржі «Контраст»

Перетворювач іржі при його застосуванні утворює плівку товщиною 30 – 50 мкм і має такі експлуатаційні властивості:

- він замінює ступінь механічного очищення прокородованої поверхні до стану SA 2,5 за стандартом ISO 8501-1 і забезпечує один шар ґрунту;
- його перетворююча здатність при середній товщині іржі 300мкм становить 100%;
- він не токсичний і не пожежонебезпечний;
- стійкість плівки при 20<sup>0</sup>С до впливу води становить 72 год, трансформаторного масла – 96 годин, нафти-сирцю – 96 год;
- проникнення через плівку газів під землею не спостерігається;



- відшарування плівки під землею під впливом блукаючих струмів до 1,2В і при тиску 200 кгс/см<sup>2</sup> не спостерігається;
- міцність плівки при ударі не менша 4 Дж;
- адгезія плівки до лакофарбових покриттів 1–2 бали;
- при рН 0,5 – 2,2 моль/л утворена плівка-грунт не викликає кислотної корозії при експлуатації, так як кислотність нейтралізується при взаємодії компонентів з продуктами корозії і тонатами.

Ці й інші властивості модифікатора іржі забезпечують його технічну й економічну ефективність .

Випробовування. Дослідження зчеплення арматури з бетоном. З метою визначення зчеплення арматури серповидного профілю Ø14 класу А500С з бетоном було досліджено 9 кубів перерізом 150 150 мм з довжиною анкеровки 10d, тобто 14 мм .

Випробування дослідних зразків проводилися на розривній машині УММ-50 та гідравлічному пресі ПСУ-250, які були повірені та атестовані в установленому порядку в ДП „Волиньстандарт-метрологія”. (рис.2.)



Рис. 2. Загальний вигляд проведення дослідів

Для забезпечення надійного кріплення арматури в захватах з боку завантажувача кінця передбачався випуск арматури з бетону. Бетонний зразок фіксувався за допомогою системи траверс,

4 тяжів і затискачів до рухомого захвату розривної машини так, щоб вільний кінець арматури проходив між нижніми фіксуючими траверсами і закріплювався в нерухомому захваті розривної машини. Перед завантаженням виконувалось центрування зразка.

Зразки досліджувались для встановлення їхньою граничної міцності, до руйнування з метою визначення межі зчеплення арматури з бетоном.

Таблиця 1

Результати та аналіз досліджень

Номер партії та зразка	Сила висмикування F (кН)	Середнє значення сили висмикування F (кН)
П1- чиста арматура		
1	32,36	30,62
2	33,34	
3	31,97	
4	32,28	
5	25,11	
6	28,64	
П2-арматура під впливом перетворювача іржі		
1	31,77	32,49
2	28,64	
3	34,42	
4	33,34	
5	34,13	
6	32,64	

Виходячи з таблиці ми можемо побачити, що різниця середніх значень зразків, де використовувались чисті стержні арматури, та стержні з перетворювачем іржі «Контраст» склала 1,87 кН в більшу сторону останніх. Відносна похибка між цими значеннями склала 6,1%. Це показує що дія перетворювача іржі на зчеплення арматури з бетономне має негативного впливу.

Модифікатор-перетворювач-консервант-грунт екологічно чистий, виключає піскоструменеве і дробоструменеве очищення, закріплює окалину, замінює міжопераційний і перший шар ґрунту,

блокує центри корозії, підходить під будь-які системи покриттів (ізоляція, герметизація, в залізобетоні, під сендвіч-панелі, під системи лакофарбних покриттів і т.д.).



Рис. 3. Характер руйнування зразків

Випробування запропонованого матеріалу і технології виконання робіт показали ефективність запропонованого методу боротьби з корозією. В результаті проведення випробувань було досліджено та підтверджено, що обробка арматурних стержнів антикорозійним засобом «Контраст», не погіршує властивості зчеплення арматури з бетоном.

1. ДСТУ 4372:2005 «Перетворювач іржі на основі деревинної речовини. Технічні вимоги.» м. Київ:2006р. С.30

2. Патент №(11) 61544 «Перетворювач іржі «Контраст» Висоцька Л.М. 2003р.

3. Висоцька Л.М. „Преобразователь ржавчины «Контраст» - надежная защита от коррозии”: Журнал „Винахідник і раціоналізатор” №4 м. Київ: 2010р. С.4-9.

4. Висоцька Л.М. Савенко В. І., Фіалко Н. М., Фаренюк Г.Г. Кислюк Д.Я. Боротьба з корозією металів екологічно чистими засобами і технологіями. Містобудування та територіальне планування: науково-технічний збірник. –Випуск №54 К.:КНУБА, 2014. – К.:КНУБА, 2014.

5. Висоцька Л.М., Журавський О.Д., Савенко В.І., Кислюк Д.Я. Використання ефективних антикорозійних екологічно чистих засобів /Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: Збірник наукових праць. – Випуск 5. – Луцьк: Луцький НТУ. 2016 – С. 3 – 9.

УДК 332.2

**ОСОБЛИВОСТІ НОРМАТИВНОЇ ГРОШОВОЇ ОЦІНКИ  
ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ**

**THE FEATURES OF NORMATIVE MONETARY ESTIMATION  
OF SETTLEMENT LANDS**

**Волошин В., к.т.н., доц., Бліндер Ю., к.т.н., доц., Мороз В.,  
магістр (Східноєвропейський національний університет імені Лесі  
Українки, м. Луцьк)**

**Voloshyn V., Candidate of technical sciences, associate professor.  
Blinder Yu., Candidate of technical sciences, associate professor. Moroz V.,  
Magistr. (Lesya Ukrainka Eastern European National University, Lutsk)**

Розглянуто правові та методичні засади нормативної грошової оцінки земель населених пунктів в Україні. Розкрито стан проведення нормативної грошової оцінки земель населених пунктів. Проаналізовано розрахунок базової вартості земель населених пунктів та етапи процедури виконання нормативної грошової оцінки земель населених пунктів.

The monetary of land valuation is the main economic mechanism of pay for land use and is the basis for regulating of land relations for taxing and concluding of civil-law agreements. It is and belongs to the system of state land cadastre. The monetary of land valuation is determine by rental basis and, depending on the purpose and procedure, can be normative and expert. The normative monetary valuation of settlements lands of all categories and forms of ownership are carried out once in 5-7 years. The normative monetary valuation is based on a methodological basis, which does not correspond to the market rules. Therefore, the important factors of formation of the market price of land are not taken into account

These include the specific conditions of the property agreement, the supply and demand for land parcels of a certain category, the terms of investment etc. The results of the monetary valuation are not always coincide with the amount of money for which the land can be sold in result of a commercial agreement between the parties.

Ключові слова: грошова оцінка, нормативна грошова оцінка, населений пункт, базова вартість, витрати на освоєння і облаштування, методика грошової оцінки, землі сільськогосподарського і несільськогосподарського призначення.

Key words: monetary valuation, normative monetary estimation, settlement, basic cost, costs of development and development, monetary evaluation methodology, agricultural and non-agricultural land.

Вступ. В Україні триває процес здійснення ринкових реформ, зокрема земельної реформи, кінцевою метою якої повинно бути формування цивілізованого ринку землі, що є невід'ємною частиною економіки будь-якої розвиненої держави. Метою земельної реформи в Україні є створення ефективної системи землекористування, одним із невід'ємних елементів якої повинен стати дієвий механізм економічного регулювання земельних відносин.

Характерною рисою цього механізму є вільний перерозподіл земельних ресурсів, перехід їх до більш ефективного власника, користувача на основі дії цінового чинника ринку землі. Ринкове реформування земельних відносин уже не піддає сумніву необхідність проведення оцінки земельного фонду держави, у тому числі в розрізі окремих ділянок. Саме оцінка земель є основою запровадження платного землекористування, ринку земельних ділянок, повноцінного функціонування землі як природного ресурсу, просторового базису та основного засобу виробництва, капіталу [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичним питанням нормативної грошової оцінки земель населених пунктів на період її проведення грошової оцінки присвячені роботи таких вчених: Є. Берднікова, Ю. Пелеха, А. Колосюка, А. Третьяка, А. Мартина, О. Микули та інші. Однак ця проблема потребує глибшого.

Постановка завдання. Завдання нашого дослідження – використання єдиних системних методичних підходів у визначенні базової вартості земель населених пунктів.

Виклад основного матеріалу. Перспективи становлення та розвитку ринку землі визначають сферу використання результатів грошової оцінки землі, яка відповідно до статті 24 Закону України

„Про плату за землю” від 19 вересня 1996 року застосовується для економічного регулювання багатьох земельних відносин, що регулюються вітчизняним законодавством. На сьогодні грошова оцінка земельних ділянок залежно від призначення та порядку проведення може бути нормативною й експертною.

Нормативно-правовою та методичною базою нормативної грошової оцінки є [3-8]:

Нормативній грошовій оцінці підлягають землі всіх категорій за основним цільовим призначенням, які розташовуються в адміністративних межах населеного пункту. Забудовані землі, землі лісового та водного фонду, а також усі інші землі у встановлених межах населеного пункту (окрім земель сільськогосподарського використання) оцінюються по єдиній методиці. Землі сільськогосподарського використання оцінюються за агровиробничими якостями ґрунтів. Для земельних ділянок сільськогосподарського призначення вона проводиться один раз у 5-7 років, для ділянок несільськогосподарського призначення – один раз у 7-10 років.

Грошова оцінка земель населених пунктів є капіталізованим рентним доходом із земельної ділянки. В населених пунктах рентний дохід виникає, перш за все, завдяки зручності місцезосташування земельної ділянки та рівню її інфраструктурного облаштування.

Проведення нормативної грошової оцінки земель населених пунктів щороку забезпечує стабільне зростання бюджетних доходів. Незважаючи на економічну кризу, позитивний тренд збільшення бюджетних надходжень від плати за землю зберігається. Але, на жаль, регіони, якими порушено терміни повторного проведення нормативної грошової оцінки земель, можуть не тільки зламати існуючу позитивну тенденцію, а й призвести до поточних бюджетних втрат і створити підґрунтя для суттєвих недонадходжень на наступні роки.

За період користування методикою та порядком нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення та населених пунктів була створена база для оподаткування земель населених пунктів, запровадження орендних відносин, проведення аукціонів земельних ділянок та здійснення інших заходів, що передбачені Законом України «Про оцінку земель». Водночас досвід виконання організаціями нормативної грошової оцінки

земель населених пунктів різної категорії за період 1995 – 2012 рр. дозволяє стверджувати про необхідність внесення змін до методики, яка використовується нині. Головною проблемою на сьогодні є наукове обґрунтування нових підходів до визначення середньої (базової) вартості земель населених пунктів. Розрахунок нормативної грошової оцінки земель населених пунктів досі визначають Методика [4] та Порядок [5].

Відповідно до «Порядку нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення та населених пунктів» грошова оцінка 1м<sup>2</sup> земельної ділянки визначається за формулою:

$$Ц_n = \frac{B \times H_n}{H_k} \times K_f \times K_m \quad (1)$$

Витрати на освоєння та облаштування території ( $B$ ) включають відновну вартість, як первісну вартість, що змінюється після переоцінки інженерної підготовки, головних споруд і магістральних мереж водопостачання, каналізації, теплопостачання, електропостачання (включаючи зовнішнє освітлення), слабкострумівих пристроїв, газопостачання, дощової каналізації, вартість санітарної очистки, зелених насаджень загального користування, вулично-дорожньої мережі, міського транспорту за станом на початок року проведення оцінки.

Коефіцієнт, який характеризує функціональне використання земельної ділянки ( $K_f$ ), враховує відносну прибутковість наявних в її межах видів економічної діяльності і встановлюється для певних категорій забудованих земель: житлової забудови, промисловості, гірничої промисловості та відкритих розробок, земель комерційного використання, громадського призначення, земель змішаного використання, транспорту та зв'язку, технічної інфраструктури, ландшафтно-рекреаційних територій та інших земель.

Переоцінка витрат здійснюється за індексами вартості основних фондів у відповідності до чинного законодавства України.

Коефіцієнт, який характеризує місцерозташування земельної ділянки ( $K_m$ ), враховує вплив ренти місцеположення на загальний рентний дохід.

Значення даного коефіцієнту обумовлюється інтегрованою дією регіональних, зональних та локальних груп факторів.

Процедура виконання нормативної грошової оцінки земель населених пунктів складається з трьох етапів.

На першому етапі визначається базова, середня для даного населеного пункту, вартість  $1\text{м}^2$  земель, яка залежить від місця розташування населеного пункту в загальнодержавній, регіональній та місцевій системах виробництва й розселення, рівня освоєння та облаштування території.

На другому етапі базова вартість  $1\text{м}^2$  земель диференціюється в межах населеного пункту за економіко-планувальними зонами, які встановлюються з урахуванням факторів, котрі впливають на розмір рентного доходу, тобто: неоднорідність функціонально-планувальних якостей території; доступність до центру населеного пункту, місць концентрації трудової діяльності, центрів громадського обслуговування, масового відпочинку; рівень інженерного забезпечення та благоустрою території; рівень розвитку сфери обслуговування населення; екологічна якість території; привабливість середовища, різноманітність місць прикладання праці, наявність історико-культурних та природних пам'яток тощо.

На заключному, третьому, етапі визначається вартість одного квадратного метра земельної ділянки певного функціонального використання з урахуванням територіально-планувальних, інженерно-геологічних, історико-культурних, природно-ландшафтних, санітарно-гігієнічних та інженерно-інфраструктурних особливостей її місцеположення.

Нормативна грошова оцінка провадиться відповідно до [3] і побудована на методичній основі, відмінній від ринкової. Тому не враховуються важливі чинники формування ринкової вартості землі такі як: конкретні обставини майнової угоди, попит та пропозиція на земельні ділянки певної категорії, умови інвестування тощо. Результати грошової оцінки не завжди будуть співпадати із сумою грошей, за яку земельна ділянка може бути продана в результаті комерційної угоди між сторонами [9].

Висновки. Підсумовуючи викладене, необхідно зазначити, що грошова оцінка земель є основним економічним механізмом плати за землекористування та основою регулювання земельних відносин при оподаткуванні та укладанні цивільно-правових угод і належить до єдиної системи державного земельного кадастру. Оцінка земель є складним і багатогранним процесом, що перебуває в стадії розвитку. І чим швидше на державному рівні будуть урегульовані питання щодо законодавчого становлення земельних відносин, тим



швидше будуть урегульовані процеси проведення й застосування різних видів оцінки землі. На сьогодні є потреба в подальшому вдосконаленні системи визначення розмірів нормативної грошової оцінки земель, їх оподаткування і переходу до засад, що більше відповідали б ринковим принципам функціонування механізму економічного регулювання земельних відносин.

1. Формування ринку землі в Україні / за ред. А. С. Даниленка, Ю. Д. Білика. – К. : Урожай, 2002. – 280 с.

2. Земельний кодекс України від 25 жовтня 2001 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2002. – № 3–4. – 27 с.

3. Закон України «Про оцінку земель» (із змінами та доповненнями) // Відомості Верховної Ради України. – 2004. – №15. – 229 с.

4. Про Методику нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення та населених пунктів (затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 1995 р. за № 213), з урахуванням змін, внесених згідно Постанови Кабінету Міністрів України від 25.03.2015р. №268 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/213-95-p>

5. Про порядок нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення та населених пунктів (затверджений спільним Наказом Держкомзему, Мінбудархітектури, Мінагрополітики України та Української академії аграрних наук №18/15/21/11 від 27.01.2006р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0388-06>

6. Галузевий стандарт СОУ ДКЗР 00032632-012:2009 “Оцінка земель. Правила розроблення технічної документації з нормативної грошової оцінки земель населених пунктів” (затверджений наказом Держкомзему від 24.06.2009 № 335. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://dazru.gov.ua/terra/control/uk/publish/article?art\\_id=104365](http://dazru.gov.ua/terra/control/uk/publish/article?art_id=104365)

7. Витяг з листа Держгеокадастру «Про індексацію нормативної грошової оцінки земель у 2016 році» від 11.01.2016 року № 6-28-022-201/2-16. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://sfs.gov.ua/nove-pro-podatki--novini-/231924.html>

8. Про Методику нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення(затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 16 листопада 2016 року № 831) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/831-2016-p>

9. Ліщук В. І. Грошова оцінка землі як інструмент сталого землекористування / В. І. Ліщук, А. Т. Московчук, М. Є. Ліщук // Економічний форум. – № 1. – 2016. – С. 109- 115.

УДК 629.78

**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В БУДІВЛЯХ  
НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ**

**ENHANCING ENERGY EFFICIENCY IN BUILDINGS OF  
EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

**Гаврилюк В.Р., студент (магістр) Боярчук Б.А., к.т.н., доцент,  
(Луцький НТУ, м. Луцьк)**

**Boyarchuk B.A, Ph.D., associate professor, Gavryliuk V.R., master's  
student (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

В статті наведені проблеми енергозбереження для будівель навчальних закладів, а також заходи по проведенні термомодернізації будівель та альтернативного енергозабезпечення, які б дозволили підвищити енергоефективність споруди за рахунок суттєвого зменшення споживання традиційного органічного палива та зменшення загальних теплових втрат.

In order to ensure a reduction of energy consumption in the conditions of compliance with sanitary standards and increase of comfort in buildings of educational institutions, it is necessary to widely implement energy-efficient technologies and equipment.

The article presents problems of energy saving for buildings of educational establishments, as well as measures for thermo-modernization of buildings and alternative energy supply that would allow to increase energy efficiency of construction due to a significant reduction of consumption of traditional organic fuel and reduction of total heat losses.

Implementation of the program of energy efficiency of buildings of educational institutions is realization of a complex of measures on thermo-modernization of buildings and alternative energy supply.

**Ключові слова:** енергоефективність, енергозбереження, енергоощадні заходи, термомодернізація, енергозабезпечення

**Key words:** energy efficiency, energy saving, energy saving measures, thermo-modernization, power supply

Енергоефективність є одним з головних стратегічних напрямків розвитку бюджетної галузі, необхідним інструментом досягнення комфортних умов в будівлях закладів освіти та громадських закладах з метою втілення стандартів життя сучасної європейської спільноти.

Енергоефективність – це галузь знань, що знаходиться на стику інженерії, економіки, юриспруденції та соціології.

Поняття «енергоефективність» означає досягнення певного результату, наприклад, опалення будівлі, або освітлення з використанням меншої кількості енергії, ніж потрібно зазвичай. Хто ефективно використовує енергію, той запобігає зловживанням ресурсами та охороняє навколишнє середовище.

В умовах постійного зростання цін на основні види енергоресурсів, особливої актуальності набувають питання енергозбереження та підвищення енергоефективності в закладах та установах, що фінансуються з бюджету.

Говорячи про енергоефективність, потрібно мати на увазі перш за все «енергозбереження», тобто економію енергії у повсякденному житті.

Актуальність проблеми енергозбереження для будівель бюджетних організацій, з одного боку, обумовлена соціальною значущістю цих об'єктів, з іншого боку, марнотратне споживання енергії та відсутність системного підходу до реалізації енергозберігаючих заходів є одними з основних причин дефіциту бюджетів усіх рівнів. Зважаючи на те, що останнім часом нові об'єкти бюджетної сфери в експлуатацію майже не вводяться, основні резерви енергозбереження знаходяться у сфері вдосконалення енергоспоживання раніше побудованих будівель бюджетних установ і економія паливно-енергетичних ресурсів в закладах бюджетної сфери зростає пропорційно виділенню на ці цілі коштів.

На жаль, до останнього часу, незважаючи на потенційні резерви в сфері підвищення енергоефективності будівель, проекти енергозбереження в бюджетній сфері обмежувалися лише встановленням приладів обліку ПЕР.

Означені заходи, певною мірою, дозволяють знизити експлуатаційні витрати на енергоресурси, але не призводять до підвищення енергоефективності будівель.

Будівлі навчальних закладів, є найбільшими споживачами енергоносіїв та мають високу потенційну економічну ефективність впровадження енергозберігаючих заходів.

З метою забезпечення скорочення споживання енергоресурсів за умов дотримання санітарно-гігієнічних норм і підвищення рівня комфорту в будівлях навчальних закладів необхідно широко впроваджувати енергоефективні технології та обладнання.

Першим міроприємством яке необхідно виконати перед початком модернізації це проведення енергоефективного аудиту шляхом енергетичної паспортизації навчальних будівель.

Як показав вітчизняний і закордонний досвід після проведення аудиту в бюджетних закладах, необхідно провести наступні енергоощадні заходи:

- утеплення зовнішніх стін, підвальних приміщень, горищ, покрівель та фундаментів;
- заміна вікон та зовнішніх дверей на металопластикові з подвійним склопакетом;
- відновлення теплової ізоляції трубопроводів;
- встановлення тепловідбивних екранів між стінами приміщень і радіаторами;
- облаштування індивідуального теплового пункту зі встановленням системи регулювання споживання теплової енергії в залежності від температури зовнішнього повітря;
- заходи із санації інженерних мереж;
- реконструкція старих неефективних систем опалення;
- оснащення всіх будівель економічними світло-діодними системами освітлення.

За оцінками як вітчизняних, так і закордонних експертів, потенціал економії електроенергії в будівлях і спорудах дорівнює 50 – 65%, а теплової енергії – близько 50%.

Втрати теплової енергії будинком, а також потенціал енергозбереження сьогодні має такий розподіл:

- зовнішні стіни – 40% (потенціал економії – 70%);
- вікна, двері – 25% (потенціал економії – 50%);
- вентиляція – 15% (потенціал економії – 65%);
- гаряча вода – 10% (потенціал економії – 30%);
- дах, підлога – 8% (потенціал економії – 50%);
- трубопроводи, арматура – 2% (потенціал економії – 35%).

Як видно, втрати тепла в основному відбуваються через вікна, стіни, горища, підлогу та за рахунок вентиляції.

Використання принципів енергоефективності означає робити більше при менших витратах енергії.

Виконання програми енергоефективності будівель навчальних закладів є реалізація комплексу заходів із термомодернізації будівель та альтернативного енергозабезпечення.

Саме рішення такого варіанту з поєднання системи енергозабезпечення з використанням енергоактивного огороження та енергії альтернативних джерел може бути базовим. Воно характеризується комплексним вирішенням декількох задач: використанням енергії сонячного випромінювання; акумулюванням тепла в сезонному ґрунтовому акумуляторі; організації відбору тепла від зовнішнього та викидного повітря; рекуперації тепла в приплинно-викидній системі вентиляції.

Рекомендований перелік енергоефективного обладнання при проведенні робіт з термомодернізації системи опалення та системи освітлення:

- теплові насоси;
- сонячні колектори для виробництва теплової енергії та підігріву води;
- котли з використанням будь-яких видів палива та енергії (за винятком природного газу);
- радіатори опалення з терморегуляторами;
- рекуператори тепла вентиляційного повітря;
- обладнання та матеріали для облаштування індивідуальних теплових пунктів;
- регулятори теплового потоку за погодними умовами та відповідне додаткове обладнання і матеріали до них.

Насправді тема підвищення енергоефективності не нова.

Безліч міжнародних проєктів, які підтримуються Європейською комісією, Програмами Tacis, Thermie, USAID та іншими організаціями, починаючи з 90-х років зробили енергоефективність впізнаваним терміном.

Багато хто в економічно розвинених країнах вже знають та розглядають енергоефективність, економію енергоресурсів і скорочення викидів як очевидну умову конкурентоспроможності компаній і наявності доступного та чистого джерела енергозабезпечення у майбутньому.

Загальновідомо, що підвищення енергоефективності дозволяє країнам долати тиск, який на них чинить залежність від енергоресурсів, вирішувати питання ненадійності енергопостачання, нерівності, високих цін і рахунків за енергоресурси, а також екологічної шкоди і збитків здоров'ю.

На сьогодні ефективне використання енергоресурсів є найбільш важливим і економічно доцільним, але в той же час, найменш використовуваним і найменш зрозумілим способом підвищення як рівня життя кожного, так і життя в умовах збереження довкілля.

1. Закон України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2012. – N 19-20. – С.166.

2. Закон України «Про енергозбереження» затверджений Верховною Радою України від 01 липня 1994 року № 74/94-ВР.

3. Постанова Кабінету Міністрів України від 01 березня 2010 року № 243 «Про затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010—2015 роки» (зі змінами, внесеними згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 08 квітня 2015 року № 231).

4. Постанова Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2011 року № 1056 «Деякі питання використання коштів у сфері енергоефективності та енергозбереження (зі змінами, внесеними згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 08 квітня 2015 року № 231).

5. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006 // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с.

УДК-712.253

**ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА БЛАГОУСТРОЮ  
ТЕРИТОРІЙ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ УКРАЇНИ**

**FEATURES OF ORGANIZATION AND LANDSCAPING OF  
THE TERRITORY OF HIGHER EDUCATION IN  
ESTABLISHMENTS OF UKRAINE**

Гурик М.Ю., студент, Яйченя В.П., студент, Мельник Ю.А. к.т.н., доцент, Парфентьева І. О. к.т.н., доцент (Луцький НТУ, м. Луцьк)

**Huryk M. Yu., student, Yaichenia. V. P., student, Melnyk. Yu.A., Candidate of Technical Sciences (PhD); Parfentieva I.O., Candidate of Technical Sciences (PhD) (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

У статті описано особливості ландшафтного благоустрою вищих навчальних закладів. Норми та вимоги, які відповідають та потребують виші, та особливість озеленення, яке є провідним засобом ландшафтної організації простору при створенні комфортних умов.

The article deals with problem and features landscaping of the territory higher education establishments and rules that should follow.

The architectural and planning decision of the university affects not only its functional features. It is necessary to take into account various factors. This variety of buildings for different purposes, different sizes and different design solutions. Besides, an important factor is the climatic conditions, the area of the site, the availability of reservoirs and green spaces. The created environment should provide students and teachers with optimal conditions for fruitful educational and scientific activities and a variety of recreation, physical education and sports. Landscaping, give, for the first impression of the inner atmosphere and cultural organization of the institution.

Apart from the fact that the landscaping of the territory carries out an architectural and decorative role and a sanitary-hygienic function, which positively affects students' feelings and improves their teaching skills.

Ключові слова: благоустрій територій, інфраструктура.

Keywords: landscaping of territories, infrastructure.

Важливим напрямком в ландшафтному дизайні є благоустрій та організація вищих навчальних закладів, оскільки потрібно відповідати певним вимогам та індивідуальним підходам.

Території закладів являють собою комплекси, що створені за прийомами використання об'ємно-просторових домінант та єдності функціонально-планувальної структури.

Згідно з результатами аналізу нормативно-правової документації виявлення ряд документів, які регламентують принципи формування територій ВНЗ, а саме: «Державні будівельні норми ( ДБН) В.2.2-3-97» та «ДБН 360-92\*\*», а також «Справочное пособие к строительным нормам и правила ( СНИП) 2.08.02-89» «СНиП 2.07.01-89\*». Дані, наведені у зазначених документах висвітлюють правила, норми та принципи класифікації об'єктів дослідження за типами, групами, підгрупами та за місцезоташування у структури міста, за прийомами побудови, розвитком територій, принципами взаємного розміщення навчально-наукових та житлових зон, функціональним зонування та вимогами до озеленення. [1]

В Україні організація благоустрою знаходиться на досить низькому рівні, так як після розпаду СРСР українські заклади отримали застарілу інфраструктуру, яка не відповідає сучасним вимогам. Так як Україна поглиблює відносини з Європейським союзом, як наслідок, вона має презентувати освітню галузь належним чином, в повному обсязі та відповідно до норм.

Варто відмітити, те що в країнах Європи, будівлі, споруди та корпуси розташовані на одній території вищого навчального закладу. Це дає можливість цікавіше проектувати територію з використанням більш різноманітних дерев, квіткових композицій та малих архітектурних форм.

Тому, постановка нашої мети полягає в визначенні особливостей ландшафтного облаштування вищих навчальних закладів, а також правильної організації благоустрою навчальної території.

Під озелененням розуміють комплексний процес, пов'язаний з безпосередньою посадкою дерев, чагарників, квітів, створення трав'янистих газонів, та проведення робіт з різних видів інженерної підготовки.



Ландшафтний благоустрій, будь-якого, вишу створює перше враження про внутрішню атмосферу та культурну організацію закладу. Крім того що озеленення території виконує архітектурно-декоративну роль та санітарно-гігієнічну функцію, воно позитивно впливає на почуття студентів та удосконалює їй навички у навчанні.

Загалом, площа озеленення ВНЗ повинна складати 40% від всієї території, та розміщуватися поза сельбищною територією міста або в його в міській зоні. Від іншого ландшафтного облаштування благоустрій ВНЗ відрізняється своєю площею, яка має раціональне та функціональне призначення, дизайном деревної групи та групи відпочинку та широкими вимогами до санітарно-гігієнічних норм.

При плануванні благоустрою слід визначити загальні зони території навчальних закладів.

Як правило, територія складатися з таких зон:

- навчальної( навчально-наукової);
- житлової;
- господарської.

При наявності полігонів навчальна зона повинна формуватися як навально-практична, отже, доцільним буде об'єднання експериментально-виробничої та навчально-практичної зони в окрему самостійну під зону.

Доцільним є суміжне розміщення навчальної, житлової та відпочинкової зон , об'єднавши їх системою пішохідних доріжок.

Житлова зона включає сектор входу в гуртожиток готельного типу і сектор зелених насаджень з майданчиками для відпочинку (лави, альтанки) і відкритими спортивними майданчиками. При цьому гуртожиток готельного типу рекомендується розміщувати на відстані від основної будівлі не перевищуючи радіус пішохідної доступності 500-800 м.

Площа спортивних майданчиків і майданчиків для гімнастичних вправ слід передбачати з розрахунку не менше 1-2м на одного слухача.

Розміщувати спортивні майданчики слід на кордоні між навчальною та житловою зонами.

До господарської зони відносять господарський двір, стоянку автотранспорту з розвантажувальними майданчиками, а також складські приміщення. Господарська зона повинна розміщуватися в

зручному зв'язку із службовим входом в їдальню та гуртожиток готельного типу.

Розташування і взаємозв'язок окремих зон необхідно пов'язувати з об'ємно-просторовим рішенням навчального закладу і розміщенням відповідних груп приміщень в комплексі будівель.

Важливим компонентом благоустрою ВНЗ та засобом створення комфортних умов для навчання є озеленення яке декоративне оформлення, необхідне для того щоб всі елементи ландшафтного дизайну зливалися в єдину композицію.

Зручним та естетичним є використання живоплоту. Для нього доцільно обрати два види рослин - барбарис і глід, а також є доцільним розміщення груп дерев різної висоти и розмірів по кутах кварталів.

Також, не можна обійтися без такого важливого елемента, як клумба. Клумба доповнює всю композицію в цілому, а частіше є центральним елементом в проекті.

Головна функція клумби - створення цілісності композиції та прикраса території. Найбільш доцільним оформленням клумб у вищих навчальних закладах є оформлення в регулярному стилі. Саме для такого стилю характерна симетричність, узгодження кольорової та композиційної гами з мотивами фасадів, що додає вишуканості, цілісності, єдності та відповідності навчального закладу до навколишнього середовища.

Згідно з [2] до основних факторів, що впливають на функціональну організацію ландшафтного благоустрою території навчальних закладів:

1. Спеціалізація навчального закладу – цей фактор обумовлює специфіку навчального процесу, у відповідності до чого мають бути закладені ергономічні показники, наприклад східців, пандусів, спортивних майданчиків тощо. Якщо навчальний заклад спеціалізується на вихованні та підготовці дітей з обмеженими фізичними можливостями, тоді вся прилегла інфраструктура навчального закладу має враховувати їхні специфічні потреби.

2. Географічне розташування – здійснюється оцінка розташування в місті (селищі), прилеглих до навчального закладу об'єктів, розташування найближчих транспортних шляхів тощо.

3. Площа території – визначається при плануванні озеленення, функціональних зон, реконструкції.

4. Структура навчального процесу – врахування специфіки навчального процесу відповідно до напрямків підготовки, тематичної направленості, календарного плану, сезонів.

5. Вимоги до навчально-технічної бази – необхідність врахування ландшафтним дизайнером потреб навчально-технічної бази відповідно до навчального процесу.

6. Зонування – означає дослідження функціональних зон території, найбільш зручних шляхів пересування територією у відповідності до розташування вхідних груп будівлі, доцільність функціональної раціоналізації простору.

7. Санітарно-гігієнічні вимоги до прибудинкової території – це вимоги щодо штатних санітарно-гігієнічних умов, в яких може здійснюватися навчальний процес.

8. Комунікації – дослідження наявних комунікацій відповідно до генплану (електрообладнання, водопроводи тощо), внесених змін в процесі експлуатації, врахування розміщення комунікацій при проектуванні благоустрою.

Отож, озеленення є провідним засобом ландшафтної організації простору, а озеленення в поєднанні з територією вищого навчального закладу – це комплекс, який створює єдність та відповідність вищу до навколишнього середовища. Правильний ландшафтний благоустрій території дозволяє нам відчувати атмосферу та культуру закладу, дає хороше місце для відпочинку.

Організація благоустрою території є особливою, тому вона повинна відповідати всім вимогам, які вимагатися у вищих навчальних закладах України.

1. Особливості організації та благоустрою територій вищих навчальних закладів у Києві, 2013-[Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.academia.edu/10109981/Особливості\\_організації\\_та\\_благоустрою\\_територій\\_вищих\\_навчальних\\_закладів\\_у\\_Києві](https://www.academia.edu/10109981/Особливості_організації_та_благоустрою_територій_вищих_навчальних_закладів_у_Києві);

2. Безлюбченко О.С. Планування і благоустрій міст -[Електронний ресурс]. – Режим доступу:<http://masters.kubg.edu.ua/index.php/art/article/view/314/292#.WftQr6AxZTZ>

3. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць: Підручник / В.П. Кучерявий. – Львів: Світ, 2005, 456 с.

УДК 332.3

**КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ  
ОЦІНКИ РЕКРЕАЦІЙНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА ЧИННИКАМИ  
СОЦІАЛЬНО-ПОБУТОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

**CARTOGRAPHIC MODELING RESULTS OF  
EVALUATION OF RECREATIONAL TERRITORIES BY  
FACTORS OF SOCIAL-DOMESTIC INFRASTRUCTURE**

**Дзюбинська О.В., асистент, Смаль М.В., к.т.н., доцент,  
Дзюбинський А.В., к.е.н., доцент (Луцький НТУ, м. Луцьк)**

**Dzubyńska O.V., assistant, Smal M.V., Ph.D., associate Professor,  
Dzubynskij A.V., Ph.D., associate Professor (Lutsk National Technical  
University, Lutsk)**

В статті досліджено застосування принципу оцінного зонування для встановлення цінності рекреаційних територій шляхом визначення впливу блоків соціально-побутової інфраструктури. Наведено приклад зонування за цим принципом рекреаційної території ур. Гряди Шацького району Волинської області.

In the article investigated the principle of estimated zoning for the determination of the value of recreational territories by determining the impact of blocks of social and domestic infrastructure.

Taking into account the actual use of lands of various target destination for recreational purposes through the assessment of natural resources and the level of social and domestic infrastructure - a necessary and new direction for the development of a multifunctional economically viable and environmentally appropriate direction of management. A characteristic feature of the monetary assessment is the receipt of "estimated cadastral maps", which can be attributed to derivative cadastral maps, which reflect the location, interconnection and dynamics of various economic, social, natural and other processes that affect the value of land and real estate in general. Therefore, in our opinion, the use of mathematical and cartographic models will most

objectively perform calculations of the impact of each elements of social and domestic infrastructure.

Ключові слова: рекреаційні території, оцінне зонування, елементи соціально-побутової інфраструктури, тематичні карти.

Key words: recreational territories, estimated zoning, elements of social and domestic infrastructure, thematic maps.

Врахування фактичного використання земель різного цільового призначення в рекреаційних цілях шляхом здійснення оцінки природних ресурсів та рівня соціально-побутової інфраструктури – необхідний та новий напрямок розвитку поліфункціонального економічно вигідного та екологічно доцільного напрямку господарювання.

Процедура отримання коефіцієнтів для грошової оцінки рекреаційних територій неможлива без використання в якості початкової інформації картографічних матеріалів з різною інформативною навантаженістю (карти адміністративних меж, автомобільних та залізничних доріг, ландшафтні та загальногеографічні, топографічні плани, плани землекористувань, генеральні плани, схеми планування територій і т.д.). Характерною особливістю грошової оцінки є отримання не менш важливих «оцінних кадастрових карт» [1].

Оцінні карти можна віднести до похідних кадастрових карт, які відображають розташування, взаємозв'язок і динаміку розвитку різних економічних, соціальних, природних і інших процесів, що впливають на вартісні показники землі і нерухомості в цілому. Вони також можуть бути використані як динамічна підсистема ведення Державного земельного кадастру.

У основі багатьох методик за оцінкою міських територій лежить принцип оцінного зонування [2, 3]. Це стосується методики масової оцінки та методик за індивідуальною оцінкою земель і об'єктів нерухомості при встановленні викувної ціни прав оренди, орендної плати і інших платежів. Питання визначення впливу блоків соціально-побутової інфраструктури (табл.1) має аналогічні аспекти. Тому на нашу думку, використання математичних і картографічних моделей дозволить найбільш об'єктивно виконати розрахунки впливу кожного з розглядуваних елементів. Для цього

виконаємо теоретичне обґрунтування та практичне застосування способу оцінного зонування на прикладі ур. Гряда Шацької селищної ради Шацького району Волинської області.

Таблиця 1

Блоки соціально-економічної оцінки рекреаційних територій

Комунікаційна інфраструктура			
Водопостачання	Електро-енергія	Газопостачання	Телекомунікації
Транспортна інфраструктура			
Якість покриття	Інтервал руху транспорту	Різноманітність видів транспорту	Транспортна доступність
Рекреаційна інфраструктура			
Будинки відпочинку	Поліклініки	Водолікарні	Грязелікарні
Культурно-розважальна інфраструктура			
Кінотеатри	Клуби	Танцювальні зали	Бібліотеки
Спортивно-оздоровча інфраструктура			
Спортивні зали	Басейни	Майданчики для спортивних ігор	Майданчики для дитячих ігор
Торгівельно-побутова інфраструктура			
Продовольчі магазини	Промтоварні магазини	Заклади громадського харчування	Заклади побутового обслуговування

Основою зонування для усіх елементів соціально-побутової інфраструктури є визначення існуючих об'єктів цих блоків.

Облік впливу чинників соціально-побутової інфраструктури є комплексом технологічних дій зі збору інформаційно-статистичних даних (управління Держземагентства, відділ містобудування та архітектури, місцеві органи управління, проектні організації), підбір та підготовка початкового картографічного матеріалу, виконання математичних розрахунків, аналітичних побудов. На їх основі – отримання тематичних кадастрових карт за результатами зонування рекреаційної території по чинниках соціально-побутової інфраструктури.

В даній методиці доцільно використовувати десятибальну шкалу з подальшим нормуванням при застосуванні безпосередньо для грошової оцінки. За результатами зонування можна виконувати підсумування даних по кожному чиннику для частини рекреаційно-туристичної зони або земельної ділянки. Така оцінка не що інше, як інтегральна бальна оцінка, що враховує вклад кожного чинника, отриманого шляхом експертного опитування. Математична інтерпретація виражається формулою:

$$S_i = \frac{\sum_{i=1}^n F_i \cdot K_i}{\sum_{i=1}^n K_i} \quad (1)$$

де  $S_i$  – цінність ділянки у балах (маємо на увазі умовну ціну в балах),

$F_i$  – цінність в балах по кожному чиннику,

$K_i$  – вклад  $i$ -го чинника в цінність ділянки в %,

$i$  – номер чинника.

Вклад чинника може виражатися у відсотках або частинах. Вклад – це фактично «вага» впливу кожного чинника соціально-побутової інфраструктури її на сумарну оцінку.

Усю сукупність об'єктів соціально-побутової інфраструктури можна визначити з урахуванням розробленої класифікації (табл. 1). Відповідно з наявних блоків візьмемо до уваги наявність найбільш значущих  $i$  в першу чергу необхідних для відпочинку об'єктів – це доступність до пляжу, магазинів, закладів харчування, дискотек та барів [7].

Для зручності проведення оцінки у балах розраховуються оцінні шкали. Оцінні шкали для обліку рівня розвитку соціально-побутової інфраструктури залежать від віддаленості від об'єкту впливу.

В основі побудови оцінних шкал об'єктів впливу лежить як віддаленість до них оцінюваної ділянки так і вклад (вага) об'єкта соціально-побутової інфраструктури в оцінку по цьому чиннику. Вклад кожного з оцінних показників визначається експертним шляхом з урахуванням соціально-побутової значущості. У таблиці 1 представлена оцінна шкала для відпочинкової зони, якою є  $ur$ .

Гряда. Критерієм оцінки служить відстань до об'єктів впливу. Крім того, в % представлений вклад (вага) наявності кожного з об'єктів. Бальна шкала від 1 до 10 балів розподілена пропорційно віддаленості оцінюваної ділянки від об'єкту соціально-побутової інфраструктури.

Таблиця 2

Оцінна шкала для елементів соціально-побутової інфраструктури  
(на прикладі ур.Гряда, Шацький район, Волинська область)

Оцінка в балах	Критерій об'єкту оцінки			
	Відстань до пляжу (м)	Відстань до магазинів (м)	Відстань до закладів харчування (м)	Відстань до дискотек та барів (м)
10	100	100	100	100
8	200	200	200	200
6	300	300	300	300
4	400	400	400	400
2	500	500	500	500
вклад (вага) об'єкту	35%	35%	20%	10%
	100%			

В якості картографічної основи використовуються матеріали інвентаризації при нормативній грошовій оцінці населеного пункту смт. Шацьк Шацького району Волинської області масштабу від 1:10000. Заздалегідь виконувався збір інформації про наявність діючих об'єктів соціально-побутової інфраструктури та місце їх розташування. За координатами в місцевій системі здійснювалось нанесення об'єктів впливу (пляж, магазини, заклади харчування, дискотеки, бари). Потім на основі проведеної підготовчої роботи безпосередньо виконувались необхідні геометричні побудови, в результаті яких були отримані оцінні контури.

Порядок побудови проводиться наступним чином. Навколо кожного об'єкту впливу через 100 м викреслюються кола або лінії у



випадку віддаленості від пляжу. Якщо однотипові об'єкти знаходяться один від одного на відстані не більше 100 м, то навколо них викреслюється одна суцільна зона. Далі, відповідно до бальної значущості об'єктів, контури об'єднуються або розділяються.

Результатом практичної апробації запропонованого методу є ряд тематичних карт з оцінного зонування. Для прикладу наведені карти ізохрон доступності до об'єктів культурно-розважальної та торговельно-побутової інфраструктури (рис. 1, 2)



Рис. 1. Ізохрони доступності до об'єктів культурно-розважальної інфраструктури пляжу (ур. „Гряди”)

Для того, щоб обчислити ціну ділянки у балах за допомогою оцінної шкали [5] потрібно визначити бали для кожного контура за допомогою формули (2):

$$S_i = S_{1i} * K_{1i} + S_{2i} * K_{2i} \quad (2)$$



Рис. 2. Ізохрони доступності до об'єктів торгівельно-побутової інфраструктури (ур. „Гряда”)

Для того, щоб обчислити ціну ділянки у балах за допомогою оцінної шкали [5] потрібно визначити бали для кожного контура за допомогою формули (2):

$$S_i = S_{li} * K_{li} + S_{2i} * K_{2i} \quad (3)$$

Де  $S_i$  – оцінка у балах і контура;

$i$  – номер контура;

$S_{li}$  – оцінка за відстань;

$K_{li}$  – вклад за відстань;

$S_{2i}$  – оцінка за наявність об'єкту;

$K_{2i}$  – вклад за наявність.

Результати зводять у відомість розрахунку балів по контурах при зонуванні території по рівню розвитку соціально-побутової інфраструктури.

Оцінні карти показують ефективність використання природних, соціально-економічних умов і ресурсів для тих або інших цілей. Тематичні кадастрові карти за оцінкою міських територій з результатами зонування по вартісних чинниках, методика створення яких пропонується в цій статті, можна назвати аналітико-синтетичними картами, але в той же час вони носять рекомендаційний і прогнозний характер.

Торкаючись широкого спектру економічних, соціальних, господарських завдань, що вирішуються за допомогою Державної системи кадастрів (земельного, нерухомості, лісового, водного і інших), тематичні кадастрові карти, що часто є складними за змістом та призначенням, допомагають кваліфіковано, науково-обгрунтовано їх вирішити.

Висновки. Планово-картографічний матеріал створений на основі оцінного зонування можливо використовувати для вирішення наступних завдань: графо-аналітичних розрахунків, пов'язаних з плануванням і аналізом розвитку рекреаційно-туристичних зон і окремих територій; створення системи кадастрової оцінки земель рекреаційного використання та їх обліку.

1. Коротеева Л.И. Методика комплексного ценового зонирования при кадастровой оценке городских территорий. / Л.И. Коротеева, А.М. Лелюхина, С.В. Мельникова // Земельный вестник России // 2001. - № 1(5)

2. Палеха Ю.М. Застосування картографічних методів у процесі зонування територій населених пунктів для грошової оцінки / Палеха Ю. М. // Вісник геодезії та картографії. – 2007. – №6. – С. 30-36.

3. Палеха Ю.М. Картографічне забезпечення нормативної грошової оцінки земель населених пунктів / Палеха Ю. М. // Вісник геодезії та картографії. – 2006. – №1. – С.37-40.

4. Кабакова С.И. Методические рекомендации по экономической оценке территорий, отводимых под строительство. / С.И. Кабакова, А.А. Сегедин // М.: НИИЭС Госстроя, 1976

5. Лелюхина А.М. Технология оценки городских земель: уч. Пособие. М.: МИИГАиК, 2000

6. Сизов А.П. Оценка городских земель. – М.: МИИГАиК, 2001.

7. Дзюбинський А.В. Проблеми оцінки вартості рекреаційних територій / А.В. Дзюбинський, О.В. Дзюбинська, П.Я. Кравчук // Збірник наук. праць: ЛНТУ, 2013. – № 10(38) – с.49-54.

УДК 351

**ОБСТЕЖЕННЯ ТА ПОКРАЩЕННЯ БЕЗПЕКИ  
ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА АВТОМОБІЛЬНІЙ ДОРОЗІ Т-03-06  
/Т-03-02/ - ШАЦЬК - ВІЛИЦЯ - ПРИП'ЯТЬ - ЛЮБОХИНИ - /Т-  
03-08/ ШАЦЬКОГО РАЙОНУ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**THE INVESTIGATION AND IMPROVEMENT OF ROAD  
SAFETY ON THE ROAD T-03-06 / T-03-02 / - SHATSK –  
VILYTSYA - PRYPYAT - LYUBOKHINY - / T-03-08 / SHATSK  
DISTRICT OF VOLYN REGION**

**Дробишинець С.Я., к.т.н., доцент (Луцький НТУ, м. Луцьк)**

**Drobyshynets S.Y., Ph.D., associate professor(Lutsk National  
Technical University, Lutsk)**

У статті проаналізовано стан безпеки дорожнього руху в Україні, на прикладі дороги Т-03-06 /Т-03-02/ - Шацьк - Вілиця - Прип'ять - Любохيني - /Т-03-08/ Шацького району Волинської області. На підставі системного аналізу кращого європейського досвіду запропоновано шляхи щодо удосконалення безпеки дорожнього руху. Наведено державно-управлінські механізми для зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод в прикордонному районі.

The article analyzes the situation of road safety in Ukraine on the example of the road T-03-06 / T-03-02 / - Shatsk – Vilytsya - Prypyat - Lyubokhiny - / T-03-08 / of Shatsk district, Volyn region. Based on a systematic analysis of best European practices suggested ways of improving road safety. A state-management mechanism to reduce the number of road accidents in the border area.

Today, for most countries effective road safety is one of the strategic pillars of national security. It is important this issue is for our country where, according to experts, the situation of road safety and the consequences of road accidents are among the worst in Europe.

Ключові слова: дорожній рух, безпека дорожнього руху, державно-управлінські механізми, дорожньо-транспортні пригоди, європейський досвід.

Key words: traffic, traffic safety, state management mechanisms, traffic accidents, European experience

Протяжність мережі автомобільних доріг загального користування місцевого значення в Україні становить 120 000 км. Транспортно-експлуатаційний стан переважної більшості цих шляхів не відповідає сучасним вимогам і потребує поліпшення з урахуванням соціально-економічних потреб регіонів.

Основна проблема полягає в тому, що автомобільні дороги, мости та інженерні споруди на них перебувають у такому стані, за якого не можуть бути повною мірою забезпечені швидке, комфортне, економічне та безпечне перевезення пасажирів і вантажів, розвиток транзитних перевезень, подальший соціально-економічний розвиток регіонів.

Основними причинами проблеми є:

- низький рівень фінансування дорожніх робіт, який за останні 10 років становив 14–34% від визначеної мінімально необхідної потреби в ремонті та утриманні мережі автомобільних доріг. Через недостатнє фінансування порушувалися нормативні міжремонтні строки, не було можливості здійснити технічне переоснащення дорожньої галузі, широко запровадити нові технології, машини, механізми, матеріали і конструкції;

- швидке руйнування дорожніх конструкцій, спричинене збільшенням вагових навантажень від транспортних засобів, інтенсивністю руху, на які існуюча мережа доріг не розрахована.

У зв'язку зі щорічним недофінансуванням дорожнього господарства знос основних фондів більшої частини транспортної інфраструктури вже перевищує 75%. Десятиліттями не оновлюється дорожня техніка. Низька заробітна плата дорожніх працівників призводить до плінності кадрів, що в свою чергу впливає на кваліфікаційний рівень працівників та якість виконаних робіт.

Гострою залишається проблема, пов'язана зі станом мостів та шляхопроводів, що є невід'ємною складовою мережі автомобільних доріг.

Дорожній фонд запрацює в Україні з початку 2018 року, але додаткові фінансові стимули органи місцевої влади мають уже сьогодні. Йдеться про експеримент, у рамках якого регіони отримують 50% від суми надпланових митних платежів для будівництва і реконструкції доріг, в якому брала участь і Волинська область. За 2015-2016 роки загальна сума надходжень від митних платежів на території регіонів склала 2,8 млрд. грн. Найкращі результати показала Львівська область, до бюджету якої надійшло 1,2 млрд. грн. Інші учасники експерименту також отримали значні надходження: Київ – 597,3 млн. грн., Чернівецька область – 316,1 млн. грн., Одеська – 368,5 млн. грн., та Волинська – 115,7 млн. грн. Зважаючи на такі успіхи, влада вирішила поширити цю практику на територію усієї України до 2018 року.

Цей експеримент створює дуже потужну мотивацію місцевої влади і голів державних адміністрацій для того, щоб боротись із контрабандою і мати чітку мотивацію людей для того, щоб збільшувати надходження від митниці», – підкреслив Президент України Петро Порошенко. Ще однією можливістю для розширеного фінансування доріг на місцевому рівні є механізм співфінансування. Експерти зазначають, що поєднання державного фінансування та місцевих ініціатив здатні зробити в Україні якісні дороги. Завдяки децентралізації у місцевої влади з'являються повноваження для прямої співпраці з іноземними інвесторами.

Варто пам'ятати, що якісні українські дороги – це передусім інвестиція в розвиток економіки країни. Кожен євро, який інвестується в дорожню інфраструктуру, дає 2,5 євро економічного зростання. Та найважливіше, що хороша дорога – це життя та безпека водіїв.

Підсумовуючи вищенаведене зазначимо, що удосконалення державно-управлінських механізмів у сфері безпеки дорожнього руху дозволить змінити негативну тенденцію надвисокої небезпеки дорожнього руху, скоротити число смертельних випадків, зменшити соціальні та економічні збитки від ДТП та покращити інвестиційний клімат та довіру міжнародної спільноти до України, як транзитної держави.

**Предметом** цього дослідження є дорожня інфраструктура Шацького району Волинської області, як прикордонного, на прикладі дороги Т-03-06 /Т-03-02/ - Шацьк - Вілиця - Прип'ять - Любохини - /Т-03-08/.

Досягнення поставленої мети вимагає виконання наступних завдань:

- здійснення оцінки відповідності стану безпеки дорожнього руху на дорогах Шацького району вимогам державних норм та стандартів;

- дослідження поточного стану безпеки дорожнього руху на дорогах Шацького району (оцінка загальної довжини доріг, дорожнього покриття, дорожньої інфраструктури, дорожньої мережі);

- аналіз безпеки на дорогах району (кількість та причини дорожньо-транспортних пригод і транспортних засобів, що брали участь в них; жертви та виконавці ДТП, час та обставини виникнення ДТП);

- розробка пропозицій щодо вдосконалення організації дорожнього руху, розроблення і розрахунок заходів, спрямованих на розвиток та удосконалення дорожнього руху та покращення безпеки дорожнього руху в Шацькому районі.

**Методи дослідження.** Теоретичною та методологічною основою дослідження є законодавчі та нормативні акти України: Конституція та закони України, укази Президента України, постанови та розпорядження Кабінету Міністрів України, накази центральних органів виконавчої влади, чинні державні будівельні норми, а також наукові праці вітчизняних і зарубіжних учених з питань державного управління у сфері безпеки дорожнього руху в контексті європейської інтеграції України.

Аналіз та оцінка проводилися за абсолютним та відносними показниками.

Аналіз безпеки і порядку дорожнього руху у Шацькому районі Волинської області в 2012-2015 роках здійснюється в рамках реалізації проекту (програми) №2862-03 (Проект (програма) покращення безпеки користувачів транспортної мережі на прикордонних територіях України, Білорусії та Польщі №ІРВU.01.03.00- 06-498/11-03, зареєстрована від 02.10.2015 року).

В Шацькому районі налічується 5 територіальних автомобільних доріг, 7 обласних автомобільних доріг та 11 районних автомобільних доріг.

Дорожню мережу Шацького району складають дороги місцевого значення:

- територіальні автомобільні дороги (Т-03-02, Т-03-06, Т-03-07, Т-03-14, Т-03-15),

- обласні автомобільні дороги (О 031694, О 031695, О 031696, О 031697, О 031698, О 031699),

- районні автомобільні дороги (С 031601, С 031602, С 031603, С 031604, С 031605, С 031606, С 031607, С 031608, С 031609, С 031610, С 031611).

В даній статті проаналізовано стан безпеки дорожнього руху та якість дорожнього покриття на автомобільній дорозі Т-03-06 /Т-03-02/ - Шацьк - Вілиця - Прип'ять - Любохини - /Т-03-08/.

Територіальна автомобільна дорога Т-03-06 /Т-03-02/ - Шацьк - Вілиця - Прип'ять - Любохини - /Т-03-08/ загальною довжиною 17,50 км належить до V технічної категорії, тип поверхні – полегшений перехідний, розпочинається в смт. Шацьк та проходить через населені пункти Вілиця, Прип'ять.

Так як автомобільна дорога Т-03-06 проходить в межах населених пунктів:

сmt. Шацьк ПК 0+00 ... ПК 9+95;

- с. Вілиця ПК 91+20 ... ПК 98+05;

- с. Прип'ять ПК 134+30 ... ПК 153+60,

то вздовж даної автомобільної дороги необхідно передбачити влаштування тротуарів або пішохідних доріжок для пішоходів на наступних ділянках відповідно:

сmt Шацьк від ПК 7+00 до ПК 9+75;

с. Вілиця – від ПК 92+40 до ПК 95+50 та від ПК 95+90 до ПК 96+95;

с. Прип'ять – від ПК 134+75 до ПК 153+60.

Крім того, в межах вулиць населених пунктів с. Вілиця та с. Прип'ять тротуари та пішохідні доріжки повністю відсутні, тому на них також необхідно передбачити влаштування тротуарів.

Даний захід дозволить запобігти виходу пішоходів на проїзну частину і тим самим покращить безпеку дорожнього руху.

Також для покращення безпеки дорожнього руху на а/д Т-03-06 необхідно забезпечити в темну пору доби функціонування вуличного освітлення. Зокрема, в межах населених пунктів сmt. Шацьк та с. Прип'ять необхідно перевірити функціонування існуючого, а в межах населеного пункту с Вілиця – влаштувати нове вуличне освітлення.



На всій протяжності даної а/д між населеними пунктами відсутні узбіччя, що негативно впливає на безпеку дорожнього руху, тому необхідно влаштувати по обидві сторони від проїзної частини узбіччя шириною 2,0 м, в тому числі укріпленого кам'яним матеріалом або асфальтобетоном шириною не менше 0,5 м.

Для покращення організації дорожнього руху на а/д Т-03-06 /Т-03-02/ - Шацьк - Вілиця - Прип'ять - Любохيني - /Т-03-08/ необхідно встановити відсутні дорожні знаки відповідно до таблиці:

1.1, 1.2 «Небезпечний поворот ліворуч», «Небезпечний поворот праворуч» на ПК 35+45, ПК 83+68, ПК 151+60 в прямому напрямку руху та ПК 153+65 в зворотному напрямку відповідно;

1.23.1 «Прилягання другорядної дороги» на ПК 139+70;

2.3, 7.8 «Головна дорога», «Напрямок головної дороги» на ПК 1+51, ПК 4+22, ПК 7+26, ПК 95+40, ПК 103+48 в прямому напрямку руху та ПК 96+10 в зворотному напрямку.

5.35.1, 5.35.2 «Пішохідний перехід» на ПК 141+55 в прямому напрямку та ПК 141+65 у зворотному;

5.41 «Місце зупинки автобуса» на ПК 94+55, ПК 143+67 в прямому напрямку та ПК 94+77 у зворотному напрямку;

5.45 «Початок населеного пункту» та 5.46 «Кінець населеного пункту» на ПК 10+02, ПК 97+93, ПК 134+30 у прямому та зворотному напрямку для позначення меж населених пунктів;

- 5.54 «Показчик напрямків» на ПК 134+15 у прямому та на ПК 134+45 у зворотному напрямку.

На автомобільній дорозі Т-03-06 /Т-03-02/ - Шацьк - Вілиця - Прип'ять - Любохيني - /Т-03-08/ є три типи дорожнього покриття. Зокрема, в межах пікетів:

- ПК 0+00 ... ПК 4+47 – асфальтобетонне;

- ПК 4+80 ... ПК 5+08, ПК 6+83 ... ПК 96+76 – бруківка;

- ПК 5+08 ... ПК 6+83, ПК 96+76 ... ПК 161+10 – піщано-щебенева.

Покриття даної автомобільної дороги в межах несеного пункту смт. Шацьк ПК 0+00 ... ПК 4+47 є в задовільному стані, проте мають місце поодинокі вибоїни в межах ПК 2+06 ... ПК 4+47 (рис.1), тому необхідно провести ямковий ремонт таких дефектів з метою запобігання подальшого руйнування дорожнього покриття та покращення безпеки руху.

В межах пікетів ПК 4+80 ... ПК 5+08 та ПК 6+83 ... ПК 96+76 влаштоване покриття і з бруківки на якому спостерігаються дефекти у вигляді вибоїн, нерівності покриття.



Рис. 1. Дефекти дорожнього покриття на ПК 2+30 а/д Т-03-06 /Т-03-02/ - Шацьк - Вілиця - Прип'ять - Любохيني - /Т-03-08/.

Також на ПК 79+25 є ділянка на якій виявлено розібране дорожнє покриття (рис.2). Для покращення стану покриття дороги, безпеки руху, зниження рівня шуму в межах населених пунктів необхідно влаштувати вирівнюючий шар та верхній шар з асфальтобетону, а також передбачити укріплення узбіччя.

В межах пікетів ПК 5+08 ... ПК 6+83, ПК 96+76 ... ПК 161+10 влаштоване щебенево-піщане покриття. Спостерігаються такі види дефектів: нерівності покриття, вибоїни. На даній ділянці необхідно передбачити ремонтні роботи по влаштуванню конструкції дорожнього одягу, із кам'яних шарів основи і двошарового асфальтобетонного покриття і укріплення узбіч.

За зробленим аналізом безпеки і організації дорожнього руху автомобільній дорозі Т-03-06 /Т-03-02/ - Шацьк - Вілиця - Прип'ять - Любохيني - /Т-03-08/ Шацького району можна зробити висновок про нестачу необхідних дорожніх знаків та відсутність розмітки, тому необхідно забезпечити організацію дорожнього руху відповідними знаками, що зазначені при аналізі.



Рис. 2. Стан дорожнього покриття на ПК 79+25 а/д Т-03-06 /Т-03-02/ - Шацьк - Вілиця - Прип'ять - Любохيني - /Т-03-08/ (вибої, викришування та злушування).

На більшості дороги стан дорожнього покриття незадовільний, присутні дефекти і деформації, що ускладнює безперервний і рівномірний рух транспортних засобів, тому необхідно виконати передбачені роботи по ремонту та реконструкції дорожнього одягу.

Майже на всій автомобільній дорозі відсутні узбіччя, що погіршує коефіцієнт аварійності. Необхідно провести роботи по влаштуванню узбіч відповідно до нормативних вимог, в тому числі передбачити укріплення частини узбіччя кам'яними матеріалами або асфальтобетоном.

1. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу : ВБН В.2.3-218-186-2004 – [Чинний від 2005-01-01]. – К.: Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2004. – 151 с. – (Стандарт Укравтодор).

2. Дорожні покриття. Методи вимірювання зчпних якостей : ДСТУ Б.В.2.3-8-2003 – К.: Держбуд України, 2003. – 25 с.

3. Ільченко В.В. Оцінка зчпних якостей дорожнього покриття за параметрами шорсткості його поверхні / В.В. Ільченко // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Випуск 68. – К., 2003. – С. 45-47.

УДК 330.341.1:628.4.032

**ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ**

**APPRAISAL OF EFFICIENCE WASTE MANAGEMENT SYSTEM**

**Дудар І.Н., д.т.н., проф., Яворовська О.В., аспірант (Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця)**

**Dudar IN, Grand PhD in (Technical) Sciences, Prof., Yavorovska O.V., PhD student (Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia)**

У статті наведено критичний аналіз існуючих методик оцінки ефективності функціонування системи поводження з твердими побутовими відходами. Представлено авторську методику оцінки ефективності системи поводження з відходами з виокремлення її якісних характеристик.

The article presents a critical analysis of existing methods for assessing the efficiency of a waste management system (WMS). The need for an analysis of the effectiveness of the system of behavior is due not only to the need to identify its "problem areas", but also the search for ways of further development of both individual elements and the system as a whole. The author's methodology for evaluating the efficiency of waste management system with the difference of its quantitative characteristics is shown in the article. The presented assessment is a graphical generalization of the system's efficiency on the basis of balancing ecological, economic and social indicators.

Ключові слова: система поводження з ТПВ, графічна модель, діагностика стану системи

Key words: waste management system, graphic model, system diagnostics

В Україні проблема поводження з твердими побутовими відходами ( далі – ТПВ) з кожним роком стає все більш гострою. Використання застарілого методу утилізації – захоронення, та

халатне утримання полігонів поширена практика у всіх містах України [1,2]. Наслідками такого поводження з ТПВ стала сьогодні екологічна криза - за оцінками експертів з ОБСЕ територія нашої країни забруднена на 94% [3].

Тому актуальним є питання аналізу ефективності існуючої системи поводження з ТПВ та виявлення проблемних питань у ній і, як наслідок проведеного аналізу, можливість удосконалення системи поводження з ТПВ у містах шляхом подолання виявлених «слабких сторін».

Аналіз останніх досліджень. Проблемою оцінки ефективності роботи системи поводження з відходами займались ряд вчених. Серед них, Білопільська О.О.[4], Довга Т.М. [5], Нурсейтов Б. Е.[6], Писаренко П.В. [7], Самойлик М.С. [7,8].

Постановка мети та задачі. Метою нашого дослідження є проведення комплексної оцінки ефективності управління системою поводження з муніципальними ТПВ на основі збалансування економічних, екологічних і соціальних критеріїв даної сфери.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети застосовували методи узагальнення, систематизації, аналізу та синтезування груп показників, які характеризують екологічний, економічний і соціальний бік системи поводження з ТПВ.

Результати досліджень. Функціонування системи поводження з муніципальними ТПВ має ряд особливостей, через що вона не може трактуватись як виробнича система, тому і її не можна оцінювати за критеріями, які використовуються в промисловості - наприклад, за оцінкою життєвого циклу (LSA). Як правило при оцінці ефективності функціонування підприємства або окремої складової (наприклад, логістичної системи чи системи управління), оцінюються виключно економічна вигода.

Методологія оцінки ефективності функціонування в останні роки стала одним з ефективних інструментів для проведення оцінки потенційних впливів від виробництва та будь якої іншої діяльності людини на навколишнє середовище.

Особливо гостро питання аналізу ефективності стоїть для муніципальних систем, оскільки, вони крім еколого – економічного впливу, несуть ще й неабияке соціальне навантаження.

Оцінка системи поводження з муніципальними ТПВ вимагає трансформації існуючих поглядів на можливість застосування традиційного інструментарію оцінки ефективності для застосування

в комунальному господарстві, зокрема при оцінці системи поводження з ТПВ .

Як правило для оцінки ефективності системи поводження з ТПВ пропонуються різного роду індекси для порівняння. При аналізі окремо для кожної складової системи, на основі яких будується узагальнюючий індекс, як просте середнє арифметичне [4,5].

Існуючі метод оцінки ефективності функціонування системи управління твердих побутових відходів враховують екологічний і соціально-економічний ефект, проте як правило економічний або екологічний аспект системи виділено ієрархічно, як домінуючий, а соціальний взагалі не враховується. На нашу думку, аналіз ефективності системи поводження з ТПВ на базі домінування екологічних чи економічних показників над соціальними не можливий, оскільки система поводження з ТПВ – це в першу чергу галузь міського господарства, яка має задовольняти потреби жителів міст чи інших населених місць, бути комфортною та соціально прийнятною для населення.

Основна частина робіт у дослідженні ефективності функціонування системи поводження з ТПВ присвячена в першу чергу аналізу фінансових показників, інші якісні і кількісні характеристики системи, а саме соціальні і екологічні критерії, вивчені частково.

Наявні дослідження, в основному, орієнтовані на оцінку ефективності бюджетних витрат, здійснюваних головними розпорядниками бюджетних коштів.

На наш погляд, існуючі методи, аналіз у яких ґрунтується на індексах не дозволяє визначити напрямок вдосконалення системи поводження з ТПВ, оскільки:

- методи не враховують соціальний аспект, який є вирішальний у функціонуванні системи;
- у запропонованих методах немає можливості наочно виявити, який з аспектів є найефективніший, а який розвинений слабо, а тому і відсутня можливість проведення моніторингу динаміки розвитку системи поводження з ТПВ конкретного міста та України в цілому;
- при приміненні цих методів практично відсутня можливість порівняння систем різних міст.

Запропонований у статті метод дає змогу комплексно оцінити ефективність системи поводження з ТПВ конкретного міста на основі збалансування економічних, екологічних і соціальних критеріїв.

Для цього ми пропонуємо оцінити три аспекти системи: екологічний, економічний та соціальний, і зобразити отриманий результат оцінки у вигляді графічної моделі - трикутника.

Графічне зображення ефективності існуючої системи поводження з ТПВ та можливість порівняння отриманого трикутника з ідеальним, в якому всі три змінні оцінені на значенні «Дуже високий» – оптимальною раціональною моделлю поводження - надасть можливість визначити стратегічні напрями розвитку та удосконалення сфери поводження з ТПВ.

В основу графічної моделі покладено побудову трикутника на трьох осях, які перетинаються. Позначимо їх як «економічна складова», «соціальна складова» і «екологічна складова». Відстань осі графічної моделі дорівнює величинам, що відображають рівень стану кожної з трьох складових сталого розвитку.

Згідно з принципами системного підходу, оцінка функціонування будь-якої системи вимагає визначення точки зору, тобто з чієї точки зору система оцінюється. Також система повинна задовольняти певним вимогам, критеріями і показниками ефективності, за допомогою яких можна оцінити задоволення вимогам альтернативних процесів або сценаріїв.

Під системою мається на увазі система управління твердими побутовими відходами. Під точкою зору мається на увазі: для економічного аспекту – принципи «Zero waste», для екологічного – екологічність полігону ТПВ або його повна відсутність, для соціального – прийнятність і зручність системи для жителів ( ми пропонуємо в першу чергу проводити опитування населення з метою виявлення оцінки соціальної складової системи). Також, звичайно, присутні додаткові точки зору, як регіональна, державна, світова, залежно від обраних екологічних і соціальних індикаторів.

Центр трикутника буде точкою відліку, або нульовою точкою, а можливі максимальні кінцеві значення будуть прагнути до ідеалу з теорії управління відходами – «нулю відходів».

Проблема «ідеальної» системи поводження з ТПВ є доволі утопічною. Звичайно, «нуля відходів» впринципі не можливо, оскільки людина у своїй діяльності постійно продукує відходи, проте намагались його досягнути при санітарній очистці міста є першочерговою задачею кожного жителя міста.

Кожен аспект графічної моделі складається з певних критеріїв (наприклад, відсоток муніципальних ТПВ, які піддаються вторинній переробці або захоронюються на полігоні). Їх пропонується оцінювати за п'ятибальною шкалою: 1 виставляється за умови задоволеністю системою або її максимального функціонування, 5 – незадоволеністю системи. Ідеальна модель умовно має всі показники на рівні 1. Поєднавши кінцеві точки між собою, отримуємо певну площину в тривимірному просторі, яка відображатиме розвиток системи поводження з відходами.

Графічний результат примінення методу на прикладі системи поводження з ТПВ у місті Вінниця представлено на рис. 1.

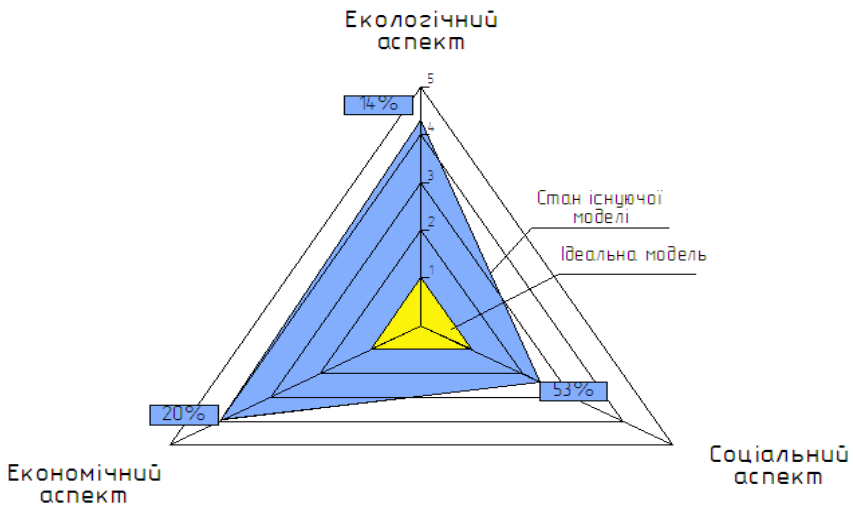


Рис. 1 – Графічна модель системи поводження з ТПВ у м. Вінниця

Далі докладніше розглянемо основні критерії, притаманні кожному з аспектів.

Критерії оцінки системи поводження з ТПВ представлено у табл.1 – 3.



Таблиця 1

Екологічні критерії для оцінки системи поводження з ТПВ

№	Критерії
Техногенний вплив полігону ТПВ на навколишнє середовище	
1	Тип полігону ТПВ
2	Час експлуатації полігону у відношенні до нормативного терміну та ступінь наповненості полігону
3	Оцінка впливу полігону ТПВ на зовнішнє середовище
Втрата ресурсного потенціалу відходів	
1	Кількість відходів, які сортуються
2	Кількість вторинних відходів, які піддаються переробці
3	Кількість органічних відходів, які компостуються

Таблиця 2

Економічні критерії для оцінки системи поводження з ТПВ

№	Критерії
Економічна ефективність	
1	Вартість утилізації відходів на 1 тону
2	Дохід від потенційно можливої вторинної сировини
3	Частка покриття витрат на обслуговування системи управління, доходами від реалізації сировини
Тарифна доцільність	
1	Розмір платежів на 1 громадянина в % від середньої заробітної платні
2	Розмір платежів на 1 громадянина в % від мінімальної заробітної платні

Таблиця 3

Соціальні критерії для оцінки системи поводження з ТПВ

№	Критерії
Соціальна прийнятність	
1	Наявність підприємства переробки ( обов'язково для міста з населенням 250 тис.чол)
2	Відсоток населення охопленого роздільним збиранням побутових відходів, %
3	Проведення заходів екологічного виховання
Соціальна рівність	
1	Відсоток паспортизованих місць видалення відходів
2	Кількість майданчиків первинного збору ТПВ
3	Кількість суб'єктів підприємницької діяльності, що здійснюють збирання, заготівлю відходів як вторинної сировини ( нормативно 1 об'єкт на 20 тис. жителів)

При складанні оцінки ідеальної моделі поводження з ТПВ, ми опирались на:

- Директиву 2008/98/ЄС про відходи (рамкову), згідно якої встановлені базові орієнтири: - інтеграція завдань захисту довкілля та здоров'я людей із заходами по максимальному використанню ресурсного потенціалу відходів; - встановлення ієрархії пріоритетів щодо поводження з відходами: а) запобігання (утворенню); б) підготовка до повторного використання; в) рециклінг (перероблення); г) інша утилізація, зокрема, енергетичне відновлення; д) видалення (захоронення) [9].

- Директиву 1999/31/ЄС про захоронення відходів, яка передбачає: попередження чи зменшення шкідливих наслідків захоронення відходів для довкілля і ризику для здоров'я людини; зменшення захоронення відходів; посилення фінансових гарантій [10].

- Концепцію Ради Грінпіса « Zero Waste» ( автор Робін Мюррей), яка полягає у поверненні відходів до циклу виробництва, організації кругообігу речовин, що використовуються у технологічних циклах. Вона передбачає кардинальну зміну погляду суспільства на відходи виробництва і споживання, перехід від розгляду їх як шкідливих забруднюючих речовин, які необхідно ізолювати і контролювати, до потенційних дешевих джерел корисних елементів, матеріалів та енергії.

- Методологію, розроблену при реалізації дослідницького проекту "The Use of LCA (Life Cycle Assessment) Tools for the Development of Integrated Waste Management (IWM) in rapid growing economies" провідними університетами Європи, у якій можна проаналізувати систему поводження з ТПВ за економічно – екологічними критеріями, змінюючи основні параметри системи.

- Містобудівні документи України, серед яких необхідно виділити ДБН 360-92\*\*[11], у якому зазначено необхідна кількість пунктів для прийому вторинної сировини, кількість контейнерів, регламентовано основні відстані до об'єктів системи поводження з ТПВ, інтенсивність вивезення відходів, що регламентує соціальну зручність системи поводження з ТПВ.

Так проаналізувавши дані документи ми прийшли до висновку, що ідеальна модель з трьома складовими передбачає принципи:

- Для економічної складової це означає, що 100% відходів, що утворюються переробляються і повертаються у виробничі цикли, без додаткових субсидій і за допомогою населення.

- Для екологічної, зменшення екологічного навантаження і викидів шкідливих речовин.

- Соціальна складова матиме максимальний результат за умови, що система поводження з муніципальними ТПВ є соціальноприйнятною (доступною) та соціальнорівною (рівний розподіл користі і шкоди від систем поводження відходами між жителями міста).

Пропонована нами модель може бути поліпшена шляхом додавання в неї більшої кількості індексів та критеріїв. Чим більше матеріалу буде накопичено в рамках даної моделі, тим більша вірогідність отриманих істинних результатів буде досягнута. Таким чином, будь яка зміна буде впливати на стан системи.

#### Висновки

- У статті було проаналізовано існуючі методи оцінки ефективності роботи системи з ТПВ у містах. Виявлені основні тенденції.

- Обґрунтовано необхідність створення методики оцінки ефективності системи з ТПВ з врахуванням потреб містян.

- Вперше запропоновано графічну модель аналізу поводження з ТПВ. Систему було розроблено на основі збалансування за економічними, екологічними та соціальними критеріями. Складена наочна модель системи дає змогу порівняти існуючий стан системи з умовним «ідеалом» і визначити перспективні шляхи удосконалення та розвитку системи поводження з ТПВ у місті.

1. Дудар І.Н. Проблеми збирання та переробки сміття в містах / І.Н. Дудар, О.М. Смоляк // Містобудування та територіальне планування. – 2006. – № 24. – С.35-39.

2. Яворовська О.В. Організаційно економічне забезпечення поводження з ТПВ у малих містах України / О.В. Яворовська// Сучасні проблеми архітектури та містобудування. – 2014. – № 35. – С.308-313.

3. В Україні 94% території забруднено. [Електронний ресурс] // Українська правда. – 2007. Режим доступу до ресурсу:

<http://www.pravda.com.ua/articles/2007/03/7/7111133/>

4. Білопільська О.О. Еколого-економічні основи управління системою поводження з твердими побутовими відходами: дисертація на здобуття наукового ступеня канд. екон. наук / О.О. Білопільська; Наук. кер. С.М. Фролов. - Суми: СумДУ, 2014. - 246 с. – СумДУ

5. Еколого–економічна оцінка рециклінгу твердих побутових відходів в Україні на шляху до сталого розвитку / Т. М. Довга // Формування ринкових відносин в Україні. - 2012. - № 11. - С. 57-62.

6. Нурсеитов Б. Е. Эколого-экономическая эффективность переработки твердых бытовых отходов: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. эк. наук: спец. 08.00.19 «Экономика природопользования и охрана окружающей среды» / Б. Е. Нурсеитов. – Алматы, 2009. – 28 с.

7. Писаренко П.В. Еколого-енергетична оцінка життєвого циклу твердих відходів на регіональному рівні / П. В. Писаренко, М. С. Самойлік // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. - 2014. - Вип. 200(1). - С. 267-275.

8. Самойлік М.С. Комплексна оцінка ефективності регіональних систем поводження з твердими відходами / М. С. Самойлік // Бізнес Інформ. - 2014. - № 4. - С. 220-226.

9. Directive 2008/98/EC of the European parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives / [ Електронний ресурс ] .– Official Journal of the European Union. – L 312/3 // Режим доступу до журн.: <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN>

10. Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste. Official Journal L 182 , 16/07/1999 P. 0001 - 0019. COUNCIL DIRECTIVE 1999/31/EC.

11. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень ДБН 360-92\*\* — [Чинний від 1992-04- 17]. - К.: Держком-містобудування, 1992 р., 142 с. — (Національний стандарт України).

УДК 721.058.2.

**ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ  
АРХИТЕКТУРЫ «КАМПУСОВ»**

**INNOVATIVE ASPECTS OF CAMPUSES ARCHITECTURE  
DEVELOPMENT**

**Захаревская Н.С., старший преподаватель кафедры архитектуры зданий и сооружений, Снядовская Т.Ю., студентка Архитектурно-художественного института (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина)**

**Zakharevskaya N.S., senior lecturer of the Department of Architecture of Buildings and Structures, Snyadovskaya T.Y., student of the Institute of Architecture and Art (Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine)**

У статті розглядаються та аналізуються історичні аспекти та архітектурно-містобудівні особливості формування та розвитку студентських містечок («кампусів») у світі. Досліджено сучасний стан розвитку архітектури студентських містечок в Україні та їх об'єднання з ІТ парками.

The article considers and analyzes historical aspects and architectural and town-planning features of the formation and development of student campuses in the world. Nowadays situation of student campuses in Ukraine and their unification with IT parks was studied. The attractiveness of universities for students is a complex component that includes a career perspective that provides the university, living conditions and space organization that meets European educational standards. The results of research on this topic will form the basis of scientific articles and masters works. Studying the tendencies in the development of the architecture of campuses and the analysis of innovations in their organization and design will make it possible to raise the national objects of the higher education system to a more modern level.

Ключевые слова: архитектура, градостроительство, студенческий городок, кампус.

Keywords: architecture, town-planning, student cities, campus.

После принятия в 2003 году Болонской конвенции, Украине необходимы структурные изменения в системе организации среды ВУЗов. Возникла потребность в создании единого пространства высшего образования, условий для свободного перемещения студентов, преподавателей. В связи с этим поднимаются вопросы повышения качества образовательных услуг, улучшения качества учебного процесса, условий проживания, как для своих студентов, так и для иностранных слушателей. Для решения этих проблем украинским ВУЗам необходима сильная материальная база.

В литературе по архитектуре и градостроительству исследуемый вопрос освещен достаточно пространно. Авторы анализировали материалы исторических статей и Интернет ресурсов, выполняли натурные обследования «кампусов» Оксфорда, Кембриджа, Марселя и Львова.

Цель статьи. Выявить проблемы и наметить перспективы проектирования и строительства новых объектов образование в Украине.

Задачи работы. Рассмотреть исторические аспекты формирования студенческих городков в мире. Исследовать современное состояние студенческих городков в Украине. Изучить инновационные аспекты градостроительного формирования «кампусов» при слиянии их с IT парками.

В развитых странах мира строительство новых объектов образования, организация «кампусов» получили массовое развитие. «Кампус» – это студенческий город вокруг учебного заведения. Здесь располагаются студенческие общежития, научно-исследовательские центры, учебные корпуса, библиотеки, спортивные сооружения, дискотеки, магазины кафе и бары. Термин «кампус» (англ.- campus). Дословный перевод – «поле» [1]. В 18 веке в Великобритании активно начали открываться новые университеты. Это обстоятельство сделало высшее образование более доступным. По-прежнему имело место классовое неравенство, но учиться теперь могли и дети из среднего и низшего классов. Появление «кампусов» не только увеличило количество учащихся высших учебных заведений, но и позволило ввести новые специальности, курсы, расширить диапазон изучаемых предметов.. «Старые» университеты сначала неодобрительно относились к

строительству студенческих городков. Однако в настоящее время большинство элитных учебных заведений имеют «кампусы». «Кампусы» необходимо отличать от коллегияльного университета. Последний имеет ряд корпусов или колледжей, относительно независимых или зависимых от центральной администрации университета. Эти отдельные здания могут быть сосредоточены в одном месте города или в разных. Примеры коллегияльных университетов – Кембриджский университет или Оксфордский университет, Великобритания [2].

Университетские «кампусы» элитных учебных заведений занимают огромные площади, от ста акров. Их территории украшают парками, фонтанами, архитектурными композициями. Такие «кампусы» привлекают не только студентов, но и туристов со всего мира. Ведущие архитекторы и дизайнеры по просьбе журнала Forbes назвали самые красивые «кампусы» в мире [3].

Университет Стэнфорд, Калифорния, США. Университет не относится к числу консервативных вузов по части обустройства: в нем сочетаются современные элементы с вечно элегантной эстетикой испано-колониальной архитектуры, известной также как Mission Revival. В «кампусе» есть пальмовая аллея, крыши из красной черепицы и несметное количество лужаек (рис.1,2).

Тринити-колледж, Ирландия. Тринити часто называют более гуманной версией Оксфорда. Самое известное место в «кампусе» — старая библиотека, которая была создана еще при королеве Елизавете в 1592 году (рис.3,4).

Академия ВВС, США. Постройки покрыты алюминием и напоминают крылья самолетов, а Кадетская Часовня напоминает фантастический летательный аппарат. Это здание с семнадцатью шпилями спроектировано так, что в ней могут проводиться религиозные службы разных конфессий (рис. 5,6).

В список наиболее интересных студенческих городков мира также вошли: Принстонский университет, Нью-Джерси, США; Колледж Скриппс; Университет Цинхуа, Китай; Калифорнийский университет, США; Университет Цинциннати, США; Университет Вирджинии, США; Болонский Университет, Италия; Колледж Уэллсли, США; Йельский университет, США (рис.7,8).

Также интересно подробно изучить студенческий город Люмини под Марселем, который построен в 1969 г. на весьма

неблагоприятном участке площадью 15 га, где была построена Национальная школа искусств и архитектуры [4]



Рис.1. Стэнфордский университет, Калифорния, США. Основной вход

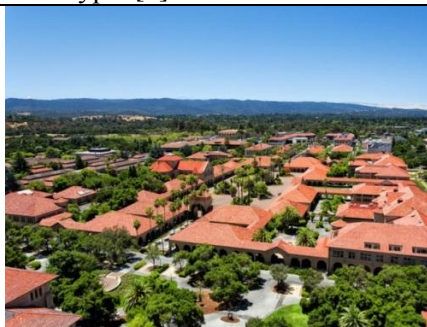


Рис.2. Стэнфордский университет, Калифорния, США



Рис. 3. Тринити колледж. Дублин. Ирландия. Современные элементы застройки



Рис. 4. Тринити колледж. Дублин. Ирландия

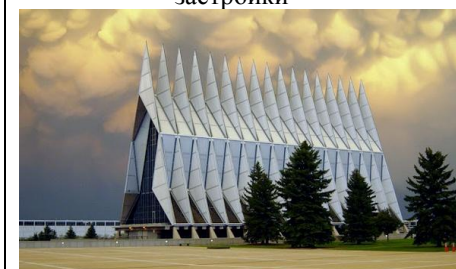


Рис. 5. Кадетская часовня Академии ВВС. США

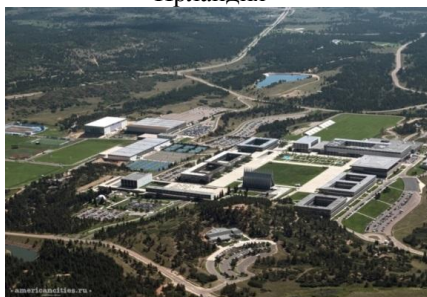


Рис. 6. Академия ВВС. США. Общий вид





Рис. 7. Йельський університет. США.  
Вид сверху



Рис. 8. Йельський університет.  
США

Современным примером проектирования и строительства «кампуса» в Украине может служить студенческий городок Украинского католического университета во Львове, строительство которого планируется окончить до 2025 года. Для жителей Львова обещают открыть значительную часть его объектов: уникальный трёхъярусный храм, библиотеку, галерею, кафе, столовую и гостиницу. Кроме того, генеральным планом предусмотрено строительство музеев, информационного и конференц - центров. Особенностью строений городка станет широкое использование стеклянных элементов для крыш, система естественной вентиляции, плановое использование дождевой воды для парковых площадей, а также «зеленая» крыша в многофункциональном академическом корпусе (рис. 10, 11,12,13).

Необходимо отметить современную тенденцию, проявившуюся как раз при проектировании кампуса Украинского Католического университета - объединение территории студенческого городка с IT Park. Начало осуществления инновационного для Украины проекта – сентябрь 2017 г. Многогранность IT Park обеспечит повышенный комфорт для всех работающих, т.к. они смогут пользоваться большим перечнем возможностей: новые офисы класса А (82295 м<sup>2</sup>); современный кампус университета и лаборатории, в которых студенты будут проводить эксперименты в IT- сфере; конференц-залы; гостиницы (5700 м<sup>2</sup>) и апартаменты под аренду; торговый цент, спортивные зоны (фитнес зал) и зоны питания (12896 м<sup>2</sup>); детский садик (2000 м<sup>2</sup>); 3167 парко мест.



Рис. 10. Генеральний план Українського Католицького Університету в г. Львов. Україна



Рис. 11. Студенцький колегиум - общежитие



Рис. 12. Проект бібліотеки



Рис.13. Фрагмент входу багатофункціонального здания

Проектом передбачено забезпечити молодих спеціалістів найкращими умовами для розвитку. IT Park стане платформою, де студенти зможуть взаємодіяти з ученими і професіоналами в ІТ-сфері. На базі кампуса будуть розпоряджатися технічні лабораторії, бібліотеки, ко-воркінги і громадські зони, де студенти зможуть навчатися і брати участь в воркшопі. Також студенти будуть мати доступ до спорт-клубів, кафетерій і всіх сервісів, які будуть на території парку. Філософія IT Park складається в тому, що все повинно бути поруч. Щоб студенти і викладачі могли тут жити, працювати і

учиться, отдыхать и самообразовываться, питаться и пользоваться десятками услуг и сервисов (рис. 14,15) [5].



Рис.14. IT- факультет Украинского католического университета. Кампус в составе IT Park. Львов



Рис. 15. IT Park. Львов

Выводы. Привлекательность вузов для студентов - это комплексная компонента, которая включает перспективу для карьеры, предоставляющая университетом, бытовые условия и организация пространства, соответствующая европейским образовательным стандартам. При всем разнообразии проектных решений современных жилых студенческих комплексов четко прослеживаются некоторые общие закономерности и тенденции. Современные зарубежные студенческие городки отличает большое разнообразие функционально-планировочных решений, как на

уровне генплана, так и в рамках отдельной жилой ячейки. Зарубежные примеры демонстрируют большой ассортимент культурно-бытовых учреждений, учреждений для проведения досуга, площадок для занятий спортом. Характерной чертой для всей современной западной архитектуры является гибкость, "открытость" композиции, дающая возможность расширения, изменения и реорганизации в дальнейшем. Каждый студенческий комплекс имеет выразительный архитектурно-пространственный облик, решенный в рамках проектной идеи. На первый план выходит создание и сохранение малого личного пространства каждого студента, отражающее его интересы и потребности и способствующее его гармоничному успешному развитию. Изучение тенденций развития архитектуры студенческих городков и анализ новаций в их организации и проектировании позволит поднять на более современный уровень отечественные объекты системы высшего образования. Объединение кампусов с IT Park – новый аспект в градостроительном развитии учебно-образовательного пространства - требует дальнейшего изучения и развития. Результаты исследования по данной теме лягут в основу научных статей и магистерской работы.

1. М.З. Згурский. Болонский процесс – структурная реформа высшего образования на европейском пространстве. Режим доступа: [kpi.ua/ru/node/7228](http://kpi.ua/ru/node/7228).

2. Википедия. Кампус (англ. – campus) – Освіта.УА.Глоссарий. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>.

3. Самые красивые кампусы в мире. Trinity College Dublin. Теории и практики. Dina Vatu 27 декабря 2011. Архитектура, кампус, университет. Режим доступа: <https://theoryandpractice.ru/posts/3759-samye-krasivye-kampusy-v-mire>.

4. Соловьев Н.К., Турчин В.С., Фирсанов В.М. Современная архитектура Франции. М.- Стройиздат, 1981, 302 с.

5. IT Park во Львове. Режим доступа: [itcluster.lviv.ua/projects/it-park](http://itcluster.lviv.ua/projects/it-park).

УДК 624.21.004.69

**ПРОСТОРОВИЙ РОЗРАХУНОК КОМБІНОВАНИХ  
ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИХ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ  
ШПРЕНГЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**A SPATIAL CALCULATION OF COMBINEED PREVIOUSLY  
SPRENDED STEEL-BASED CONCRETE SPROGENER  
CONSTRUCTIONS**

**Іваник І.Г., к.т.н., доцент (Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів), Іваник Ю.І., к.т.н., асистент (Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів)**

**Ivanyk I.G., Ph.D., Associate Professor (National University "Lviv Polytechnic", Lviv), Ivanyk Yu.I., Ph.D., assistant (National University "Lviv Polytechnic", Lviv)**

Розроблений просторовий розрахунок сталезалізобетонних комбінованих попередньо напружених шпренгельних конструкцій дав можливість запроєктувати систему, несуча здатність якої є більшою за аналогічні конструкції на стадії виготовлення та дії експлуатаційних навантажень.

The proposed method of calculation takes into account the phased construction work at manufacturing stages and loads. The first stage involves the calculation of optimal parameters of a metal statically indeterminate combination spregnel design at the design stage as a metal structure, taking into account the adjustment of forces in its elements by tightening the lower suspension. The second stage includes the calculation of a steel-concrete structure, taking into account the previous tension in its elements. The next stage is the calculation of a combined pre-stressed steel-reinforced concrete rod construction when loaded with a constant and useful load. On the basis of mathematical model, the strength and deformation of structural elements under loads are theoretically investigated, optimal parameters of metallic statically indeterminate pre-stressed combined spregnel constructions are calculated in complex stress-strain state.

Ключові слова: комбіновані системи, рівняння зусиль і переміщень, лінійні алгебраїчні рівняння, шпренгельні конструкції, попереднє напруження.

Keywords: combined system equation efforts and displacements, linear algebraic equations, trussing the design, pre-tension.

**Вступ.** Застосування комбінованих сталезалізобетонних конструкцій в будівництві дає можливість зменшити витрати бетону й сталі порівняно з аналогічними запроєктованими залізобетонними чи металевими конструкціями [1-3]. Особливістю запропонованих конструкцій, як показують проведені теоретичні та еспериментальні дослідження, є те, що по довжинах ділянок верхні сталезалізобетонні елементи сприймають зусилля стиску і згину, а елементи підвіски сприймають зусилля розтягу або стиску (рис.1).

Впровадження комбінованих сталезалізобетонних шпренгельних систем при будівництві будівель та споруд невід'ємно пов'язані з проблемами їх розрахунку. Методи розрахунку комбінованих попередньо напружених сталезалізобетонних шпренгельних конструкцій значно відстають від методів розрахунку залізобетонних, металевих чи сталезалізобетонних елементів. З метою підвищення ефективності та більш широкого розповсюдження попередньо напружених шпренгельних конструкцій ПНШК необхідне подальше вдосконалення теорії й методів їх розрахунку.

Для ефективної роботи таких конструкцій необхідно визначити їх раціональні геометричні характеристики, міцність та деформативність елементів.

Запропонований метод розрахунку враховує поетапну роботу конструкції на стадіях виготовлення і дії експлуатаційних навантажень.

Перший етап передбачає розрахунок оптимальних параметрів металевої статично невизначеної комбінованої шпренгельної конструкції на стадії проектування як металевої конструкції з врахуванням регулювання зусиль в її елементах (балці жорсткості) за допомогою затяжки нижньої підвіски.

Другий етап включає в себе розрахунок як сталезалізобетонної конструкції з врахуванням попереднього напруження в її елементах.

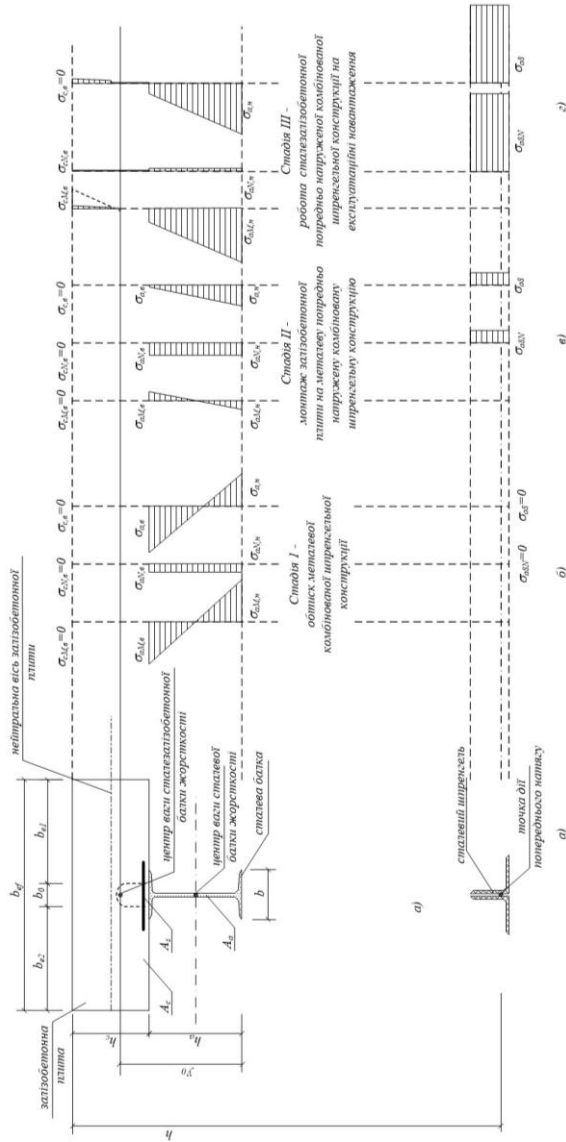


Рис. 1. Епюри напружень при різних стадіях навантаження балки жорсткості: а) розрахункова схема сталезалізобетонного перерізу; б) епюра напружень у першій стадії; в) епюра напружень у другій стадії; г) епюра напружень у третій стадії.



Наступний етап – розрахунок комбінованої попередньо напруженої сталезалізобетонної шпренгельної конструкції при завантаженні постійним і корисним навантаженням.

**Постановка задачі.** Сталезалізобетонну комбіновану попередньо напружену шпренгельну конструкцію, зображену на рис.2, при розрахунку замінимо спрощеною дискретною фізичною моделлю у вигляді стержневої статично невизначеної системи, елементи якої представляють геометричні осі сталезалізобетонної балки, уявно розчленованої залізобетонної плити і підвіски, жорсткість яких у статичній схемі відповідає їхнім фактичним жорсткостям (рис.3).



Рис. 2. Просторова сталезалізобетонна комбінована попередньо напружена шпренгельна конструкція

Розглянемо сталезалізобетонну конструкцію, що складається з  $n_1=2$  поздовжніх металевих статично невизначених комбінованих попередньо напружених шпренгельних конструкцій, які об'єднані в сумісну просторову роботу за допомогою монолітної залізобетонної плити розмірами  $B \times A = 3 \times 6$  м (рис.3). Також уявно розділимо плиту в поперечному напрямку на окремі  $m_j = j$  ( $j=1, \dots, k$ ) частини відповідних розмірів. Таким чином отримуємо просторову перехресно ребристу комбіновану попередньо напружену сталезалізобетонну шпренгельну конструкцію, яка складається: а) в поздовжньому напрямі  $OX$  з двох попередньо напружених сталезалізобетонних балок і попередньо напруженої залізобетонної балки; б) в поперечному напрямку  $OY$  з  $m = 7$  залізобетонних балок.

Математична модель металеві статично невизначеної комбінованої шпренгельної конструкції (МШК). Окремо взята комбінована металева шпренгельна конструкція, що складається з балки жорсткості і елементів ферми, завантажена зосередженим вузловим навантаженням  $P = q_1 * d_1 * l_i$  (рис.4).



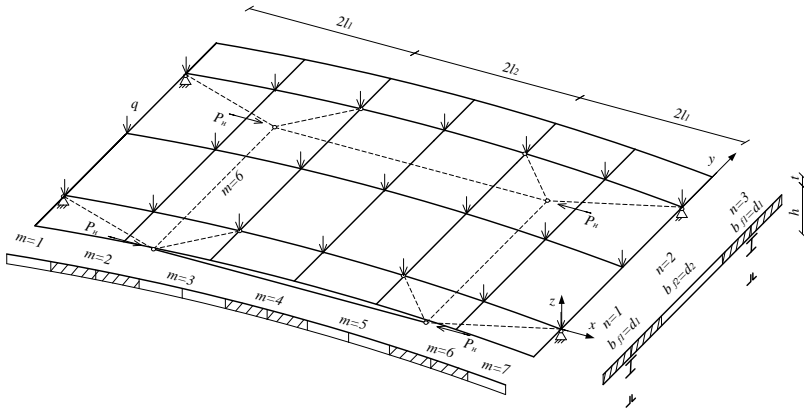


Рис. 3. Дискретна фізична модель просторової комбінованої попередньо напруженої сталезалізобетонної шпренгельної конструкції

У розрахунковій схемі від дії одиночного моменту, прикладеного в вузлі  $n$  балки, виникають пружні реакції  $I/l_{n-1}$  і  $I/l_n$ , які передаються на суміжні вузли  $n-1, \dots, n+1$  балки, від дії яких виникають поздовжні сили  $N_u$  в усіх елементах комбінованої конструкції (рис.4).

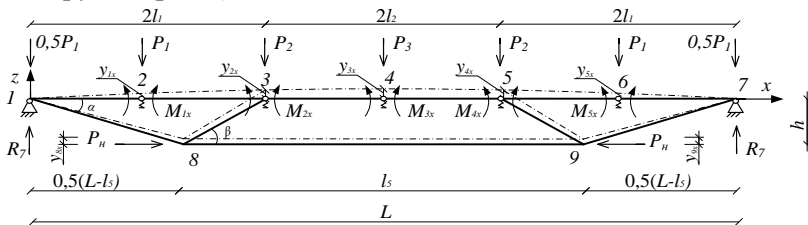


Рис. 4. Розрахункова схема комбінованої сталезалізобетонної попередньо напруженої шпренгельної балки (ПНШК)

Для пружно-просідаючого вузла  $w_{i,j}$  в напрямку осі  $OX$  з врахуванням сумісної дії згинальних моментів, поздовжніх, поперечних і обтискаючих сил рівняння має наступний вигляд:

$$\Delta_{xi-2,j} X_{xi-2,j} + \Delta_{xi-1,j} X_{xi-1,j} + \Delta_{xi,j} X_{xi,j} + \Delta_{xi+1,j} X_{xi+1,j} + \dots + \Delta_{i,j} P = 0, \quad (1)$$

а в напрямку осі  $OY$  з врахуванням лише дії згинальних моментів і поперечних сил:

$$\Delta_{yj-2,i} X_{yj-2,i} + \Delta_{yj-1,i} X_{yj-1,i} + \Delta_{yj,i} X_{yj,i} + \Delta_{yj+1,i} X_{yj+1,i} + \dots + \Delta_{j,i} P = 0. \quad (2)$$

В поперечному напрямі розрахункова схема балки матиме вигляд (рис.5):

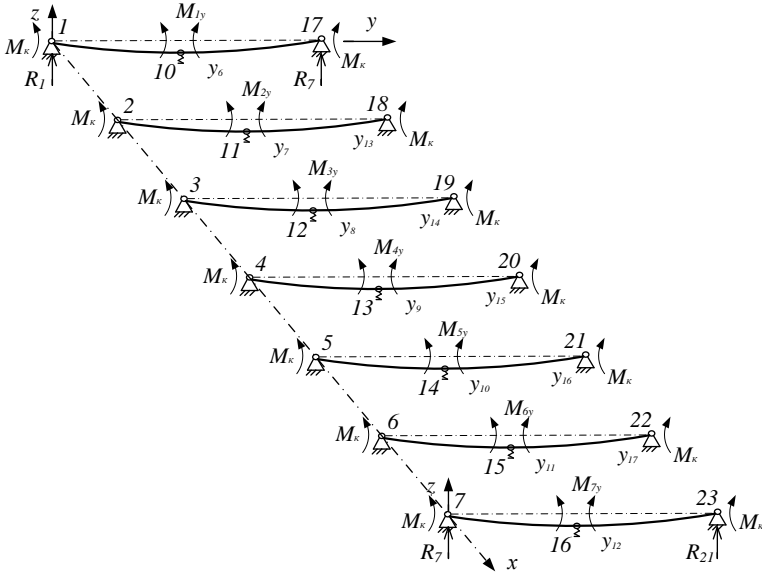


Рис.5. Розрахункова схема залізобетонних поперечних балок

Рівняння нерозривності деформацій (1), (2) відображають взаємозалежність невідомих згинальних моментів по довжині балки жорсткості, відкинутих невідомих поздовжніх сил у відкосах шпренгельної системи та вертикальних переміщень всіх вузлів комбінованої конструкції. До рівнянь нерозривності деформацій (1), (2), яких недостатньо для знаходження невідомих  $X$  і  $U$ , додаємо рівняння статки, які знаходимо з рівноваги панелей і вузлів ферми.

Отримані рівняння нерозривності деформацій (1), (2) і статки формують систему лінійних алгебраїчних рівнянь, достатньої для знаходження невідомих згинальних моментів  $M_i$  ( $i=1, \dots, 5$ ), прогинів  $y_j$  ( $j=1, \dots, 7$ ) і поздовжніх сил  $N_u$  ( $u=1, \dots, 8$ ).

Коефіцієнти при невідомих рівнянь  $i$ -тих зусиль (1), (2), наприклад, запишуться у вигляді:

$$\delta_{11} = \frac{2l_1}{3EI_1} - \mu \frac{2}{l_1 6A_1} + \frac{2\bar{N}_{11}^2 l_1}{6EA_1} + \frac{2\bar{N}_{12}^2 l_2}{6EA_2} + \frac{2\bar{N}_{13}^2 l_1}{6EA_3} + \frac{\bar{N}_{14}^2 h}{6 \sin \alpha EA_4} + \frac{\bar{N}_{15}^2 h}{6 \sin \beta EA_5} + \frac{\bar{N}_{16}^2 h}{6 \sin \beta EA_6} + \frac{\bar{N}_{17}^2 h}{6 \sin \alpha EA_7} + \frac{\bar{N}_{18}^2 (l - 2h \times ctg \alpha)}{6EA_4} \quad (3)$$

де  $\bar{N}_{ij}$  – величини поздовжніх сил від дії одиничних моментів у вузлах балки металевої комбінованої шпренгельної конструкції.

На основі розробленої математичної методики розрахунку комбінованої конструкції складений алгоритм і програма розрахунку на ЕОМ.

Розв'язок скінченної системи лінійних алгебраїчних рівнянь передбачає одержання розподілу параметрів напружено-деформованого стану елементів просторової конструкції під дією зовнішнього навантаження.

Умовою розв'язку системи лінійних алгебраїчних рівнянь є: - рівнонапружений стан елементів балки жорсткості статично невизначеної конструкції: а)  $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_4 = \sigma_5$ ; б) величини отриманих напружень не перевищують розрахункового опору сталі  $\sigma_i \leq R_y$ ; в) максимальний прогин конструкції не перевищує допустимих нормами прогинів  $f_i \leq [f]$ .

Розроблена математична модель комбінованої конструкції задовільняє трьом групам умов:

- умовам рівноваги ( $\sum X_{i,j} = 0$ ;  $\sum Z_{i,j} = 0$ ;  $\sum M_{i,j} = 0$ ). В матричній формі рівняння статки представлені у вигляді:

$$/A / \{N, M\} = \{F, q\}, \quad (4)$$

- умовам сумісності деформацій, що аналітично пов'язують деформації стержнів і переміщення вузлів системи. Матричний вигляд рівнянь запишеться як:

$$\{\Delta\} = /A /^T \{u\}, \quad (5)$$

- фізичним умовам, які пов'язують зусилля і деформації. В матричній формі фізичні рівняння представлені у вигляді:

$$\{N, M\} = /K / \{\Delta\}. \quad (6)$$

Враховуючи результати проведених теоретичних досліджень, розроблено статично невизначену комбіновану конструкцію, показану на рис.6. Процентне відношення ваги балки жорсткості МШК до ваги конструкції в цілому становить 66, 3%.

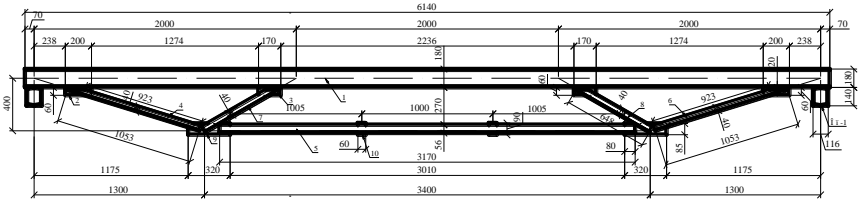


Рис.7. Металева комбінована статично невизначена шпренгельна конструкція, отримана згідно теоретичних досліджень на основі рівнонапруженого стану

За результатами проведених теоретичних досліджень встановлено:

- розрахунок комбінованої конструкції як сталезалізобетонної з врахуванням просторової роботи показує, що резерв несучої здатності в порівнянні з розрахунком в двохосному напруженому стані становить 16%;

- недонапруження перетинів сталезалізобетонної конструкції в порівнянні з металевими дає можливість зменшити величину прокату балки жорсткості на 25%.

[1]. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2009. Національний стандарт України. – Мінрегіонбуд України. – К., 2009. – (Нормативний документ Мінрегіонбуду України). – 71 с.

[2]. Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. Друга редакція (остаточна): ДБН В.2.6-163:2010. – Мінрегіонбуд України. – К., 2010. – (Нормативний документ Мінрегіонбуду України). – 127 с.

[3]. ДБН В.2.6-160:2010. Конструкції будинків і споруд. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення (Текст) : чинний з 2011-09-01. - К.: Мінрегіонбуд України, 2011. - 55 с.

[4]. Кваша В.Г., Іваник І.Г. Інженерний метод просторового розрахунку плитно-ребристих залізобетонних систем. Проблеми теорії і практики залізобетону / В.Г.Кваша, І.Г.Іваник// Ювілейна науково-технічна конференція, присвячена 100-річчю від дня народження д.т.н., проф. М.С.Торяника: зб. наук. статей. - Полтавський ДТУ ім. Кондратюка.-Полтава, 29-31 жовтня 1997 р. – с.186-189.

УДК 712.253, 712.41

**РЕКОНСТРУКЦІЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПАРКУ КУЛЬТУРИ ТА  
ВІДПОЧИНКУ У М. ЛЮБЕШІВ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**RECONSTRUCTION OF THE CENTRAL PARK OF  
CULTURE AND RECREATION IN LUXURY LIVES OF THE  
VOLYN REGION**

**Ільчук Н.І. к.т.н., доц., Мартин О.Д., магістр (Луцький НТУ, м. Луцьк)**

**Ichuk N.I. Ph.D., senior lecturer, Martun O.D. master's degree (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

У статті проаналізовано існуючий стан центрального парку відпочинку м. Любешів Волинської області. Наведено основні проблеми даної території, перспективи можливої реконструкції. Проведено аналіз та зонування території із врахуванням загальної тенденції розвитку парків культури та відпочинку малих та середніх міст України.

The article analyzes the existing state of the central recreation park of the city of Lyubeshiv in the Volyn region. The main problems of this territory, prospects for possible reconstruction are presented. The analysis and zoning of the territory were taken into account taking into account the general trend of the development of the parks of culture and recreation of small and medium-sized cities of Ukraine.

**Ключові слова:** парк, зелені насадження, благоустрій, ігрові майданчики, територія розваг, споруди.

**Keywords:** park, green plantations, landscaping, playgrounds, entertainment area, buildings.

На початку 18 століття на одній з кращих площ містечка був збудований розкішний двоповерховий палац князя Вишневського і було закладено парк. Від замку залишилися лише брама, яка є пам'яткою архітектури 18 століття. А старовинний парк є гордістю любешівців. З кожним роком він благоустроюється. Сьогодні це

прекрасне місце відпочинку та проведення масових народних гулянь, свят, спортивних змагань.

Метою реконструкції території парку є створення і покращення ландшафтного середовища, враховуючи вже існуючий сформований ландшафт і існуюче функціональне зонування. При функціональному зонуванні врахувати існуючі недоліки парку і доповнити та покращити існуючі зони парку. В функціональних зонах розміщуються різноманітні площадки, споруди, обладнання та інші малі архітектурні форми. Парковий ландшафт формується відповідно до вимог різних форм відпочинку, досягнення високого рівня благоустрою зон відпочинку і пейзажних мальовничих зон тихого відпочинку.

В ідею реконструкції території парку закладені такі основні функції: відпочинок, творчість, оздоровлення, екологія, естетика та інші.

Особлива увага надається дітям, молоді із задоволенням різноманітних смаків і потреб. Передбачений комфортний відпочинок, розваги, естетична насолода від відвідування парку та безпечність проведення там часу.

В парку культури та відпочинку передбачено розміщення ряду будівель, споруд, малих архітектурних форм та елементів благоустрою: квітники, альтанки, лавки, майданчики для дітей з набором відповідного обладнання, набережна, пляж та інше.

Любешівський район є одним із найвологіших районів Полісся, його природні умови типові для Поліської зони і характеризуються помірно вологим кліматом з порівняно прохолодним літом і м'якими, часто нестійкими зимами. Середньорічна температура становить + 7 °С, січня — -4.8 °С. липня — + 18,2 °С. Абсолютний максимум температури повітря +36,9 °С (10.08.1992), абсолютний мінімум -37,2 °С (12.01.1950). Сума річних опадів в середньому становить 501 мм, за вегетаційний період випадає 330–380 мм.

Рівень ґрунтових вод 0,5-0,8 м. Максимальний рівень ґрунтових вод відповідає рівню води в річці.

За даними Волинського Гідрометеоцентру максимальний рівень води в паводковий період (7.03-27.04), при цьому середня швидкість течії р. Стохід становить 0,62 м/с.

Територія парку розташована в м. Любешів по вул. Береговій. Ділянка межує:

Північний-захід – вул. Берегова,

Південний-схід – р. Стохід,  
Південний-захід – вул. Бондаренка,  
Північ – вул. Берегова.

На території парку знаходиться громадська вбиральня в належному стані, спортивні споруди, такі як футбольне поле, поле для тенісу. Знаходиться архітектурна пам'ятка 18 століття., така як палац князя Вишневського.

Ділянка парку вже озеленена трав'яними чагарниковими і кущовими насадженнями та деревами і має деякі малі архітектурні форми. Деякі з них потребують реконструкції або повній ліквідації і заміні на нові. Транспортний доступ забезпечується з вул. Берегової та вул. Бондаренка. Проектом на території парку передбачено зведення альтанок, майданчика для тимчасової стоянки автомобілів, парку атракціонів, пляжної зони для відпочинку, зони дитячих майданчиків. Благоустрій ділянки виконується з врахуванням потреб населення (як дорослих, так і дітей).

Для забезпечення зручності передбачено влаштування малих архітектурних форм: ліхтарі, урни для сміття.

Озеленення парку формується згідно з його основними функціями, а саме: відпочинок, виховання, естетична насолода, творчість, екологія. Зеленим насадженням відводиться основна роль. Також максимально намагаємось зберегти існуючі зелені насадження парку, а хворі і пошкоджені дерева зрізуємо, а з стовбурів цих дерев вирізаємо малі архітектурні форми, які естетично вписуються в благоустрій території.

Генеральний план реконструкції парку виконано на топографічній підоснові М 1:1000. На ділянці виконується комплексний благоустрій та озеленення території парку. Архітектурно-планувальне рішення запроєктованого парку прийнято з врахуванням вимог ДБН 360-92\*\*

На час реконструкції територія парку являється вільною від забудови. На територію передбачається в'їзд з вул. Берегової та Бондаренка.

Автостоянки виконують асфальтобетонним покриттям, доріжки та майданчики-тротуарною плиткою типу «Фалка»

Вільні від забудови та покриття території засіваються багаторічними травами, насаджуються дерева і кущі.

Показники по генплану: площа ділянки 20,51 га, площа забудови 1,3 га, відсоток забудови 6,34 %, площа покриття 2,4 га,

площа озеленення 16,81 га, відсоток озеленення 81,96%.

Рішення генерального плану обумовлене особливостями існуючої ділянки, завданням на проектування та вимогами будівельних норм.

Головний вхід в парк передбачено з вул. Берегової. Додаткові входи запроектовані з вул. Бондаренка.

В парку культури та відпочинку передбачено також розміщення ряду будівельних споруд, малих архітектурних форм та елементів благоустрою.

Вертикальне планування території парку вирішене з врахуванням існуючого рельєфу та планувальної ситуації.

Відведення поверхневих стоків проводиться на рельєф.

На території парку є діючий спортивний комплекс з передбаченою вбиральною. Вбиральня призначена для надання платних санітарно-гігієнічних послуг відвідувачам парку. Всі приміщення забезпечуються відповідним обладнанням та інвентарем.

Також на території парку розміщені адміністративні та господарські споруди.

Озеленення парку вирішено шляхом створення виразних ландшафтних композицій, просторових перспектив, створення максимальної зручності.

Асортимент зелених насаджень підібраний з врахуванням максимальної життєздатності. При підборі насаджень враховувались силуети крон та її забарвлення.

Найбільше на території парку таких дерев, як дуб, клен, бузок, береза, ялина, граб.

На території парку розташовані бесідки, лави та урни за індивідуальним проектом.

В зоні активного відпочинку за проектом передбачене зведення скейт парку для активної молоді.

В зоні дитячих майданчиків запроєктовано майданчики для різних вікових груп:

Проектом було передбачено створення площі на якій звели величезний фонтан. В нічний час фонтан підсвічується різноманітними кольорами (рис 1.).

Для відпочиваючих, які люблять провести час із компанією за барбекю, окремо облаштована зона відпочинку та пікніків, де влаштовані місця відпочину із столами, лавами і місцями для



приготування їжі на вогні. Щоб це місце було завжди гарним і прибраним, то послуга оренди місця відпочинку буде платною. Для цього розташовані спеціальні місця для наглядача.

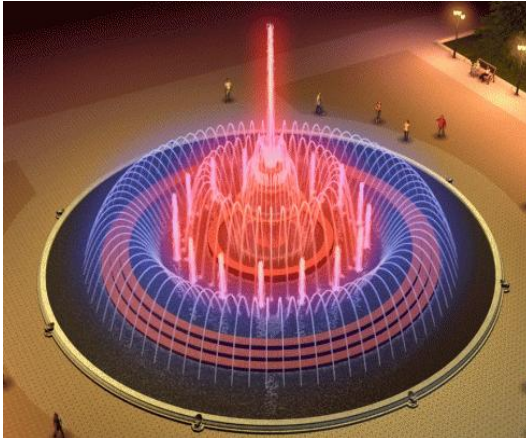


Рис 1. Фонтан, який підсвічується різними кольорами

Насадження дерев і кущів значно зменшують амплітуду температурних коливань, збільшують у спекотні дні вологість повітря, покращуючи таким чином теплообмін людини і її самопочуття [1].

Зелені насадження мають меліоративне, водоохоронне і вітрозахисне значення. Зменшуючи силу вітру, завдяки величезній фільтрувальній поверхні листяного покриву, дерева сприяють осіданню пилових частинок. Повітря на озелених вулицях в 4 рази чистіше, ніж на ділянках, які не мають зеленого покриву. Багато дерев мають фітонцидні властивості.

1. ДБН Б.2.2.-5:2011 «Благоустрій територій» [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.uazakon.com/>.

2. Пояснювальна записка до генерального плану м. Луцька. – Київ: УДНДІПМ «Діпромiсто», 2009. - 225 с.

3. Бондарь Ю.А. Ландшафтная реконструкция городских садов и парков / Ю.А. Бондарь, Н.П. Абесина, Е.Н. Никитина, А.Ф. Сахаров. – К.: Будівельник, 1982. – 60 с.

ДНБ 360–92\*\*. «Містобудування. Планування та забудова міських та сільських поселень» [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.uazakon.com/>.

УДК 621.577

**УТИЛІЗАЦІЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ СТІЧНИХ ВОД ТА ПИТНОЇ ВОДИ В СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ І КАНАЛІЗАЦІЇ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ**

**WASTEWATER AND DRINKING WATER HEAT RECOVERY IN SETTLEMENT SEWER AND WATER SUPPLY SYSTEMS**

**Кожушко О.Д.,** аспірант (НУВГП, м. Рівне), **Кізеєв М.Д.,** к.т.н., доцент (НУВГП, м. Рівне)

**Kozhushko O.,** Postgraduate (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne), **Kizyeyev M.,** PhD., Associate Professor (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

У статті розглянуто ефективність утилізації теплоти стічних вод для отримання теплової енергії. Розглянуто методи та засоби, які для цього використовуються.

The article briefly reviews available heat recovery methods in sewer systems in nowadays. The author proves a need for the wastewater energy potential use for heating and hot water supply. Wastewater heat recovery units and heat pumps are using in this case. Compact heat exchangers are more cheaper and easy to operate, but maximum efficiency can be achieved in heat recovery systems with heat pumps. The lowest cost of heat energy is reached with heat pumps for heat supply needs. Heat pumps are used in various ways. It mostly depends on the heat consumers and heat exchanger's type. The author describes the advantages and disadvantages of various ways of use.

Ключові слова: утилізація теплоти, тепловий насос, каналізація, стічні води, теплопостачання.

Keywords: heat recovery, heat pump, sewer system, sewage, energy efficiency, heat supply.

Питання пошуку шляхів отримання дешевої теплової енергії постає дедалі гостріше. Передусім це зумовлено підвищенням вартості традиційних джерел енергії та, відповідно, зростанням тарифів на послуги з централізованого тепlopостачання. На сьогоднішній день в більшості країнах світу (в тому числі й в Україні) надається перевага використанню нетрадиційних джерел енергії, до яких також входить енергія стічних вод.

Загальний теоретичний потенціал стічних вод на території України становить 69781 МВт·год/рік, технічно доступний – 33939 МВт·год/рік [1]. Стічні води покидають будівлі з температурою 20-30 °С [2], температура міських комунально-побутових стічних вод коливається протягом року і становить до 10-15 °С взимку і близько 20 °С влітку [3]. Крім того їхня витрата є незмінною протягом року, що робить їх стабільним джерелом низькопотенційного тепла в системах тепlopостачання з тепловими насосами. Використання теплоти стічних вод дозволяє значно зменшити негативний вплив на довкілля, оскільки при їх використанні зменшується використання палива і відбувається зниження кількості викидів парникових газів у атмосферу.

На сьогоднішній день написано багато наукових праць, присвячених даній тематиці. В них обґрунтовується необхідність використання теплоти стічних вод саме з метою зниження витрати коштів на отримання теплової енергії, проте пропонуються різні підходи. Одним із способів використання тепла стічних вод є встановлення теплообмінників на стояках каналізації. Цей спосіб описаний в [4], де наголошується на ефективності та доцільності його застосування в житлових будівлях, пансіонатах, готелях, гуртожитках, медичних закладах, спортивних спорудах тощо. Використання теплообмінників утилізації теплоти стічних вод мають ряд переваг, у порівнянні з тепловими насосами:

- відсутність споживання електроенергії;
- компактність;
- нижча вартість;
- можливість розміщення безпосередньо біля споживача, при якому відсутні втрати тепла під час транспортування.

Найбільшого поширення для утилізації теплоти стічних вод на каналізаційних стояках набули теплообмінники у вигляді спіральної мідної котушки навколо мідного каналізаційного стояка, які зображені на рис. 1.



Рис. 1. Зовнішній вигляд компактного теплообмінника для вилучення тепла зі стічних вод

Вони складаються з гладкої мідної труби, яка вставляється замість окремої ділянки трубопроводу каналізаційного стояка, та навитої на неї мідної труби малого перерізу, по якій подається холодна мережева вода до водонагрівача.

Проте, незважаючи на всі переваги, такі системи дозволяють отримати значно менше теплоти, ніж системи утилізації теплоти з тепловими насосами. Крім того, температура стічних вод та їхня витрата в межах однієї будівлі є непостійними, на відміну від стічних вод в зовнішніх мережах каналізації.

Утилізація теплоти стічних вод за допомогою теплових насосів дозволяє підігрівати воду для потреб опалення та гарячого водопостачання об'єктів підприємств водопровідно-каналізаційного господарства, промислових підприємств, бюджетних установ та житлових будівель. В такий спосіб теплові насоси успішно використовуються в багатьох країнах світу, в тому числі й в Україні в м. Краматорськ, м. Полтава, м. Київ, м. Горішні Плавні. Наявний досвід демонструє ефективність та доцільність впровадження таких систем. Коефіцієнт перетворення (COP) таких теплових насосів є вищим і менш залежним від температури повітря на відміну від повітряних теплових насосів.

Важливим фактором є вибір місця встановлення теплообмінників холодного контуру теплового насоса. Для відбору теплоти стічних вод в каналізаційних колекторах використовуються такі способи розміщення теплообмінників:

- розміщення теплообмінників безпосередньо в колекторі;
- розміщення ззовні каналізаційної труби;
- вбудовані в стінки труб.

Схеми розміщення теплообмінників холодного контуру теплового насоса безпосередньо в каналі зображені на рис. 2 і 3.

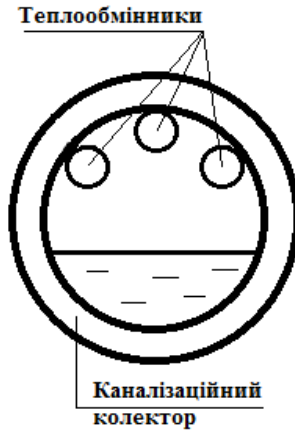


Рис. 2. Схема розміщення теплообмінників в трубі колектора

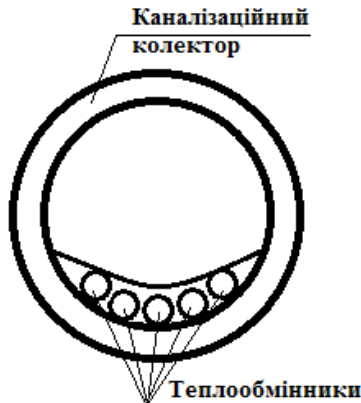


Рис. 3. Схема розміщення теплообмінників замонолічених в лоток

Також можна встановити теплообмінники холодної контуру теплового насосу під час санації колекторів у просторі між новим та існуючим трубопроводом. В такому випадку відсутній безпосередній контакт стінок теплообмінника зі стічними водами, що не ставить особливих вимог до їх якості. Аналогічно і у випадку розміщення труб теплообмінника ззовні каналізаційної труби та в стінках труб. Такі каналізаційні труби є заводського виготовлення. Їх доцільно використовувати при заміні старих труб зовнішніх каналізаційних мереж у випадку, коли в подальшому планується застосування теплових насосів.

Для утилізації теплоти стічних вод на каналізаційних очисних спорудах дослідженням [3] було встановлено, що якість стічних вод після очисних споруд дозволяє використовувати їх температурний потенціал, оскільки для ефективної роботи таких теплообмінників потрібно запобігти утворенню відкладень на його поверхнях або забезпечити можливість його промивання. Тому, на каналізаційних очисних спорудах населених пунктів рекомендується використання теплоти стічних вод, які пройшли очищення в аеротенках та вторинних відстійниках, як найбільш чистих за санітарними показниками.

Необхідною передумовою для ефективного використання теплових насосів та зменшення втрат тепла на транспортування є наявність поблизу споживачів теплової енергії. Такими споживачами можуть бути розташовані неподалік житлові квартали, промислові підприємства, об'єкти підприємств водопровідно-каналізаційного господарства. Наприклад в [3] запропонована схема, в якій передбачено підігрів води для підживлення мережі тепlopостачання мікрорайону. Оскільки з використанням теплових насосів зазвичай складно отримати температуру води більше 55-60 °С, тому запропоновано приєднання до зворотного трубопроводу теплових мереж. Таким чином досягається економія палива на існуючій котельні.

В [5] запропоновано застосування теплових насосів для опалення приміщення фільтрів станції знезалізнення води. В якості джерела низькопотенційного тепла запропоновано взяти воду, яка надходить на обробку зі свердловини. Тобто, застосовувати теплові насоси можна не лише в системах каналізації, а й у водопровідних. Для вилучення тепла води пропонується [5] вкладання петель з

поліетиленових труб малого діаметру навколо водопровідної труби, які слугуватимуть теплообмінником холодного контуру.

Проект встановлення теплових насосів на даній станції знезалізнення води на даний час знаходиться на стадії впровадження. Після його реалізації, крім зниження споживання газу котельнею на потреби опалення, буде досягнуто необхідних температурних, вологісних та санітарно-гігієнічних умов. Завдяки цьому буде знижена ймовірність утворення конденсату на поверхнях огорожуючих конструкцій, попереджено розвиток цвілі та грибку, що підвищить термін експлуатації будівлі.

Подібна конструкція заводського виготовлення з розміщеними ззовні трубами холодного контуру теплового насосу навколо каналізаційної труби з поліетилену PKS-THERMPIPE пропонується [6] на основі теплопровідної системи FRANK PKS. Вигляд такої каналізаційної труби наведено на рис. 4.



Рис. 4. Каналізаційна труба з розміщеними ззовні трубами холодного контуру теплового насосу заводського виготовлення

Отже, обираючи спосіб використання теплоти стічних вод, перш за все необхідно врахувати багато факторів, а саме: температуру стічних вод, їх якість, віддаленість споживачів, режими споживання тепла, необхідна теплова потужність, споживана електрична потужність та фінансові затрати. На сьогоднішній день реалізовано достатньо проектів, які беззаперечно демонструють доцільність використання теплоти стічних вод. 3

метою отримання максимального ефекту необхідно кожен окремий випадок розглядати індивідуально. Керуючись розробленими рекомендаціями є можливість розроблення проекту, який найкраще підходить для досягнення поставлених цілей в кожному конкретному випадку.

1. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України: Енергія вітру, сонячна енергія, енергія малих рік, енергія біомаси, геотермальна енергія, енергія доквілля, енергія скидного енерготехнологічного потенціалу, енергія нетрадиційного палива. // Національна академія наук України. Інститут електродинаміки. Державний комітет України з енергозбереження. Київ-2001.

2. Титарь С.С. Использование сбросного тепла в системе автономного теплоснабжения жилых зданий / С.С. Титарь, А.А. Климчук // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2011. – № 6. – 134 с.

3. Слесаренко В.В. Перспективы применения тепловых насосов при утилизации теплоты городских стоков / В.В. Слесаренко, В.В. Князев, В.В. Вагнер, И.В. Слесаренко // Научно-технический журнал «Энергосбережение и водоподготовка». № 3(77) 2012, июнь.

4. Смыков А.А. Использование теплоты канализационных стоков / А.А. Смыков // VIII Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум» – 2016.

5. Кізеєв М.Д. Використання теплових насосів при реконструкції систем опалення будівель фільтрів станцій водопідготовки / М.Д. Кізеєв, І.В. Чабан // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Випуск 59, 2015 р. – С. 64-70.

6. Офіційний сайт компанії «Альтернетика». [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://alternetica.com.ua/ua/production/geothermal-probes>



УДК 624.072.014

**ОПТИМІЗАЦІЯ СТАЛЕВИХ СТЕРЖНЕВИХ РАМНИХ СИСТЕМ ПРАЦЮЮЧИХ ЗА МЕЖЕЮ ПРУЖНОСТІ**

**OPTIMIZATION OF STEEL ROD FRAME SYSTEMS WORKING BEYOND THE ELASTIC LIMIT**

**Купченко Ю.В., к.т.н., доц. (Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса)**

**Kupchenko Y.V., Ph.D., senior lecturer (Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa)**

Для плоских сталевих рам виконується оптимізація перерізів стержневих елементів з урахуванням розвитку пластичних деформацій.

In the study of the operation of steel statically indeterminate frames with different degrees of static uncertainty beyond the elastic limit, a deformation criterion of calculation is used. The task of determining the design strength load for the development of ultimate plastic deformations is carried out, and the cross sections of the elements of the frame construction are optimal for steel consumption. To determine the relatively optimal core frame system, it is necessary to take into account that as a result of the redistribution of forces into the elastic-plastic work of the material, new sections of rods, which in turn affect the redistribution of forces, can be involved.

Ключеві слова: перерізи, стержні, міцність, сталеві рами, межа пружності, обмежені пластичні деформації.

Keywords: cross-sections, rods, strength, steel frames, elastic limit, limited plastic deformation

Важливим державним завданням, однією з головних проблем науково-технічного прогресу в області сталевих конструкцій, є всемірна економія сталі. Одним із шляхів економії металу є вдосконалення інженерних розрахунків несучої здатності об'єктів,

які забезпечують високу надійність і економічність споруд. Для цього постійно розвивається метод розрахунку за граничним станом, реалізований у вітчизняних [1] і європейських [2] нормах. Вдосконаленню цієї методики сприяє розвиток розрахунку сталевих конструкцій по експлуатаційній придатності, що гарантує від надмірного розвитку пластичних деформацій, тобто розрахунок міцності сталевих конструкцій по деформаційному критерію.

При розрахунках міцності сталевих плоских рам за допомогою методики врахування непружної роботи сталі в згинних стержневих конструкціях з врахуванням розвитку обмежених пластичних деформацій [1, 3], тобто в елементах і конструкціях 2-го класу залежно від виду напружено-деформованого стану розрахункового перерізу [1], актуальним стає завдання раціонального підбору перерізів стержнів.

При дослідженні роботи сталевих статично невизначених рам з різною мірою статичної невизначеності методом послідовних наближень з відновленням заданої величини інтенсивності пластичних деформацій  $\epsilon_p$  на кожному кроці ітераційного процесу [4, 5, 6] (використовуючи деформаційний критерій розрахунку) вирішується завдання визначення розрахункового навантаження по міцності при розвитку граничних пластичних деформацій (перевірочний розрахунок при відомих розмірах перерізів, схемі споруди і характеристиках матеріалу). В процесі її вирішення ставиться задача по знаходженню оптимальних по витратам сталі перерізів елементів в системі із заданим контуром осей стержнів і виглядом їх зв'язків у вузлах, прикладеним навантаженням при виконанні умов міцності, жорсткості і стійкості.

Получити аналітичне рішення задачі оптимізації у зв'язку з нелінійною роботою системи досить важко. Тому для вирішення задачі об'єкт розглядається не як окрема система, а безліч систем, що представляють сукупність рішень, з яких повинно бути вибрано найкраще. Оптимальним рішенням є система з такими перерізами стержнів, коли в кожному стержні розвиваються граничні пластичні деформації.

При цьому беруться до уваги наступні обмеження: вибір перерізів елементів із заданого сортаменту; групова рівність перерізів стержнів (наприклад, колони в одному ярусі); конструктивне обмеження зменшення перерізів;

забезпечення стійкості стержнів; забезпечення жорсткості стержнів і системи.

Окрім цього, зміна перерізів окремих стержнів спричиняє зміну відношення жорсткостей елементів рами, що впливає на напружений стан рами. Також слід врахувати, що при появі першої і подальших ділянок пружно-пластичної роботи матеріалу зміна згинальних моментів носить нелінійний характер. Поява кожної нової ділянки, на якій виникає напруження, що перевищує межу текучості, приводить до зміни перерозподілу зусиль в стержнях рамної конструкції. Згідно з обмеженнями, досягти такого стану конструкції, коли всі стержні мають пружно-пластичну зону роботи матеріалу можливо в симетрично завантаженій рамі. У практичних розрахунках така схема завантаження конструкції не представляє інтересу. У зв'язку з цим в підбраній відносно оптимальній системі пластичні деформації розвиватимуться не у всіх стержнях.

Був виконаний розрахунок рами, ригелі і крайні стійки якої завантажені рівномірно розподіленим навантаженням. Перерізи прийняті для стійок з прокатних колонних двотаврів, а для ригелів з нормальних двотаврів; пластичні деформації обмежувалися величиною  $\epsilon_{p,lim} = 0.4\%$ . Результати розрахунку рами показані на рис. 1, а.

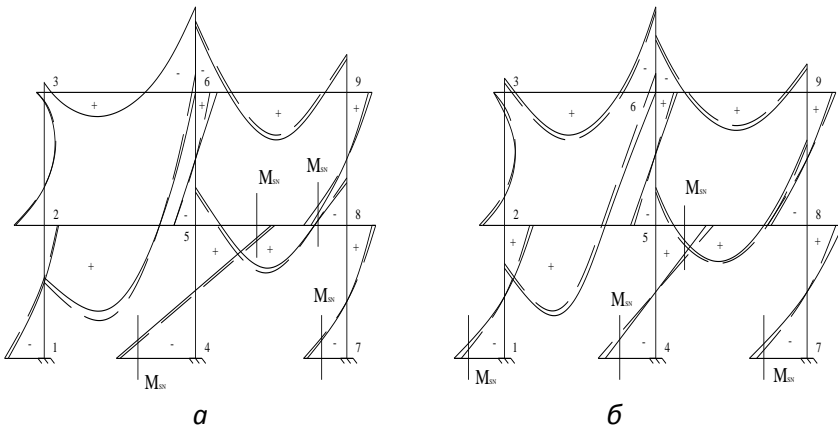


Рис. 1. Результати розрахунку рами

При прийнятих жорсткостях стержнів і співвідношенні навантажень в рамі в трьох стійках виникли чотири ділянки пружно-пластичної роботи матеріалу. Дві ділянки розвинулися в середній стійці першого поверху – на опорі пластичні деформації досягли граничної величини, а в перерізі, що примикає до вузла 5, пластичні деформації дорівнювали  $\epsilon_p = 0.053\%$ . У пружно-пластичній стадії роботи матеріалу виявилися також ділянка правої нижньої стійки (що примикає до вузла 7,  $\epsilon_p = 0.31\%$ ) і ділянка правої стійки другого поверху (що примикає до вузла 8,  $\epsilon_p = 0.083\%$ ).

Перерозподіл згинальних моментів в максимально напружених перерізах для кожного стержня рами склав: у стійках першого поверху – 1.2%, 0.7%, 3.3 %; у стійках другого поверху – 2.7 %, 2.8 %, 1.9 %; для ригелів верхнього ярусу 0.7 %, 0.065%; для ригелів нижнього ярусу – 0.8%, 1.7%. Невеликий перерозподіл зусиль пояснюється тим, що граничні пластичні деформації розвинулися в перерізі лише однієї стійки.

На рис. 1, б показані результати розрахунку рами, в якій зменшені перерізи середньої нижньої стійки (на 13%) і ригелів нижнього ярусу (на 7.5%), пластичні деформації також обмежувалися величиною 0.4%. В результаті дослідження роботи цієї рами визначено чотири ділянки стержнів, що працюють в пружно-пластичній стадії. Це стійки першого поверху: у лівій колоні пластичні деформації біля опори склали 0.025%; в середній стійці значення пластичних деформацій по кінцях досягли граничної величини; на опорі правої стійки величина пластичної деформації також досягла граничного значення.

Перерозподіл згинальних моментів для перерізів стержнів рами, в яких виникають максимальні напруження, істотніше і склав: для стійок другого поверху – 14.1%, 5.5 %, 4.3%; для стійок першого поверху – 6.7%, 19.1%, 6.3%; для ригелів верхнього ярусу – 0.19%, 0.33%; для ригелів нижнього ярусу – 3.7%, 2.6%. Перерозподіл зусиль збільшився у зв'язку із збільшеними по довжині ділянками стійок, що працюють в пружно-пластичній стадії, і з'явилися три перерізи з граничними значеннями обмежених пластичних деформацій (у тому числі в характерному місці сполучення ригелів і колон першого і другого поверхів рами). Порівняння приведених результатів розрахунку рам показує, що зусилля в стержнях рами із зменшеними перерізами середньої

стійки і ригелів першого ярусу розподілилися більш рівномірно, що викликало появу пружно-пластичних ділянок роботи матеріалу у всіх стійках першого поверху, при цьому на трьох ділянках пластичні деформації досягли граничних, по обмеженню, значень (0.4%).

Для здобуття відносно оптимальної стержньової рамної системи необхідно враховувати, що в результаті перерозподілу зусиль в пружно-пластичну роботу матеріалу можуть бути залучені нові ділянки стержнів, що у свою чергу впливають на перерозподіл зусиль. Для більш рівномірного розподілення зусиль в елементах рами, крім зміни перерізів окремих стержнів, можливо застосовувати додаткові зв'язки, стержні із змінними перерізами по довжині. У досліджуваній рамі економія сталі її окремих елементів досягла 13 %.

1. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування // К.: Мінрегіон України. – 2014. – 199 с.

2. ДБН А.1.1-94:2010 Проектування будівельних конструкцій за єврокодами. Основні положення // К.: Мінрегіонбуд України. – 2012. – 38 с.

3. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010 Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд // К.: Мінрегіонбуд України. – 2011. – 150 с.

4. Чернов Н.Л., Стрелецкий Н.Н., Любаров Б.И. Расчеты стальных конструкций на прочность по критериям ограниченных пластических деформаций // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1984. – №7. – с. 1...9.

5. Купченко Ю.В. Прочность сечений стальных тонкостенных стержней при ограниченных пластических деформациях / Чернов Н.Л., Купченко Ю.В., Ебрахим Валид, Шибанин В.С., Артюшкин И.А. // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1990. – №4. – с. 1...5.

6. Купченко Ю.В. Работа стальных многоэтажных рам с учетом физической нелинейности по деформируемой схеме / Купченко Ю.В., Мещанинов А.А. // Збірник докладів міжнародного симпозиуму «Современные строительные конструкции из металла и древесины». О.: – 1995. – с. 58...63.

УДК 656.13

**ПІШОХІДНА РУХЛИВІСТЬ ЯК СКЛАДОВА СФОРМОВАНОЇ  
ТРАНСПОРНОЇ СИСТЕМИ МАЛИХ ТА СЕРЕДНІХ МІСТ**

**TRANSPORT AND PEDESTRIAN MOBILITY OF POPULATION  
IN SMALL AND MIDDLE CITIES**

**Куцина І.А., аспірант (Ужгородський національний університет,  
м.Ужгород)**

**Kutsyna I.A, post-graduate student (Uzhhorod National University,  
Uzhhorod)**

Проаналізовано особливості міської пішохідної і транспортної рухливості населення в залежності від функції та складу потоків на вулично-дорожній мережі з врахуванням затрат часу на пересування.

The main goal of the research is determining of principles and methods of a pedestrian modeling organization of the city. The main tasks are: methodological foundations of modeling pedestrian infrastructure, modeling of the "pedestrian-transport", proposals to improve pedestrian infrastructure.

The analysis of the characteristics of urban pedestrian and transport mobility of the population is developed, depending on the function and composition of streams on the road network, taking into account the time travel expenses. Structure articulated mobility of the urban population defines and describes the main factors that affect the organization pedestrian traffic schemes, determined and theoretically grounded model of pedestrian spaces, improved methodological approaches to the organization of pedestrian traffic in the historic district.

Based on the study of the pedestrian model, the following questions can be solved pedestrian traffic of the city and comparison with existing town-planning requirements, elaboration of transport model, and transitional methods from an existing pedestrian planned structure of the city to new elaborated model, elaboration of the city-centre scheme.

Ключові слова: транспортна рухливість, пішохідна рухливість, мобільність населення, переміщення, кореспонденція, рухливість.

Key words: transport mobility, pedestrian mobility, population mobility, movement, correspondence, mobility.

Постановка проблеми. Транспортна і пішохідна рухливість населення - основна вихідна величина в транспортних розрахунках при проектуванні вулично-дорожньої мережі та навантаженні міським транспортом. Тому правильність її вибору визначає необхідне обґрунтування забезпечення маршрутної системи, вибором видів транспорту, влаштування пішохідних шляхів. Практично нею задаються на підставі обробки звітно-статистичних даних і натурних обстежень з урахуванням перспективного територіального зростання і фактичних даних про рухливість населення міст, подібних до запроєктованих за чисельністю населення, планувальної структури, рівнем транспортного обслуговування, соціальним складом населення, географічному розташуванню, рельєфу і т.д.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням дослідження транспортної і пішохідної рухливості присвятили свої наукові роботи С.А.Ваксман [1,2], О.Н. Ларин [3], Лобанов Е.М.[4].

Метою роботи є визначення головних закономірностей розвитку транспортної і пішохідної рухливості в малих та середніх містах. Відповідно до поставленої мети, необхідно визначити чинники, що впливають на вибір певного виду рухливості, виділити основні категорії населення, що здійснюють переміщення в міському просторі, залежно від функції та призначення.

Виклад основного матеріалу. Рухомість населення – це динамічний показник розвитку сучасних міст, що базується на містобудівних, соціальних, економічних та природних аспектах. Адже кожен з нас бажає жити в відкритому, доступному і безпечному місті, при цьому мінімалізуючи всі свої затрати. Отже, рухливістю населення називається середнє число пересувань, що припадає на одного мешканця міста в рік.

За величиною рухливості всі міста в групах умовно розділені на три категорії:

- 1) з високою рухливістю (вище межі відхилення);
- 2) з помірною рухливістю (з рухливістю в межах середньоквадратичних відхилень);
- 3) з низькою рухливістю (нижче межі відхилення).

Також розраховують наступні коефіцієнти рухливості:

- Загальнотранспортний = пасажирообіг / чисельність населення

- Транспортний = обсяг пасажирських перевезень / чисельність населення.

До групи міст з високою рухливістю входять майже всі столиці та міста мільйонники, а також ряд областних і культурних центрів. Висока рухливість населення в розглядуваній категорії міст в значній мірі обумовлюється за рахунок приміських та приїжджих жителів. До міст з помірною рухливістю належать середні та малі міста, чисельність яких не перевищує 250 тис. люд. Це пояснюється меншою чисельністю та щільністю міських жителів, а також зменшенням траєкторії функціональних маршрутів для задоволення потреб населення.

При розрахунках розмірів транспортної і пішохідної рухомості на перспективу враховують: розмір території міста і кількість населення; планування міста; розташування місць відпочинку і розваг; рівень транспортного обслуговування населення міста.

Розрізняють декілька видів рухливості [3], і табл. 1:

Таблиця. 1

Види міської рухливості населення

Назва	Опис
Потенційна	Відповідає запиту населення на переміщення.
Реалізована	Фактична рухомість, що реалізується в конкретних умовах і час
Абсолютна	Число переміщень в рік на одного жителя з певної групи $P_{м,пр} = \frac{P_{м,пр}}{K_{м,пр}}$ де $p_{м,пр}$ – абсолютна рухливість відповідно міста та приміських зон; $P_m, P_{пр}$ – кількість переміщень відповідно
Загальна	кількість пересувань усіма групами населення, віднесене до числа жителів, що проживають в даному регіоні. Пересування в населених пунктах можуть здійснюватися пішки, на транспорті загального користування та індивідуальному, тому загальну рухливість ділять на пішохідну і транспортну
Пішохідна	Це кількість пішохідних переміщень в рік, що приходить на одного жителя



Транспортна	$p_{тр} = \frac{П_{тр}}{K_{ж}} = \frac{Q_r}{K_{ж}}$ де $П_{тр}$ – кількість переміщень на транспорті на протязі року; $K_{ж}$ – кількість жителів населеного пункту; $Q_r$ – число пасажирів перевезених за рік
Латентна	Це існуючий, але фактично не представлений попит на переміщення, що пояснюється відсутністю інформації про існування певних маршрутів, або низьким рівнем обслуговування
Перспективна	$Q' = p'_{тр} \cdot K'_{ж},$ де $Q'$ – ймовірний об'єм перевезень на перспективу (пас); $p'_{тр}$ – перспективна транспортна рухливість населення по прогнозам; $K'_{ж}$ – прогнозоване число жителів на перспективу.

Також у роботах С.А. Ваксмана можна чітко прослідити наступну структуризацію рухомості населення:

1. Переміщення – це рух людини в просторі міста від пункту А до пункту Б, без проміжкових пунктів, з використанням транспорту або без. Поділяють пряме (до цілі) та зворотнє ( до міста проживання)
2. Кореспонденція – характеризується ціллю, напрямком (по повітряним лініям), і враховується статистичними даними, в виді таблиць.
3. Рухливість – кількість переміщень в одиницю часу постійного і приїжджого населення, що приходить на душу населення. Розрізняють загальну, пішохідну, транспортну, облікову (маршрутну) рухомість.

Рухливість населення залежить від його матеріального добробуту і культурного рівня, режиму праці та відпочинку, розвитку мережі шляхів сполучення в місті, розміру плати за проїзд, обсягу промислового і с.-г. виробництва, зміни його розміщення по території міста і ін. чинників. Рухливість населення неоднакова для різних районів міста, соціальних груп, видів транспорту.

Специфіка розвитку транспортних систем малих і середніх міст, що визначає моногамність громадського транспорту, відносно

невеликі затрати часу на доступність, розвиває вже сформовану пішохідну рухливість населення.

Для чіткого розуміння міської рухомості слід виділити наступну класифікацію (рис.1) :

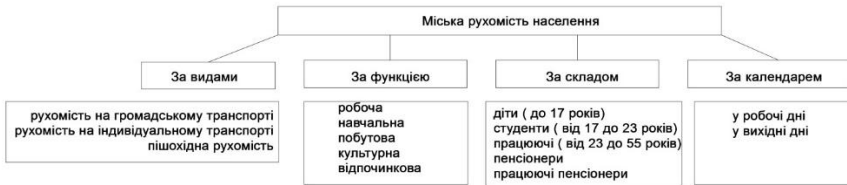


Рис.1. Класифікація міської рухливості населення

Оскільки основою руху є соціально сформована людина з певними потребами і завданнями, то стратегічно важливо класифікувати її по віку та занятості в сфері працевлаштування, адже різні групи населення мають різну рухливість. Дані досліджування проводились в м. Ужгород, згідно структурної моделі анкетним способом.

Таблиця 2.

Структура міського населення

Величина міста	Чис.населення в тис.жителів	Існуючий стан		Перспективний стан	
		Працююче населення в %	Несамо-діяльне населення в %	Працююче населення в %	Несамо-діяльне населення в %
Малі	До 50	49	51	52	48
Середні	100 – 200	50	50	52	48
Великі	200 – 800	51	49	52	48

Таким чином, рухливість населення у робочі дні має переважно робочу функцію і рух до точок прикладання праці, у вихідні дні – переважно відпочинкову та культурну функцію. Відношення робочої та побутової рухливості у будні дні приблизно однакове для працюючої категорії людей та студентів, і майже відсутнє для пенсіонерів, що пояснюється пріоритетом користування громадським транспортом. Також провівши градацію, щодо поділу на жіночу та чоловічу рухливість, дослідження показали, що жінки

мають двічі більшу рухомість, що пояснюється сумарною рухомістю жінки і дитини, а також забезпечення побутових потреб. Крім того, даний коефіцієнт рухомості потребує поправки на кліматичні умови та соціально-економічні умови.

Загалом пішохідні пересування людей можна охарактеризувати у 3 формах (рис.2): довільні переміщення, лінійні (векторні) переміщення, маршрутизовані переміщення.

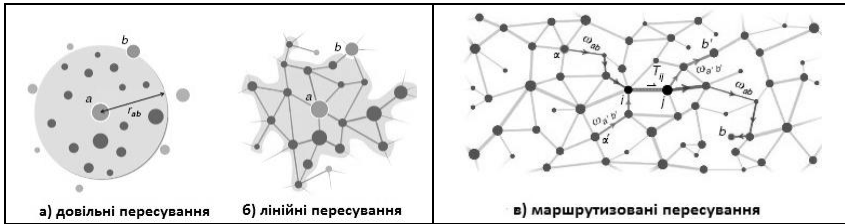


Рис.2. Форми транспортно-пішохідного пересування

Витрати часу на пересування від місць проживання до місць прикладання праці для 90% працюючого населення в один кінець не повинні перевищувати [ 5 ]: у містах із населенням більше ніж 1 млн. чол. – 45 хв.; у містах від 500 тис. до 1 млн. чол. – 40 хв.; у містах від 250 тис. до 500 тис. чол. – 35 хв.; у містах до 250 тис. чол. – 30 хв.

Транспортна рухливість , так само як і вибір того чи іншого виду транспорту , багато в чому залежить від часу пересування і передбачає собою пішохідний підхід до точки тяжіння . Загальний час , що витрачається пасажиром при користуванні транспортом , можна уявити як суму чотирьох складових, дві з яких пішохідні:

$$t_{\text{пас}} = t_{\text{під}} + t_{\text{оч}} + t_{\text{п}} + t_{\text{від}} ,$$

де  $t_{\text{під}}$  ,  $t_{\text{оч}}$  ,  $t_{\text{п}}$  ,  $t_{\text{від}}$  - відповідно час пішого підходу до зупинки , очікування транспорту , поїздки , пішого відходу від зупинки до об'єкта тяжіння.

Також на рівень потреби в пересуваннях, тобто їх число, впливають різні фактори організаційного характеру: територіальна віддаленість міських об'єктів, тривалість пересування, відстань між зупинками громадського транспорту, величина транспортного тарифу, якісні та кількісні характеристик рухомого складу (комфорт поїздки, час очікування), наявність інформації та ін.

Г.А. Гольц описує феномен «просторової самоорганізації населення» [6], реалізованої в процесі установаження динамічної рівноваги між транспортом і розселенням населення на базі часових констант, тобто стабілізації затрат часу на переміщення в умовах постійного підвищення рівня життя населення. Стабілізація сумарних добових затрат на рухомість населення пов'язана з умовами стабільності фізичних і біологічних характеристик, а розширення сфери переміщень - з зростаючими людськими потребами, частково задовольняючи їх інтелектуальними сферами (наприклад оплата комунальних послуг інтернетом, інтернет-магазини і послуги)

1. Ваксман, С. А. О коэффициенте пользования транспортом и пешеходной подвижности / С. А. Ваксман // Социально экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния : науч. материалы XIII междунар. (шестнадцатой Екатеринбургской) науч.практ. конф., 1415 июня 2007 г. / науч. ред. С. А. Ваксман. Екатеринбург, 2007. С. 164166

2.Ваксман С.А. Закономерности пешеходных передвижений в городах.// Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния /материалы VII международной (10-ой екатеринбургской) науч.-практ. конф.-Екатеринбург: УрГЭУ, 1999, С.110-113

3. Ларин О.Н. Организация пассажирских перевозок: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 104 с.

4. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. – М.: Транспорт, 1990. -239с.

5. Самойлов Д. С. Городской транспорт. – М.:Стройиздат, 1983

6. Г. А. Гольц. Культура и экономика России за три века, XVIII–XX вв. Т. 1. Менталитет, транспорт, информация (прошлое, настоящее, будущее). Новосибирск, 2002. 535 с.

**УДК 69.059.25**

**РЕКОНСТРУКЦІЯ КІНОТЕАТРУ «ЧЕРНІВЦІ» ПО ВУЛИЦІ  
ЗАНЬКОВЕЦЬКОЇ В МІСТІ ЧЕРНІВЦІ**

**RECONSTRUCTION OF THE CINEMA «CHERNIVTSI» IN  
THE CITY CHERNIVTSI**

**Кушнір О.А., студентка (магістр), Чернівецький національний  
університет ім. Юрія Федьковича, м. Чернівці.**

**Master degree student Kushnir O.A., Yuriy Fedkovych Chernivtsi  
National University, Chernivtsi.**

Реконструкція будівель має за мету підвищення або зміну їх функціональних, конструктивних та естетичних якостей. Будівля кінотеатру розташована в центрі міста, побудована у 1877 року і реконструйована у 1959 році.

In this article, we are talking about the reconstruction of the cinema "Chernivtsi", located on the street Zankovetska. Reconstruction of this facility will improve the life in Chernivtsi. Also in terms of engineering is a high interest and a certain technical complexity. A large number of engineers from Bukovina, after the announcement of an open tender for the reconstruction of the facility took part and submit their proposals for reconstruction. The engineering component of this building is the replacement and deepening of the foundations in difficult geological conditions, the arrangement of the floor between 2nd and 3th floors, the reinforcement of the floor between floors 1st and 2nd, and the development of the parking system. Chernivtsi also would like to preserve the facade and the historic value of the building.

**Ключові слова:** реконструкція, кам'яна кладка, несучі стіни, будівля, надбудова.

**Key words:** reconstruction, masonry, bearing walls, building, superstructure.

Реконструкція будівель і споруд - це їхня перебудова, з метою часткової або повної зміни функціонального призначення,

доведення значень основних техніко-економічних показників у відповідність із сучасними нормативними вимогами. Перебудова містить у собі перепланування й збільшення висоти приміщень, підсилення, часткове розбирання й заміну конструкцій, а також надбудову, прибудову і покращення фасадів будинку. Реконструкція носить комплексний характер, урахувати тривалу перспективу розвитку міста, району підприємства.[1]

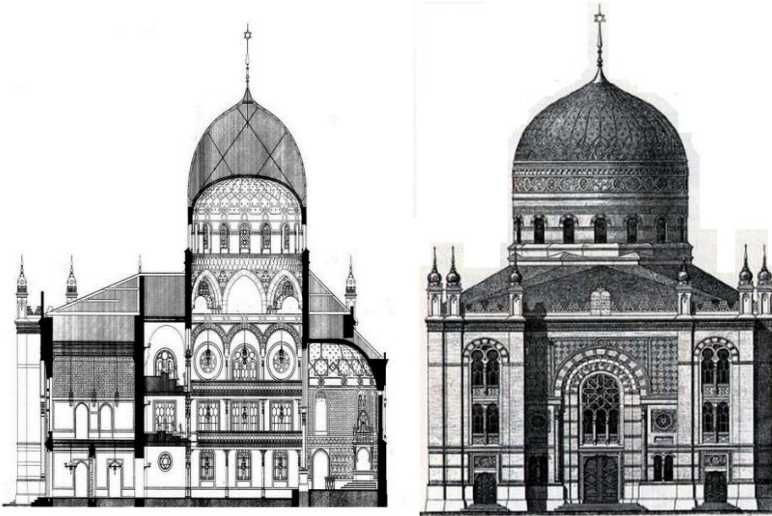


Рис. 1. Головний фасад та розріз синагоги «Темпль» (1877 р)

Сотні людей щодня проходять мимо кінотеатр “Чернівці”, і навіть не здогадуються, що колись це була синагога єврейської общини. У проектуванні синагоги брали участь Юліан Захаревич, а також чернівецькі архітектори: Антон Фіала і Йоганн Грегор. У 1877 році вперше відкрились двері «Молитовний дім», який будували чотири роки (рис.1). Це був іудейська реформаційна акапела, синагога та темпль, в якому збирались для молитви чернівецькі євреї-реформатори. Вся справа у тому, що синагогу створювали на кошти пожертвувань, тому коли благодійників було недостатньо, доводилось призупиняти будівництво та відновлювати будівельні роботи. Будівля виглядала монументально. Місткість храму понад 1000 осіб.

Головний, західний фасад складалися з центральної частини з двома виступами по боках в формі веж. У центрі його розташована

велика прикрашена двері, обрамлена аркою на двох колонах на цоколі, над нею - велика потрійне вікно з підковоподібними арками, увінчане восьмикіечною трояндою. Тимпан покритий декоративною керамічною плиткою. З боків арки розташовані по парі склепінних вікон на першому ярусі і по круглому вікна з п'ятикутною плетеним візерунком, оточеним декоративною панеллю, на другому ярусі. Панелі навколо бубні також покриті декоративною плиткою.

Історія синагоги не має щасливого кінця, адже на початку Другої світової війни у липні 1941 року німецько-румунські війська спалили її (рис.№2). Будівлі надали друге дихання у 1952 році запроєктувавши на цьому місці кінотеатр, зробивши реконструкцію, добудувавши четвертий поверх та двосхилий дах з фронтоном, і в 1959 році в ньому був відкритий кінотеатр «Жовтень», перейменованій в 1992 році в «Чернівці». Сучасна будівля мало схожа на синагогу, хоч і зберегла деякі зовнішні обриси.



Рис. 2. Руїнація після Великої вітчизняної війни.



Рис. 3. Реконструйований кінотеатр у 1959 році.

Головною ідеєю та задачею в 1952 році було рухатися в ногу з часом та надати чернівчанам можливість перегляду фільмів.. (рис№3) [2.3]

У 2017 році місто Чернівці розвивається, живе своїм життям, потребує впровадження сучасних технологій та реконструкції старих будівель, як в центрі, так і на околицях міста. Цього потребує кінотеатр «Чернівці». Саме тому було розглянуто та запропоновано декілька варіантів реконструкції будівлі.

Щоб здійснити реконструкцію в кінотеатрі «Чернівці» необхідно дізнатися всю історію та всі секрети даної будівлі. Головною метою реконструкції кінотеатру «Чернівці» є забезпечення максимально комфортного перебування чернівчан та гостей нашого міста, врахування усіх інтересів та потреб, які необхідні місту Чернівці та його мешканцям.

Для цього необхідно перебудова великого та малого залів, ефективно застосування площі фойє, влаштування дитячої кімнати, влаштування пандусів для маломобільних груп населення, переобладнання підвальних приміщень в парковку для розвантаження транспортного руху; облицювання, оштукатурювання та пофарбування фасадів та добудування



торгівельних площ. Мерією міста Чернівці було запропоновано конкурс на реконструкції кінотеатру «Чернівці» з урахуванням усіх потреб міста.

Після реконструкції тут з'явиться сучасний кінотеатр із зоною для проведення громадських заходів та виставок, а також багатозальний кінотеатр майже на 500 місць, паркінг та торговельні площі, що допоможуть підприємцям малого та середнього бізнесу міста Чернівці.

Реконструкція даної будівлі збільшить туристичний потік міста Чернівці зацікавлювати все більше нових бажаючих, котрі хочуть відвідати місто, що є історичним із своєю незабутньою історією та водночас є сучасним європейським містом, яке дбає про потреби мешканців [4].

Реконструкція кінотеатру «Чернівці» має важливе значення для міста, також надає цінність та привабливість нашому місту. Дана будівля відіграє важливу роль у нашому місті, тому необхідність вдосконалення її залишається актуальною задачею міста.

1. ДБН В.3.2-2-2009. Реконструкція та капітальний ремонт.
2. Марія Никирса. Чернівці. Документальні нариси з історії вулиць і площ.- Чернівці: Золоті литаври, 2008. - 452 с.
3. Фото в газеті «Czernowitzer Zeitung» від 6 вересня 1877 року.
4. Ресурс «Жити в Чернівцях» (<https://pogliad.ua/affiche/>).
5. Електронна бібліотека "Культура України" Реконструкція будівель і споруд. Доцільність проведення реконструкції (elib.nplu.org).
6. «Можливість одержання високоміцних бетонів» Фодчук І.М., Сумарюк О.В., Романкевич В.Ф.

УДК 625.7

**СИСТЕМИ РОЗМІЩЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ  
СТОЯНОК У ВЕЛИКИХ МІСТАХ**

**SYSTEMS OF DISTRIBUTION OF AUTOMOBILE  
STORES IN LARGE CITIES**

**Линник І.Е., д.т.н., проф., Дудник В.М., студент (ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, м. Харків)**

**Lynnyk I.E., DSc in engineering, professor, Dudnik V.M., student (O. M. Beketov National University of Municipal Economy in Kharkiv, Kharkiv)**

Розглянуто принципи підходу до розміщення споруд для зберігання легкових автомобілів у містах у вигляді цілісних систем. Наведено приклади впровадження цих систем в містах Франції, Великобританії, Фінляндії, США, Німеччини та інших країн.

The principles of approach to the location of buildings for the storage of cars in cities in the form of integral systems are considered: free entrance of passenger transport to the city center; bans on the movement and storage of cars in the city center; unloading the center with the help of general and special city-planning measures. Examples of implementation of these systems are presented in the cities of France, Great Britain, Finland, USA, Germany and other countries. The analysis of the main systems of parking of car parks in large cities makes it possible to further develop recommendations for the placement of parking lots and parking cars in cities of Ukraine and, in particular, in Kharkiv.

Ключові слова: автомобільні стоянки, система вільного в'їзду, система заборон, система розвантаження центру.

Keywords: car parking, free entry system, ban system, center unloading system.

Вступ. Організація зберігання легкових автомобілів у містах належить до числа досить складних і актуальних проблем сучасного

містобудівництва. Своєчасне і планомірне вирішення комплексу питань, пов'язаних із зберіганням легкових автомобілів, дає можливість уникнути негативних наслідків автомобілізації, дозволяє підвищити рівень транспортного і комунального обслуговування населення [1, 2].

Головні завдання проблеми зберігання легкових автомобілів. При вирішенні проблеми зберігання легкових автомобілів головними завданнями є:

- визначення необхідної кількості місць для зберігання легкових автомобілів;
- вибір типів споруд для зберігання автомобілів;
- розміщення споруд у плані міста;
- вибір обмежувальних заходів у разі неможливості виділення достатнього простору для автомобілів.

Ці завдання характеризуються різним ступенем складності і вивченості. Зокрема, недостатньо вивчені питання організації систем зберігання легкових автомобілів у плані міста в цілому, тобто розміщення споруд для зберігання не у вигляді локальних приоб'єктних стоянок, а у вигляді такої системи, що була б органічно пов'язана зі структурою міста і заснована на певних містобудівних принципах.

Система споруд для зберігання повинна бути складовою частиною загальноміської транспортної системи, яка координує відповідно до сучасних містобудівних вимог роботу різних видів транспорту – міського та приміського, рейкового і безрейкового, масового та індивідуального [3, 4].

Основні системи розміщення автомобільних стоянок у великих містах. Містобудівна політика щодо руху та зберігання легкових автомобілів у центрі міста багато в чому визначає характер розміщення автомобільних стоянок не тільки в самому центрі, але й у всьому місті.

Можна виділити кілька основних систем розміщення автомобільних стоянок у великих містах:

- система вільного в'їзду легкового транспорту в центр міста, або принцип повної свободи пересування і зберігання автомобілів;
- система заборон на рух і зберігання легкових автомобілів у центрі міста;
- система розвантаження центру.

Система вільного в'їзду застосовується, як правило, при низькому ступені автомобілізації, коли рух і зберігання автомобілів у місті не представляє особливої проблеми. Здійснення системи вільного в'їзду при розвиненому парку легкових автомобілів постійно вимагає значних капіталовкладень на безперервну перебудову вулично-дорожньої мережі в містах відповідно до зростаючих вимог легкового транспорту. Така система призводить до концентрації автостоянок великої місткості в центральних районах міста і, навіть за умови інтенсивного використання підземного простору, призводить до руйнування структури міста: центральна зона міста розпадається на окремі ділянки, роз'єднані швидкісними магістралями. Таке явище можна спостерігати в Сан-Франциско, Лос-Анджелесі, Вашингтоні, Бостоні та деяких інших містах. Недоцільність системи вільного в'їзду стала очевидною для більшості міст з високим рівнем автомобілізації.

Система заборон – це інший напрямок в містобудівництві. У тому вигляді, в якому вона існувала або існує в зарубіжних містах, також не передбачає гармонійного розвитку і поєднання громадського та особистого транспорту, а просто зводиться до механічного обмеження потоків автомобілів, що рухаються і зберігаються в центрі міста. Система заборон – це кілька обмежувальних адміністративних заходів, таких як [5–10]:

- повні та часткові заборони на в'їзд транспорту в центральні райони міста (Сінгапур, Стокгольм, Мілан, Юрмала, Сан-Франциско, кілька міст Норвегії, Лондон та ін. [11, 12]);
- перетворення проїздів у пішохідні вулиці (постійно або тільки в певний час доби) [13, 14];
- заборона тривалих стоянок автомобілів;
- встановлення високих тарифів за користування стоянками в центрі міста;
- повна заборона зберігання автомобілів у центрі міста [5].

Наявність або відсутність автомобільних стоянок у центрі міста суттєво впливає на величину потоків легкового транспорту. Не менше значення має віддаленість стоянки від об'єкта. У центрі міста пропонується використовувати переважно громадський транспорт, тому рекомендується розміщувати стоянки на значній відстані від пункту призначення з тим, щоб час, витрачений на підхід до стоянки, був би набагато більший, ніж до зупинки швидкісного громадського транспорту.






У деяких країнах відсутність достатнього числа місць для зберігання легкового транспорту в зоні міського центру призвело до порушення його ділової та торговельної діяльності. Так сталося, наприклад, в Парижі, Лондоні, Цюріху. Щоб запобігти цьому процесу, доводилося в складних умовах і в стислі терміни споруджувати в центрах міст додаткові магістралі й стоянки, переважно підземні, оскільки території для необхідних наземних транспортних пристроїв не були зарезервовані. Так, для Парижа було розроблено і затверджено програму будівництва під центральною частиною міста комплексу великих підземних гаражів.

Іноді застосування системи заборон не дає бажаного ефекту. Але зважаючи на неможливість застосування інших більш ефективних систем, вона має вжиток. Прикладом можуть бути Фінляндія, Франція, Великобританія.

У Фінляндії стоянки діляться на кілька основних категорій – громадські, приватні, платні та гаражі. Стоянки позначаються відповідними знаками (табл. 1) [15].

Таблиця 1

Дорожні знаки на автомобільних стоянках

	спільно зі знаком, що дозволяє стоянку, позначає, що дозволена безкоштовна стоянка протягом 30 хвилин з обов'язковим використанням паркувальних годин
	в поєднанні зі знаком «Стоянка заборонена», допускає стоянку не більше зазначеного часу з обов'язковим використанням паркувальних годин
	час дії знаків парковки по буднях
	час дії знаків парковки по суботах
	час дії знаків парковки по неділях і святкових днях

Громадські стоянки зазвичай мають обмеження за часом, позначене додатковою табличкою під знаком парковки.

Слід звернути особливу увагу на місця для стоянки інвалідів. Зазвичай вони позначені розміткою і додатковою табличкою. Стоянка на місцях для інвалідів допускається лише за наявності спеціального дозволу [16].

Приватні стоянки можуть використовуватись тільки власниками або за їх дозволом. У більшій частині будинків є спеціальні місця для стоянки автомобілів гостей.

Переважає більшість парковок – платні. Автостоянка оплачується в паркувальному автоматі. Також може бути зазначено максимальний час стоянки – це означає, що паркувальний квиток можна купити на час більше, ніж зазначено на знакові [16].

Штраф за неправильну стоянку виписує або поліція, або паркувальний доглядач. Зазвичай такі штрафи призначають за недотримання правил стоянки в містах і населених пунктах, невикористання стоянкового диска, неправильну стоянку, а також за залишення включеним двигуна машини без необхідності. Штраф становить від 10 до 50 євро [16].

У Великобританії колеса неправильно запаркованих машин можуть бути заблоковані, що означає багато незручностей і великий штраф. У центрі Лондона парковка машин на вулицях обмежена, і в багатьох місцях дозволена тільки на платних стоянках та зонах з встановленим лічильником оплати. Існують стоянки для жителів і гостей.

У Франції в Парижі доводиться вибирати між автостоянкою на вулиці або в підземних паркінгах. Вартість паркінгу дешевше на околицях Парижа, за кільцевою автодорогою. Для святкових днів, тривалих термінів парковки (тиждень, місяць) можуть діяти спеціальні тарифи. Якщо автомобіль припаркований в неправильному місці, його можуть відбуксувати на тимчасову стоянку відповідного округу [17].

Залишаючи велосипед або скутер на вулиці, не можна прикріплювати його до огорож, стовпів та іншої вуличної фурнітури. Парковка двоколісних засобів на тротуарі допустима, але транспортний засіб не повинен заважати пішоходам. Будинок-причіп потрібно залишити на паркувальному майданчику.

Підземні автостоянки, яких безліч в Парижі, відкрито 24 години на добу. Деякі парковки дозволяють паркувати і мотоцикли.

У Швеції в Стокгольмі автомобільного засилля позбулися за допомогою установки на всіх під'їзних шосе станцій електронної реєстрації, оснащених відеокамерами. Номери всіх машин фотографувалися і вносилися в центральний комп'ютер державного дорожнього відомства. Там же нараховувався податок на в'їзд у місто. Його величина залежно від часу в'їзду становила один,

півтора чи два євро. У результаті за півроку потік машин, що заїжджали в Стокгольм, скоротився на третину.

У Бельгії в Брюсселі жителям «спальних» районів видають наклейки, які дозволяють паркуватися на вулиці.

Система розвантаження центру міста передбачає перерозподіл потоків легкового транспорту у всьому місті, а не механічне обмеження їх тільки в центральній зоні.

Здійснення системи розвантаження центру може бути досягнуто засобом загальних і спеціальних містобудівних заходів. Загальні містобудівні заходи спрямовані на перебудову планувальної, транспортної, функціональної структури, а також суспільно-культурної діяльності в різних зонах міста. Такими заходами є містобудівні рішення:

- створення взаємопов'язаних транспортних і планувальних систем у містах, пропорційний розвиток громадського та індивідуального транспорту;
- перепланування та реконструкція міста (влаштування кільцевих, дотичних, петльових магістралей навколо центру);
- ліквідація наскрізних проїздів через центр міста, заміна їх тупиковими в'їздами;
- влаштування обхідних магістралей на території міста або на його кордоні;
- створення пішохідних зон;
- перерозподіл місць праці (винесення підприємств і установ «нецентрального» значення з центрів міст);
- рівномірне розміщення мережі побутового обслуговування і забезпечення нових суспільно-торгових центрів зручними під'їзними шляхами і великою кількістю стоянок для автомобілів.

Спеціальні містобудівні заходи з розвантаження центральних районів міста від легкового транспорту мають на увазі створення комплексу так званих розвантажувальних стоянок (або перехоплюючих паркінгів), які перехоплюють і поглинають потоки автомобілів, спрямованих у центр міста з периферійних районів і з передмість.

Основний тип споруд «Park and Ride» (P+R) – відкрита автостоянка. Останнім часом влаштовують все більшу кількість стоянок багатоярусного типу. На сьогоднішній день близько 80 міст в 30 країнах світу успішно застосовують систему «P+R». Місткість стоянок «P+R», що застосовуються у США і в Західній Європі,

становить зазвичай 700–900 автомобілів. Найбільші стоянки вміщують до 2000 (6000) автомобілів, але є й такі, ємність яких 25–50 автомобілів.

Кількість користувачів стоянками системи «P+R» досить значна і в деяких містах сягає 30–50 % власників, які користуються легковим автомобілем під час поїздок у центральні райони міст.

У Берліні перехоплюючі стоянки користуються великою популярністю. Вони розташовуються поруч з основними транспортними вузлами столиці. Таких комплексів багато, в них можна залишати машину на будь-який термін, і вони цілком вирішують проблему парковок у місті. Ця система широко використовується і в інших країнах. Зокрема, вже не один десяток років перехоплюючі стоянки існують біля станцій залізниць у Лондоні, Мілані, Парижі, Стокгольмі та інших містах.

Завантаження перехоплюючих стоянок зазвичай становить 60–100 %. Експлуатація стоянок організована по-різному. У більшості випадків витрати на їхню експлуатацію несуть транспортні підприємства або муніципалітети, в деяких випадках – окремі фірми. У Стокгольмі, наприклад, стоянки «P+R» експлуатуються спільно із заправними станціями. У Лондоні і Парижі на всіх перехоплюючих стоянках стягується єдина плата, в Бостоні та Філадельфії вона залежить від попиту, частково стоянки бувають безкоштовними. Так, наприклад, в Клівленді, всі стоянки системи «P+R» безкоштовні. Безкоштовними є також стоянки в Гамбурзі і Франкфурті-на-Майні. У Стокгольмі, Марселі, Ніцці плата за стоянку включає вартість поїздки на громадському транспорті.

Таким чином виявилось, що будівництво й експлуатація цих стоянок для транспортних підприємств більш вигідні, ніж утримання автобусних служб у великому районі розселення.

Висновки. Проведений аналіз основних систем розміщення автомобільних стоянок у великих містах дозволяє в подальшому розробити рекомендації для розміщення стоянок і парковок легкових автомобілів в містах України і, зокрема, в Харкові.

1. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов: Учебник. – М. : Транспорт, 1990. – 239 с.

2. Сигаев А. В. Планировочные и транспортные проблемы городских агломераций. – М. : Стройиздат, 1978. – 153 с.



3. ДБН В.2.3-15:2007. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. – [Чинний від 2007-08-01]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2007. – 37 с.

4. Правила зберігання транспортних засобів на автостоянках / Постанова Кабінету Міністрів України від 22 січня 1996 р. № 115 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/115-96-%D0%BF>.

5. Как ограничивается въезд автомобилей в европейские столицы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.avtovzglyad.ru/obshество/socium/2016-12-29/>.

6. Madrid poised to restrict cars in city centre amid air pollution fears [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.theguardian.com/world/2016/nov/01/>.

7. Paris mayor announces plan to limit cars in city centre [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/france/11278215/>.

8. Norway's Capital To Ban Private Cars From City Center By 2019 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.huffingtonpost.com/entry/>.

9. Reasons Why Cities Should Consider Going Car-Free [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.icebike.org/car-free-cities/>.

10. Paris mayor wants limits on cars in centre, end to diesel [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://phys.org/news/2014-12>.

11. Дороги дороги: как и сколько платят жители разных городов за въезд в центр [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://echo.msk.ru/blog/yopolisnews/1449166-echo/>.

12. Топ 7 городов мира с платным въездом в центр [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://karelinform.ru/news/interest/77694/>.

13. Jose I. Castillo-Manzano Lourdes Lopez-Valpuesta / Jose I. // Habitat International. – 2014. – Vol. 44. – P. 194–201.

14. Ornetzeder M. The environmental effect of car-free housing: A case in Vienna / M. Ornetzeder, E. G. Hertwich, K. Hubacek, K. Korytarova, W. Haas // Ecological Economics. – 2008. – 65 (3). – P. 516–530.

15. Правила парковки в Финляндии [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://guide.travel.ru/finland/107940.html>.

16. Основные правила и принципы парковки. Дорожные знаки и оплата парковочного места. Штрафы и карта бесплатных парковок в Хельсинки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://docplayer.ru/28581111>.

17. Стоимость парковки в Париже [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eduotdyhat.ru/francija/>.

УДК 625.7/8

**ПРО МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ҐРУНТІВ  
УКРІПЛЕНИХ ЦЕМЕНТОМ ІЗ ДОДАВАННЯМ ДОБАВОК  
«PERMA-ZYME 11X», «SOILGRIP ES-10», «ROADCEM» ДЛЯ  
БУДІВНИЦТВА ШАРІВ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ**

**ABOUT THE POSSIBILITY TO USE SOIL BASED CEMENTS  
WITH PERMISSION ADDITIVES "PERMA-ZYME 11X",  
"SOILGRIP ES-10", "ROADCEM" FOR BUILDING LAMPS OF  
ROAD CLOTHING**

**Маліков В.В., к.т.н., доцент, Панасюк Я.І. к.т.н., доцент  
(Луцький НТУ, м.Луцьк)**

**Malikov V.V. Ph.D., Associate Professor, Panasuk Y.I., Ph.D.,  
Associate Professor (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

У статті розглядається питання можливості використання цементоґрунтів в якості шарів дорожнього одягу із використанням хімічних додатків для покращення їх фізико-механічних властивостей.

The article considers the possibility of using local soils with the cements addition as road layers. To improve the physical and mechanical properties of cement-based mixes, chemical various additives foreign manufacturers are used.

In order to test cement-based mixes on local soils with the addition "Perma-Zyme 11X", "SoilGrip ES-10", "RoadCem" for the construction of road clothing on the basis of the construction laboratory of Lutsk NTU, it was planned to conduct a series of experiments that would be able to answer the questions, how does the amount and type of additives affect the physical and mechanical properties of the material.

The most beneficial variant of cement soil was the use RoadCem and SoilGrip ES-10 additives in the amount of more than 0.03%.

Ключові слова: хімічні додатки, "Perma-Zyme 11X", „RoadCem”, „SoilGrip ES-10”, межа міцності на стиск.

Keywords: chemical applications, "Perma-Zyme 11X", "RoadCem", "SoilGrip ES-10", compression strength limit

Удосконалення рецептур цементогрунтових матеріалів для конструкцій автомобільних доріг може надати можливість знайти оптимальний шлях у вирішенні питань збереження якості при зменшенні витрат. Поява нових хімічних добавок для модифікації цементних композицій потребує всебічного вивчення їх впливу на фізико-механічні властивості ґрунтових сумішей.

Метою досліджень було визначення фізико-механічних властивостей необхідних для застосування цементогрунтових сумішей в якості шарів дорожніх одягів.

Укріплення ґрунтів представляє собою технологічний процес направленої структуризації, який забезпечує можливість отримання достатньо міцних та водостійких матеріалів з заданими властивостями за рахунок реалізації оптимальних умов взаємодії в'язучих з ґрунтом.

Для дослідження властивостей укріпленого ґрунту застосовувались стандартні методи, прийняті для дослідження ґрунтів укріплених цементом, які представлені у нормативних документах [1-4].

В результаті робіт В.М. Безрука, І.Л. Гурячкова, А.Н. Токіна, Л.К. Добринського, Т.Ю. Любимової, А.А. Надежко, Н.М. Соколової, І.А. Плотнікової, А.А. Фрідман, І.П. Гаркавенка, Н.Ф. Сасько, О.В. Тюменцевої, С.Н. Дежиної, Р.А. Агапової [5-7] було показано, що ґрунти, укріплені цементом, представляють собою матеріал зі змішаним типом структур. В результаті гідратаційного тужавіння в'язучого з'являється кристалізаційна структура; між частинками ґрунту є коагуляційні зв'язки; крім того в не зруйнованих агрегатах ґрунту можуть зберігатись конденсаційні зв'язки, які утворилися раніше в природних умовах.

Направлено змінити властивості місцевих ґрунтів можливо за рахунок модифікації їх різними добавками. При конструюванні та виробництві дорожніх матеріалів під модифікацією розуміють зміну фізико-хімічної структури і властивостей матеріалу шляхом введення в його склад різних речовин. Ринок дорожньо-будівельних матеріалів пропонує різні добавки до цементогрунтових сумішей, призначених для будівництва шарів дорожніх одягів. Формування структури ґрунтів, укріплених неорганічним в'язучим матеріалом,

проходить не відразу після завершення технологічного процесу ущільнення ґрунту в шарі дорожнього одягу, а впродовж значного часу. Для цементоґрунтів, зміна властивостей у часі в процесі формування матеріалу обумовлена процесами гідролізу та гідратації цементу.

З метою апробувати цементоґрунтові суміші на місцевих ґрунтах із додаванням добавок «Perma-Zyme 11X», «SoilGrip ES-10», «RoadCem» для будівництва дорожніх одягів на базі будівельної лабораторії Луцького НТУ було заплановано проведення ряду дослідів, які б змогли відповісти на питання, як впливає кількість та вид добавок на фізико-механічні властивості матеріалу.

Визначення необхідної кількості вологості в експериментальних сумішах відбувалося за стандартною методикою за допомогою приладу СоюзДорНДІ. Вид ґрунту - супісок пилюватий таблиця .

Таблиця 1

Характеристики прийнятого ґрунту

Гранулометричний склад, %		
Діаметр частинок	5-2	0,024
	2-1	0,052
	1-0,5	0,246
	0,5-0,25	6,67
	0,25-0,071	59,70
	<0,071	33,30
Число пластичності		6
Границя текучості, %		23,5
Границя розкочування, %		17,5

Визначення механічних характеристик цементоґрунту з добавкою "Perma-Zyme 11X". Мета випробування: визначення границі міцності при стиску після твердіння зразків з ґрунту, цементоґрунту, ґрунту з добавкою "Perma-Zyme 11X", цементоґрунту з добавкою "Perma-Zyme 11X" в ексикаторах протягом 28 діб. Портландцемент М 500 (ПАТ "Івано-Франківськцемент").

Таблиця 2

Результати визначення границі міцності при стиску

№ з/п	Найменування матеріалу	Границя міцності при стиску $R_{ст}^{28}$ , МПа
1	2	3
1	Грунт	0,51
2	Грунт з добавкою "Perma-Zyme 11X"	0,522
3	Цементогрунт з добавкою "Perma-Zyme 11X"	2,153

Згідно з результатами виконаних досліджень при даній концентрації добавки "Perma-Zyme 11X" матеріали з її використанням показують нижчі показники границі міцності при стиску. Зразки з цементогрунту та цементогрунту з добавкою "Perma-Zyme 11X" за показником границі міцності при стиску відповідають марці М 20.

Виконано дослідження добавки для укріплення ґрунтів SoilGrip ES-10 в лабораторних умовах.

Було використано 2 види сумішей, в яких у якості ґрунту використовувався супісок (табл. 1). В якості в'язучого використовувався портландцемент Івано-Франківського цементного заводу марки М 400. Вода згідно ДСТУ Б В.2.7-273:2011. Добавка SoilGrip ES-10, за даними виробника, водний концентрат чорного кольору, розчин суміші кислот та поверхнево активних речовин.

Після визначення необхідної кількості води перша суміш складалася з 78,33 % супіску, 9,40 % портландцемент М 400 та 12,27 % води. Друга суміш складалася з 83,51 % супіску, 4,18 % портландцемент М 400, 12,28 % води та 0,03 % добавки SoilGrip ES-10, яку вводили у воду.

Для цих двох видів сумішей ми формували зразки циліндри 5x5 см при навантаженні 150 кг/см<sup>2</sup>, які потім поміщали у гідравлічну ванну після чого визначали границю міцності при стиску на 7 та 28 добу згідно [1], [4].

Таблиця 3

№ з/п	Склад суміші	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	R <sub>p</sub> 7 доба, МПа	R <sub>ст</sub> 28 доба, МПа
1	Супісок – 78,33 %, вода – 12,27 % портландцемент М 400 – 9,40 %	1,61	0,39	4,29
2	Супісок – 83,51 %, вода – 12,28 %, портландцемент М 400 – 4,18 %, добавка SoilGrip ES-10 – 0,03 %	1,68	0,28	2,71

При введенні добавки SoilGrip ES-10 до ґрунтів укріплених цементом підвищується максимальна щільність сухого ґрунту порівняно з цими ж укріпленими ґрунтами без цементу на 2,5 %.

Результати виконаних експериментальних досліджень таблиця 4 показують, що в процесі тужавіння спостерігається зростання показників границі міцності при стиску цементоґрунту, як з добавкою «RoadCem», так і без неї.

Таблиця 4

№ з/п	Склад суміші	R <sub>p</sub> 7 доба, МПа	R <sub>ст</sub> 28 доба, МПа
1	Цементоґрунт	1,7	3,41
2	Цементоґрунт з додаванням 0,02 % Roadcem	1,96	3,66
3	Цементоґрунт з додаванням 0,04 % Roadcem	2,12	4,17

Збільшення швидкості структуроутворення цементоґрунту з додаванням «RoadCem», у порівнянні з цементоґрунтом без добавки, сприяє тому, що цементоґрунт з добавкою RoadCem характеризується дещо більшими значеннями показників границі міцності при стиску. Показник границі міцності при стиску зразків цементоґрунту у віці 28 діб з добавкою «RoadCem» у кількості 0,02 % та 0,04 % від маси сухого ґрунту, збільшується відповідно на 12 % та 18 %, порівняно з контрольними зразками цементоґрунту без досліджуваної добавки. Таке збільшення значень механічних

характеристик цементогрунту з додаванням добавки RoadCem може пояснюватись наступним. Застосування добавки RoadCem принципово змінює процес кристалізації. Як пояснює виробник вказаної добавки, механізм зв'язування змінюється від «склеювання» до «сплетіння» – при попаданні RoadCem в матеріалі починають формуватися голковидовжені, міцні кристалічні зв'язки. Крім того, ця добавка дозволяє зменшити товщину плівки води на частинках ґрунту, а також руйнує електростатичний потенціальний бар'єр в ґрунтовій конгломератній системі. Все це дозволяє отримувати укріплені ґрунтові суміші, при ущільненні яких включається механізм міжмолекулярної взаємодії частинок ґрунту за типом зв'язків Ван-дер-Вальса та прискореного формування кристалізаційних зв'язків без утворення чи значного зменшення сульфатних оболонок, присутність яких є основною причиною малої міцності ґрунтів укріплених мінеральними в'язучими.

За результатами досліджень цементогрунтових складів у 28 добовому віці будують результуючу діаграму міцностей на стиск рис. 1.

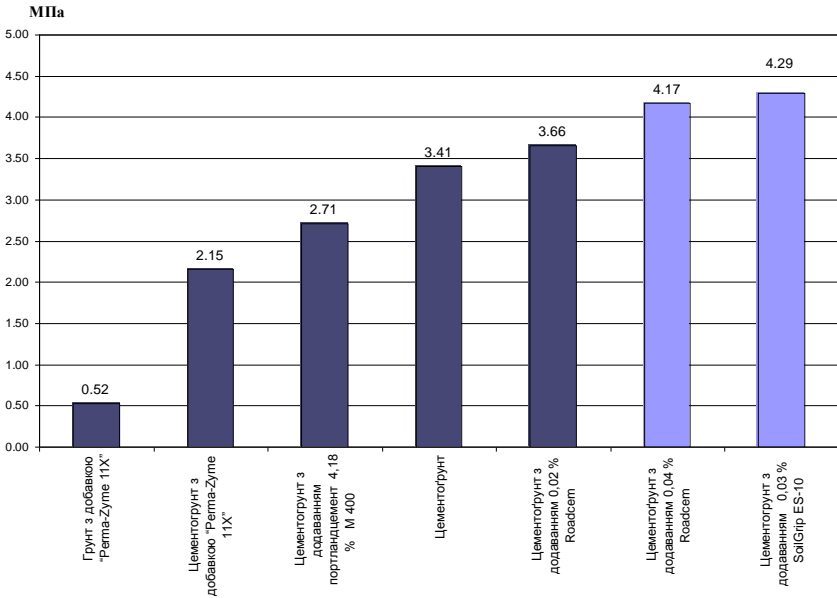


Рис. 1. Діаграма міцностей на стиск

Результати виконаних досліджень свідчать про те, що додавання добавки «RoadCem» та SoilGrip ES-10 до складу цементогрунту на основі легкого супіску позитивно позначається на зростанні показників його міцності як при випробуваннях при стиску, тобто ці значення відповідають вказаним маркам ґрунтів зміцнених цементом із додаванням хімічних добавок для застосування їх в якості шарів дорожніх одягів для автодоріг IV, V категорії у відповідності до [1].

1. Шари дорожнього одягу з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів укріплених цементом. Проектування та будівництво: ГБН В.2.3-37641918-554:2013. – К:Укравтодор-2013. – 43 с.

2. Споруди транспорту. Влаштування шарів дорожніх одягів з ґрунтів, укріплених в'язучими матеріалами: ВБН В.2.3-218-541:2010. – К.: Укравтодор, 2010 – 39 с.

3. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и ґрунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия: ГОСТ 23558-94. – М., 1994. – 9 с.

4. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу : ВБН В.2.3-218-186-2004. – К.: Укравтодор, 2004. – 176 с.

5. Безрук В.М. Теоретические принципы комплексных методов укрепления ґрунтов с введением добавок цемента или извести и поверхностно-активных веществ или хлористых солей / В.М. Безрук // Труды совещания по теоретическим основам технической мелиорации ґрунтов 1-4 февраля 1960г. – Издательство Московского университета, 1961. – С. 45-53.

6. Надежко А.А. Трещинообразование в цементогрунтовых покрытиях / А.А. Надежко // Труды СоюздорНИИ. - Балашиха, 1968. – вып. 25. – С. 181-203.

7. Гурячков И.Л. Укрепление ґрунтов цементом с добавками минерального порошка // Труды СоюздорНИИ: (новое в разработке комплексных методов укрепления ґрунтов при строительстве автомобильных дорог) : статьи / И.Л. Гурячков, М.Н. Соколова. – М. 1984. – С. 128-130.

8. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-46-96. – Держкоммістобудування України К.: Держкоммістобудування України, 1996 – 15 с.

9. Будівельні матеріали. Вода для бетонів і розчинів. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-273:2011 (ГОСТ 23732-79). – [Чинний від 2012-12-01]. – К.: Науково-дослідний інститут будівельних матеріалів і продукції, 2011 – 28 с.



УДК 626.862.2

**РЕКОНСТРУКЦІЯ ІСНУЮЧИХ ОБ'ЄКТІВ  
ВОДОПОСТАЧАННЯ В РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ СПОРУДИ  
ВОДОПІДГОТОВКИ**

**RECONSTRUCTION OF EXISTING WATER SUPPLY  
OBJECTS IN RESOURCE SAVING WATER PREPARATIONS**

**Мартинов С.Ю., к.т.н., доцент (НУВГП, м. Рівне), Мінаєва Н.Л., к.т.н., викладач (Технічний коледж НУВГП), Куницький С.О., к.т.н., с.н.с. (НУВГП, м. Рівне), Андрійчук О.В., к.т.н., доцент (ЛНТУ, м. Луцьк)**

**Martynov S.Yu., Ph.D., senior lecturer (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), Minaeva N.L. (Technical college of National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), Kunytskyi S.O., Ph.D., Senior Research Fellow (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), Andriichuk O.V., Ph.D., Associate Professor**

Стаття присвячена актуальній прикладній проблемі – розробці інноваційних та технічних рішень, що дозволяють реконструювати існуючі об'єкти водопостачання у водоочисні споруди. В статті розглянуто проблему очистки підземної води для потреб питного водопостачання. Наведені результати знезалізнення залізовмісних вод на пінополістирольних фільтрах з підвищеною крупністю гранул.

The article is devoted to the actual application problem - the development of innovative and technical solutions that allow to reconstruct existing water supply facilities in water treatment plants. The article deals with the problem of underground water purification for the needs of drinking water supply. The results of non-ironization of iron-containing waters on polystyrene filters with increased grain size of granules are given.

The technological features of the process of water preparation and the facilities providing it are investigated. The processes of washing of foam polystyrene fillings under industrial conditions are studied. The

kinetics of flushing out pollutants is shown and the duration of washing is determined. The technological scheme of contact non-irrigation of water in a tower-column is given.

Ключові слова: фільтр, аерація, фільтроцикл, промивка, знезалізнення, фільтрат, вихідна вода.

Keywords: filter, aeration, filter cycle, flushing, disinfection, filtrate, exhaust water.

Вступ. Останнє століття різко загострилися екологічні проблеми, які зв'язані із погіршенням оточуючого середовища, особливо життєзабезпечуючих, таких як вода [1].

З кожним роком підвищуються вимоги до якості води як питної, так і стічної. Дедалі частіше розробляються нові та вдосконалюються існуючі технології з метою їх ресурсоощадності.

Джерелом водопостачання великої частини населених пунктів України є підземні джерела. Такі води, в порівнянні з поверхневими водами, має цілий ряд суттєвих переваг технологічного і економічного характеру. Проте в більшості випадків дана вода не відповідає вимогам [1], оскільки, особливо в західних областях, потужні водоносні горизонти, які залягають на глибинах 50...150 м мають підвищену концентрацію заліза (до 10 мг/л), сірководню та вільного вуглекислого газу, та потребує подальшої очистки [2].

Враховуючи економічну ситуацію необхідно зважати на те, що побудова комплексу очисних споруд коштує дорого, особливо для сільських населених пунктів, та враховуючи постійне підвищення цін на енергоносії, необхідно запроваджувати такі установки, де будуть суміщуватися водоочисні фільтри з іншими спорудами систем водопостачання [3]. Тобто, на даний час, найбільш перспективними є реконструкція металевих водонапірних башт, для створення установок баштового типу з фільтром, та завантаженим плаваючою пінополістирольною засипкою [4-8]. Це дасть змогу не тільки знизити вартість споруд, а й зменшити потребу в електроенергії.

Досвід розробки та впровадження станцій знезалізнення води та будівництво станцій баштового типу дозволив створити (залежно від призначення) ряд економічно та екологічно ефективних станцій баштового типу. Проте більшість із запропонованих установок

мають ряд недоліків, таких як складність у будівництві та експлуатації конструкції, виніс пінополістиролу, велика металосмність і т.д.

Водопостачання в Україні здійснюється переважно з поверхневих та підземних джерел. Поверхневі води найчастіше містять завислі речовини, характеризуються значною забарвленістю, мають специфічний запах та присмак. Такі домішки погіршують фізико-хімічні параметри води й потребують вилучення перед транспортуванням у водопровідну мережу.

Одним із напрямків водопідготовки із природних джерел є пошук нових принципів очищення води фільтруванням та вдосконалення роботи окремих вузлів та елементів споруд [6–9]. Результати досліджень висвітлені в роботах М.Д. Мінца, Г.І. Ніколадзе, О.Я. Олійника, М.Г. Журби.

Ще одним з напрямків досліджень по підвищенню ефективності очищення підземної води на зернистих фільтрах є пошук матеріалів з високою пористістю та питомою поверхнею [9, 12, 13]. Такі проблеми водопідготовки розглянуті в працях П.Д. Хоружого, В.О. Орлова, I. Bartha, P. Coj'ocariu, Fewtrell, R.O. Hallberg, Gehringer, Zalewski та інших.

Для підземних вод характерне тісне контактування з найрізноманітнішими породами, ускладнений річний обмін між водоносними горизонтами, відсутність зв'язку з атмосферою й обмежена взаємодія з поверхневими водами. Підземні води включають складний комплекс газів, іонів, часток мінерального й органічного походження. Наявність і взаємодія цих компонентів обумовлюють властивості й особливості води, відмінність підземних вод між собою як за загальною мінералізацією, так і за іонним та газовим складом.

Головною метою статті передбачається обґрунтувати інноваційні техніко-технологічні рішення щодо реконструкції існуючих об'єктів водопостачання у водоочисні.

Завдання, що ставляться в статті:

- аналіз схеми знезалізнення води в баштовій установці, де суміщено напірно-регулюючу та водознезалізнюючу споруди в системах сільськогосподарського водопостачання;

- встановлення оптимальних параметрів знезалізнення підземних вод з концентрацією заліза до 5 мг/л аерацією та фільтруванням на пінополістирольному фільтрі з перервним фільтроциклом;

- обґрунтування гранулометричного складу комбінованої пінополістирольної засипки фільтра;
- визначення параметрів промивки пінополістирольної засипки для забезпечення якісної регенерації та подальшого функціонування фільтру;
- дослідження ефективності знезалізнення води на установці баштового типу у виробничих умовах.

Методика дослідження. Науковцями Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне) під керівництвом д.т.н., професора Орлова В.О. була розроблена баштова установка, яка дозволяє не тільки якісно очищувати воду, а й створює регулюючий об'єм у водопровідній мережі [5].

З цією метою в с. Бохоники Вінницької області була реконструйована металева водонапірна башта, з об'ємом баку 15 м<sup>3</sup> та висотою стовбуру 12 м. В середині стовбуру башти було встановлено пінополістирольний фільтр з товщиною фільтрувального шару 0,8 м, що забезпечував очистку води від заліза.

Результати досліджень. Перед початком роботи на башті були встановлені розтяжки, для забезпечення більшої стійкості конструкції. Всі роботи по демонтажу башти та встановленню елементів фільтра проводилися за допомогою крану.

До основних елементів установки баштового типу для знезалізнення води належать: водонапірна башта; трубопровід подачі вихідної, очищеної та відводу промивної води; повітровідділювач; утримуюча решітка; пінополістирольна засипка.

В якості повітровідділювача використовується сталеві труба діаметром 300 мм. Перед утримуючою решіткою іде зміна діаметру труби з 300 на 50 мм. Нижній рівень повітровідділювача знаходиться на рівні 0,3 м від низу стовбура. Для закріплення у заданому положенні, повітровідділювач був приварений до трьох металевих опор в баку башти та внизу стовбуру, а також закріплений до рами утримуючої решітки.

Природні особливості фільтрів з плаваючою засипкою такі, що над фільтровий простір забезпечує практично постійний тиск на всі точки засипки по площі. Проте таке спостерігається лише у фільтрах з малою площею поперечного перерізу.



Рис. 1. Загальний вигляд башти та її деталей:

А) водонапірна металева башта; Б) трубопровід подачі вихідної води; В) повітрявідділювач; Г) утримуюча решітка; Д) пінополістирольна засипка; Е) розміщення трубопроводів

Ускладнення в фільтрах великої площі виникають в зв'язку з функціональними обов'язками утримуючої решітки, яка повинна: утримувати засипку в притопленому стані; вільно пропускати воду в одному і другому напрямку; мати максимальну шпаруватість; утримувати засипку і не давати їй або окремим гранулам виходити в над фільтровий простір; вільно випускати бульбашки повітря із засипки.

Перший пункт може бути виконаний при умові достатньої міцності решітки, яка розраховується на сприйняття виштовхуючої сили  $R$ , кН:

$$R = R_a + R_n, \quad (1)$$

де  $R_a$  – Архімедова сила виштовхування,  $R_n$  – сила виштовхування, яка виникає за рахунок гідродинамічного напору перед засипкою.

Основним параметром управління в такій установці є рівень води в баку башти, контрольований електродними датчиками рівня чи тиск води в напірному трубопроводі, який контролюється електроконтактним манометром. Отже, робота фільтра безпосередньо пов'язана з роботою насоса і дорівнює подачі води насосним агрегатом, тобто фільтр працює в перервному режимі. Після знезалізнення на даній установці, вода повністю задовільняє вимоги ДержСанПіНу [1].

З кожним роком підвищуються вимоги до якості води, тому пропонується вдосконалити існуючі технології, зробити їх ресурсоощадними та розробити нові системи керування попередження забруднення водних об'єктів та їх екосистем.

Пропоновані підходи та положення націлені на вирішення сучасних проблем водопідготовки для питних потреб, очистки промислових стоків, захист від повеней і паводків та розроблення заходів щодо раціонального землекористування в межах річкових басейнів.

Розміри повітрявідділювача розраховуються із умови перебування води в ньому не менше 1 хвилини і швидкості руху води не більше 0,05 м/с. згідно цих вимог діаметр повітрявідділювача повинен бути не менше:

$$d_n \geq d_f \sqrt{\frac{V_{\max}}{180}} \geq 1.2 \sqrt{\frac{10}{180}} \geq 0,28 \text{ м}, \quad (2)$$

де  $d_n$  – діаметр повітрявідділювача, м;

$d_f$  – діаметр фільтра, м;

$V_{\max}$  – максимальна швидкість фільтрування, м/год.

Отже, приймаємо діаметр повітрявідділювача рівним 300 мм.

Довжина шляху руху води в повітрявідділювачу  $L_n$  повинна бути:

$$L_n \geq \frac{V_{\max}}{60} \left( \frac{d_f}{d_n} \right)^2 \geq \frac{10}{60} \left( \frac{1.2}{0.3} \right)^2 \geq 2,7 \text{ м} \quad (3)$$

**Висновки.** Запропоновані установки для водопідготовки підземних вод доцільно впроваджувати в системи локального водопостачання сільських населених пунктів. Перевагами даної конструкції є простота конструкції, що не потребує складних операцій при виготовленні та монтажі деталей, економія матеріалів, що дозволяє проводити оснащення існуючих водонапірних башт та впровадити установку у серійне виробництво, при будівництві та реконструкції систем водопостачання.

Наведене вирішення наукової задачі дозволяє покращити роботу системи водопостачання з баштами-колонами і забезпечувати населені пункти та підприємства більш якісною водою при мінімальних затратах ресурсів на її знезалізнення.

1. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10, Наказ МОЗ № 400 від 12.05.2010).

2. Якість води з джерел централізованого водопостачання в Україні [Електронний ресурс] // Асоціація бутильовані води України. – Режим доступу :<http://abwua.com/pro-vodu/yakist-vodi-z-dzherel-tsentralizovanogo-vodopostachannya-v-ukrayini>.

3. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: ДБН В.2.5-74:2013. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013.

4. Очищення природної води на пінополістирольних фільтрах : [монографія] / В. О. Орлов, С. Ю. Мартинов, А. М. Орлова та ін.; за заг. редакцією В. О. Орлова. – Рівне : НУВГП, 2012. – 172 с.

5. Орлов В.О. Впровадження установок для знезалізнення води баштового типу в системи водопостачання сільських населених пунктів / В.О. Орлов, С.Ю. Мартинов, Н.Л. Мінаєва // Вісник НУВГП: Збірник наукових праць. - Рівне, 2007. – випуск 2 (38). – С. 257-263.

6. Gruett G. Removing Problem Iron / G. Gruett // Water Technology; 16(3), 1993. – P. 48-51.

7. Zhanga Liang. Adsorption characteristic studies of phosphorus onto laterite / Liang Zhanga // Desalination and Water Treatment. – 25 (2011). – P. 98–105.

8. Fewtrell, Bartram / Water Quality: Guidelines, standards and Health: assessment of risk and risk management for water – related infections disease – edited by Lorna Fewtrell and Jamie Bartram. – London, 2011. – pp. 424-436.

УДК 624.15; 624.131

**ВПЛИВ ЦИКЛІЧНОГО ЗАМЕРЗАННЯ–РОЗМЕРЗАННЯ НА  
ДЕФОРМАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ ОСНОВИ  
ВНАСЛІДОК РОБОТИ ПЛОСКОГО КОЛЕКТОРА  
ТЕПЛОВОГО НАСОСА**

**THE IMPACT OF CYCLIC FREEZING–THAWING ON THE  
DEFORMATION CHARACTERISTICS OF SOILS  
FOUNDATIONS OWING TO THE FLAT COLLECTOR'S WORK  
OF HEAT PUMP**

**Моркляник Б.В., д.т.н., проф. (НУ "ЛП", м. Львів), Брездень Б.Є.,  
аспірант (НУ "ЛП", м. Львів), Лавренюк В.М., аспірант (НУ "ЛП",  
м. Львів)**

**Morklianyk B.V., DSc in engineering, professor (National University  
"Lviv Polytechnic", Lviv), Brezden B.Ye., post graduate student (National  
University "Lviv Polytechnic", Lviv), Lavreniuk V.M., post graduate  
student (National University "Lviv Polytechnic", Lviv)**

Проведено експериментально-теоретичні дослідження впливу циклічного замерзання–розмерзання ґрунтів основи на їх деформаційні властивості внаслідок роботи плоского колектора теплового насоса та проаналізовано отримані результати

The article deals with the impact of cyclic freezing–thawing on the deformation characteristics of soils foundations owing to the flat collector's work of heat pump. The impact of freezing–thawing is investigated and diagrams of dependence between freezing–thawing cycles and sedimentations of different type of soils are constructed. One of the main technical problem of heat pump with flat collector is shown. As a result of three freezing–thawing cycles soils foundation by stamp method is established, that sedimentation of sand increased by 18%, sedimentation of loam - by 33% and sedimentation of clay - by 30%. Approximation results for sand, loam and clay are given and analyzed

Ключові слова: плоский колектор, тепловий насос, замерзання–розмерзання ґрунту.



Keywords: heat pump, flat collector, freezing–thawing of soil.

**Вступ.** Останнім часом в багатьох розвинених країнах світу широку популярність отримали ґрунтові теплові насоси з плоскими колекторами, які є альтернативою традиційному газовому опаленню. Ефективність, економічність та простота в експлуатації теплонасосних установок неодноразово доведена. Проте, важливим є дослідження ґрунту основи, а саме: його типу, теплофізичних, міцнісних та деформаційних властивостей, а також можливості розташування в ньому плоского колектора.

**Актуальність дослідження.** Внаслідок роботи плоского колектора відбувається відбір тепла з ґрунту основи, що з часом призводить до його замерзання–розмерзання та зміни фізико-механічних і деформаційних властивостей. Крім того, процес замерзання–розмерзання ґрунту є циклічним. Тому, дослідження впливу роботи теплового насоса на міцність і деформативність ґрунту основи і фундамент будівлі є актуальною науково-технічною проблемою з позиції забезпечення її надійності.

**Аналіз останніх досліджень.** Донедавна більшість наукових робіт досліджували роботу теплових насосів з точки зору їх ефективності, не звертаючи увагу на вплив роботи колектора теплового насоса на ґрунт основи і фундамент будівлі [1–3]. Перші дослідження впливу роботи плоского колектора теплового насоса на ґрунт основи і фундамент будівлі в Україні були проведені професором Моркляником Б.В. [4–5]. У цих працях запропоновано методика визначення напружено-деформованого стану геомеханічної системи "фундамент-ґрунтовий масив" у зоні дії плоского колектора теплового насоса.

Проте, проблема оцінки впливу циклічного замерзання–розмерзання ґрунту основи на фундамент будівлі внаслідок роботи плоского колектора теплового насоса є й досі актуальною.

**Мета дослідження** полягає у визначенні впливу циклічного замерзання–розмерзання на деформаційні властивості різних видів ґрунтів внаслідок роботи плоского колектора теплового насоса.

**Методика і результати досліджень.** Для визначення деформаційних властивостей ґрунту було проведено випробування штампом, який використовувався як аналог фундаменту будівлі, під яким відбувалося замороження–розмороження ґрунту, викликане роботою плоского колектора теплового насоса. Схема дослідної

установки показана на рис. 1. У металевий лоток **3** з розмірами 60x50x30 см поміщався досліджуваний вид ґрунту **4**. За допомогою металевого штампку **2** з площею поперечного перерізу 600 см<sup>2</sup> тарованим вантажем **6** через шток **5**, який прикріплений до корпусу **1**, передавалося навантаження на ґрунт. Осідання ґрунту фіксували індикатори **7**. Після цього досліджуваний ґрунт заморожувався в морозильній камері до мінусової температури, розморожувався і знову випробовувався штампком. Циклів замерзання–розмерзання для кожного виду ґрунту було три. Випробовувалися три види ґрунту – пісок середньої крупності з вологістю  $W=11\%$ , суглинок з  $W=25\%$  та глина з  $W=20,5\%$ . Для кожного разу почергово прикладалося вертикальне навантаження 0,1 і 0,2 МПа.

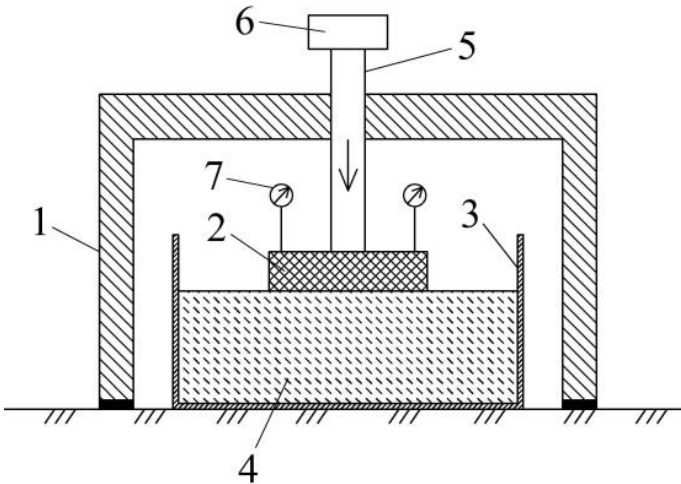


Рис. 1. Схема дослідної установки

Випробування та оброблення експериментальних даних проводилося за стандартною методикою [6]. Після цього з використанням коефіцієнтів Агішева [7] визначався штамповий модуль загальної деформації.

На рис. 2 показано результати випробувань піщаного ґрунту, суглинку та глини навантаженням 0,1 МПа, а на рис. 3 – навантаженням 0,2 МПа.

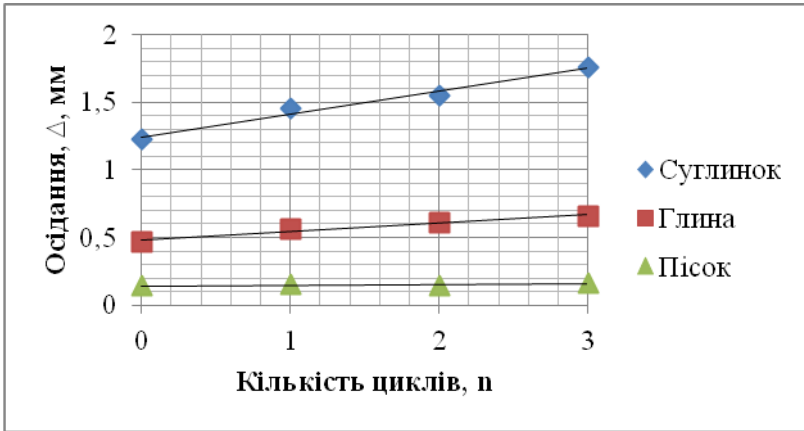


Рис. 2. Залежність осідання ґрунтових зразків від кількості циклів замерзання–розмерзання при навантаженні 0,1 МПа

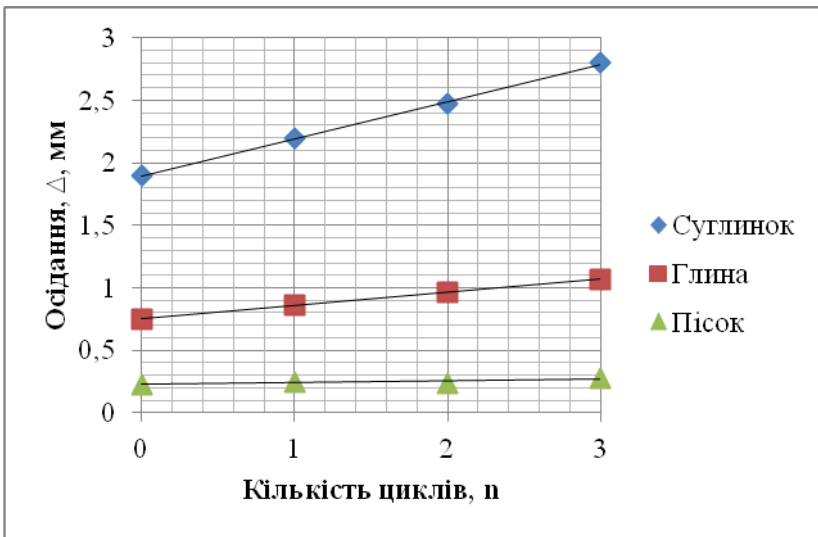


Рис. 3. Залежність осідання ґрунтових зразків від кількості циклів замерзання–розмерзання при навантаженні 0,2 МПа

На рис. 4 відображена апроксимована ступінь залежності:  
 $E = a \cdot \exp(b \cdot n),$

де  $E$  – штамповий модуль загальної деформації,  $a$  і  $b$  – емпіричні коефіцієнти,  $n$  – кількість циклів заморожування–розморожування.

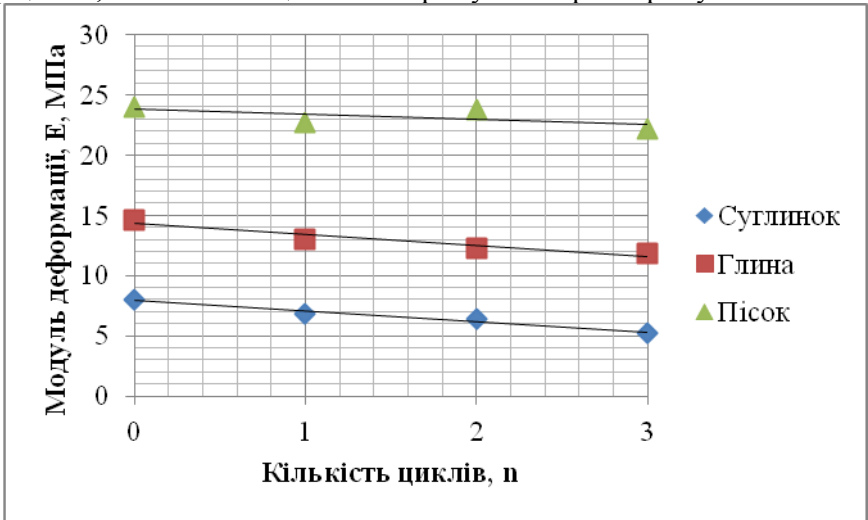


Рис. 4. Залежність модуля деформації від кількості циклів замерзання–розмерзання

Результати апроксимації показані в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати апроксимації

Назва коеф. / Назва ґрунту	Пісок	Суглинок	Глина
Емпіричний коеф. $a_i$ , кПа	23,97	7,98	14,57
Емпіричний коеф. $b_i$ , ч.од.	-0,02	-0,12	-0,08
Коеф. кореляції $r$	0,59	0,98	0,95

З таблиці бачимо, що найменше змінюється модуль деформації піску, а найбільше – суглинку.

За результатами проведених досліджень зроблено наступні висновки:

1. Дослідження впливу роботи плоского колектора теплового насоса на деформаційні властивості ґрунтів основи є актуальною науково-технічною проблемою з позиції забезпечення надійності будівель та споруд.

2. В результаті проведення трьох циклів замерзання–розмерзання ґрунтів основи методом штампу встановлено, що

осідання піску збільшилося на 18%, суглинку – на 33%, глини – на 30%. З кожним наступним циклом замерзання–розмерзання осідання ґрунту збільшується, що може призвести до руйнування основи і фундаменту будівлі. Тому, при проектуванні плоского колектора теплового насоса це потрібно враховувати.

3. Отримано і проаналізовано результати апроксимації для піску середньої крупності, суглинку та глини.

1. Олейникова Е.Н. Исследование и оптимизация теплонасосных установок в структуре схем ПГУ-ТЭЦ: дис. к. т. н.: 05.14.14 / Олейникова Евгения Николаевна – Москва, 2015. – 164 с.

2. Greg Pahl. Magic heat pumps / Greg Pahl // Energy and environment. – 2006. – №6. – P. 95–102.

3. Ground-Source Heat Pumps in Cold Climates. [Електронний ресурс] / A report for the Denali Commission // Prepared by: Alaska Center for Energy and Power Cold Climate Housing Research Center. – 2011. – Режим доступу: [www.uaf.edu/files/acep/Ground-Source-Heat-Pumps-in-Cold-Climates.pdf](http://www.uaf.edu/files/acep/Ground-Source-Heat-Pumps-in-Cold-Climates.pdf).

4. Моркляник Б.В. Закономірності деформування геомеханічної системи "Фундамент – ґрунтовий масив" в зоні дії колектора теплового насоса: монографія / Моркляник Б.В. – Львів: Захід-друк, 2015. – 272 с.

5. Моркляник Б.В. Вплив роботи колекторів теплових насосів на геомеханічну систему "ґрунтовий масив – надфундаментна споруда" / Б.В. Моркляник // Залізобетон минулого і майбутнього: м-ли Всеукр. міжвуз. наук. семінару. – Львів, 14–15 травня 2015 р. – С. 49–53.

6. ГОСТ 20276-2012. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости.

7. Шашенко О.М. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти. Методичні рекомендації до вивчення дисципліни студентами напряму підготовки 6.060101 Будівництво / О.М. Шашенко, В.Г. Шаповал, В.П. Пустовойтенко, Н.В. Хозяйкіна, К.С. Тітякова, К.С. Причина, В.А. Легенченко. – Донецьк: Національний гірничий університет, 2013. – 53 с.

УДК 721

**ВЕРТИКАЛЬНІ ФЕРМИ, ЯК УРБАНІСТИЧНА АГРАРНА  
АЛЬТЕРНАТИВА**

**VERTICAL FARMS AS A URBANISTIC AGRICULTURAL  
ALTERNATIVE**

**Неделюк О. А., магістр, Ротко С. В., к.т.н., доц., Задорожнікова І. В.,  
к.т.н., доц., (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)**

**Nedeliuk O., master, Rotko S., Ph.D. in Engineering, Associate  
Professor, Zadorozhnikova I., Ph.D. in Engineering, Associate Professor,  
(Lutsk National Technical University, Lutsk)**

Розглянуто можливість використання вертикальних ферм для потенційного вирішення проблеми нестачі сільськогосподарських земель. Наведено приклади фермерської діяльності на території великих міст. Проаналізовано плюси та мінуси вертикального землеробства.

According to the UN, by 2050, the Earth's population will increase from the current 7.6 billion people to 9.8 billion, with almost 80% of them living in urban centers. Today, over 80% of the territory suitable for growing crops is used throughout the world, unfortunately 15% of it was destroyed due to inefficient management practices. Therefore, if traditional farming continues in the future, then the catastrophe is inevitable. Potential solution to the problem is vertical agriculture. Examples of opportunities for farming in large cities are given. The pros and cons of vertical agriculture are analyzed.

Ключові слова: вертикальне землеробство, вертикальна ферма «Despommier», кліматичний контроль, поновлювальні джерела енергії.

Key words: vertical agriculture, vertical farm "Despommier", climate control, renewable energy sources.

За даними ООН, до 2050 року населення Землі збільшиться з нинішніх 7,6 мільярдів людей до 9,8 мільярдів, майже 80% з яких

буде мешкати в міських центрах. На сьогодні у всьому світі використовується понад 80% території, що підходить для вирощування сільськогосподарських культур, на жаль 15% якої було знищено через неефективну практику управління. Тому, якщо традиційне ведення сільського господарства буде продовжуватись й надалі, то катастрофа неминуча [1]. Потенційне вирішення проблеми – вертикальне землеробство.

**Основна частина.** Дана проблематика вплинула на вибір теми магістерської роботи, результатом якої буде проектування вертикальної ферми для вирощення сільськогосподарської продукції.

Вертикальне землеробство – це практика виробництва харчових продуктів у вертикально укладеному шарі, на вертикально нахилених поверхнях, та/або вбудованих в інші споруди. Сучасне використання терміну «вертикальне землеробство» зазвичай відноситься до вирощування рослин у шарах, як на плоских дахах, у багатоповерховому хмарочосі, у використовуваному складі, так і у транспортних контейнерах.

Вертикальне землеробство, що практикується у великих масштабах у міських центрах, має великий потенціал, щоб забезпечити достатню кількість їжі для зручного харчування всього людства в найближчому майбутньому; дозволити великим земельним ділянкам повернутись до природного ландшафту, відновлюючи функції екосистем; безпечно та ефективно використовувати органічну частину людських і сільськогосподарських відходів для виробництва енергії за рахунок створення метану та одночасно значно зменшити популяцію паразитів (наприклад, щурів, тарганів); скористатися заброньованими та невикористаними міськими територіями, дозволити цілорічне виробництво продуктів харчування без втрати врожаю внаслідок зміни клімату або пов'язаних з погодними умовами подій; усунути необхідність широкомасштабного використання пестицидів і гербіцидів; забезпечити важливу нову роль для агрохімічних галузей (тобто розробка та виробництво безпечних, хімічно визначених дієт для широкого кола комерційно життєздатних видів рослин. Все це може здатися надто чудовим, щоб бути правдивим, але ретельний аналіз показує, що це цілком реалістичні та досяжні цілі [2].

У наш час овочі та фрукти нерідко транспортують на відстань у тисячі кілометрів, щоб доставити до споживача. Чи можна обійтись без цього? Чудовим рішенням є розміщення теплиць на плоских дахах як звичайних будівель, так і промислових підприємств, Місця для цього достатньо.

Для вирощування овочів на дахах чудово підходять гідропонні установки, коли рослини ростуть не в землі, а в жолобах, де вода омиває їхнє коріння, або в горщиках, наповнених штучним матеріалом. Спеціальна зрошувальна установка постійно постачає воду. Вона надходить з центрального баку, омиває коріння рослин, а потім знову повертається до баку. Крім того, ні вода, ні добрива не витрачаються, адже все циркулює у замкненій системі. Такий вид господарства набуває широкого застосування в Німеччині. На тисячі квадратних метрів дахових площ можна вирощувати близько сорока тон овочів на рік.

Ще одним цікавим рішенням є будівництво «вертикальної ферми». Еколог Dickson Despommier (Діксон Деспомьєр) [3] розробив концепт ферми майбутнього, з однойменною назвою «Despommier». Він стверджує, що вирощування рослин у хмарочосах вимагатиме менше затрат енергії та створюватиме менше забруднення, ніж деякі способи вирощування рослин на природних ландшафтах. Він також стверджує, що природні ландшафти є надто токсичними для природнього, сільсько-господарського виробництва, незважаючи на екологічні витрати на видобуток матеріалів для будівництва хмарочосів.

Вертикальне землеробство, згідно з концепцією «Despommier», знижує вартість природного ландшафту, використовуючи ідею "хмарочос як космічний корабель". «Заводське життя» відбувається у герметично закритих, штучних середовищах, які мають мало спільного з зовнішнім світом. У цьому сенсі, вони можуть бути побудовані будь-де. Також це може бути будівля монолітно-каркасного типу, що нічим не відрізняється від інших хмарочосів. Незважаючи на те, що кліматичний контроль, освітлення та інші витрати на технічне обслуговування після підрахунків були потенційно непривабливими для забезпечення реалізації цієї концепції, еколог стверджує, що важливою особливістю майбутніх вертикальних ферм буде інтеграція технологій поновлюваних джерел енергії, чи то сонячні панелі, або вітрові турбіни.



Концепція вертикальної ферми «Despommier» з'явилася у 1999 році в Колумбійському університеті. Спочатку Деспомьєр запропонував своїм студентам зробити дослідження: чи можна нагодувати населення Мангеттена (близько 2 млн. чол.), використовуючи лише 5 га (13 акрів) площі, зручної для теплиць на даху. Студенти підраховали, що за допомогою методів садівництва на дахах нагодувати вдасться лише 2% населення. Не задовільнившись результатами, Деспомьєр зробив пропозицію вирощувати рослини у приміщенні. Ідея викликала інтерес у студентів та набула широкого розповсюдження. Незважаючи на те, що багато пропозицій Деспомьєра були поставлені як виклик і сильно критикувалися з точки зору екології та інженерії, популяризація ідеї в останні роки була в основному результатом твердження Діксона, що виробництво продуктів харчування може бути кардинально змінено [3].

Ще однією цікавою ідеєю є використання транспортних контейнерів, котру втілюють у життя відразу кілька будівельних компаній, зокрема, компанія Freight Farms спроектувала та збудувала "листову зелену машину", що представляє собою повну систему, обладнану вертикальною гідропонією, світлодіодним освітленням та інтуїтивно зрозумілим кліматичним контролем, побудованим у транспортному контейнері 12×2,4 м. Podponics побудувала великомасштабну вертикальну ферму в Атланті, що складається з понад 100 штабельованих контейнерів. Схожа ферма в даний час будується в Омані.

Економіка. Супротивники ставлять під сумнів потенційну прибутковість вертикального землеробства. За сучасних рівнів технології здатність вертикальних ферм конкурувати з встановленими фермерськими процесами обмежена. Додаткові витрати на освітлення та опалення вертикальної ферми можуть заперечувати будь-яку економію, отриману за рахунок зменшення транспортних витрат. Економічні та екологічні переваги вертикального землеробства частково пов'язані з концепцією мінімізації пробігу, відстань, яку необхідно подолати від ферми до споживача. Проте нещодавній аналіз показує, що транспорт є лише незначним споживачем економічних та екологічних витрат на постачання продовольства міському населенню. Автор доповіді, професор університету Торонто П'єр Дерочерс, зробив висновок, що "харчові милі, в кращому випадку, є маренням"[4]. Таким

чином, об'єкт повинен буде отримати значний прибуток, щоб виправдати, своє перебування в місті. Простіші концепції, а не спроби створити ферми, типу хмарочосів, полягатимуть у тому, щоб просто обробляти врожай на дахах існуючої будівлі. Сільське господарство на даху є зростаючою міською тенденцією, вимагає невеликої конструкції (крім зміцнення даху для збереження ваги зростаючого середовища), як і раніше використовує сонячне світло і не вимагає інвестицій в машини, великих витрат на освітлення або зрошення.

Використання енергії. Брюс Бугбі, фізіолог з рослинництва в штаті Юта, вважає, що енергетичні потреби в вертикальному землеробстві будуть занадто дорогими та неконкурентоспроможними для традиційних господарств, які використовують лише природне освітлення [5]. У статті в *Economist* стверджувалося, що "навіть якщо зерна, що виростають у скляному хмарочосі, протягом дня отримують природне сонячне світло, цього буде недостатньо", і "вартість живлення штучного освітлення зробить приміщення надмірно дорогими"[6].

Оскільки "вертикальна ферма" пропонує контрольоване середовище, витрати на опалення та охолодження будуть як мінімум дорожчими, ніж у будь-якій іншій будівлі. Але також залишається проблема складних і дорогих систем водопостачання та ліфтів, щоб розподілити воду по всій будівлі. Щоб вирішити проблему дорогої енергії, підприємець, що використовує старий склад у Чикаго для вирощування рослин гідропонічним методом, збудував систему анаеробного отримання енергії [7]. Це дозволить фермі працювати від власної енергосистеми. Більше того, анаеробний дайджест буде переробляти відходи від сусідніх підприємств, які інакше вийдуть на полігони.

Забруднення. Регулярне використання вертикального фермерства може створювати більше парникових газів, ніж польові продукти, в основному за рахунок збільшення споживання енергії на кілограм продукції. З вертикальними господарствами, що потребують набагато більшої енергії на кілограм продукції, головним чином за рахунок збільшення освітлення, ніж звичайні теплиці, створюване забруднення буде набагато вищим, ніж у сільськогосподарських виробництв. Об'єм забруднення залежить від того, як генерується енергія, котра буде використовуватись у таких проектах.

Гідропонічна система хоч і використовує значно менше води, ніж теперішнє землеробство, проте її необхідно регулярно замінювати, тобто буде створюватись велика кількість води, що містить добрива та пестициди, яка потребуватиме очистки.

Багато з цих переваг отримують за рахунок методів гідропонічного або аеропонічного вирощування.

Можливе вирішення майбутніх проблем. Передбачається, що до 2050 року близько 80% населення світу буде жити в містах, а загальне населення світу збільшиться ще на 3 млрд [7]. Залежно від зміни врожайності на гектар, може знадобитися дуже велика кількість землі. Вчені стверджують, що створення великої кількості сільськогосподарських земель, здатних забезпечувати населення, неможливе. За словами Деспомьєра, вертикальні ферми, якщо вони розроблені належним чином, можуть уникнути необхідності створювати додаткові сільськогосподарські угіддя та сприяти створенню екологічно чистого середовища.

Підвищена культура виробництва. На відміну від традиційного ведення сільського господарства в нетропічних районах, внутрішнє господарство може забезпечувати населення цілий рік. Всесезонне господарство збільшує продуктивність вирощуваної поверхні в 4 - 6 разів, залежно від урожаю. З деякими культурами, такими як полуниця, коефіцієнт може досягати 30 [8].

Крім того, оскільки сільськогосподарські культури будуть продаватися у тих же містах, в яких вони вирощуються, їх не потрібно транспортувати між виробником та місцями збуту, що призведе до зниження витрат. Дослідження показали, що до 30% врожаю знищується внаслідок псування та зараження, хоча в розвинених країнах це число значно нижче.

Деспомьєр вважає, що якщо використовувати карликові варіанти певних культур (наприклад, карликова пшениця, менша за розміром, але багатша за вмістом поживних речовин), для вирощування у 30-поверховій фермі з площею полів у 2 гектари, то це дозволить отримати річний урожай, аналогічний традиційному сільському господарству на 1000 гектарах [9].

Захист від погодних проблем сільськогосподарські культури, вирощені традиційними методами, страждають від часто субоптимальних, а часом і надзвичайних характеристик геологічних і метеорологічних явищ, таких як небажана температура або кількість опадів, мусони, гради, торнадо, повені, природні пожежі та сильні посухи.

Оскільки вертикальне землеробство забезпечує контрольоване середовище, продуктивність вертикальних господарств буде в основному незалежною від погодних умов і захищеною від екстремальних погодних явищ. Хоча контрольоване середовище вертикального землеробства заперечує більшість цих чинників, землетруси та торнадо все ще створюють загрози для запропонованої інфраструктури, хоча це знову залежить від місця розташування вертикальних ферм.

Кожна одиниця площі у вертикальній фермі може заощадити до 20 одиниць площі сільськогосподарських угідь, що повертаються до свого природного стану [10].

Вертикальне землеробство зменшить потребу в нових сільськогосподарських землях через перенаселення, що дозволить заощадити багато природних ресурсів. сьогодні збільшення площ призводить до вирубки лісів та забруднення. вирощування рослин у приміщеннях зменшує або усуває традиційну оранку, посадку та збирання врожаю сільськогосподарською технікою, а також зменшить затрати людської сили.

Призупинення масового вимирання тварин. Зменшення людської активності з великих площ поверхні землі може знадобитися, щоб сповільнити і врешті-решт зупинити нинішню проблему вимирання тварин. традиційне сільське господарство сильно руйнує популяції диких тварин, які живуть у сільськогосподарських угіддях та навколо них. на відміну від цього, вертикальне землеробство завдало б набагато менше шкоди живій природі.

Міське зростання. вертикальне землеробство, яке використовується у поєднанні з іншими технологіями та соціально-економічною практикою, може дозволити містам розширюватися, залишаючись у значній мірі забезпеченими власною харчовою промисловістю. крім того, індустрія вертикального землеробства забезпечить робочими місцями жителів міст. це допоможе зменшити безробіття, спричинене зменшенням традиційних фермерських господарств.

**Висновок.** Вирощування овочів та фруктів у містах можливе. Більше того, проекти вертикальних ферм набувають все більшої популярності та розповсюдження. Але також є й мінуси, насамперед таким методом вирощують культури, які приносять стабільно високий прибуток, наприклад спеції, салати або пекінську капусту, а рис, який споживають 2/3 населення Землі, вирощувати не вигідно та дуже затратно. Проте перспективи розвитку технологій для вирощування аграрної продукції у будівлях можуть вирішити проблему нестачі придатної території для фермерської діяльності, щоб прогодувати населення Землі.

1. The Global Coalition for Conflict Transformation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.un.org/>.

2. The Vertical Farm. Feeding the world in the 21<sup>st</sup> Century [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.verticalfarm.com/>

3. The vertical farm: Feeding the world in the 21<sup>st</sup> Century» Dr. Dickson Despommier [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.verticalfarm.com/?page\\_id=36](http://www.verticalfarm.com/?page_id=36)

4. Evans P. (22 липня 2009р.) Самміт: місцеве харчування без зеленої панaceaї.

5. Nelson Bryn (12 липня 2007р.) самміт: чи може вертикальне землеробство бути майбутнім?

6. The Economist (9 грудня 2010р.) Вертикальна ферма: чи справді це можливо? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://plantchicago.org/>

7. Despommier, D. (2008). "Vertical Farm Essay I" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.google.com.ua/search?q=Despommier,+D.++\(2008\).+%22Vertical+Farm+Essay+I%22&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjB8OG5hPHXAhWFCpoKHftzASEQsAQINQ&biw=1247&bih=871](https://www.google.com.ua/search?q=Despommier,+D.++(2008).+%22Vertical+Farm+Essay+I%22&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjB8OG5hPHXAhWFCpoKHftzASEQsAQINQ&biw=1247&bih=871)

8. Growing Skyscrapers: The Rise of Vertical Farms [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.scientificamerican.com/article/the-rise-of-vertical-farms/>.

9. Urban Agriculture – A Next Big Thing for Cities [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.smartcitiesdive.com/ex/sustainablocitiescollective/urban-agriculture-next-big-thing-cities/338111/>.

УДК 624.012.25

**НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН НЕРОЗРІЗНИХ  
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК З РІЗНИМ ТИПОМ  
АРМУВАННЯ СТАЛЕВИМИ ФІБРАМИ**

**THE INFLUENCE OF THE WAY OF CONTINUOUS  
CONCRETE BEAMS REINFORCEMENT WITH STEEL FIBERS  
ON THEIR STRESS-DEFORMED STATE**

**Нінічук М. В.,** аспірант, **Кислюк Д.Я.** к.т.н., доцент, **Дмитрук Д.Г.** студент (Луцький НТУ, м. Луцьк).

**Ninichuk M.,** postgraduate student, **Kyslyuk D.Ya.** Ph.D. in Engineering, Associate Professor, **Dmytruk D.G.** student (Lutsk State Technical University, Lutsk).

Наведені результати експериментальних досліджень роботи нерозрізних комбіновано-армованих залізобетонних балок з різним типом армування сталевими фібрами.

The results of experimental research of work of continuous combined reinforced concrete beams with different types of reinforcement with steel fibers are presented. The use of dispersion-reinforced materials provides an opportunity to increase the strength of concrete elements and structures to compression, their crack resistance and especially tensile strength. We will receive efficient structures that meet higher performance requirements. The work of steel fibers concrete in continuous structures affects the redistribution of efforts, the bearing capacity and stiffness of this kind of elements, leads to more elastic work of the elements at all levels of loading. Additional dispersed reinforcement with steel fibers throughout the stretched concrete zone can increase the stiffness of the beam and reduce the deflection for non-cut reinforced concrete beams.

Ключові слова: Балка, моменти , прогини.

Keywords: Beam, bending moments, deflections.

Особливе місце в дослідженні і вдосконаленні роботи залізобетонних конструкцій займають статично - невизначені конструкції, зокрема нерозрізні багато пролітні балки, так як у них найбільш раціонально використовуються в роботі її складові матеріали – бетон і арматура. Найбільш поширені елементи такого типу в конструкціях перекриттів промислових та цивільних будівель, естакадах, мостових конструкціях. Починаючи з кінця минулого століття, зростає цікавість до використання дисперсно-армованих матеріалів, зокрема сталеві фібробетону, що можна пояснити прагненням суттєво підвищити міцність бетонних елементів і конструкцій на його основі на стиск, особливо розтяг, їх тріщиностійкість, отримати ефективні конструкції, які б відповідали більш високим експлуатаційним вимогам. Робота сталеві фібробетону в нерозрізних несучих конструкціях, вплив різного типу дисперсного армування на несучу здатність і жорсткість такого роду елементів є маловивченими, тому результати експериментальних досліджень, що розглядаються у статті, є актуальними на даний час. [1,2]

З метою дослідження впливу способу армування сталевими фібрами комбіновано-армованих залізобетонних нерозрізних балок на їх напружено-деформований стан, було проведено випробування трьох дослідних зразків. Вони являли собою нерозрізні двох прольотні залізобетонні балки довжиною 300 см з розмірами поперечного перерізу  $10 \times 16$  см, з довжиною прольотів по 140 см (рис.1).

Цементно-піщана матриця мала такі механічні характеристики: середня кубикова міцність  $f_{cm,cube} = 33$  МПа; призмova міцність  $f_{cm,prism} = 22,6$  МПа, міцність на розтяг  $f_{ctk,0,05} = 0,5$  Мпа. Додатково, дисперсне армування дослідних зразків виконувалось сталевими фібрами з відносним відсотком армування рівним  $\mu = 1\%$ . Використовувалися сталеві анкерні фібри, хвилястої форми, довжиною 50 мм і діаметром 1 мм. Кубикова міцність сталеві фібробетону була всього на 3% більша ніж цементно-піщаної матриці і становила  $f_{cm,cube} = 34$  МПа, призмova міцність  $f_{cm,prism} = 23,2$  МПа, міцність на розтяг  $f_{ctk,0,05} = 1,7$  Мпа, що на 340% більше ніж міцність на розтяг цементно-піщаної матриці. Основне армування виконувалось у вигляді двох плоских каркасів з робочою арматурою в прольотах і над опорою, яка підбиралась із врахуванням перерозподілу зусиль,  $\text{Ø}10$  А400С і поперечним

армуванням стержнями зі сталі  $\varnothing 4$  ВР-I, які влаштовувались між середньою опорою і силою з кроком 40 мм, а між крайньою опорою і силою - 80 мм.(рис.1, 2). [3]

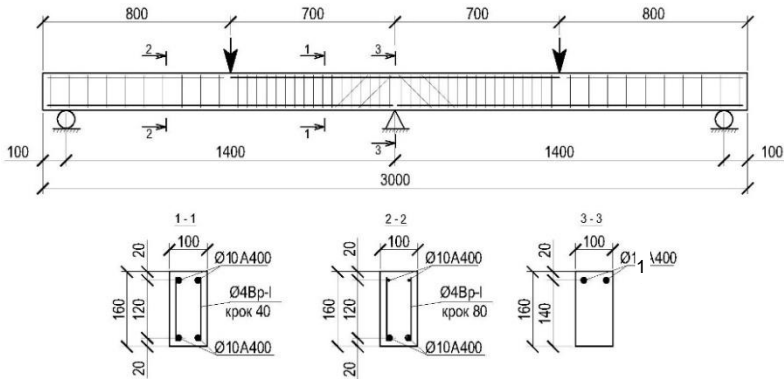


Рис.1. Конструктивна схема дослідних балок

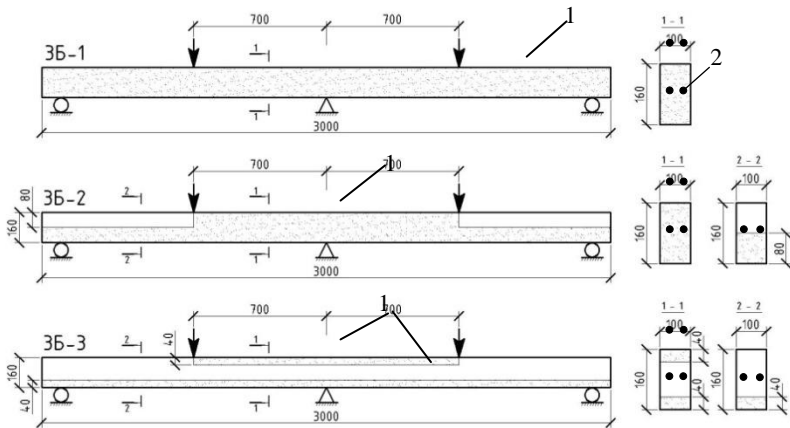


Рис.2. Розподіл фібр по об'єму в зразках  
1 – Зона додаткового армування фібрами, 2- Основна арматура

Для випробування дослідних зразків-балок була запроєктована і виготовлена спеціальна силова установка.(рис.3). Плоский поперечний згин двопролітних балок в ній створюється за допомогою гідравлічного домкрата і металеві двотаврової балки-траверси, що передає від нього на дослідну балку дві однакові симетрично розташовані відносно середньої опори на відстані 700 мм зосереджені сили, що контролювалися динамометрами.



Руйнівне навантаження для випробуваних зразків-балок становило: для ЗБ-1  $F_u = 56$  кН, для ЗБ-2  $F_u = 54$  кН, для ЗБ-3  $F_u = 46$  кН, [3].



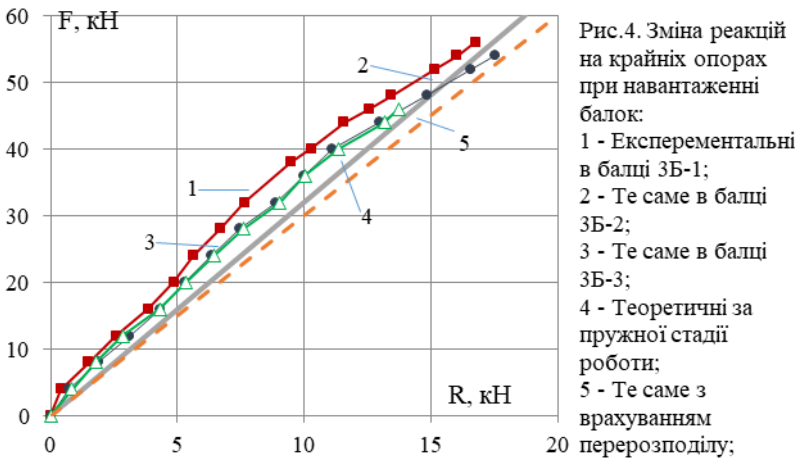
Рис.3. Загальний вигляд випробувань балок

В процесі досліджень зразків до руйнування були помічені характерні особливості їх роботи. Так всі балки зруйнувалися по нормальних перерізах внаслідок досягнення граничних деформацій арматури в прольотах і над опорою, а також граничних деформацій бетону в стиснутих зонах, окрім балки ЗБ-3, в якій чітко вираженого руйнування бетону стиснутої зони не спостерігалось. Балки ЗБ-1 та ЗБ-2 мали майже однакову несучу здатність, руйнівне навантаження балки ЗБ-2 було лиш на 4% менше балки ЗБ-1, що була армована фібрами по всьому своєму об'єму. Балка ЗБ-3, яка була армована фібрами лиш на висоту подвійного захисного шару бетону, зруйнувалась при навантаженні, що було менше на 18% від такого у балки ЗБ-1, що свідчить про значний вплив дисперсного армування по всьому об'єму на несучу здатність залізобетонних елементів.

В процесі випробовувань балок були отримані середні експериментальні значення реакцій крайніх опор  $R$  і таким чином розкрита статична невизначеність балок. За умови пружної роботи балок при заданій схемі навантаження теоретичні значення крайніх опорних реакцій рівні  $R_{el} = 0,3125F$ , а з урахуванням перерозподілу зусиль -  $R_{pl} = 0,33F$ .

Як видно з графіка (рис. 4) зміна реакцій на крайніх опорах у всіх трьох зразках відбувалась із значним відхиленням від

теоретичних значень за умови роботи балки в пружній стадії і з урахуванням перерозподілу зусиль. Відхилення відношення  $R/R_{el}$  в сторону зменшення можна пояснити наявністю тріщин в розтягнутому бетоні в прольотах і на опорі. Балка ЗБ-1, яка армована фібрами по всьому об'єму, показала найбільше відхилення від теоретичних значень опорних реакцій максимальне значення якого становило  $R/R_{el} = 0,6$  однак перед руйнуванням воно практично зрівнялось з теоретичним і становило  $R/R_{el} = 0,96$ . У балки ЗБ-2, що армована фібрами лиш в розтягнутих зонах бетону, відношення  $R/R_{el}$  становило від 0,83 до 1,04 при руйнуванні, а для балки ЗБ-3 це значення спостерігалось в межах 0,75-0,96.



На основі отриманих реакцій опор, визначались згинальні моменти в досліджуваних балках. Відношення теоретичних значень опорних моментів до прольотних в пружній стадії роботи складає 1,2, а відповідних дослідних в процесі навантаження у балок ЗБ-1 та ЗБ-3 змінювалось від  $M_{sup}/M_{sp} = 1,7$  до  $M_{sup}/M_{sp} = 1,28$  перед руйнуванням. Тільки у балки ЗБ-2 перед руйнуванням, відношення опорного до прольотного моментів становило  $M_{sup}/M_{sp} = 1,13$  (рис.5).

Перші тріщини в балках почали утворюватись в прольотах і на опорі при  $F=12$  кН у балок ЗБ-2 і ЗБ-3, та  $F=16$  кН у балки ЗБ-1. Подальший характер розвитку нормальних тріщин у всіх балках спостерігався однаковий. З кожним ступенем навантаження спостерігалась поява нових тріщин без суттєвого розвитку по висоті

старих. Максимальна ширина розкриття тріщин перед руйнуванням становила: для балки ЗБ-1 - 1,4 мм та 0,65 мм на опорі і в прольоті відповідно; для балки ЗБ-2 – 1,7 мм та 0,7 мм; для балки ЗБ-3 - 1,1мм та 0,7 мм. Розвиток похилих тріщин спостерігався набагато інтенсивніше у балках ЗБ-2 та ЗБ-3, що стали з'являтися при досягненні навантаження 80% від руйнівного, що пояснюється відсутністю додаткового армування фібрами по всій висоті у цих балок.(рис. 6).

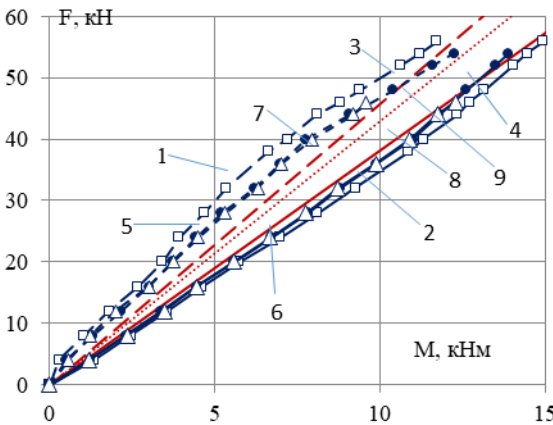


Рис.5. Зміна згинальних моментів у балках:  
1, 2 - Експериментальні значення прольотних і опорних моментів для балки ЗБ-1;  
3, 4 - Те саме для балки ЗБ-2  
5, 6 - Те саме для балки ЗБ-3  
7, 8 - Теоретичні значення прольотних і опорних моментів  
9 - Значення моментів з урахуванням перерозподілу зусиль.



Рис. 6. Характер розвитку тріщин у дослідних балках

Прогини в усіх балках розвивались практично пропорційно зростанню зовнішнього навантаження до рівня  $F = 40$  кН, після якого їх розвиток ставав інтенсивнішим. Так прогини балки ЗБ-3

були значно більшими ніж в інших балок, і становили перед руйнуванням 5,08 мм при  $F_u = 46$  кН. Прогини балок ЗБ-1 та ЗБ-2 при цьому рівні навантаження становили 3,75 мм і 3,8 мм відповідно, що на 26,2% та 25,2 % менше від ЗБ-3. Максимальний прогин становив 6,41 мм при  $F_u = 56$  кН для балки ЗБ-1, та 6,4 мм при  $F_u = 54$  кН для балки ЗБ-2 (рис. 7).

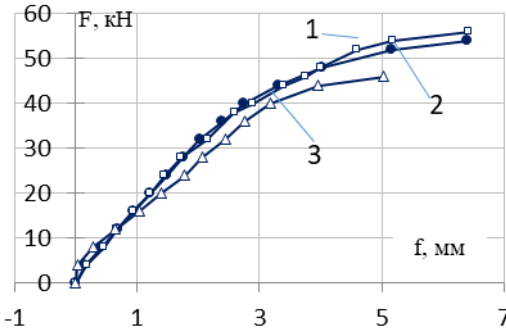


Рис.7. Зміна прогинів при навантаженні балок:  
1 - Балка ЗБ-1;  
2 - Балка ЗБ-2;  
3 - Балка ЗБ-3;

**Висновки:** 1. Додаткове армування сталевими фібрами всієї розтягнутої зони бетону збільшує несучу здатність балки на 18% та зменшує прогини на 25%. в порівнянні із армуванням тільки зони подвійного захисного шару бетону; 2. Наявність фібр у стиснутих зонах несуттєво впливає на несучу здатність і прогини, однак сприяє зменшенню розвитку похилих тріщин; 3. Додаткове армування рівномірно-розподіленими по об'єму сталевими фібрами впливає на перерозподіл зусиль у нерозрізних балках, що призводить до більш пружної роботи елементів на всіх рівнях навантаження.

1. Бабич В.С., Напружено деформований стан і міцність нерозрізних залізобетонних балок при одноразових та повторних навантаженнях/ Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Рівне: НУВГП, 2004. –210 с. 2. Дробошинець С.Я., Вплив повторних малоциклових навантажень на механічні характеристики сталевібробетону та роботу згинальних елементів на його основі/ Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Луцьк ЛНТУ, 2006. – 191 с. 3. Нінічук М.В. Вплив способу армування сталевими фібрами нерозрізних залізобетонних балок на їх напружено-деформований стан / Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. - Рівне: Видавництво Рівненського державного технічного університету, 2016. - Випуск 32. - С. 220 – 225.

УДК 712.253,712.41

**ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ БЛАГОУСТРОЮ ТА  
РЕКОНСТРУКЦІЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ С. БОРЕМЕЛЬ  
РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**SOLUTION OF PROBLEMS OF LANDSCAPING AND  
RECONSTRUCTION OF THE CENTRAL PART OF V.  
BOREMEL OF THE RIVNEN REGION**

**Олексин Х.А. студент, Шевчук Т.В. студент, Парфентьева І. О.  
к.т.н., доцент, Мельник Ю.А к.т.н., (Луцький НТУ, м. Луцьк)**

**Oleksyn K.A. student, Shevchuk T.V. student, Parfentieva I.O.,  
Candidate of Technical Sciences (PhD), Melnyk. Yu.A., Candidate of  
Technical Sciences (PhD) (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

В статті проведено аналіз стану території та існуючої забудови с. Боремель. Розглянуто основні проблеми та запропоновано їх рішення шляхом реконструкції бульвару, проектування дитячого майданчика та благоустрою центральної частини села в цілому.

The article analyzes the condition of the territory and the condition of existing buildings Boremel village. Tourist attractiveness of the territory due to the location of the village on the shore of the Khrinnyky reservoir is an important factor in the need for the reconstruction of the central part of the village. The main problems identified and their solution solved by reconstruction of boulevard with the development of a recreation area and the development of a flowerbed, the design of a playground and the improvement of the central part of the village as a whole. We are planning to renovate the facades of buildings located along the central street of the village

Ключові слова: благоустрій населених пунктів, реконструкція, озеленення.

Keywords: equipping with modern amenities and planting of greenery of settlements reconstruction, landscaping.

Боремель – село у західній частині Демидівського р-ну на відстані 12 км від райцентру Демидівка. Центр Боремельської с/ради, одне із сіл якої с.Смиків донедавна офіційно вважалося крайньою західною точкою Рівненської обл. Ходила навіть приказка «Боремель-край рівненських земель».

Село знаходиться на лівому високому березі Хрінницького водосховища, яке є складовою частиною басейну р. Стир. Лежить у межах Волинської височини. Середні висоти 200-250м над рівнем моря. Поверх та сформувалася під дією текучих вод (так званий водно-ерозійний яружно-балковий рельєф). В природному відношенні – це Застирський ландшафтний район Волинської височенної області лісостепу з чорноземними опідзоленими ґрунтами, дубово-грабовими лісами, с/г угіддями на місці лучних степів (рис.1).

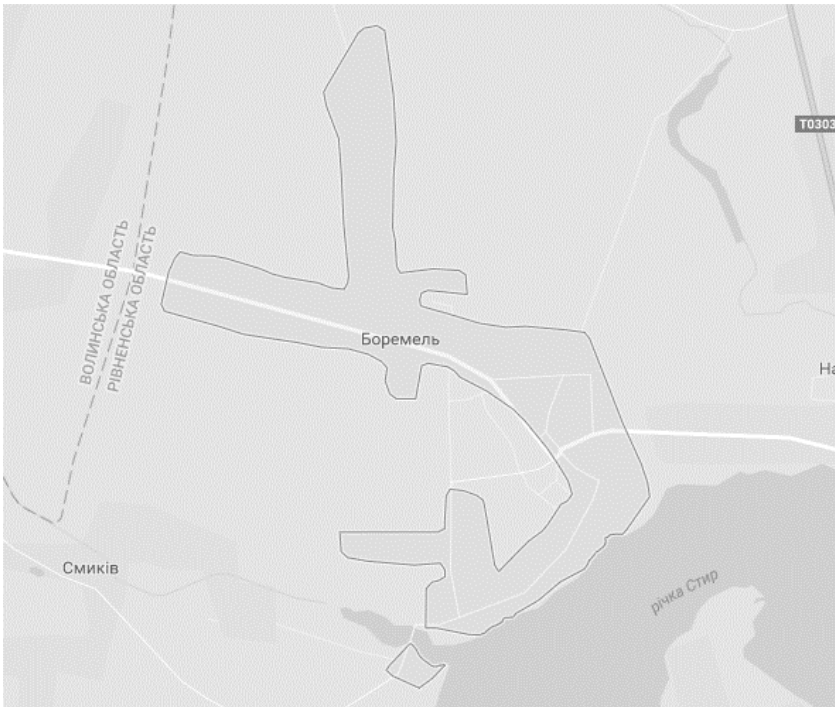


Рис. 1. Територіальні межі с. Боремель

Благоустрій завжди був «візиткою» міста, селища чи села перед гостями, а для самих мешканців створював соціальний комфорт

проживання в ньому. Саме з того, який в ньому благоустрій, зелені насадження, який стан парків та бульварів, в якому стані дороги, тротуари, як виглядають зупинки, фасади будинків, дитячих та спортивних майданчиків, як його освітлюють вночі, його санітарний стан тощо, складається враження про населений пункт, а в цілому про державу.

Село Боремель являє собою компактний населений пункт з чіткою планувальною структурою. Житлові квартали прямокутні, забудова досить щільна. Будинки переважно цегляні.

Громадський центр створюється в північній частині села понад головною дорогою.

На даний час у процесі будівництва знаходиться готель та міні-маркет. Також у селі розвинена промисловість - працює ковбасний та хлібо-булочний цехи.

Оскільки, обране нами для реконструкції село, знаходиться на березі Хрінницького водосховища та є рекреаційним та туристичним об'єктом. Крім того, с. Боремель є осередком різноманітних фестивалів, зокрема, влітку проводиться мото-фест, з'їзд байкерів, який став традицією впродовж 3 років.

Туристична привабливість території є додатковим фактором необхідності проведення реконструкції центральної частини села.

В цілому, в селі є умови для подальшого розвитку, благоустрою та інженерного обладнання, хоча існує і перелік проблем:

- стан вулично-дорожньої мережі;
- необхідність реконструкції центрального бульвару;
- розробка відпочинкової зони;
- реконструкція фасадів будівель центральної частини села;
- створення дитячого майданчика;

Мета нашого проекту є відновлення та реконструкція парку, збереження унікального місця живої природи, створення громадського простору для активного відпочинку мешканців села. Також реконструкція фасадів будівель в центральній частині села та проектування клумби – рабатки.

Існуючий бульвар вирішений в регулярному стилі, для нього характерні штучні рішення із використанням геометричних пропорцій, прямолінійних доріг, алей, галявин, рядових насаджень, доріг, симетрично розташованих скульптур, фонтанів,

декоративного обладнання. Район забудови відноситься до 60-70 років ХХ ст.

Рельєф спокійний з незначним перепадом висот в східній частині бульвару.

Навколо основної проєктувальної частини знаходиться Братська могила радянських активістів, які загинули від рук українських буржуазних націоналістів – пам'ятка історії місцевого значення, яка була створена в 1981 році(рис.2).



Рис. 2 Братська могила сільських активістів

На братській могилі сільських активістів встановлені три гранітні стели. На центральній стелі (1,2 (вис.) x 1,1 x 0,35м) викарбовано напис: «В братській могилі поховані останки радянських активістів, жертви німецьких окупантів і українських буржуазних націоналістів».



Зліва від братської могили знаходиться скульптура уклінної жінки (вис. 2,8м.) на бетонному постаменті (0,3 (вис.) x 3,0 x 5,0м.). Скульптура виготовлена в техніці виколотки в міді. Щороку, 30 березня, в день визволення села Боремля від німецьких загарбників тут проводиться мітинг.

Головну алею ми плануємо розбити на три функціональні зони:

1. Зона меморіального комплексу в яку входить пам'ятник «Братська могила сільських активістів».

2. Зона тематичного відпочинку в яку входить головна алея з запроєктованим дитячим майданчиком по центральній осі бульвару.

3. Зона для зібрання громади села.

При реконструкції бульвару перед нами стоїть завдання максимального збереження існуючих насаджень, оскільки вони стали невід'ємним елементом планувальної, об'ємної композиції села і є його складовою частиною. Потрібно задовольнити естетичні та комфортні потреби населення, при цьому звести до мінімуму знищення насаджень, продовжити їх вегетаційний період при повній декоративності крон.

Серед запроєктованих нами робіт по благоустрою значна увага приділяється садово-парковим об'єктам, а також просторим зонам та територіям. Їх головне призначення забезпечення потреб населення у відпочинку.

Територія для їх формування обумовлюється вільними від забудови ділянками, розмір і місце розташування яких обґрунтовується умовами потреб відпочинку. Особливо це відчутно тому що бульвар невеликий і знаходиться в оточенні вулиць, інтенсивно завантажених транспортом. В такому бульварі при ідеальному пейзажному вирішенні створюється композиційна завершеність.

Зелені насадження бульвару визначають санітарно-гігієнічні, функціональні і естетичні якості в системі забудови. В містобудуванні рослинність інколи розглядається як дещо другорядне, своєрідний декор, яким можна "прикрасити" будь-яке, невдале архітектурне вирішення. Ця недооцінка зелених насаджень відбивається на якості створення архітектурних комплексів.

Також нами запроєктована рабатка, яка буде завершувати композиційну лінію вулиці Горохівської. За функціональним призначенням передбачається різнопланове використання рабатки.

Вона буде знаходитися на підвищенні, що є чудовим варіантом для повного зорового сприйняття композиції.

Проектом передбачається реконструкція забудови та приведення її до єдиного архітектурно-планувального стилю.

Стан вулично-дорожньої мережі незадовільний. Нами пропонується на проїжджій частині провести заміну дорожнього покриття на новий асфальтобетон, облаштування тротуарів та пішохідних доріжок..

Отже, проаналізувавши сучасний стан центральної частини села Боремель і врахувавши побажання громади села нами був розроблений проект реконструкції та благоустрою центральної частини села в якому передбачено:

- Поєднання зелених насаджень в залежності від їх функціонального призначення;
- Влаштування та благоустрій території для проведення культурно масових-заходів;
- Розробка відпочинкової зони для мешканців села;
- Влаштування та благоустрій дитячого майданчику;
- Стилізація в одному архітектурному стилі будівель, розташованих вздовж центральної вулиці села;
- Влаштування клумби-рабатки, яка служитиме окрасою села.

Проект благоустрою с. Боремель, не тільки покращить умови життя селян та розвине інфраструктуру населеного пункту, але і залучить значний потік туристів.

1. С. Кротік, Н. Кротік Боремель: історико-краєзнавчий нарис.-Луцьк: Видавництво газети "Вісник і К°", 2007.
2. Цимбалюк Є. П. Млинівщина: Погляд у минуле. - Рівне: Редакційно-видавничий відділ облуправління по пресі, 1991.
3. Жирнов А.Д., Пушкар В.В. Композиційні прийоми формування насаджень в ландшафтах міста. Навч. Посібник. – К.: ДАКККіМ, 2002.
4. Пушкар В.В., Жирнов А.Д., Вільгельм-Швадчак О.К. Дизайн квітників: Навч. Посібник. – К.: ДАКККіМ, 2003.

УДК 691.32

**ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ  
НЕАВТОКЛАВНОГО ПІНОБЕТОНУ  
ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ  
У ЯКОСТІ КОНСТРУКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ**

**INVESTIGATION OF PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES  
OF NON-AUTOCLAVE FOAM CONCRETE  
FOR USE AS CONSTRUCTION MATERIAL**

**Панчук М.Ю., магістр, Матіяшук А.В., магістр, Ротко С. В., к.т.н.,  
доц. (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)**

**Panchuk M., master, Matiyashuk A., master, Rotko S.V., Ph.D. in  
Engineering, Associate Professor (Lutsk National Technical University,  
Lutsk)**

Досліджуються фізико-механічні властивості монолітного неавтоклавного пінобетону для застосування у якості конструкційного матеріалу. Наведено класифікацію пінобетонів за середньою густиною. Описано технології виготовлення матеріалу. Досліджується вплив на міцність та деформативні властивості пінобетону структури повітряних пор, складу густини, вологості, характеристик використаних матеріалів, зокрема, піноутворювачів і методів поризації.

The physical-mechanical properties of monolithic non-autoclave foam concrete for use as structural material are studied. Classification of foam concrete with average density is given. The technology of material fabrication is described. The influence on the strength and deformation properties of foam concrete on the shape and size of the sample, porosity, structure of air pores, density, water-cement and air-cement ratio, age, humidity, characteristics of used materials, in particular, foam formers and methods of porosification are studied.

Ключові слова: бетони ніздрюваті, класифікація, технологія виготовлення, середня густина, міцність, деформативність.

Keywords: aerated concrete, classification, manufacturing technology, average density, strength, deformability.

Актуальність теми. Відомо, що визначальною перевагою пінобетону є невелика вага, яка забезпечує завдяки його пористій структурі високий ступінь теплоізоляції. За відповідної технології можна отримати пінобетон різної густини ( $300-1200 \text{ кг/м}^3$ ), що в свою чергу дає можливість гнучкого застосування його як огорожувального, ізоляційного та навіть конструкційного матеріалу.

Суттєвий вплив на міцнісні та деформативні властивості неавтоклавного пінобетону мають підбір складу, технологія виготовлення, характеристики окремих компонентів (цементу, піску), співвідношення води та цементу тощо. Тому вивчення фізико-механічних характеристик пінобетону має особливий практичний інтерес.

Метою дослідження є розширення знань про міцнісні та деформативні властивості пінобетону залежно від складу та технології його виготовлення.

Основна частина. Монолітний пінобетон є ефективним сучасним будівельним матеріалом з дуже широкою областю використання. Ефективність його зумовлена цілою низкою факторів: простотою устаткування для виготовлення пінобетонної суміші; мобільністю установок; можливістю варіювання властивостями пінобетону від теплоізоляційного з маркою за середньою густиною D300 до конструкційного з маркою D1200; мінімальним енергоспоживанням (встановлена потужність існуючих мобільних установок для виготовлення пінобетону від 5 до 10 кВт); низькою матеріаломісткістю, оскільки заповнювачем є повітря; високою економічністю. Хоча пінобетон спочатку вважався лише хорошим теплоізолюючим матеріалом, нещодавно відновився інтерес до його конструкційних властивостей з огляду на його меншу вагу, економію матеріалів і можливості масштабної утилізації відходів.

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-45-96 «Бетони ніздрюваті. Технічні умови» пінобетони поділяють на такі види:

– конструкційні з маркою за середньою густиною від D1000 до D1200;

– конструкційно-теплоізоляційні з маркою за середньою густиною D500-D900;

– теплоізоляційні з маркою за середньою густиною D300-D500.

На сьогодні існує декілька технологій виготовлення пінобетону. Виготовлення за класичною технологією відбувається шляхом змішування попередньо приготованої піни з розчином цементно-піщаної суміші. Змінюючи подачу кількості піноутворювача, можна отримати вироби щільністю від 300 кг/м<sup>3</sup> до 1200 кг/м<sup>3</sup>. Технологія виготовлення неавтоклавного пінобетону дуже проста, тому її використовують як на заводах, так і безпосередньо на будівництві.

Матеріали, необхідні для виготовлення пінобетону:

– цемент. Портландцемент марок М400 і М500. Використання портландцементу меншої активності небажане, тому що в цьому випадку може бути отриманий пінобетон зі зниженою міцністю. Підвищення міцності шляхом збільшення витрати цементу призводить до збільшення об'ємної ваги і, природньо, до погіршення теплоізолюючих властивостей [2];

– заповнювач. Найчастіше це пісок. Природний, просіяний, модуль крупності не більше двох одиниць, промитий. Глинисті домішки не повинні перевищувати 3% від маси. Рідше – різні виробничі відходи (зола винесення ТЕЦ, доломітове та вапнякове борошно, доменний шлак тощо);

– вода. Не забруднена жирами, гасом, маслами, не містить солі кальцію у великій кількості, кислоти, температурою не вище +25° С. Підходить питна вода. Вміст води в пінобетоні складається із розрахункової кількості, необхідної для замішування розчину, і води, що міститься в піні [3];

– піноутворювач. Рідкий піноконцентрат на органічній або неорганічній основі, білковий або синтетичний. Він повинен бути простим у приготуванні, добре розчинятися у воді, відповідати санітарно-гігієнічним нормам (нетоксичний, невибухонебезпечний, відповідає радіаційним вимогам). Норма витрати не повинна перевищувати 1,5 л на 1 м<sup>3</sup> готового розчину. Кратність піноутворювача повинна бути не менше десяти. Піноконцентрат повинен зберігатися у герметично закритих дерев'яних чи пластмасових бочках, закритих від прямих сонячних променів, при температурі не вище +30°С. Піноконцентрат витримує зниження

температури до 5°C. Термін його збереження з моменту приготування складає 15-30 діб [4].

Пропорції суміші будуть різнитися залежно від того, яку щільність пінобетону необхідно отримати. Так, для виготовлення найбільш затребуваного пінобетону D600 (щільністю 600 кг/м<sup>3</sup>) використовується співвідношення: вода — 120 л, цемент — 310 кг, пісок — 210 кг, піна — 715 кг [5].

Весь процес приготування пінобетону на основі класичної технології з використанням піногенератора займає приблизно 7-12 хв. В окремій ємності розводиться піноконцентрат з водою. Отриманий розчин заливається в ресивер піногенератора та під тиском надходить у піногенератор, де з допомогою компресора спінується стислим повітрям. Якісна піна – білого кольору, здатна утримуватися у перевернутому відрі.

У змішувач спочатку засипається пісок, потім додається цемент та все перемішується до отримання однорідного кольору суміші. Дуже важливо рівномірно розподілити цемент у піску для забезпечення оптимальної якості пінобетону. Далі суміш розчиняється водою в кількості, відповідно обраної рецептури і перемішується до отримання однорідної пластичної маси. Потім за допомогою піногенератора певна порція піни (згідно з необхідною об'ємною щільністю бетону) подається по шлангу в змішувач, де протягом приблизно 120-180 секунд вона перемішується з раніше приготовленою цементно-піщаною сумішшю. Готова суміш транспортується насосом до місця укладання в форми або монолітну конструкцію.

Окрім класичної схеми виготовлення пінобетону досить поширеними є ще суха мінералізація піни та пінобаротехнологія. Під час сухої мінералізації вода, необхідна для гідратації цементу, вводиться разом з піною. Через це структура піни змінюється, що й дає можливість збільшити міцність пінобетону (рис. 1).

Пінобетон є відносно однорідним, якщо порівнювати його зі звичайним бетоном, оскільки він не містить крупного заповнювача, проте проявляє високу мінливість своїх властивостей.

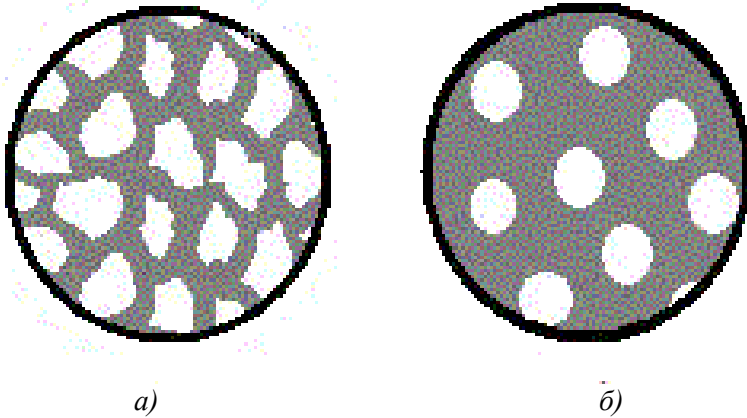
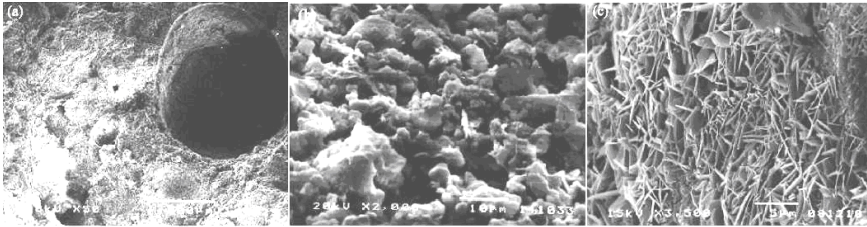


Рис. 1. Структура піни: а – при класичній технології; б – при сухій мінералізації

Властивості пінобетону залежать від його структури (системи пор і стінок) і складу, які залежать від виду в'язучої, методу поризації та догляду під час тверднення. Структура пінобетону характеризується її твердою мікропористою матрицею та макропорами. Макропори (пори величиною в діаметрі понад 60 нм) формуються внаслідок наростання повітряних бульбашок, а мікропори з'являються в стінках між макропорами [8]. Орієнтація продуктів гідратації цементу значно змінюється внаслідок наявності пор. Система пористості ніздрюватого бетону також класифікується розподілом пор за розміром на штучні повітряні пори, пори у стінках та пори міжкристалічні; їх розподіл в матриці визначає властивості пінобетону [6,9]. На рис. 2 (а)-(с) показана типова система пористості ніздрюватого бетону [8]. Стабільна і переважно сферична структура пор є необхідною для оптимальних конструкційних і функціональних властивостей [9,11]. Також пори повинні розміщуватися рівномірно. Розвиток макропор великого розміру значно зменшує густину. За певних умов густина пінобетону пов'язана з його щільністю і пористістю [12]. За відповідної технології можна отримати пінобетон різноманітної густини (300-1800 кг/м<sup>3</sup>). Метод пороутворення у пінобетоні (на відміну від газобетону) вважається найбільш економічним і контрольованим [11,12], оскільки не зачіпає ніяких хімічних реакцій. Піноутворювачами виступають детергенти, каніфольне

мило, клеєканіфольний піноутворювач, сапонін, гідролізовані білки, такі як кератин тощо.

Форма та розмір зразка, метод поризації, напрям прикладання навантаження, вік, вміст води, характеристики використаних матеріалів і метод обробки впливають на міцність пінобетону [8,9].



а б с  
Рис. 2. Система пористості в ніздрюватому бетоні: а - штучна повітряна пора; б - пори у стінці; с - міжкристалічні пори

Структура повітряних пор і механічні властивості каркасу між порами впливають на міцність на стиск [6,8]. Зменшення густини шляхом формування великих макропор викликає значне падіння міцності. В основному міцність на стиск зростає лінійно, залежно від густини. Значення міцнісних характеристик при різних густинах наведено в літературі [6,8,10,12]. Автоклавна обробка значно збільшує міцність на стиск. Зв'язок між тиском і тривалістю автоклавної обробки та міцністю встановлено для різних типів ніздрюватого бетону [12]. Міцність неавтоклавного пінобетону збільшується на 30-80% в періоді від 28 діб до 6 місяців до граничного значення. Частково це зростання викликане процесом карбонізації.

Міцність на стиск обернено пропорційна вмісту вологи [9]. При висиханні до рівноважного з атмосферою стану спостерігається збільшення міцності, і навіть подальше зміцнення відбувається при повному висушуванні [13]. Тому рекомендовано проводити випробування матеріалу, що досягнув рівноважної вологості з довкіллям. Коефіцієнт поправки запропоновано вводити для врахування зростання міцності при переході від вологого до сухого стану [13].

На сьогодні запропоновано декілька залежностей для оцінки міцності пінобетонів на стиск [6,7]. Так, застосовується



модифікована форма рівняння Ферета, яка пов'язує міцність ( $S$ ), водоцементне ( $w/c$ ), повітряноцементне ( $a/c$ ) відношення:

$$\checkmark S = K[I/(I + (w/c) + (a/c))]^n, \text{ де } K \text{ і } n - \text{емпіричні константи.}$$

Дюраком і Вейквінгом розроблена залежність із використанням відношення гелю до об'єму для пінобетону з відповідними піноутворювачами. Встановлено, що пористість найбільше впливає на міцність ніздрюватого бетону на стиск [9]. Запропоновано деякі залежності міцності від пористості:

✓ Рівняння Шіллера:

$S = K_s \ln(P_{cr}/P)$ , де  $P_{cr}$  – критична пористість, що відповідає нульовій міцності,  $K_s$  – константа.

✓ Відношення Пауера:

$S = Kg^n$ , де  $K$  – внутрішня міцність гелю,  $g$  – співвідношення гелю до об'єму. Гідратовані складові (гель, заповнювач) з іншим негідратованим матеріалом формують об'єм.

✓ Залежність між пористістю і міцністю від В/Ц і густини для спеціального виду цементу [10]:

$n = 1 - [d_c(l + 0.2\rho_c)/(1 + k)\rho_c \gamma_w]^b$ , де  $\rho_c$  – питома вага цементу,  $\gamma_w$  – питома вага одиниці води,  $d_c$  – густина бетону,  $n$  – пористість,  $k$  – В/Ц і  $b$  – емпірична константа,

✓ Формула Бальшина:  $S = S_0(l - p)^n$ , де  $S_0$  – міцність при нульовій пористості і  $n$  – константа.

Більшість формул для модуля пружності є функціями від міцності на стиск [7-12]. Валор [11] оцінює відношення міцності на розтяг ( $T$ ) до міцності на стиск ( $S$ ) на рівні 0,15-0,35, тоді як Легатські – на рівні лише 0,1-0,15. Такі відмінності можуть бути спричинені тим, що визначення міцності на розтяг є чутливішим до умов проведення експерименту, ніж у випадку стиску.

Висновки. Сьогодні неавтоклавний бетон по праву займає одне з лідируючих місць серед доступних, міцних і надійних будівельних аналогів на споживчому ринку. Експериментально встановлено, що він має широкий діапазон міцності (у межах 3-100 кг/см<sup>2</sup>). Це дозволяє використовувати даний матеріал при виконанні певних конструкторських проектів навіть у багатоповерхових будівлях. У світовій практиці пінобетон широко використовують при реконструкції старих будівель, особливо, коли потрібно додатково «утеплити» огорожувальні конструкції та збільшити поверховість будівель зі збереженням існуючих фундаментів.

1. ДСТУ Б В.2.7-45-96. Будівельні матеріали. Бетони ніздрюваті. Технічні умови. – Київ: Держкоммістобудування України, 1997. – 31 с.
2. Кауфман Б.Н. Производство и применение пенобетона в строительстве. – М.: СтройЦНИЛ, 1940. – 130 с.
3. Глухівський В.Д. Основи технології оздоблювальних, тепло- і гідроізоляційних матеріалів / В.Д. Глухівський, Г.Ф. Рунова. - Київ: Вища школа, 1995. - 288 с.
4. (<http://ntb.org.ua/ntb/technologies/building/pbeton/foam/>)
5. (<http://poradu24.com/remontu/tehnologiya-virobnictva-pinoblokiv-v-domashnix-umovax.html>).
6. Верба В.Б. Сучасний стан досліджень фізичних, механічних та функціональних властивостей пінобетону // 64-тя студентська науково-технічна конференція: Зб. тез доп. – Львів: Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2007. – 200 с. – С. 27-28.
7. Верба В.Б. Взаємний зв'язок міцнісних та деформаційних характеристик безавтоклавного пінобетону [Текст] / В. Б. Верба, І. Б. Горніковська, Х. Б. Демчина, В. В. Волоцюга, П. О. Голик // Сучасне промислове та цивільне будівництво. – Макіївка, ДонНАБА, 2012. – Том 8, № 1. – С. 27-35.
8. Alexanderson J. Relations between structure and mechanical properties of autoclaved aerated concrete. Cem Concr Res 1979; 9:507-14.
9. Prim P, Wittmann FH. Structure and water absorption of aerated concrete. In: Wittmann FH, editor. Proceedings Autoclaved Aerated Concrete, Moisture and Properties. Amsterdam: Elsevier; 1983. p. 43-53.
10. Narayanan N. Influence of composition on the structure and properties of aerated concrete. M.S thesis. IIT Madras, 1999.
11. Valore RC. Cellular concretes-composition and methods of preparation. J Am Concr Inst 1954;25:773-95.
12. Rudnai G. Light weight concretes. Budapest: Akademi Kiado, 1963.
13. Svanholm G. Influence of water content on properties of aerated concrete. In: Wittmann FH, editor. Proceedings Autoclaved Aerated Concrete, Moisture and Properties. Amsterdam: Elsevier; 1983. p. 119-29.

УДК 712.253, 712.41

**РЕКОНСТРУКЦІЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПАРКУ  
КУЛЬТУРИ ТА ВІДПОЧИНКУ ІМ. ЛЕСИ УКРАЇНКИ У  
М. ЛУЦЬКУ З ВЛАШТУВАННЯМ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗОН**

**RECONSTRUCTION OF THE CENTRAL PARK OF CULTURE  
AND REST NAMED AFTER LESYA UKRAINIAN IN LUTSK  
WITH ARRANGING OF FUNCTIONAL AREAS**

**Парфентьєва І.О. к.т.н., доц., Ільчук Н.І. к.т.н., доц., Шафранська  
О.З. аспірант (Луцький НТУ, м. Луцьк)**

**Parfentieva I.O., Ph.D., senior lecturer, Ilchuk N.I. Ph.D., senior  
lecturer, Shafranska O.Z. postgraduate (Lutsk National Technical  
University, Lutsk)**

У статті розглянуто сучасні норми при проектуванні та реконструкції парків. Наведено основні проблеми даної території, перспективи реконструкції. Розглянуто концепцію реконструкції Центрального парку у місті Луцьку та принцип його функціонування.

The article considers modern norms in the design and reconstruction of parks. The main problems of this territory, prospects of reconstruction are presented. At present, there is a need for reconstruction of the Central Park with the development of functional zoning, modernization of the infrastructure and the restoration of decorative properties. Regarding the area of quiet rest and walks of this park is the territory of the ornithological reserve "Bird's grove", free of areas for recreation area of the sectors along the main alley of the park, where it is recommended to hold a sustainable landscaping with high decorative properties, thus the main alley of the park will not get rid of the features of the park alleys . The concept of reconstruction of the Central Park of Culture and Rest of them is considered. Lesia Ukrainka, which is the main green zone in the city of Lutsk.

Ключові слова: парк, зелені насадження, благоустрій, майданчики, територія, споруди.

Keywords: park, green plantations, landscaping, grounds, territory, buildings

Зелені насадження є одним із основних елементів благоустрою населених пунктів. Крім естетичного, вони мають ще й величезне санітарне значення, захищаючи міста і села від диму, вихлопних газів, пилу тощо.

Парки, сади, алеї і бульвари – це своєрідні легені, які очищають забруднене повітря, створюють сприятливий мікроклімат і оздоровлюють довкілля. Вдале поєднання різних рослин дозволяє значно зменшити шкідливі санітарні фактори урбанізації. Насадження дерев і кущів значно зменшують амплітуду температурних коливань, збільшують у спекотні дні вологість повітря, покращуючи таким чином теплообмін людини і її самопочуття [1].

Зелені насадження мають меліоративне, водоохоронне і вітрозахисне значення. Зменшуючи силу вітру, завдяки величезній фільтрувальній поверхні листяного покриву, дерева сприяють осіданню пилових частинок. Повітря на озелених вулицях в 4 рази чистіше, ніж на ділянках, які не мають зеленого покриву. Багато дерев мають фітонцидні властивості.

Парк – це велика територія (від 10 га), де існуючі природні умови (насадження, водойми, рельєф) реконструйовані з застосуванням різноманітних прийомів ландшафтної архітектури, зеленого будівництва й інженерного благоустрою і що є самостійний архітектурно–організаційний комплекс, де створене сприятливе в гігієнічному і в естетичному відношенні середовище для відпочинку населення [1].

Парк культури та відпочинку – зелений масив, котрий забезпечує найкращі умови для відпочинку населення, організації масових культурно–просвітніх, спортивних та інших заходів. Зелені насадження у ньому займають щонайменше 70 – 80 % загальної площі. З іншого боку, з його території прокладають впорядковані пішохідні доріжки з покриттям бруківкою, плитним покриттям, природніми або штучними водоймами, влаштовують зовнішнє освітлення і споруджують будівлі та майданчики, передбачені проектом [2].

Центральний парк культури та відпочинку ім. Лесі Українки розташований в центральній частині міста Луцьк. З півночі

територія парку обмежена вулицею Глушець, з півдня – межею водоохоронної зони р. Стир, з заходу – територією Центрального ринку та територією з індивідуальною житловою забудовою, зі сходу територія обмежується водоохоронною зоною р. Стир (рис.1).

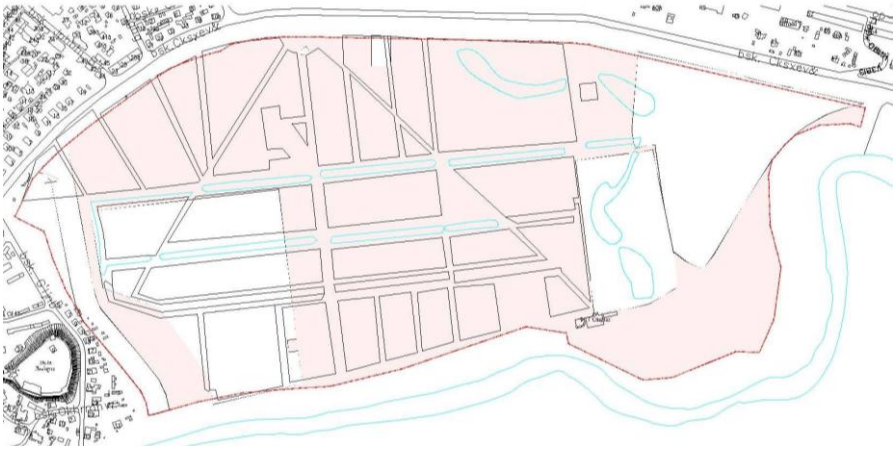


Рис. 1. Схема Центрального парку культури та відпочинку ім. Лесі Українки

За історичними довідками дана територія входила до заплави р. Стир та заплави та русла р. Глушець. Планування парку регулярного стилю. По території вздовж доріжок розміщення штучні водойми, що служать меліоративними каналами. В північній частині знаходяться три природні водойми (колишня р. Глушець).

На даний час площа території парку 77,57 га (рис. 1). На території знаходиться КП «Луцький зоопарк», зона атракціонів, об'єкти природно-заповідного фонду місцевого значення орнітологічний заповідник «Пташиний гай», Луцький іподром, спортивна школа «Спартак» з прилеглою територією, дитяче містечко, групи споруд комерційного призначення (літні майданчики, торгові лотки), зарезервована територія для проїжджої частини [3], споруда «Ротонда» та прилегла до неї територія.

Орієнтовний баланс території парків при проектуванні та реконструкції визначається залежно від їх функціонального типу згідно таблиці 1 [2].

Таблиця 1

Орієнтовний баланс території парків

Функціональний тип парку	Територія, %		
	насаджень	доріжок і майданчиків	споруд
Багатофункціональні парки			
Загальноміські парки	-	17	3 – 18
Районні парки	65–80	20	5 – 15
Спеціалізовані парки			
Меморіальні, виставкові	30 – 65	15	20 – 55
Ботанічні сади, дендрологічні парки	40 – 70	20	10 – 40
Зоологічні	15 – 40	20	40 – 65

Відповідно до ДБН Б.2.2.–5:2011 «Благоустрій територій» співвідношення функціональних зон території парку необхідно визначити згідно з таблицею 2 [2].

Таблиця 2

Співвідношення функціональних зон території парку

Функціональні зони	Загальноміські парки	Районні парки
	Площа зони, % від загальної площі	Площа зони, % від загальної площі
1	2	3
Культурно-масових закладів	5 – 17	15 – 30
Тихого відпочинку та прогулянок	50 – 75	15 – 45
Культурно-просвітницьких закладів	3 – 8	5 – 35
Відпочинку дітей	5 – 10	0,5 – 1
Культурно-оздоровча зона	10 – 20	0,5 – 25
Господарська зона	1,5	0,5

Стан доріжок незадовільний (присутні розколи, просідання, вибоїни та ін.), освітлення присутнє лише на центральній алеї. Парк не пристосований для відвідувань населення з обмеженими можливостями (відсутні пандуси, спеціалізовані та комплексні майданчики для короткочасного відпочинку, поручні, спеціальна розмітка).

Отже, відповідно до вимог пропонується розробити функціональне зонування відповідно до вже існуючих секторів, що полегшить реалізацію проекту, а саме, виділити основні зони та території, опираючись на вже існуючий стан Центрального парку [4].

Зона культурно-масових заходів включає:

вхідну (парадну) територію, яку можна використовувати для концертів, акцій,

територію навколо «Ротонди» – мистецько-культурна зона – для проведення мистецьких акцій, вистав,

територія ристалища (західний сектор парку, що межує з територією індивідуальної забудови).

Остання зона розташована поруч з історико-культурним середовищем міста Луцьк, тому тут буде доцільно влаштовувати фестивалі, лицарські бої, тематичні акції, що розвантажить Старе місто та Луцький замок.

До зони тихого відпочинку та прогулянок відноситься територія орнітологічного заповідника «Пташиний гай», вільна від майданчиків для відпочинку територія секторів вздовж головної алеї парку, де рекомендовано влаштувати стійкий ландшафтний благоустрій з високими декоративними властивостями, таким чином головна алея парку не позбудеться рис паркової алеї.

Сектор парку з природними водоймами має гарний сформований ландшафт, тому тут більш доцільне розміщення території для тихого відпочинку та прогулянок. Рекомендовано влаштування прогулянкових доріжок, лав для відпочинку та смітників, приладів освітлення. Також зону прогулянок та тихого відпочинку доцільно влаштувати на секторах біля запроєктованого майданчика для паркування, вздовж водоохоронної території р.Стир.

До зони відпочинку дітей слід віднести:

- територію існуючого дитячого містечка та прилеглу до неї вільну територію;
- територію дитячих майданчиків;
- територію атракціону «Стежина здоров'я»;
- територію автодрому;
- територію для дитячого майданчика біля КП «Луцький зоопарк».

Культурно–оздоровча зона слід влаштувати на існуючому автодромі (відновити колишнє спортивне ядро), а також біля СП «Спартак». Територію вигулу собак слід влаштувати в декількох місцях (біля території Центрального ринку, території вздовж паркувального майданчика.

При розробці концепції розвитку парку необхідно передбачити відпочинкові майданчики для людей з обмеженими можливостями, відповідне мощення доріжок, розмітку, поручні та пандуси, а також розробити проект по освітленню. Необхідно відновити основну функцію меліоративних каналів та їх циркуляцію [4,5].

Центральний парк культури та відпочинку ім. Лесі Українки є головною зеленою зоною у м. Луцьку. В даний час виникає потреба реконструкції парку з розробкою функціонального зонування, модернізацією інфраструктури та відновлення декоративних властивостей.

1. Загальна гігієна: Посібник до практичних занять / За ред. І.І. Даценко. – Львів: Світ, 2001. – 471 с.

2. ДБН Б.2.2.–5:2011 «Благоустрій територій» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.uazakon.com/>.

3. Пояснювальна записка до генерального плану м. Луцька. – Київ: УДНДПМ «Діпромiсто», 2009.- 225 с.

4. Бондарь Ю.А. Ландшафтная реконструкция городских садов и парков / Ю.А. Бондарь, Н.П. Абесинова, Е.Н. Никитина, А.Ф. Сахаров.– К.: Будівельник, 1982. – 60 с.

5. ДНБ 360–92\*\*. «Містобудування. Планування та забудова міських та сільських поселень» [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.uazakon.com/>.



УДК 624.012.25

**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄДНАНИХ  
ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД НА ПРИКЛАДІ СЕЛА  
КНЯГИНИНОК**

**FEATURES OF FORMATION OF THE UNITED NATIONAL  
TERRITORIAL COMMUNITIES IN THE APPLE OF  
KENYAHININO CULTURE**

**Парфентьєва І.О., к.т.н., доцент, Кошель М.С., студент (магістр)  
(Луцький НТУ, м. Луцьк)**

**Parfentyeva I.O., Ph.D., senior lecturer, Koshel M.S., student (Lutsk  
National Technical University, Lutsk)**

У даній статті описано реформу органів місцевого самоврядування, розглянуто досвід проведення децентралізації в Польщі, досліджено процес об'єднання та розвитку Княгининівської територіальної громади Волинської області.

The article analyzes the implementation of the reform of local self-government bodies with the study of three areas. The concept of decentralization is described and the main features of the models of local self-governance in European countries are studied. Based on these models, the experience of establishing communities in Poland was analyzed. Further, the analysis of the creation of the Knyahynynok united territorial community of the Volyn region was carried out and the main problems of functioning were identified. After analyzing the existing state of plantations and improvement of the central part of the village, it was concluded that the issues of reconstruction, improvement and landscaping of the central part of the village Knyahynynok are important for providing aesthetic pleasure, as it creates more comfortable conditions for the inhabitants of the village.

**Ключові слова:** об'єднана територіальна громада, децентралізація, місцеве самоврядування, реформа.

**Keywords:** united territorial community, decentralization, local self-government, reform.

Серед комплексу реформ, перед якими стоїть сьогоднішня Україна, децентралізація державної влади. Надмірна централізація була, мабуть, найважливішою причиною тих проблем, які доводиться долати Україні після Революції Гідності.

Мета даної роботи полягає у дослідженні поняття децентралізація, аналізі існуючих проблем розвитку архітектурного середовища села Княгининок, розробці проектних рішень по благоустрою центральної частини.

У квітні 2014 року Кабінетом Міністрів України була затверджена концепція реформування місцевого самоврядування. Вона включає в себе три напрямки:

Перший – базовий: формування об'єднаних територіальних громад (ОТГ) основного рівня адміністративно-територіального устрою України.

Другий – це створення нових районів, які дозволять вирішити тільки те, що входить до компетенції району: комунальна власність, вторинна медицина, школи-інтернати тощо. Решта повноважень районів будуть передані компетенції об'єднаних громад.

Третій напрямок – фінальний, це області. По суті, межі областей не змінюються. Області перейменовані в регіони. Тобто кількість обласних центрів однакова. Зміни зазнає лише форма управління. Головною територіальною одиницею є громада. У громаді є голова та виконавчий комітет, який виконує всі функції управління громадою.

Децентралізація – це передача повноважень та бюджетних надходжень від державних органів до органів місцевого самоврядування (рис. 1).

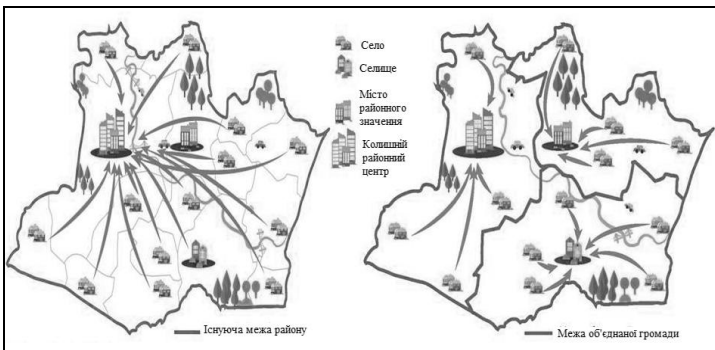


Рис. 1. Суть децентралізації

Вона є основною реформою серед усіх інших, які зараз активно впроваджуються в Україні [1].

Зараз об'єднання відбувається на добровільних засадах. Для успішної економічної діяльності мінімальною величиною громади експерти називають 10 000 осіб.

Отже, для створення ОТГ необхідна згода громад кількох населених пунктів. Депутати місцевих рад приймають рішення про об'єднання. Після цього, на виборах, ОТГ обирає свого голову, та голів кожного окремого села – вони тепер стають старостами, та підпорядковуються голові ОТГ.

На сьогоднішній день у світі не існує жодної універсальної моделі чи методології, яку б можна в повному обсязі і без змін застосувати в Україні. Різні історичні умови розвитку сприяли формуванню декількох моделей організації місцевого самоврядування, специфічними ознаками яких є типи та форми взаємовідносин органів місцевого самоврядування з органами державної влади. На разі в європейських країнах виділяють три основні моделі місцевого самоврядування, які склалися під час муніципальних реформ, а саме: англосаксонська, континентальна, змішана. Основні характеристики зазначених моделей місцевого самоуправління наведено в табл. 1.

Реальна побудова взаємовідносин між центральною та місцевою владою, навіть у межах однієї моделі, має свої специфічні ознаки, які обумовлені особливостями законодавства, історичними, національними та релігійними особливостями.

Таблиця 1

Основні ознаки моделей місцевого самоврядування

Модель місцевого	Країни, що використовують	Характеристика моделі
Англосаксонська	Великобританія	Високий рівень автономії місцевого самоврядування, виборність та контроль з боку населення. Відсутність на місцях спеціальних державних уповноважених, та місцевих адміністрацій

Континентальна	Франція, Італія, Іспанія, Бельгія, Нідерланди, Польща, Болгарія, Україна	Поєднання прямого державного управління і місцевого самоврядування. Обмежена автономія місцевого самоврядування, наявність на місцях спеціальних державних уповноважених, які контролюють органи місцевого самоврядування
Змішана	Німеччина, Австрія	У деяких ланках місцевого самоврядування виборний орган може бути і ланкою муніципального управління, і представником державної адміністрації

У сучасних умовах виділяють п'ять основних характеристик, що притаманні децентралізації в європейських країнах (рис. 2) [2].

Зарубіжний досвід свідчить про значущість децентралізації для країн, які перебувають у стадії глибинних змін у системі регулювання суспільних відносин.

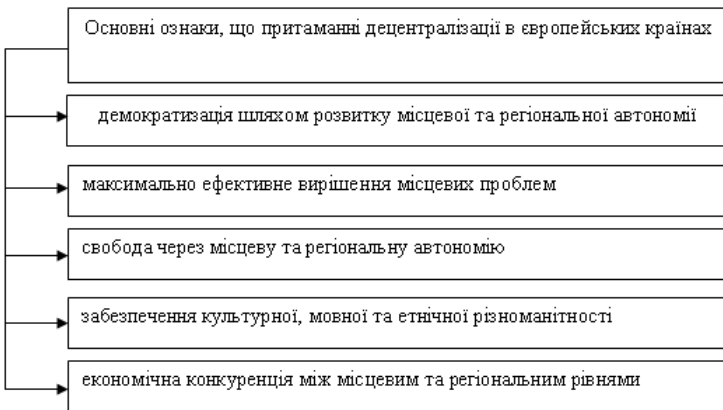


Рис. 2. Ознаки децентралізації в європейських країнах

Розглянемо більш детально досвід проведення децентралізації в Польщі, яка мала тривалий досвід централізованого управління.

Реформа у Польщі проходила кількома етапами. Першим кроком було створення гмін – територіальних громад. Гміною може бути місто, село, кілька сіл або район міста. Другий крок був спрямований на вищі рівні: повіти та воєводства. Так, з 1999 р. у Польщі існує 16 воєводств замість 49. Як наслідок, у країні змінився розподіл повноважень між центральними і місцевими органами влади. У процесі реформи була скорочена також кількість державних службовців, що позитивно вплинуло на зменшення бюджетних витрат на управління.

Важливими наслідками проведення адміністративно-територіальної реформи стало відокремлення влади та бізнесу, що гарантувало кожному громадянину право вільно і на вигідних умовах здійснювати підприємницьку діяльність.

Досвід реформ у зарубіжних країнах свідчить, що децентралізація відіграє важливу роль у демократизації і трансформації суспільства, переходу до інститутів, заснованих на ініціативі та відповідальності окремої людини та громади.

Третій рік поспіль триває процес утворення об'єднаних територіальних громад в Україні, що є складовою частиною реформи децентралізації. Не оминув цей процес і Волинську область. Нині ж на Волині активно функціонує 20 ОТГ.

Після впровадження в Україні реформи органів місцевого самоврядування перед жителями села Княгининок постав вибір: об'єднатися з Луцьком чи Рокинівською селищною радою. Було проведено опитування по округах, громадське обговорення і зрештою більшість обрала останній варіант.

Княгининівська сільська об'єднана територіальна громада – громада в Україні, у Луцькому районі Волинської області. Утворена 9 серпня 2016 року шляхом об'єднання Рокинівської селищної ради та Княгининівської сільської ради Луцького району. Адміністративний центр – село Княгининок. Площа громади – 69,95 км<sup>2</sup>, населення – 7762 мешканці (2016) [3].

Експертами Центрального офісу реформ при Мінрегіоні був проведений моніторинг фінансової спроможності 366-ти ОТГ України. Даний моніторинг здійснений на підставі результатів виконання місцевих бюджетів за перше півріччя 2017 року та за 4 основними показниками.

На підставі зазначених показників сформовано загальний рейтинг ОТГ. Аналіз свідчить про те, що найнижчі показники фінансової спроможності характерні для більшості невеликих громад. Виняток становлять окремі невеликі громади на території, яких розміщені бюджетоутворюючі підприємства та потужні підприємства реального сектору економіки.

Формування спроможних ОТГ має відбуватися з урахуванням таких критеріїв: чисельність громади не повинна бути меншою, ніж 5-7 тис. осіб; питома вага базової дотації – не більше 30% від суми власних доходів; витрати на утримання управлінського апарату – не більше 20% від обсягу власних ресурсів громади.

Фінансовий ресурс при формуванні спроможних громад є найбільш визначальним критерієм, який забезпечить сталий розвиток громад.

Враховуючи зазначені показники Княгининівська громада займає 41 місце у загальному рейтингу. Завдяки об'єднанню Княгининівська громада має більші можливості виконувати певні роботи. До Княгининівської об'єднаної територіальної громади приєднається Іванчицівська сільрада, до складу якої входить два села – Іванчиці та Озденіж. У зв'язку з цим, стає доцільним збільшити приміщення сільської ради у центрі громади, селі Княгининок, провівши реконструкцію з добудовою ще одного поверху.

На даний момент проводять капітальні ремонти доріг, зокрема, у Рокинях. Будуть робитимуть ремонт насосної станції в Княгининку, будують очисні споруди. І це все в основному роблять за кошти місцевого бюджету. Багато людей підтримують проведення різних конкурсів й фестивалів. Проте не вирішеною проблемою залишаються місця для культурного відпочинку населення. Всі культурні заходи проводяться у клубі або на центральній території села Княгининок. Враховуючи існуючий стан території села, перед громадою постало питання, щодо реконструкції приміщення сільської ради та благоустрою центральної частини села з метою набуття її естетичного вигляду з дотриманням усіх будівельних норм [4].

Велике значення зелених насаджень і як декоративного та естетичного фактора. Заходи з благоустрою територій передбачають проведення комплексу робіт, спрямованих на

покращення умов території, як естетичних, так і санітарно-екологічних.

Висновок. Підсумовуючи вище зазначене, можна стверджувати, що реформа децентралізації є однією з найуспішніших в Україні. Таким чином, результатом децентралізації має стати побудова розвиненої, сильної демократичної держави із самодостатнім місцевим самоврядуванням, здатним ефективно вирішувати місцеві проблеми та якнайкраще забезпечити населення широким спектром публічних послуг.

Проблеми села є типовими для України в цілому. Прості питання життя громади найбільш ефективно і швидко вирішуються на тому ж рівні, де й виникають – в самій громаді.

Дослідження розвитку Княгининівської ОТГ показали, що дана громада є дуже потужною в Україні, в перспективі її межі збільшуватимуться, тому приміщення сільської ради у центрі села Княгининок необхідно збільшувати.

За останні роки в населених пунктах громади накопичилось безліч проблем, пов'язаних із недостатнім рівнем та несистематичним проведенням заходів у сфері благоустрою, які потребують термінового вирішення. Провівши аналіз існуючого стану насаджень та благоустрою центральної частини села, був зроблений висновок, про те, що питання реконструкції, благоустрою та озеленення є важливим для забезпечення естетичного задоволення, оскільки створює більш комфортні умови перебування жителів громади.

1. Децентралізація // Великий тлумачний словник сучасної української мови (з дод. і допов.) / Уклад. і гол. ред. В. Т. Бусел. – 5-те вид. – К. ; Ірпінь : ВТФ «Перун», 2005. – ISBN 966-569-013-2

2. Євтушенко О. Н. Проблеми децентралізації державної влади і місцевого самоврядування в Україні // Гілея: науковий вісник. Збірник наукових праць. – 2009, № 29

3. «Княгининівська сільська рада» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://maiaky-rada.gov.ua/>

ДБН Б.2.2.-5:2011 «Благоустрій територій» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.uazakon.com/>.

УДК 624.012.2

**ЗАСТОСУВАННЯ ГАБІОННИХ КОНСТРУКЦІЙ У  
МІСТОБУДУВАННІ**

**THE APPLICATION OF GABIONS IN URBAN  
CONSTRUCTION**

**Парфентьева І.О., к.т.н., доцент, Луговська Т.П., студент (магістр)  
(Луцький НТУ, м. Луцьк)**

**Parfentieva I.O., Ph.D., senior lecturer, Lugovskaya T.P., student  
(Lutsk National Technical University, Lutsk)**

У статті описано багатофункціональність габіонних конструкцій та альтернатива їхнього застосування у містобудуванні. Розкрито принцип будови та механізм практичного використання. Наведено ряд переваг і недоліків габіонів в порівнянні з іншими матеріалами. Зроблено відповідні висновки щодо актуальності використання даної конструкції у сучасному містобудуванні.

One of the main tasks of modern urban planning is to create a comfortable and healthy urban space for the population. With the development of industrial, recreational and other human activities, the problem of the harmonious combination of "natural" and "artificial" environment is sharply raised. In addition, it is worth considering the cost-effectiveness, environmental friendliness and aesthetics of methods and methods for organizing the architectural and landscape environment. One such constructive solution is gabion. Therefore, the main purpose of scientific work is to consider the multifunctionality of gabion structures as a means of forming the landscape and architectural environment of the city, including in the artistic and aesthetic sense. As a result of the study it was found that gabion is a spatial mesh box design that is filled with natural stone. It has a lot of advantages, which extends the scope of its application. The use of gabions is virtually unlimited and applies both for constructive purposes and for decorative purposes. The simple installation of gabions and the use of natural materials has led to the frequent use of these structures in landscape design. Oh, because of the economy, eco-friendliness and ease of installation, gabion is widely used in urban development.



Ключові слова: габйон, мiстобудування, конструкцiя, багатофункцiональнiсть, ландшафт, архiтектура, економiчнiсть, екологiчнiсть.

Keywords: Gabion, Urban Development, Design, Multipurpose, Landscape, Architecture, Cost Efficiency, Environmental.

Одним з основних завдань сучасного мiстобудування є створення комфортного i здорового мiського простору для населення. З розвитком науково-технiчного прогресу – людство намагається в повному обсязi використовувати новiтнi знання, матерiали та технологiї. З кожним роком у розвинених країнaх все бiльше використовують природнi матерiали, якi є безпечними та естетично привабливими.

З розвитком виробничої, рекреацiйної та iншої дiяльностi людини гостро постає проблема гармонiйного поєднання "природного" та "штучного" середовища [1]. Крім того варто враховувати економiчнiсть, екологiчнiсть та естетичнiсть методiв та способiв органiзацiї архiтектурно-ландшафтного середовища. Тому, в результатi аналізу даної ситуацiї, виникає потреба в альтернативних методах органiзацiї мiського простору.

Основною метою дослiдження був пошук методiв i конструкцiй, якi б поєднували в собi економiчнiсть, екологiчнiсть, багатофункцiональнiсть та простоту монтажу. Одним з таких конструктивних рiшень є габйон. У переважнiй бiльшостi наукових праць [2] габйон представлений виключно як берегоукрiплюючий конструктивний матерiал.

Тому основна мета – розглянути багатофункцiональнiсть габйонних конструкцiй, як засiб формування ландшафтно-архiтектурного середовища мiста, у тому числi в художньо-естетичному сенсi.

Габйон – просторова сiтчаста коробчата конструкцiя, яка заповнена природним каменем. Сiтка для виготовлення габйонiв – це металева сiтка подвiйного кручення, яка навiть при розривi якогось зi своїх з'єднань не порушує загальної структури габйону.

«Габйон» – слово французького походження, але вживатися воно почало в Iталiї i означало «великий кошик».

Близько 7000 рокiв тому раннi будови габйонного типу захищали берега Нiлу [2]. В середнi вiки габйони широко

застосовувалися у військовій фортифікації. Пізніше вони набули поширення у вигляді будівельного елементу в архітектурі. Так, Леонардо да Вінчі використовував габіони в якості фундаменту знаменитого Замку Сфорца в Мілані.

Вперше габійонні конструкції були використані більш 100 років тому. Ті, перші в історії габіони, зміцнили береги річки Рено в Болоньї [2], до цих пір успішно збереглися і продовжують справно служити, ставши невід'ємною частиною рельєфу (Рис. 1). З тих пір ці природні технології широко використовуються в усьому світі.



Рис.1. Перший досвід застосування габіонів – берегоукріплення річки Рено в Болоньї, Італія 1894р

На сьогоднішній день габіони урізноманітнилися і знайшли більш ширше застосування в архітектурно-ландшафтній практиці [3]. Основними геометричними формами габійонних конструкцій є (рис.2):

- коробчаті контейнери (габіони «Джамбо»). Найбільш уживана форма контейнеру. Частіше мають розміри у межах: ширина 1...2 м, довжина 2...6 м, висота 0,5...1 м. Довгі контейнери поділяються в середині на секції додатковими діафрагмами перегородками;

- плоскі контейнери (матраци «Рено»). Це широкі і довгі габіони висотою 17...30 см. Частіше використовуються для зміцнення ярів, берегів, є фундаментом при зведенні стіни з

коробчатих габіонів. Рідше – для облаштування острівців посеред водойми або в якості опори для містка;

– циліндричні контейнери (мішки). Це сітчасті габіони, конструкція яких має гнучкість у всіх напрямках. Їх використовують в якості підводних фундаментів або підпірних стінок в місцях з високою ймовірністю розмивання ґрунту.

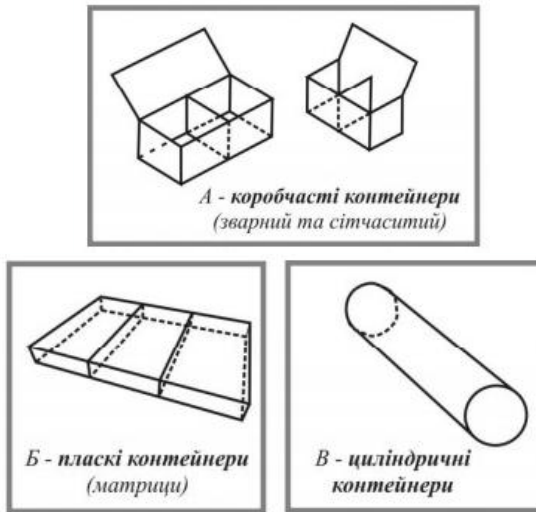


Рис. 2. Геометричні форми габіонних конструкцій

Габіони давно вийшли за межі лише конструктивного призначення і знайшли своє втілення в численних прикладах архітектурно-ландшафтного вирішення середовища. Область сучасного застосування габіонів практично необмежена [4, 5] і розповсюджується як з конструктивною метою, так і в декоративних цілях (рис. 3).

Якщо проаналізувати можливості використання габіонних конструкцій з естетичним поєднанням їх в межах ландшафтного середовища, то можна виділити основні сфери їх застосування:

- як інженерні споруди (підпірні стіни, зміцнення берега водойми, організація терас);
- як огорожувальний матеріал (стіни, паркани, парапети тощо);

- як озеленена стіна (при пошаровому заповненні габіонів інертними матеріалами та галькою з ґрунтом, що містить насіння декоративних трав, відбувається абсолютно неймовірний вертикальний посів);
- як каркас і огороження (для при піднятих грядок, клумб, водойм і ставків);
- як вуличні меблі (столи, стільці, лавки);
- як садово-паркова скульптура.

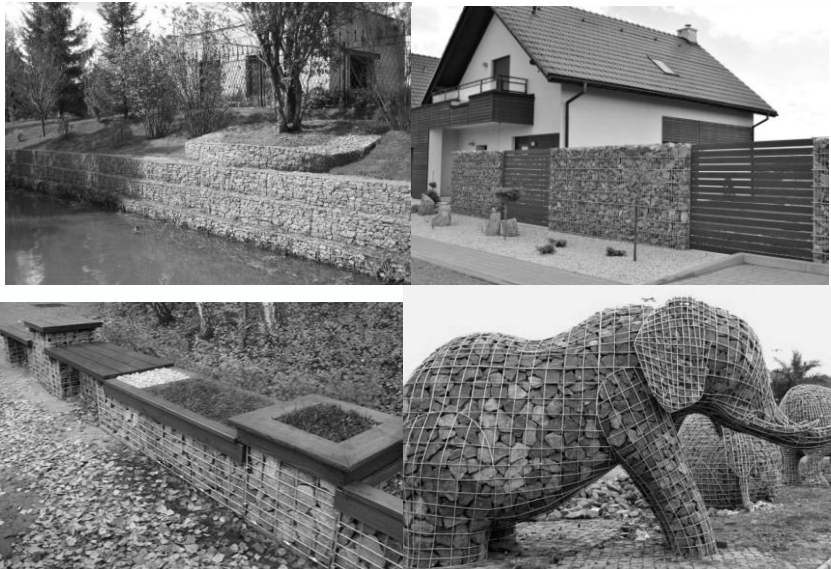


Рис. 3. Приклади використання габіонів

Дані конструкції характеризуються не лише багатофункціональністю, а й володіють масою переваг:

- екологічність (благотворно впливають екологію місця їх установки);
- відмінно доповнюють естетичну цінність природи.
- Довговічність (при правильному проектному вирішенні їхній термін служби необмежений);
- економічність (доставку і монтаж конструкцій можна проводити самостійно, так як вага їхня невелика; не потребують подальшого догляду за експлуатацією);

– міцність і функціональність (здатні витримувати великі навантаження; після заповнення ємностей з сіток кам'яним матеріалом утворюється самостійний будівельний елемент з пористістю близько 30...40%, завдяки чому конструкції мають досить високу водопроникність).

Отже, проста установка габйонів і використання природних матеріалів стало причиною досить частого використання цих конструкцій в ландшафтному дизайні. Можливість використання каменів різних розмірів і кольорів дозволяє домогтися додаткового декоративного ефекту і вписати габйонні конструкції в будь-які ландшафтні композиції. Монтаж габйонних коробів для спорудження підпірних стінок значно економить кошти, так як не вимагає пристрою дренажної системи і додаткової обробки.

1. Свиридов В.В. Стійкість укосів. Частина 1. Грунтові укоси: Навчальний посібник. РГУПС. Ростов н / Д, 1994. 26 с.

2. Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rucont.ru/>.

3. Национальная Ассоциация «Гильдия профессионалов ландшафтной индустрии» (ГИПЛИ) – профессиональный союз производителей работ в ландшафтном дизайне. Режим доступа: <http://www.gipli.ru/>.

4. Архитектурно-ландшафтный дизайн: теория и практика: [учеб. пособие для студентов вузов] / [авт. кол.: Г. А. Потаева, А. В. Мазаник, Е. Е. Нитиевская и др.] ; под лбщ. ред. Г. А. Потаева. – 2–е изд. – М. : ФОРУМ : ИНФРА–М, 2015. – 320 с. : цв. ил. – (Высшее образование : Бакалавриат).

5. Разумовский Ю. В. Ландшафтное проектирование : учеб. пособие для студентов вузов / Ю. В. Разумовский, Л. М. Фурсова, В. С. Теодоронский. – М.: ФОРУМ, 2012. – 144 с. : ил.

УДК 699.86

**ВИБІР ПОКАЗНИКІВ ТЕПЛОВОЇ НАДІЙНОСТІ  
ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**THE CHOICE OF INDICATORS OF THERMAL RELIABILITY  
OF WALLING**

**Пашинський В.А.** д.т.н., професор, **Джирма С.О.** к.т.н., доцент, **Плотніков О.А.**, асистент, (Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький)

**Pashynskiy V.A.**, DSc in engineering, professor, **Dzhyrma S.A.**, Ph.D., senior lecturer, **Plotnikov O.A.**, assistant lecturer (Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitskiy)

На базі аналізу рівня теплової надійності огороджувальних конструкцій, запроєктованих згідно з вимогами ДБН В.2.6-31:2016, отримано допустимі значення відносної тривалості теплових відмов за критеріями комфортності перебування поблизу стін та утворення конденсату на їх внутрішній поверхні.

The article discloses suggestions for the selection of an appropriate level of thermal sufficiency of the walling of residential and public buildings. As an indicator of thermal sufficiency it is recommended to use the relative duration of the state of thermal failure. According to the method developed earlier the relative duration of the thermal failure condition of walling has been determined. The resistance to heat transfer in the conditions of different regions of Ukraine corresponds to the requirements of the current thermal insulation of buildings on the absence of condensation on the internal surfaces of walls and the comfort of staying at external walls. The obtained results vary significantly across the territory but their generalization to the safety margin allowed establishing the maximum permissible value of the relative duration of the thermal failure state equal to 0.005 for the walls of residential and public buildings of the sufficiency class CC 2 and 0.001 for the buildings of the sufficiency class CC 3.

Ключові слова: огорожувальні конструкції, теплова надійність, теплова відмова, критерій комфортності, критерій утворення конденсату

Keywords: walling, thermal sufficiency, thermal failure, comfort criterion, criterion of condensate formation

**Постановка проблеми.** Вимоги до теплових характеристик огорожувальних конструкцій будівель сформульовані в нормах проектування теплової ізоляції ДБН В.2.6-31:2016. Природна статистична мінливість більшості розрахункових факторів спонукає до оцінювання теплової надійності огорожувальних конструкцій імовірнісними методами, але в чинних нормативних документах відсутні вказівки щодо вибору імовірнісних показників теплової надійності та їх допустимих значень.

**Аналіз останніх досліджень.** Державні будівельні норми [1] вимагають перевіряти можливість реалізації трьох видів теплових відмов огорожувальних конструкцій: недостатній порівняно з вимогами норм опір теплопередачі, дискомфорт при перебуванні поблизу огороження, утворення конденсату на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції. Розроблені в [2, 3] імовірнісні методи аналізу теплової надійності огорожувальних конструкцій дають змогу врахувати задані теплові характеристики огороження та статистичні характеристики випадкового процесу змін температури атмосферного повітря, наведені в монографії [4] для великої кількості пунктів спостереження на території України. Основні розрахункові параметри температури атмосферного повітря наведені в стандарті [5]. Виконані за методикою [3] приклади вказують на значну мінливість рівня теплової надійності залежно від обраної конструкції та умов її експлуатації, але вказівки щодо допустимих значень імовірнісних показників теплової надійності в літературі не виявлені.

**Метою даної роботи** є обґрунтування пропозицій щодо вибору допустимого рівня теплової надійності огорожень на підставі аналізу конструкцій, запроектованих за чинними нормами.

**Методика оцінювання рівня теплової надійності** за критеріями комфортності перебування поблизу огорожувальних конструкцій та утворення конденсату на їх внутрішній поверхні [3] дозволяє визначати відносну тривалість стану теплової відмови з урахуванням теплових характеристик огорожень та випадкових змін

температури зовнішнього повітря. Цей показник відповідає фізичному змісту теплової відмови, як стану погіршення роботи конструкції та мікроклімату в приміщенні, що відносить теплову відмову до другої групи граничних станів за класифікацією ДБН [6]. Допустиме значення відносної тривалості теплових відмов, відсутнє в нормах проектування [1, 6] та в науковій літературі, орієнтовно встановлене нижче шляхом аналізу декількох можливих критеріїв.

Згідно з нормами [6, 7], експлуатаційні розрахункові значення навантажень, які використовуються для перевірки несучих конструкцій масового використання за граничними станами другої групи, можуть перевищуватися протягом частки встановленого терміну експлуатації  $\eta=0,02$ . Оскільки урахування мінливості навантажень та несучої здатності конструкцій зменшує імовірність відмови порівняно з імовірністю перевищення розрахункових значень навантажень, величину 0,02 можна вважати верхньою межею допустимої відносної тривалості теплової відмови.

Більш точний спосіб встановлення допустимого значення відносної тривалості теплових відмов базується на їх узгодженні з вимогами чинних норм теплової ізоляції будівель [1] щодо перевірки комфортності та можливості утворення конденсату на внутрішній поверхні конструкцій. За розробленою в [3] методикою обчислені відносні тривалості теплових відмов стін житлових будівель за вказаними критеріями для 26 регіонів України (24 адміністративні області, АР Крим та Південний берег Криму). Необхідний опір теплопередачі стін визначено з умов виконання вимог ДБН [1] щодо температури внутрішньої поверхні стіни житлової будівлі:  $\tau_c=+16^\circ\text{C}$  за критерієм комфортності,  $\tau_c=+10,6^\circ\text{C}$  за критерієм утворення конденсату в житловому приміщенні з нормативним значенням вологості повітря 55% та температури  $\tau_B=+20^\circ\text{C}$ . Розрахункові температури зовнішнього атмосферного повітря задавалися у трьох варіантах:

- згідно з вимогами [1] щодо розрахунку за критерієм утворення конденсату в зонах підвищеної теплопровідності ( $\tau_3 = -22^\circ\text{C}$  для першої температурної зони і  $\tau_3 = -19^\circ\text{C}$  для другої температурної зони України);
- індивідуальна для кожного регіону температура найхолоднішої п'ятиденки із забезпеченістю 0,92 за ДСТУ [5];
- індивідуальна для кожного регіону температура найхолоднішої доби із забезпеченістю 0,98 за ДСТУ [5].



Для кожного з вказаних варіантів розрахункових температур зовнішнього повітря визначалися опори теплопередачі, достатні для виконання вимог [1] щодо комфортності та неможливості утворення конденсату на поверхні стіни. Відносна тривалість теплової відмови в умовах кожного з 26 регіонів України обчислена за методикою [3] з урахуванням фактичних розподілів випадкової температури зовнішнього повітря в регіоні за даними [4].

Отримані таким чином відносні тривалості теплових відмов стін з характеристиками, що відповідають районним розрахунковим значенням температури зовнішнього повітря для перевірки на можливість утворення конденсату та комфортність перебування поблизу стін  $\tau_3 = -22^\circ\text{C}$  чи  $\tau_3 = -19^\circ\text{C}$ , можна вважати нормативними рівнями теплової надійності за вказаними критеріями, які закладені в норми проектування [1].

Узагальнені результати обчислення відносної тривалості теплових відмов за критеріями забезпечення комфортності та утворення конденсату наведені в таблиці 1, де вказані найменші, найбільші та середні по континентальній території України відносні тривалості відмов. На території Криму та особливо Південного берега з його субтропічним кліматом тривалості теплових відмов отримані у 2...5 разів меншими, що й змусило виключити ці дані з подальшого аналізу.

Таблиця 1  
Відносні тривалості теплових відмов стін житлових будівель на континентальній території України

Розрахункові температури зовнішнього повітря	Критерії теплової відмови	Відносні тривалості теплової відмови		
		мінімум	максим.	середнє
За ДБН [1]: -22°C для зони 1, -19°C для зони 2	комфорт	8,99E-03	1,70E-02	1,15E-02
	конденсат	7,12E-03	1,44E-02	9,36E-03
За [5] – температура холодної п'ятиденки із забезпеченістю 0,92	комфорт	7,64E-03	1,61E-02	1,13E-02
	конденсат	5,94E-03	1,37E-02	9,24E-03
За [5] – температура холодної доби із забезпеченістю 0,98	комфорт	2,78E-03	6,83E-03	4,40E-03
	конденсат	1,89E-03	5,18E-03	3,17E-03

Територіальна мінливість тривалості теплової відмови за критерієм утворення конденсату, яка для зручності подання виражена в добах на рік, проілюстрована рисунком 1. Тривалість теплової відмови за критерієм комфортності лінійно залежить від тривалості відмови за критерієм утворення конденсату, що робить характер їх територіальної мінливості ідентичним.



Рис. 1. Територіальна мінливість тривалості теплової відмови за критерієм утворення конденсату (в добах на рік) при розрахункових значеннях температури зовнішнього повітря за ДБН [1]

Дані таблиці 1 та рисунок 1 вказують на значний розкид тривалості теплових відмов по території України. За картою рисунка 1 прослідковується зменшення рівня теплової надійності (зростання тривалості теплових відмов) з південного заходу на північний схід. Така тенденція обумовлена пониженням фактичної температури атмосферного повітря [4, 5] при незмінному в межах першої температурної зони [1] розрахунковому значенні  $-22^{\circ}\text{C}$ .

Визначення опору теплопередачі стін за окремими для кожного регіону розрахунковими значеннями температури зовнішнього повітря замість вказаних вище районних значень  $-22^{\circ}\text{C}$  та  $-19^{\circ}\text{C}$  не зменшує розмах територіальної мінливості відносної тривалості теплових відмов. Значення тривалості відмов змінюються по території менш систематично, але їх розкид, виражений в таблиці 1 мінімальним і максимальним значеннями, не став меншим.

Аналіз наведених у таблиці 1 мінімальних, максимальних та середніх по території України значень відносної тривалості теплової відмови стін, які відповідають вимогам ДБН [1] за критеріями комфортності та утворення конденсату чи перевищують ці вимоги, показав наступне:

- тривалість теплової відмови за критерієм комфортності дещо більша, ніж за критерієм утворення конденсату;
- тривалості теплових відмов стін, опір теплопередачі яких встановлено за температурами найхолоднішої п'ятиденки із забезпеченістю 0,92 з [5], близькі до встановлених за районними значеннями температури зовнішнього повітря з ДБН [1];
- тривалості теплових відмов стін з опором теплопередачі, що відповідає температурами найхолоднішої доби із забезпеченістю 0,98 з [5], у 2...3 рази менші, ніж при використанні районних розрахункових значень температури повітря з ДБН [1];
- при проектуванні стін за районними розрахунковими значеннями температури зовнішнього повітря з ДБН [1] та за температурами найхолоднішої п'ятиденки із забезпеченістю 0,92 отримана найменша по території України відносна тривалість теплової відмови, рівна 0,0071 або 2,6 доби на рік;
- вибір опору теплопередачі стін за окремими для кожного регіону розрахунковими значеннями температури найхолоднішої доби із забезпеченістю 0,98 дає найменшу по території України відносну тривалість теплової відмови, рівну 0,0019 або 0,7 доби на рік.

Виходячи з отриманих результатів, з округленнями в запас надійності за зразком норм [6] можна прийняти допустиме значення відносної тривалості теплових відмов стін житлових будівель за критеріями комфортності перебування поблизу стіни та утворення конденсату в зонах підвищеної теплопередачі рівними 0,005. Для створення запасу теплової надійності стін особливо відповідальних будівель допустиме значення відносної тривалості теплових відмов слід встановити рівним 0,001. Вказані значення дають абсолютні тривалості теплових відмов 43,8 та 8,8 години на рік. У подальшому пропонується встановити для стін житлових і громадських будівель класу відповідальності СС 2 за ДБН [6] гранично допустиме значення відносної тривалості теплових відмов рівним 0,005, а класу відповідальності СС 3 – значення 0,001.

Для порівняння нагадаємо, що для конструкцій категорії відповідальності Б, до яких можна віднести й огорожувальні конструкції, в умовах усталеної розрахункової ситуації ДБН [6] встановлюють доцільну імовірність відмови  $5 \times 10^{-4}$  для будівель і споруд класу відповідальності СС 1 та  $5 \times 10^{-5}$  для будівель і споруд класу відповідальності СС 3.

**Висновки** за результатами дослідження:

1. В якості показника теплової надійності огорожувальних конструкцій доцільно використовувати відносну тривалість теплової відмови, рівну відношенню сумарної протягом року тривалості стану теплової відмови до тривалості року.

2. За результатами аналізу рівня теплової надійності стін, що відповідають вимогам ДБН В.2.6-31:2016 щодо недопущення утворення конденсату на поверхні та комфортності перебування поблизу стін, пропонується встановити гранично допустиме значення відносної тривалості теплових відмов рівним 0,005 для стін житлових і громадських будівель класу відповідальності СС 2 та 0,001 – для будівель класу відповідальності СС 3.

1. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінрегіон України, 2017. – 31 с.

2. Пашинський В.А., Плотніков О.А. Методика імовірнісного оцінювання температурного режиму стін // Збірник наукових праць Української Державної академії залізничного транспорту: Випуск 148, частина 2. – Харків, 2014. – С. 138–143.

3. Пашинский В.А., Плотников О.А. Вероятностная методика анализа тепловой надежности узлов ограждающих конструкций // Вестник Белорусско-российского университета, 2017. – № 3 (56). – С. 129–135.

4. Температурні впливи на огорожувальні конструкції будівель: монографія / В. А. Пашинський, Н. В. Пушкар, А. М. Карюк. – Одеса, 2012. – 180 с.

5. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 132 с.

6. ДБН В.1.2-14-2009. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 37 с.

7. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінбуд України, 2007 – 59 с.

УДК 712.253, 712.41

**РОЗВИТОК СЕЛИЩА ОЛИКА, ЯК КУЛЬТУРНО-  
ТУРИСТИЧНОГО ЦЕНТРУ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ В  
АСПЕКТІ ІСТОРИЧНОЇ СПАДЩИНИ**

**DEVELOPMENT OF URBAN VILLAGE OLYKA, AS A  
CULTURAL AND TOURIST CENTER OF THE VOLYN REGION  
IN THE ASPECTS OF THE HISTORICAL HERITAGE**

**Петровчук М.О., студент (магістр), Сунак П.О., к.т.н., доц.  
(Львівський національний технічний університет)**

**Petrovchuk M.O. student, Sunak P.O., Ph.D. in Engineering (Lutsk  
National Technical University)**

Для перспективного майбутнього історичних міст та сіл виникає необхідність визначення цілей та плану дій, які передбачають продуманий, послідовний і гармонійний розвиток селища. У статті розглянуто архітектурні цінності місцевості, проаналізовано основні проблеми даної території, наведено способи та методи їх вирішення. Головною метою є – створення усіх умов утримання та розвитку території селища, як туристичного центру.

For the long-term future of historic cities and villages, there is a need for defining goals and action plans that involve thoughtful, coherent and harmonious development of the countryside. The article deals with the architectural values of the area, analyzes the main problems of this territory, provides methods and methods for their solution. The main goal is to create all conditions for the maintenance and development of the settlement as a tourist center. Preservation and revival the historical image of the town should be based on the principles of restoration, reconstruction, modernization, new construction. Consequently, at the present stage there is a need to develop innovative variants of the revival of the village.

Today, the village lost its creative and functional significance appointment. Therefore, to solve the problems of urban development settlements need to revive the inherent parts of the historic town and improve their performance.

Ключові слова: благоустрій, реконструкція, ревіталізація.

Keywords: improvement, reconstruction, revitalization.

В архітектурі поняття «ревіталізація» близьке до понять реконструкції і ремонту. Будівля після ревіталізації знову повертає своє втрачене призначення або набуває нове. Одним із завдань при цьому є збереження історичного вигляду будівлі [1]. Об'єктами ревіталізації в архітектурі можуть бути не тільки будівлі, а й цілі архітектурні ансамблі (комплекси). Ревіталізація середмістя – це комплекс заходів щодо збереження культурної спадщини, які характеризуються спадкоємним і рівномірним функціональним використанням територій, відновленням забудови та технічної інфраструктури за умови активізації соціально-економічної діяльності.

Олика – селище міського типу, центр селищної Ради, розташоване на річці Путилівка, за 6 км від шосейної дороги Рівне-Луцьк, за 9 км від залізничної станції Олика та за 40 км від районного центру. Селищній Раді підпорядковані села: Метельне й Личани. Населення – 4400 чоловік.

Олика належить до стародавніх поселень Волині. Вперше вона згадується в Іпатіївському літопису під назвою Оличі, Олича, Олиці. Під 1149 роком там сказано: «Изяслав... пойдоша полки своими от Луческа, и шедше сташа у Чемерина на Оличі».

Селище налічує культурні та архітектурні пам'ятки а саме:

- Замок Радзівіллів ( Олицький Замок), зведений у 1558 році. Триповерховий палац, фортечні споруди, брама. Залишки ландшафтного парку. Замоквий комплекс квадратний у плані – мав чотири кутові бастіони з сторожовими вежами (частково залишились два бастіони). Зараз на території замку – Волинська психіатрична лікарня № 2.

- Колегіальний костел Святої Трійці, збудований у 1635 – 1640 роках за проектом відомих архітекторів Бенедетто Моллі та Джованні Маліверна. Храм пишно декоровано скульптурами святих (Войцеха, Станіслава, Петра і Павла) та різьбою у виконанні львівського скульптора Мельхіора Амелі. У крипті колегіати – усипальниця року Радзівіллів.

- Луцька брама – єдиний збережений фрагмент колишніх потужних міських укріплень.
- Костел святих Петра і Павла, один з найстаріших костелів Волині, побудований у 1460 році на старому цвинтарі, серед старих магнатських могил [2].

Виходячи з особливих цінності забудови території селища, бачимо, що актуальними є проблеми їхнього збереження, реставрації та розвитку, що зумовлюють необхідність розробки науково-обґрунтованих методик, які сприятимуть розширенню та деталізації пам'ятко-охоронного законодавства в напрямку збереження середмість, а також модернізації міського самоврядування, вирішенню соціальних проблем, збільшенню рівня інвестицій та економічного розвитку історичного міста.

Враховуючи існуючий стан території селища Олика, перед громадою постало питання, щодо реконструкції споруд та благоустрою їх територій з метою відтворення та збереження їх історичного вигляду з дотриманням усіх норм. Варто зазначити, що окрім безпосереднього збереження пам'ятки необхідно передбачати «одночасно збереження безпосереднього традиційного оточення. Навколо об'єкта (споруди) пам'ятки потрібно створювати охоронну зону, в якій нове будівництво, усі знесення та перетворення, які могли б змінити співвідношення об'ємів та кольорів, забороняються [3]».

На даний час проводяться роботи реставрації Колегіального костелу Святої Трійці. Тому є необхідним розробити низку робіт щодо проведення благоустрою території навколо костелу. Заходи з благоустрою територій передбачають проведення комплексу робіт, спрямованих на покращення умов території, як естетичних, так і санітарно-екологічних.

Багато сучасних дослідників звертають особливу увагу на розвиток туристичної сфери в історичних містах. Вважають, що участь місцевої громади у плануванні туристичних проєктів призводить до більш гармонійних відносин в громаді і доброзичливої атмосфери в місті, впливає на позитивність ставлення до збереження культурної спадщини.

У працях, присвячених історичним містам, звертають увагу на індивідуальний підхід у вирішенні проблем та ґрунтовне опрацювання трьох складових ревіталізації: визначення зон пам'яток та будівельних правил, які стимулюватимуть оновлення

міста, зростання місцевих доходів, які сприятимуть функціональному пристосуванню архітектурної спадщини; розробці механізмів фінансування модернізації соціальної інфраструктури та підтримки розвитку приватного житла; розробці механізмів фінансування розвитку економіки на території де зосереджуються пам'ятки історичного міста[4].

Головними цінностями території села, є функціональна зручність, безпека та екологічність відносно мешканців населеного пункту.

Проаналізувавши місцевість Олики, ми бачимо перелік проблем, які необхідно вирішувати для розвитку селища, як культурного центру та надання селищу більш естетичного вигляду:

- вулично-дорожньої мережі;
- встановлення освітлення;
- існуючі зелені насадження;
- розробка відпочинкової зони;
- реконструкція будівель історичної спадщини;
- малі архітектурні форми.

Стан вулично-дорожньої мережі села, незадовільний. Однією із головних проблем є пошкодження або відсутність пішохідних доріжок, відсутність парковок, як для автомобілів так і для велотранспорту.

Першим кроком у розв'язанні даної проблеми є відновлення старих доріжок та проектування нових в місцях де це є необхідним. Розробити тротуари, та велосипедні доріжки, які можна поєднати з пішохідними. Потрібно також запроєктувати стоянки для автомобілів та велосипедів.

Велике і різноманітне значення мають зелені насадження у містобудуванні. Посадки знижують силу вітру, регулюють тепловий режим, очищають і звожують повітря, це має величезне оздоровче значення. Створення насаджень – це не тільки засіб поліпшення санітарно-гігієнічних умов життя в окремих населених пунктах, але й один з основних методів корінного перетворення природних умов цілих районів.

Значну роль мають зелені насадження в архітектурі міста. Вони є прекрасним засобом збагачення, а нерідко і формування ландшафту міста і займають чільне місце в рішенні архітектури парків і садів.



Рослинність має велику різноманітність форм, кольорів і фактури. Декоративні властивості рослин відкривають найширші можливості для використання насаджень як одного з засобів рішення архітектури міста [5].

Тому є важливим приділити увагу саме зеленим насадженням. Для вирішення проблем зелених насаджень селища, на мою думку, необхідно:

- ✓ підбір для проведення озеленення відповідно до генерального плану і дизайнерських рішень асортименту рослин;
- ✓ проведення озеленення шляхом насадження у визначених місцях саджанців дерев, кущів, квітів;
- ✓ поліпшення квіткового оформлення клумб та інших територій ;
- ✓ санітарне обрізування (сухих, надломлених та ослаблених гілок та дерев в аварійному стані);
- ✓ створення нових зелених зон;
- ✓ проведення укріплення зеленими насадженнями берегів водойм та схилових поверхонь;
- ✓ залучити місцевих жителів до робіт по догляду за насадженнями;
- ✓ посилити відповідальність за правопорушення і злочини по відношенню до зелених насаджень селища;

Ще однією з проблем є сквер який знаходиться в центрі селища між Олицьким замком та Колегіальним костелом Святої Трійці. Сквер є в занедбаному стані. Вирішення проблеми полягає в наступному:

- розпланувати територію скверу;
- замінити існуючі пам'ятник;
- прокласти доріжки;
- встановити лавочки та смітники;
- встановити освітлення.

Отже, проаналізувавши теперішній стан території селища і врахувавши побажання громади селища, я маю намір розробити проект, який охопить благоустрій скверу та прилеглої території до історичної забудови селища Олика в якому передбачено:

– покращення вулично-дорожньої мережі селища; влаштування вело доріжок, тротуарів та пішохідних доріжок; влаштування парковки для автомобілів та велосипедів;

- влаштування клумб та висадку нових кущів та дерев;
- влаштування лавок та смітників;
- влаштування та благоустрій території для відпочинку туристів та місцевого населення;
- розробку туристичного маршруту, влаштування схеми генерального плану з нанесеними позначками зупинок біля визначних місць;
- влаштування біля кожної пам'ятки інформаційної дошки;

Розроблення та втілення даного проекту дасть можливість оновити та розвинути інфраструктуру селища, залучити туристів та паломників, а також покращити територію та умови проживання, відпочинку мешканців даного селища.

За нинішніх умов основними напрямками прогресу у будівництві є пошук найбільш ефективних матеріалів для нового будівництва, ремонту, підсилення або відновлення несучих залізобетонних конструкцій будівель і споруд.

1. Handelsblatt Wirtschafts-Lexikon – Das Wissen der Betriebswirtschaftslehre, ISBN 3791026003 [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org>

2. Пам'ятки містобудування і архітектури Волинської області [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org>

3. ДБН В.3.2-1-2004 «Реставраційні, консерваційні та ремонтні роботи на пам'ятках культурної спадщини».[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://info-build.com.ua/normativ>.

4. Steinberg F. Revitalization of Historic Inner-City Areas in Asia. The Potential for Urban Renewal in Ha Noi, Jakarta, and Manila. – Mandaluyong City, Phil.: Asian Development Bank, 2008. – 212 p.».

5. Значення зелених насаджень міста у формуванні зовнішнього середовища. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://gavrylova.com/?id=33&page=main>

УДК 535.3

## **ОГЛЯД ОСНОВНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВИЗНАЧЕННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОНИКНОСТІ ҐРУНТІВ**

### **REVIEW OF BASIC MATHEMATICAL MODELS FOR DEFINITION OF SOILS PERMITTIVITY**

**Процюк В.О., асистент (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)**

**Protsiuk V.O., assistant (Lutsk national technical university, Lutsk)**

В статті розглянуті та порівняні існуючі математичні моделі визначення діелектричної проникності ґрунтів. Показано вплив частоти сигналу на величину діелектричної проникності мінералів і води. Порівняні електрофізичні властивості зв'язної і вільної води.

The article considered and compared to existing mathematical models for determining the permittivity of soils. The influence of the signal frequency on the magnitude of minerals dielectric permittivity and water is shown. A comparative analysis of most dependencies between dielectric material permeability and content of its components has been carried out. According to the results of the researches, it was concluded that the results of calculations according to the Birchak model and the Shmuhge model are satisfactory with the data of experimental researches of soil dielectric properties.

Ключові слова: ґрунт, діелектрична проникність, частота, математична модель.

Keywords: soil, permittivity, frequency, mathematical model.

Встановлення розрахункових характеристик ґрунтів земляного полотна автомобільних доріг є важливим питанням під час діагностики доріг та проектування ремонтів по посиленню конструкції дорожнього одягу та забезпеченню всіх необхідних транспортно-експлуатаційних характеристик дороги.

Серед добре відомих і надійних методів по встановленню розрахункових характеристик ґрунтів, існують і нові прогресивні

методи, які володіють рядом переваг – безконтактність, а отже забезпечення цілісності дорожньої конструкції, швидкість та оперативність діагностики та економічність проведення діагностики. Цього дозволяється досягти завдяки використанню підповерхневої георадіолокації.

Проте, як і всі методи, георадіолокація має також свої недоліки, які пов'язані із: складністю інтерпретації даних отриманих в процесі зондування конструкції дорожнього одягу та ґрунтів земляного полотна; недостатньою кількістю математичних залежностей електрофізичних характеристик з фізичними та міцнісними характеристиками ґрунтів; відсутністю достатньої бази даних електрофізичних характеристик ґрунтів.

Аналіз останніх досліджень. Значні дослідження електрофізичних характеристики матеріалів ґрунтів були зроблені: Боярський Д.А., Віняйкіним Є.Н., Золотарем В.М., Криворучко Я.С., Судаковою М.С. та іншими.

Дослідження зв'язної та вільної води, яка наявна в ґрунтах земляного полотна, наведені в роботах: Боярського Д.А., Корольова В.А., Шутко А.М., Черняка Г.Я. та інших.

Постановка мети і завдань досліджень. Діелектричні властивості ґрунтів визначаються діелектричними властивостями компонент, що входять до його складу: мінеральної частини скелета ґрунту, води і повітря. Дійсні частини діелектричної проникності трьох фаз ґрунту суттєво різняться, маючи значення: для повітря – 1; для мінеральної частини скелета ґрунту – 3 – 4; для води – 81. Ці відмінності зумовлюють можливість вимірювання вологості ґрунтів.

Для обґрунтування моделі діелектричних властивостей ґрунтів, розглянемо діелектричні властивості компонент ґрунту, як трифазної системи.

Результати досліджень. Згідно з аналізом, проведеним в роботі Д.А. Боярським [1], дійсна частина діелектричної проникності таких мінералів як кварц, польові шпати, монтморилоніт, каолініт і т. д. в діапазоні частот 1 – 50 ГГц має величину  $\sim 3,6$  [2-4], а уявна частина в цьому ж діапазоні  $\sim 0,05 - 0,25$  [4, 5]. При більш високих частотах ( $\sim 500$  ГГц) дійсна частина діелектричної проникності цих мінералів становить  $\sim 2,5 - 5$ , а уявна частина зменшується до значень  $\sim 0,001$  [6].

Через складність проведення експериментальних досліджень

діелектричних властивостей зв'язаної води, ці властивості вивчені недосконало [7, 8], і мають суперечливий характер для позитивних температур. Більшість дослідників дійшли до висновку, що ці властивості визначаються властивостями поверхні, з якою взаємодіє вода, і ступенем зв'язку води з цією поверхнею [6, 9]. Проф. Корольов В.А. відзначає, що діелектрична проникність води зв'язаної в кілька разів менша у порівнянні з вільною водою [10]. Якщо для звичайної води діелектрична проникність дорівнює 81, то для зв'язаної води ця величина зменшується до 3 – 40, в залежності від товщини водяної плівки. Згідно даними останніх досліджень, плівка зв'язаної води товщиною 0,5 – 0,6 нм має діелектричну проникність, що дорівнює 3 – 4. Дійсна і уявна частини діелектричної проникності вільної води в діапазоні частот від 1 ГГц до 40 ГГц мають виражену частотну і температурну залежність. Дійсна частина на частоті 1 ГГц змінюється від ~ 87 при 0 °С до ~ 80 при 20 °С і на частоті 40 ГГц від ~ 9 при 0 °С до ~ 16 при 20 °С [1]. Уявна частина змінюється при 0 °С від ~ 9 (1 ГГц) до ~ 17 (40 ГГц). Найбільш сильно ці ефекти проявляються для вологих ґрунтів, тому досить важливо враховувати частоту сигналів

На поширення сигналу в середовищі сильно впливає наявність дисперсії (залежно від частоти), тому цей факт необхідно враховувати під час розробки алгоритму визначення вологості ґрунтів земляного полотна. Проте, дорожній одяг над ґрунтом земляного полотна містить матеріали, які є композицією різних складових, що унеможливує вирішити дане завдання аналітично, не маючи інформації про властивості кожної з компонент. Тому пропонується ввести в модель коефіцієнт поправки, що враховує дисперсійні властивості матеріалів. В такому випадку діелектрична проникність буде визначатися як [11]:

$$\varepsilon = k_d \cdot \varepsilon_{\omega}, \quad (1)$$

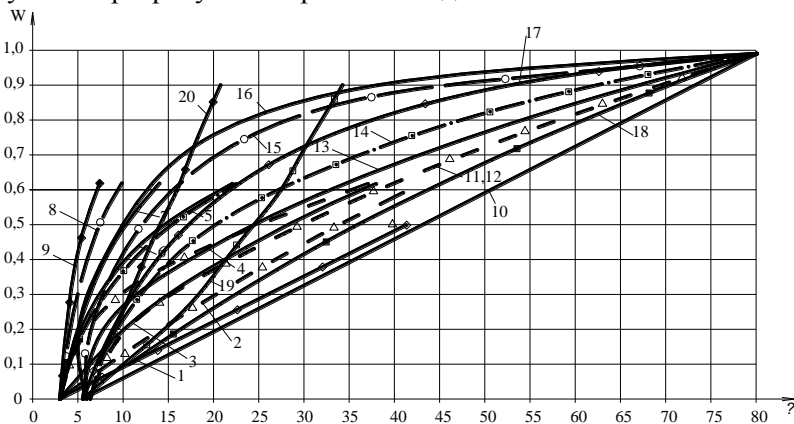
де  $\varepsilon$  – значення діелектричної проникності, прийняте в розрахунках;

$\varepsilon_{\omega}$  – значення діелектричної проникності, яке визначене експериментально на частоті  $\omega$ .

Залежності діелектричної проникності багатоконпонентних сумішей від діелектричної проникності компонент, а також від

вмісту і розподілу компонент в суміші досить докладно вивчені теоретично і представлені графічно (рис. 1).

Авторами робіт [12, 13], а також автором статті були виконані розрахунки за вказаними моделями. В дослідженнях [13] приймалося, що дійсна частина діелектричної проникності в діапазоні надвисоких частот сухого ґрунту  $\epsilon_1=3$ , а води –  $\epsilon=80$ , уявну частину діелектричної проникності не враховували. Результати розрахунків наведено на рисунку 1. Експериментальні дані [14] позначені прямокутниками для піщаного ґрунту та трикутниками для суглинистого ґрунту (рис. 1). Цифрами позначені результати розрахунків за різними моделями.



1 – формула Вінера (нижня межа), 2 – формула Оделевського, 3 – формула Бірчака, 4 – формула К. Боттчера, 5 – формула К. Ліхтенкера, 6 – формула Бругемана,

7 – формула Максвелл-Гарнетта, 8 – формула Л.В. Лоренца-Лорентца, 9 – формула Вінера (верхня межа) [226], 10, 16 – формула В.В. Ржевського і Г.Я. Новікова (шари розташовані відповідно паралельно і перпендикулярно до силовим ліній поля), 11, 12 – формула В.І. Оделевського і К. Боттчера, 13 – формула В.М. Дахновського; 14 – формула К. Ліхтенкера, 15 – формула Л.В. Лоренца-Лорентца, [169], 16 – формула Л.В. Лоренца-Лорентца, 17 – формула Оделевського, 18 – формула Нельсона, 19 – формула Ландау

Рис. 1 – Зв'язок дійсної частини діелектричної проникності суміші з об'ємною часткою води

Як відзначають автори робіт [12, 13] жодна з формул не дає точного збігу з експериментальними даними. Найбільш узгоджується з експериментом для даних типів дисперсних середовищ моделі Дж. Бірчака та В.І. Оделевського. Формула

Дж. Бірчака добре описує ґрунти з об'ємною вологістю менше за  $0,3 \text{ см}^3/\text{см}^3$ , а формула В.І. Оделевського – понад  $0,3 \text{ см}^3/\text{см}^3$ . До аналогічних висновків приходять А.М. Шутко [8].

Провівши порівняльний аналіз більшості залежностей між діелектричною проникністю матеріалу та вмістом його компонент, автор [8] приходять до висновку, що всі формули (крім формул Ліхтенекра, Бруггеманахана і Брауна) зводяться до формул В.І. Оделевського для матричних сумішей, яка містить дві компоненти – діелектричну проникність сухого ґрунту і води.

Проте наведені математичні моделі оцінюють лише значення статичної діелектричної проникності середовище, що не є досить коректним, так як під час георадіолокації ми отримуємо значення комплексної діелектричної проникності.

Теоретичні залежності, в яких розглядаються додаткові чинники, наприклад, глинистість і наявність зв'язаної води, досить обмежені. Як зазначається в роботі [15] універсальна теорія СВЧ діелектричної проникності існує тільки для вологонасичених газів. З огляду на складність та багатокритеріальність, суворе рішення задачі розрахунку комплексної діелектричної проникності ґрунтів в надвисокочастотному діапазоні (СВЧ) не відомо. У зв'язку зі складністю теоретичних розрахунків зазвичай використовують дані лабораторних вимірювань, в яких визначають дійсну і уявну частини діелектричної проникності.

Висновок. За результатами узагальнення наукових досліджень [12, 13] та дослідженнями автора статті було зроблено висновок, що з даними експериментальних досліджень діелектричних властивостей ґрунту задовільно збігаються результати розрахунків за моделлю Бірчака [16] і моделлю Шмугге [17]. Зазначені моделі є основою для удосконалення математичної моделі щодо встановлення діелектричної проникності ґрунтів з урахуванням різних розрахункових станів ґрунту.

1. Боярский Д.А. Влияние связанной воды на диэлектрическую проницаемость влажных и мерзлых почв / Д.А. Боярский, В.В. Тихонов. – М.: ИКИ РАН, 2003. – 48 с. – (Препринт / ИКИ РАН; 2003).
2. Словарь по геологии нефти и газа. – Л.: Недра, 1988. – 680 с.
3. Справочник физических констант горных пород / Под ред. С. Кларка. – М.: Мир, 1969. – 544 с.

4. Campbell M.J. Electrical properties of rocks and their significance for lunar radar observations / M.J. Campbell, J. Ulrichs // J. Geophys. Research. – 1969. – Vol. 74. N. 25. – PP. 5867–5881.

5. Виняйкин Е.Н. Ослабление миллиметровых и сантиметровых радиоволн и изменение их фазы в среде, состоящей из сухих и обводненных пылевых частиц / Виняйкин Е.Н., Зиничева М.Б., Наумов А.П. – Нижний Новгород: НИР ФИ, 1993. – 40 с. – (Препринт / Научно-исследовательского радиофизического института (НИР ФИ); 1993).

6. Золотарев В.М. Оптические постоянные природных и технических сред / Золотарев В.М., Морозов В.Н., Смирнова Е.В. – Л.: Химия, 1984. – 243 с.

7. Черняк Г.Я. Радиоволновые методы исследований в гидрогеологии и инженерной геологии / Г.Я. Черняк, О.М. Мясковский. – М.: Недра, 1973. – 176 с.

8. Шутко А.М. СВЧ-радиометрия водной поверхности и почвогрунтов / А.М. Шутко. – М.: Наука, 1986. – 192 с.

9. Белая М.Л. Молекулярная структура воды / М.Л. Белая, В.Г. Левадный // Новое в жизни, науке, технике. Сер. Физика. – 1987. – № 11. – С. 3–61.

10. Королев В.А. Связанная вода в горных породах: новые факты и проблемы / В.А. Королев // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 9. – С. 79–85.

11. Георадары, дороги – 2002: Материалы международной научно-практической конференции. – Архангельск: Архангельский гос. техн. ун-т, 2002. – 94 с.

12. Судакова М.С. Разработка и применение методики диэлектрических измерений с использованием полевого георадара в лабораторных условиях: дис. ... канд. физико-математических наук: 25.00.10 / Судакова Мария Сергеевна. – М., 2009. – 125 с.

13. Криворучко Я.С. Визначення ефективної діелектричної проникності гетерогенних середовищ та оцінка вмісту вологи в ґрунтах / Я.С. Криворучко // Поверхность. – 2011. – Вып. 3(18). – С. 22–28.

14. Wang J.R. An empirical model for the complex dielectric permittivity of soils as a function of water content / J.R. Wang, T.J. Schmugge // IEEE Trans on Geosci and Remote Sensing. – 1980. – Vol. 18, N 4. – PP. 288–295.

15. Хаммуд Ф.М. СВЧ диэлектрическая проницаемость дисперсных влагосодержащих сред / Ф.М. Хаммуд, В.П. Герасимов, Ю.Е. Гордиенко // Радиофизика и радиоастрономия. – 2005. – Т. 10. – № 3. – С. 334–340.

16. Birchak J.R. High dielectric constant microwave probes for sensing soil moisture / J.R. Birchak, G.G. Gardner, J.E. Hipp, J.M. Victor // Proc. IEEE. – 1974. – Vol. 62. – PP.93–98.

17. Wang J.R. An Empirical Model for the Complex Dielectric Permittivity of Soils as a Function of Water Content / J.R. Wang T.J. Schmugge // National Aeronautics and Space Administration Goddard Spans. – 1978. – 39 p.



УДК 692

## **ВИКОРИСТАННЯ ТЕНТОВИХ КОНСТРУКЦІЙ В АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОМУ ПРОЕКТУВАННІ**

### **USE OF TENT STRUCTURES IN ARCHITECTURAL- BUILDING DESIGN**

**Самчук В.П., к.т.н., доц., Оласюк П.Я., магістр будівництва,  
(Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)**

**Samchuk V, Ph.D., associate professor, P. Olasyuk, MSc in civil  
engineering (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

У статті проведено аналіз використання засобів естетично-виразної тентової архітектури в архітектурно-будівельному проектуванні. Тентові об'єкти стають актуальними завдяки своїй економічності та можливості створення оригінальних форм. Аналізуються особливості тентових поверхонь за різними ознаками. На прикладах архітектурної практики пропонується повніше використовувати оригінальні можливості тентової архітектури в Україні.

The article analyzes the use of aesthetic-expressive awning architecture in architectural and construction design. Tent constructions become relevant due to their cost-effectiveness and the ability to create original forms. The features of tent surfaces are analyzed on various grounds. On examples of architectural practice it is offered to make full use of the original possibilities of awning architecture in Ukraine.

The tent constructions demonstrate the possibilities of an interesting implementation of modern building solutions. Application of different forms of membrane structures allows you to create new objects with a variety of spatial parameters. The rapid development of new construction technologies and progressive materials and structures contributes to the significant expansion of tent constructions in construction.

Ukraine has sufficient opportunities for the use of tent constructions during the design of construction objects.

Ключові слова: тентова архітектура, формоутворення, ПВХ-тканина, тентові структури, класифікація тентових структур.

Keywords: tent architecture, forming of structures PVC-tent, awning structures, classification, integration.

Сучасний етап розвитку суспільства ставить нові вимоги до будівельної галузі і проектування, зокрема, яке зобов'язане на них реагувати. Архітектори змушені шукати ефективні підходи й оригінальні ідеї при розробці архітектурно-конструктивних рішень сучасних громадських і промислових об'єктів. У зв'язку з цим, актуальним на даний момент є проектування малобюджетних індустріальних споруд. Якщо економічність закладена ще в проєкті, тоді істотно підвищується шанс його реалізації.

Мембранні об'єкти є сучасним видом будівельних конструкцій. Це, певною мірою, вершина прояву оригінальних можливостей тентової архітектури [1]. Вони демонструють можливості неординарної реалізації сучасних будівельних рішень, а застосування різних форм мембранних структур дозволяє створювати нові об'єкти з різноманітними просторовими параметрами. Область застосування мембранних конструкцій обмежується лише уявою проєктанта. Вони можуть бути не тільки центром або основою, а й просто ефектним акцентом будь-якої архітектурної композиції. Для архітекторів і дизайнерів мембранні конструкції є зручним інструментом для створення естетично-привабливих композицій.

В архітектурі кінця ХХ ст., завдяки розвитку технологій та одночасному поєднанню металу, скла та тентових покриттів, вдалось досягнути нової якості споруд, витонченості форм їх покриття. У тентовій архітектурі, в якій часто використовується поверхні на основі природних форм, яскраво проявилася архітектурна біоніка з її переходами симетричних геометричних форм в органічні зі складними криволінійними обрисами (рис. 1).

Однією з характеристик тентових споруд є співрозмірність між термінами морального зносу споруди та фізичного старіння матеріалу. Це дозволяє вносити адекватні технологічні й економічні зміни в сучасне динамічне життя суспільства. Розробка нових видів довговічних матеріалів змінює ставлення замовників та архітекторів до такого типу покриттів. Тепер вони здебільшого розглядаються не тільки як технічні об'єкти, що використовуються обмежений час, а потім демонтуються, але й сприймаються як повноцінні споруди, яким притаманні архітектурно-художні якості та можливість

тривалої експлуатації (рис. 2). Це дозволяє розширити можливості їх використання у сучасних архітектурних ансамблях.



Рис. 1. Тентові покриття подібні до поверхонь мушель і моллюсків



Рис. 2. Готель Burj Al Arab, Дубай, ОАЕ

Використання різних видів тентових покриттів (стаціонарних, тимчасових, таких, що трансформуються) зумовлене архітектурними потребами. Щороку у світі ними перекривається площа, рівна невеликій державі.

Функціональним особливостям тентових споруд одного типу може відповідати кілька різних конструктивних схем або навпаки – одна конструктивна система може застосовуватися в будівлях з різним функціональним призначенням. Крім того, застосування тентових конструкцій дає можливість формувати нові типи об'єктів (наприклад, гігантські покриття оранжерей, ботанічних садів, тощо). Використання такого виду споруд дозволяє архітектору створювати оптимальне системно-організоване середовище будь-якого розміру – від малих архітектурних форм до масштабних комплексів.

Оригінальність архітектурного образу тентових об'єктів досягається за рахунок специфічних властивостей основного конструктивного елемента – механічно розтягнутої (напруженої) безмоментної оболонки. Стійкість геометрії забезпечує форма поверхні від'ємної гаусової кривини. Форму поверхні зумовлює геометрія опорного контуру, умови попереднього напруження та кріплення до несучих конструкцій покриття на контурі. Навіть незначна зміна цих умов веде до створення нової форми поверхні з іншими значеннями площі покриття, внутрішнього об'єму й умовами механічної роботи. Це спричиняє багатий вибір форм: конусної (купола або шатра), бочкоподібної (сідла), гіперболічної (рис. 3), значну складність визначення початкової геометрії поверхні, але при цьому і архітектурну виразність тентових споруд [2].

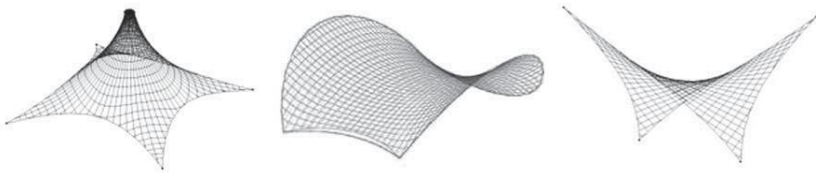


Рис. 3. Конусна, сідлоподібна та гіперболічна форми

При перекритті великих прольотів тентові оболонки, як правило, підкріплюються (стабілізуються) тросами (системою натягу).

Успішна реалізація проектів мембранних споруд вимагає дотримання правильної послідовності робіт. На першому етапі за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення

відбувається геометричне моделювання форми майбутньої оболонки. Далі визначаються навантаження та впливи на оболонку, проводиться аналіз її «життєздатності». Для визначення остаточної форми та розрахунку напружено-деформованого стану (НДС) мембрани й елементів гнучкого каркасу використовується метод скінченних елементів, що допускає отримання точного рішення в умовах великих переміщень – геометричної нелінійності конструкції. Якщо аналіз форми оболонки показав її «життєздатність», настає етап розрахунку крою. Він здійснюється з урахуванням властивостей матеріалів і їх несучої здатності в кожному з напрямків. Завершальний етап – перевірочні розрахунки, які включають повний цикл дослідження поведінки конструкції залежно від різних комбінацій зовнішніх впливів, наприклад, поривів вітру або підвищення тиску всередині оболонки для пневматичних конструкцій.

Для забезпечення умов подальшої безаварійної експлуатації споруд одним з найважливіших етапів розрахунку є аеродинамічний аналіз мембрани. Відпрацьована методика проведення чисельних досліджень дозволяє отримати загальні закономірності аеродинамічного обтікання споруди та її поведінки в повітряних потоках. Отримана інформація може бути використана для оцінки необхідної вентиляції внутрішніх об'ємів проєктованого об'єкта.

Протягом усього ХХ ст. йшов стрімкий розвиток нових технологій будівництва з використанням прогресивних матеріалів і конструкцій. Серед матеріалів, які використовуються для тентових покриттів, найбільш поширеними є:

- ПВХ (поліестер, покритий полівінілхлоридом),
- EPDM (етиленпропілендієновий сополімер),
- PTFE (скловолокно, покрите політетрафторидетиленом),
- ETFE (плівки з етилететрафторидетилена).

ПВХ-тканини і PTFE -плівки можуть бути світлоблокуючими й напівпрозорими. Можливе використання полімерних сіток різного призначення пористістю від 14% до 60%. При виготовленні ПВХ-тканини використовуються різні наповнювачі. З їх допомогою досягаються такі властивості матеріалу, як стійкість до гниття та вогнестійкість.

Тентові структури, як правило, класифікують за наступними характеристиками:

- за ступенем герметичності простору: відкриті, закриті;
- за наявністю/відсутністю каркасу: каркасні (сталь, алюміній, дерево, бетон, композит, пневмокаркас), вантові (система опор і елементів натягу), безкаркасні (повітронеповнені);
- за ступенем сезонності: літні, цілорічні;
- за ступенем мобільності: стаціонарні, трансформовані;
- за призначенням об'єктів: готелі, торгові центри, виставкові центри, сцени видовищних споруд, конгрес-холи, культові споруди, літні кінотеатри, ігрові та танцювальні майданчики, тощо;
- за характером використання: елементи фасаду будівель, архітектурні мембранні навіси, вхідні портали, архітектурні інсталяції, сонцезахисні фасадні системи, декоративне оформлення інтер'єру та ін.

З метою створення оригінального образу споруди та зниження її вартості у тентовій архітектурі зустрічаються різноманітні комбіновані варіанти, а також поєднання тенту з іншими матеріалами (скло, бетон, цегла та ін.).

**Висновок.** Високі технології сучасності дають можливість поєднувати переваги індустріальних методів будівництва з індивідуалізацією форми, відкриваючи шлях до використання тентових конструкцій. У зв'язку з цим прослідковується тенденція нового підходу до формоутворення в архітектурі. Мембранні покриття, як один із сучасних напрямків представлення нової (нелінійної) форми покрівлі, створюють нові просторові характеристики архітектурного об'єкта. Забезпечуючи широке розмаїття форм, цей вид покриття має широкі перспективи використання на рівні з іншими архітектурно-конструктивними системами.

Україна має потенційні можливості застосування тентових структур при проектуванні оригінальних об'єктів – малих архітектурних форм, швидкозбірних мобільних споруд, які легко трансформуються відповідно до зміни функціонального призначення та володіють високими естетичними перевагами.

1. Мыскина О., Казусь А. Под зонтиком. Тентовая архитектура: конструкции, форма и образ // Эволюция кровли. 2004.
2. Удлер Е. М., Тостов Е. Проектирование тентовых оболочек // CAD master. М., 2001. № 1. С. 43-47.

**УДК 69.1418**

## **ВІМ-ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЕКТУВАННІ**

### **BIM-TECHNOLOGIES IN DESIGN**

**Семерей В.В., магістр, Задорожнікова І. В., к.т.н., доц.,  
(Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)**

**Semerei V.V., master, Zadorozhnikova I.V, Ph.D. in Engineering,  
Associate Professor, (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

У статті описано новітній підхід до проектування будівель за допомогою ВІМ технологій. До недавніх пір, проектування і експлуатація будівель їх ремонт базувалися на концепції послідовної роботи над проектом різних фахівців: архітекторів, конструкторів, інженерів і технологів. Але на зміну такому підходу прийшла сучасніша ВІМ-технологія.

Information modeling of a building is an approach to the erection, equipping, maintenance and repair of a building that involves the collection and integrated processing in the design process of all architectural, engineering, technological, economic and other information about the building with all its interrelations and dependencies, when the building and everything , that has to do with it, are treated as a single object. Models and objects of management BIM are not just graphic objects, it is information that allows you to automatically create drawings and reports, perform project analysis, simulate the schedule of works, operate objects - giving the team of builders unlimited possibilities for making the best decision taking into account all available data.

**Ключові слова:** ВІМ-технології, інновації у будівництві, Building Information Modeling.

**Key words:** BIM Technology, Building Innovation, Building Information Modeling.

Постійне зростання складності наукоємності продукції призводить до виникнення нових питань в різних сферах людської діяльності. Проблемами, що виникли в умовах даної тенденції в

галузі проектування об'єктів будівництва є застаріле «креслярське» мислення проектувальників, яке в своїй більшості механізоване та потребує великої трудомісткості та людського ресурсу в тому числі при контролі на протязі робочого циклу об'єкта будівництва. Відповідальність за прийняті рішення в процесі проектування робочого циклу об'єкта будівництва перекладається на професійний досвід спеціаліста та в більшості випадків не завжди є оптимальним. Основними проблемами з якими проектувальники сучасності зіткнулись в умовах конкуренції та зростання складності наукоємності продукції є:

- обмеження термінів проектування об'єктів будівництва;
- зменшення витрат пов'язаних з процесом проектування до моменту створення об'єкта та в процесі його експлуатації;
- підвищення якості процесу проектування;
- забезпечення надійного та гнучкого експлуатаційного обслуговування.

ВІМ-технології – це принципово інший підхід до проектування об'єкта. В основу закладено об'ємне комплексне творення усіма учасниками процесу проектування одночасно: архітекторами, конструкторами, інженерами, технологами. ВІМ - це англійська аббревіатура, яка розшифровується як Building Information Modeling, що в перекладі означає інформаційне моделювання будівель (споруд). Ця технологія ґрунтується на створенні віртуальної моделі всієї споруди, включаючи архітектурні рішення, інженерно-технічні мережі, ландшафт і прилеглу територію. При цьому, така модель використовується протягом усього циклу робіт - від створення проекту і проектно-кошторисної документації до здачі будівлі в експлуатацію [1]. ВІМ-технологія проектування і експлуатації будівель, їх ремонт дозволяє не тільки індивідуально підійти до вирішення поставлених завдань, а й прорахує правильні рішення задач по будівництву, експлуатації та ремонту. Таким чином, ВІМ дозволяє структурувати всю інформацію про об'єкт, включаючи економічну складову.

Для створення об'ємної моделі проектованої будівлі, технологія ВІМ використовує добре структуровану базу даних, що містить всю технічну і грошову інформацію. Оскільки база даних проекту має розподілену технологію, то це дозволяє кожному фахівцю працювати з проектованим об'єктом, а зміну параметра одного об'єкта буде автоматично перераховано і передано іншим, залежним



об'єктам. Така реалізація дозволяє не зациклюватися на вирішенні всього технологічного ланцюжка будь-якої системи, тому що всі показники перераховуються в інформаційному комплексі BIM. Всі ці зміни позначаються не тільки на паперових носіях (креслення, кошториси) але і в графічному поданні (візуалізація, специфікації, графіки) [2].

Тривимірність на службі проектувальника. За рахунок того, що BIM-технологія дозволяє будувати по заданих параметрах 3D-модель побудови, проектувальники і замовник можуть бачити об'єкт не в звичних 2-мірних площинах на папері, а в об'ємному виконанні (рис. 1). Це дозволить приймати зважені і чіткі рішення на етапі проектування, а не будівництва об'єкта.

За рахунок комплексного підходу до проектування планованого об'єкта, BIM здатна скласти фінансовий план всіх витрат на реалізацію. При цьому всі бюджетні документи мають найвищі рівні точності розрахунків.

Створення BIM-моделі дозволяє опрацювати кілька варіантів проекту і знайти оптимальний за різними параметрами, в тому числі і фінансовими витратами на проект. Виняток помилковості. Оскільки BIM-технологія ґрунтується на комп'ютерному моделюванні, що майже виключає вплив людини на проект, це дозволяє уникнути будь-яких помилок в розрахунках технічних показників. Це, в свою чергу, максимально мінімізує витрати, пов'язані з додатковими прорахунками і виправленням помилок, і відповідно простою будівництва або експлуатації [3].

Швидкість узгодження. Комп'ютерне моделювання з подальшою підготовкою проектно-кошторисної документації дозволяє виготовляти її відповідно до сучасних вимог, що істотно зменшує час на узгодження і подальше введення в експлуатацію. Щодо впровадження BIM-технологій у вітчизняній індустрії будівництва необхідно виділити кілька основних факторів, які впливають на цей процес. З одного боку є ряд зацікавлених в розвитку компаній, які просуваючи BIM технології на своїх об'єктах, прагнуть опинитися в авангарді будівельних технологій. З іншого боку, є централізовані програми влади, спрямовані на поетапний перехід до більш прогресивних систем проектування і будівництва.



Прикладемо квазіпостійне, короткочасне, снігове навантаження, використовуючи меню Создание панель Нагрузки піктограму Штмпм загрузки (рис.3, рис. 4, рис. 5).

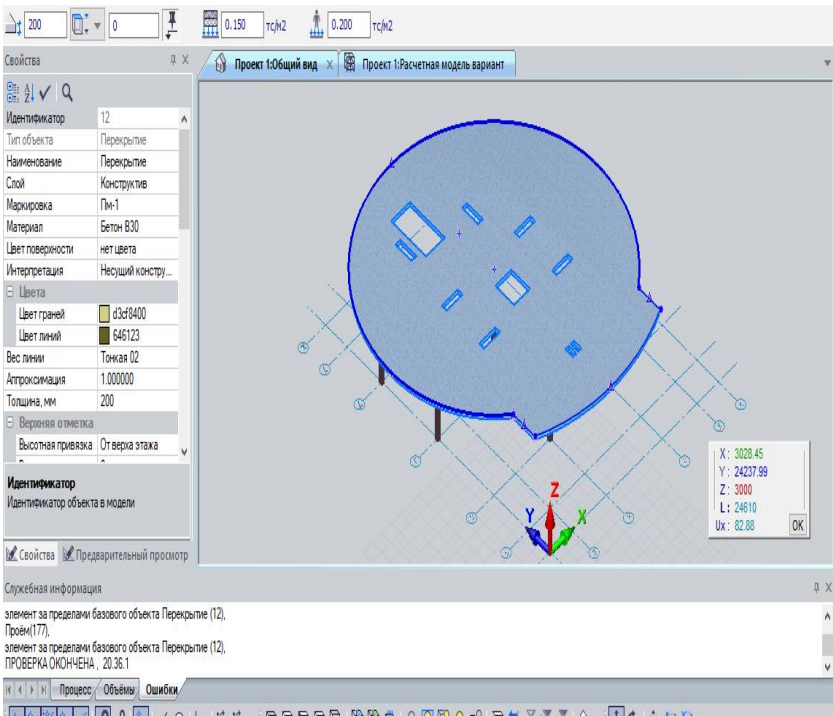


Рис. 3. Прикладання завантажень до плити переkritтя

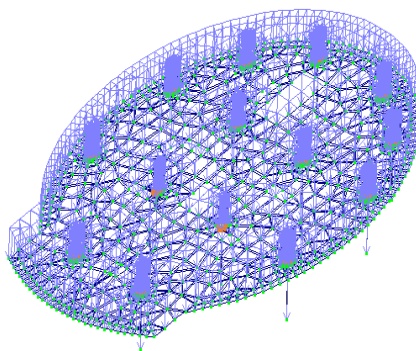


Рис. 4. Вигляд експортованої моделі в середовищі Ліра-САПР

### Розрахунок задачі в Robot Structural Analysis.

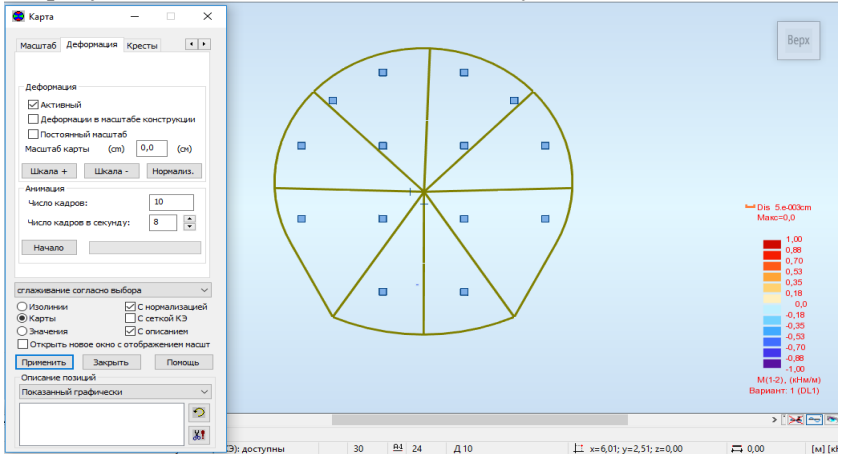


Рис. 5. Аналіз результатів Robot Structural Analysis

Після розрахунку і аналізу результатів в Robot Structural Analysis виконуємо армування конструкцій в Revit (рис. 6).

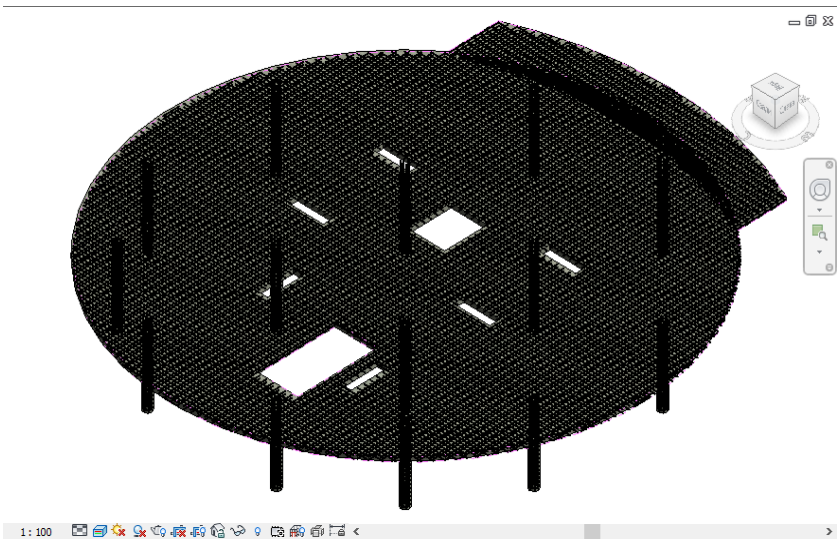


Рис. 6. Армувана модель будівлі

Завершальним етапом є оформлення креслень (рис.7).

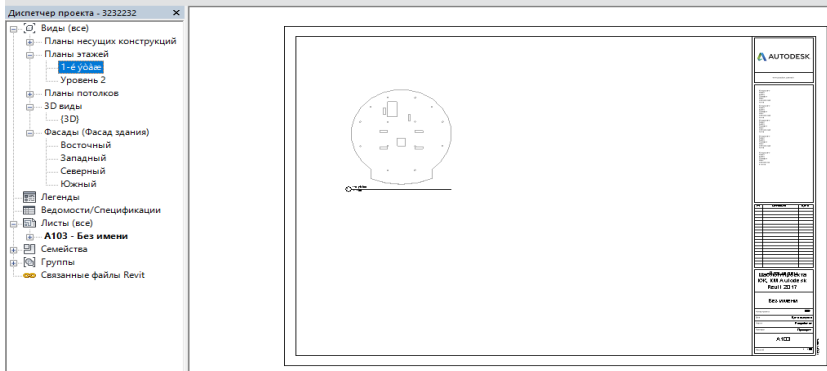


Рис. 7. Оформлення креслень на листі в Revit

Технологія BIM вже зараз показала можливість досягнення високої швидкості і якості будівництва, не кажучи вже про значну економію бюджетних коштів. Наприклад, при будівництві складного за формою і внутрішнього оснащення нового корпусу. Музею мистецтв в американському місті Денвері для організації взаємодії субпідрядників при проектуванні та зведенні каркаса будівлі (метал і залізобетон), а також при розробці та монтажі сантехнічних та електричних систем була використана спеціально створена для цього інформаційна модель (рис. 8).

Музею мистецтв в американському місті Денвері для організації взаємодії субпідрядників при проектуванні та зведенні каркаса будівлі (метал і залізобетон), а також при розробці та монтажі сантехнічних та електричних систем була використана спеціально створена для цього інформаційна модель. За даними генерального підрядника, таке суто організаційне застосування BIM скоротило термін будівництва на 14 місяців і призвело до економії приблизно 400 тисяч доларів при кошторисній вартості об'єкта в 70 мільйонів доларів BIM технології в будівництві вдало застосовуються для багатоповерхових будинків, об'єктів гірничодобувної промисловості, протипожежних споруд.

Застосовуючи подібні розробки, можна витратити мінімум часу і фінансів.

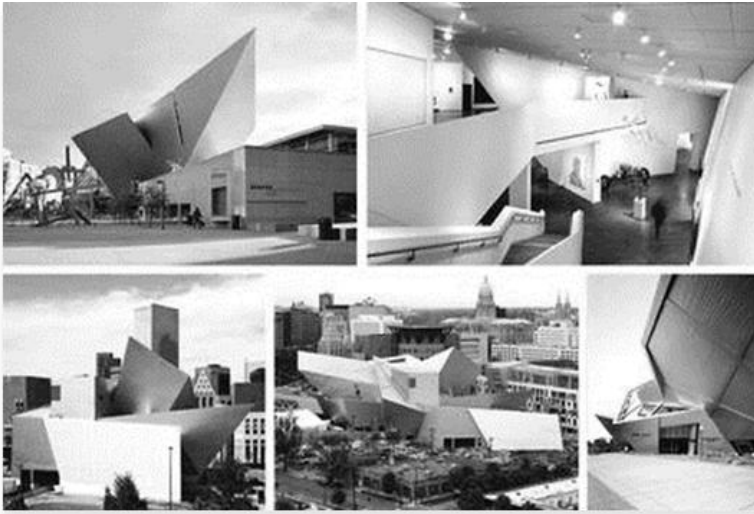


Рис. 8. Музею мистецтв в Денвері корпус Фредеріка С, Хемілтона.  
Архітектор Женіель Либескінд, 2006р.

Переваги BIM перед традиційним проектуванням:

- можливість моделювати зміни в конструкції будівлі;
- проектувати переоснащення будівлі новим інженерним обладнанням;
- відслідковувати поточний стан будівлі (важливо для пам'яток архітектури) і своєчасно вживати заходів щодо реставрації;
- грамотно експлуатувати існуючі об'єкти.

BIM робить роботу людини більш ефективною. BIM не працює автоматично. Збирати інформацію з тих чи інших потреб все одно доведеться проектувальнику. Але технологія BIM автоматизує і тому полегшує процес збору, обробку, систематизацію, зберігання і використання такої інформації і весь процес проектування будівлі.

1. Використання САПР різних конфігурацій. Антонов А., Смельянов А., Храпкіна П.; САПР і графіка, №6, 2015р.

2. Оцінка економічної ефективності впровадження інформаційного моделювання будівель. Козлов І.М., 2010р.

3. Основи BIM: введення в інформаційне моделювання будівель. Талала В.В.; вид. Книга по требованию, 2011р.

УДК 696:697

**НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ МОНІТОРИНГУ В СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТА ЛУЦЬКА**

**DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF MONITORING TECHNOLOGIES IN WATER SUPPLY SYSTEMS OF LUTSK CITY**

**Синій С.В., к.т.н., доц. (Луцький національний технічний університет)**

**Synii S.V., Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Lutsk National Technical University)**

У статті обґрунтовано актуальність впровадження у містах України сучасних технологій моніторингу в системах холодного та гарячого водопостачання. Проведено аналіз досвіду експлуатації мереж водопостачання міста Луцька. На основі цього аналізу визначено основні недоліки роботи існуючих мереж водопостачання. Виконано оцінку стану технологій моніторингу в системах водопостачання міста Луцька. За результатами виконаних досліджень обґрунтовано перспективні напрямки розвитку цих технологій на основі автоматизації, диспетчеризації, збору даних. Обґрунтовано актуальність впровадження різних ІТ-технологій для створення єдиної інформаційно-аналітичної системи моніторингу в системах холодного та гарячого водопостачання міста Луцька.

The article substantiates the relevance of the introduction of modern monitoring technologies in the cities of Ukraine in cold and hot water supply systems. The analysis of experience of operation of water supply networks of the city of Lutsk has been carried out. On the basis of this analysis, the main disadvantages of existing water supply networks are identified. Assessment of the state of monitoring technologies in water supply systems of the city of Lutsk is performed. According to the results of the performed research, perspective directions of development of these technologies on the basis of automation, dispatching, data collection were substantiated. The urgency of implementation of various IT technologies for the establishment of a unified information and

analytical monitoring system in cold and hot water supply systems of Lutsk is substantiated.

Ключові слова: водопостачання, моніторинг, автоматизація, диспетчеризація, база даних, білінгова система.

Keywords: water supply, monitoring, automation, dispatching, database, billing system.

До важливих напрямків впровадження енергоефективних технологій у міському господарстві належить розвиток технологій моніторингу в системах водопостачання.

Однією з характерних актуальних проблем діяльності вітчизняних міських підприємств комунального водогосподарства є технічно та технологічно низький рівень моніторингу різноманітних характеристик та показників в системах водопостачання. Причому, ця проблема в однаковій мірі стосується як зовнішніх, так і внутрішніх систем холодного та гарячого водопроводу.

На сьогодні, у переважній більшості міст України, робота систем водопостачання є недостатньо ефективною, тобто супроводжується значними втратами ресурсів. Складність усунення чи зменшення цих втрат у міській мережі посилюється ще й через необліковані витрати як на зовнішніх, так і на внутрішніх системах холодного та гарячого водопроводу.

Важливість поставленої проблеми для експлуатації мереж водопостачання відображена і у прийнятих державних та міжнародних документах, зокрема у [1-5].

Однією з причин існуючої ситуації є відсутність належного обліку витрат води [6], при якому можна було б отримувати об'єктивні дані про витрати різних категорій споживачів, а у найближчій перспективі - моніторити міську мережу водопостачання в режимі "online".

Аналіз досвіду експлуатації міських мереж водопостачання показує, що разом з недостатнім технічним та технологічним забезпеченням виробничих процесів, на об'єктивність та своєчасність отримання даних обліку води суттєво впливає людський фактор (добросовісність контролерів та споживачів), що зумовлює значні (до 40%) відхилення даних від реальних.



Як вихід з даної проблеми слід активніше впроваджувати автоматизацію процесу зняття даних на вузлах обліку витрати води споживачами, в тому числі і через нові вимоги [1]. Разом з цими заходами потрібно також впроваджувати програмне забезпечення, адаптоване для оперативної обробки показів різних типів лічильників води, даних різних типів вузлів комерційного обліку (за [1]). Причому, виходячи з [1], перевагу слід надавати технічним засобам обліку з управлінням та передачею даних дистанційним способом. Слід відзначити, що наведені заходи одночасно створюють позитивний вплив і на енергоефективність будівель, як складові, згідно [2], автоматизованих систем моніторингу та управління будівлею.

Проведений аналіз існуючого стану питання показує, що близько десятка міст в Україні проводять роботу у напрямку активної автоматизації обліку води на міських мережах. У Луцьку ця робота лише розпочинається (зокрема, у КП "Луцькводоканал" активно проводиться відповідна реструктуризація), і для її розвитку потрібно принаймні включити відповідні заходи до "Муніципального енергетичного плану міста Луцька".

Із виконаного аналізу статистичних даних за останнє десятиріччя роботи КП "Луцькводоканал" слідує, що темпи зменшення енергоспоживання відстають від темпів зменшення витрати води для споживачів. У результаті, питомі витрати електричної енергії на транспортування води зростають. Отже, для здешевлення витрат на подачу води потрібно проводити відповідні комплексні заходи, у тому числі зі зменшення у мережах водопроводу необлікованих втрат води та витоків.

Такі недоліки особливо відчутні у зовнішніх мережах систем водопостачання, оскільки для них характерні значно більші значення показників та режимів роботи: складність та розгалуженість системи, різнотиповість споживачів, більші значення та діапазони витрати та тиску (для гарячого водопостачання – також і температури), тощо.

Актуальним для Луцька залишається питання впровадження інтернет технологій для якіснішої і оперативнішої взаємодії постачальника зі споживачами. Зокрема, це дозволило б значно покращити рівень взаємодії надавача послуг водопостачання зі споживачами, а отже - ефективність обліку споживання холодної та гарячої води і розрахунків за неї.

Важливою умовою ефективної діяльності системи моніторингу даних є створення такої бази даних витрат у вузлах споживачів та на розрахункових точках (вузлах) зовнішньої мережі водопостачання, яка була б сумісною з графічним зображенням мережі на основі карти (чи схеми) території міста (наприклад за [7, 8]), у даному випадку - Луцька. Це дозволить інтегрувати окремі задачі ІТ-системи (базу даних, інформаційну систему, графічні редактори карт-схем території та ГІС-технології) в єдину інформаційно-аналітичну систему. Особливо це важливо для зовнішніх мереж холодного водопостачання, як більш складніших у порівнянні з мережами гарячого водопостачання, які у Луцьку переважно транспортують воду від районних котельень.

Аналізуючи ситуацію з сучасними та перспективними вимогами до програмного забезпечення моніторингу технічних і особливо - економічних (комерційних) характеристик мереж водопостачання (облік технічних засобів, обробка різноманітних вхідних-вихідних даних та на їх основі регулювання операцій з оплати послуг споживачами, тощо), слід відзначити, що у даній сфері, та й загалом у комунальному господарстві, щороку швидкими темпами зростає актуальність впровадження міської автоматизованої системи розрахунків за послуги (білінгової системи [9]). Причому, зважаючи на вимоги [1] до комерційного обліку з водопостачання, для різних категорій споживачів діють різні алгоритми розрахунку за послуги. Тому принаймні на рівні міста повинна впроваджуватись сучасна білінгова інформаційна система, подібна за функціональними можливостями до діючих в Україні білінгових систем для телекомунікаційних послуг.

Автоматизація та диспетчеризація у технологічних процесах моніторингу мереж водопостачання з використанням розширених та адаптованих до техніко-технологічних особливостей експлуатації систем холодного та гарячого водопроводу можливостей білінгової системи дозволить виконувати не лише розрахунки зі споживачами, але й об'єктивне прогнозування витрат води на розрахункових ділянках міських мереж холодного та гарячого водопостачання.

Відповідно, за цими даними можна визначати найбільш енергетично навантажені вузли мережі щоб ефективно оптимізувати заходи з поетапної енергоефективної модернізації насосного та іншого обладнання [10] і заходи з мінімізації необлікованих втрат води у споживачів та витоків на ділянках мережі. Це дозволить значно прискорити темпи зменшення енергоемності режимів роботи міської мережі водопостачання, а отже – зменшення питомих витрат електричної енергії на транспортування води у ній. Крім того, аналіз існуючого водоспоживання показує, що вже у короткостроковій перспективі такий позитивний ефект додатково підсилиться, зважаючи на стійку тенденцію до зменшення витрати води споживачами (населенням та промисловістю) за рахунок економії води та впровадження енерго-, ресурсоефективних заходів на внутрішніх системах холодного та гарячого водопроводу.

Виходячи із викладеного вище, актуальним завданням для впровадження перспективного енергоефективного рівня моніторингу роботи систем водопостачання є використання високотехнологічних технічних засобів: автоматизації; диспетчеризації; збору даних.

До важливих завдань, які повинен забезпечувати такий моніторинг належать:

- контроль техніко-технологічних параметрів системи (режимів роботи, технічних показників обладнання);
- контроль економічних параметрів системи (витрати та вартості ресурсів, обліку технічних засобів та розрахунків зі споживачами);
- дистанційний контроль, оцінка та управління енергоефективністю роботи системи;
- збір даних, їх аналіз та управління технологічним процесом за допомогою сервера комп'ютера з програмами візуалізації процесів у формі схем, таблиць, графіків.
- виключення необ'єктивного управління технологічним процесом через людський фактор (підтасовування зібраних даних, переналадка засобів обліку та інші способи симуляції необ'єктивних режимів роботи системи).

1. Закон України "Про комерційний облік теплової енергії та водопостачання" (від 22.06.2017, № 2119-VIII) - 2017 р., ВВР - № 34 (від 25.08.2017). – С. 5, стаття 370.
2. ДСТУ Б EN 15232:2011 (EN 15232:2007, IDT) Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями. – К.: Мінрегіон України, 2012.
3. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013.
4. ДБН В.2.5-64:2013 Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. – К.: Мінрегіон України, 2013.
5. Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings. (Директива Європейського Парламенту та Ради 2010/31/ЄС від 19 травня 2010 року щодо енергетичної ефективності будівель).
6. Синій С.В. Оцінка стану водопостачання міста Луцька / С.В. Синій, П.О. Сунак, М.І. Корчук, Р.І. Тарасюк. // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. – К: КНУБА, 2009. - Вип. 33. – С.408-412.
7. Кізеєв М. Д. Автоматизація паспортизації водопровідно-каналізаційного господарства підприємств і населених пунктів на основі ГІС-технологій. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Збірник наукових праць, Вип. 2(34), Частина 1, Рівне, НУВГП, 2006. – С. 151-157.
8. Кізеєв М. Д., Швороб С.В. ГІС для автоматизації управління та експлуатації об'єктів водопровідно-каналізаційного господарства // Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць ХДАУ. – Херсон: Айлант, 2006. - Вип. 45 – С. 98-103.
9. Момот Т. В., Яковлев О. А. Комунальна білінгова система як базовий інструмент служби «єдиного замовника» мегаполісу / Т. В. Момот, О. А. Яковлев // Комунальне господарство міст: Наук.-техн. збірник ХНУМГ ім. О.М.Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2010. – Вип. 96. – С.526-531.
10. Синій С.В. Перспективний енергозберігаючий захід модернізації насосних станцій (на прикладі мереж водопостачання міста Луцька) / С. В. Синій, А. В. Шостак, М. І. Корчук, Ю. І. Дрозд, І. Е. Линник // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К: КНУБА, 2011. - Вип. 40. – Ч 2. – С. 340-346.

УДК 666.972

**СВІТОВИЙ ДОСВІД ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ  
БЕТОНУ В БУДІВЕЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

**WORLD EXPERIENCE OF REPRODUCTIVE USE OF  
CONCRETE IN CONSTRUCTION PRODUCTION**

**Смаль М.В., к.т.н., доцент, Дзюбинська О.В., асистент, Шелкович  
О. студент (Луцький НТУ, м. Луцьк)**

**Smal M.V., Ph.D., associate Professor, Dzubynska O.V., assistant,  
Shelkovich O. student (Lutsk NTU, Lutsk)**

У статті проаналізовано закордонний досвід та описано особливості вторинного використання бетону в будівельному виробництві.

In the article analyzed the foreign experience and describes the features of secondary use of concrete in the construction industry.

Analysis of the accumulated experience of secondary use of concrete in construction shows that in the near future due to the organization of measures, the application of rational technological schemes for the recycling of concrete and reinforced concrete, the use of more modern equipment and improving the quality of aggregate from crushed concrete can be ensured its competitiveness with natural rubble.

Ключові слова: вторинне використання, бетонний брухт, крупний заповнювач.

Key words: recycling, scrap concrete, coarse aggregate.

Підвищення дефіцитності природних заповнювачів, необхідність охорони навколишнього середовища та збільшення кількості старих, морально і фізично зношених будівель та споруд із залізобетону, що піддаються зносу спонукає до пошуку шляхів впровадження у виробництво технологій, які б ґрунтувалися на повторному використанні відпрацьованих матеріалів.

Збільшення обсягів застосування бетону і залізобетону в будівництві, реконструкція міст викликали появу нових видів відходів та некондиційної продукції.

Щорічно в країні утворюється близько 6 млн. т відходів бетону та залізобетону. У великих містах і промислових районах країни після переходу на будівництво нових серій будинків і будівель з'являються десятки мільйонів кубічних метрів невикористаних некондиційних залізобетонних виробів і конструкцій.

Некондиційна продукція промисловості збірного залізобетону може бути частково використана в менш відповідальних будівлях і спорудах із зниженою поверховістю, при будівництві тимчасових доріг, тротуарних покриттів, індивідуальних забудовах. Однак основний обсяг некондиційної продукції залишається на підприємствах-виготовлювачах, захаращуючи склади готової продукції і території заводів. При вивезенні цих відходів на звалища виникають серйозні труднощі, пов'язані з дефіцитом територій, виділених для звалищ, непродуктивного завантаження автотранспорту і забрудненням навколишнього середовища.

Таким чином, мертвим вантажем у відвалах лежить дефіцитна вторинна сировина, планомірна утилізація якої дозволила б залучити в господарський оборот понад 1,2 млн. т металу і близько 40 млн. т бетонного брухту.

До недавнього часу відходи залізобетону практично не утилізувалися, так як були відсутні економічні способи їх переробки, технологічне обладнання для руйнування великогабаритних виробів і конструкцій.



Рис. 1. Будівельні відходи, отримані в результаті демонтажу будівель і споруд.

Увага до питання повторного використання бетону в будівельному виробництві посилюється в наш час через підвищення дефіцитності природних заповнювачів, необхідності охорони навколишнього середовища та збільшення кількості старих, морально та фізично зношених будівель і споруд із залізобетону, що піддаються зносу.

В даний час в країнах ЄС щорічно піддається руйнуванню близько 50 млн. т бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд, у США – 60 млн. т, в Японії – 12 млн. т і т.д.

В окремих країнах (Японії, ФРН, Данії, Нідерландах, Люксембурзі та ін.) практично немає територій для організації звалищ або захоронення бетонного брухту. У той же час ряд країн працює на привізному щебені.

Багаторічний досвід переробки бетону є в США. Вже кілька десятків років щорічно переробляється понад 20 млн. т бетонних відходів. За даними ряду американських фірм, при одержанні щебеню з бетону витрата палива в 8 разів менше, ніж при його видобутку в природних умовах, а собівартість бетону на вторинному щебені знижена до 25% [4].

В Англії та Німеччині широко застосовується при приготуванні бетонної суміші в якості крупного заповнювача бетонний брухт, що утворився після руйнування будівель і споруд.

Перші дослідження по застосуванню в будівництві відходів з бетонного брухту в країнах – членах ЄС були проведені ще в 1977р. голландськими вченими. Надалі експерименти проводилися спільно вченими Нідерландів, Бельгії та ФРН. У наш час вчені займаються вирішенням питань що стосуються вивчення технології руйнування, вдосконалення технологічного обладнання з переробки некондиційного залізобетону і дослідження техніко-економічних, соціальних і природних аспектів повторного використання бетону.

Останнім часом у всьому світі помітно підвищився інтерес до повторного використання бетону в будівельному виробництві. На першому етапі в більшості країн повторно використовувалася лише незначна частина зруйнованого бетону, і то в основному в якості підстиляючого шару (щебеневої підготовки) при зведенні автомагістралей, прокладання залізниць і влаштування тимчасових майданчиків. Вторинний заповнювач з бетонолому стає в один ряд з іншими будівельними матеріалами і передбачається у проектах реконструкції різних країн. Визначені області застосування

крупного заповнювача [3]: при влаштуванні щебених підстав під підлоги і фундаменти будівель, під асфальтобетонні покриття доріг усіх класів; як крупний заповнювач у бетонах міцністю 5-20 МПа при виробництві бетонних і залізобетонних виробів; як крупний заповнювач у бетонах міцністю до 30 МПа при змішуванні з природним щебеном.

Узагальнення вітчизняного і зарубіжного досвіду повторного використання бетону дало можливість допустити застосування в якості заповнювача при приготуванні бетонної суміші подрібненого бетону. Американська специфікація стандартів для заповнювачів бетону включає щебін з подрібненого бетону на гідравлічному в'язучому. Японія і Нідерланди в даний час також ввели в дію стандарти на заповнювачі з подрібненого бетону.

Таблиця 1

Використання вторинних бетонів

Категорія вторинного бетону	Область застосування	Максимальна міцність на стиск, МПа	
		проектна (стандартна)	реальна
I	Загальне малоповерхове будівництво, малоповерхове багатоквартирне житлове будівництво, індивідуальне будівництво, фундаменти складських та виробничих приміщень	18	30
II	Бетонні блоки фундаментів, гаражі і легкі підсобні приміщення, станини машин і механізмів і т. д.	15	27
III	Фундаменти дерев'яних конструкцій воріт, огорожі, легкі фундаменти під машини і механізми т.п	12	24



Згідно стандарту Японії, вторинний бетон поділяється на три категорії (табл. 1.):

I категорія — звичайний дрібний заповнювач + вторинний крупний заповнювач;

II категорія — звичайний і вторинний дрібні заповнювачі + вторинний крупний заповнювач;

III категорія — вторинний великий і дрібний заповнювачі.

Японські фахівці вказують на доцільність широкого використання щебеню з подрібненого бетону.

Американські вчені, які мають багаторічний досвід переробки бетону, підкреслюють високу економічність переробки бетону. Так, вартість 1 т природного заповнювача становить 14 дол., 1 т вторинного заповнювача – 6,8 дол.

Здійснюється виробництво вторинного щебеню п'яти фракцій з максимальною крупністю зерен до 75 мм. Основний обсяг виробленого щебеню використовується для влаштування основ адміністративних будівель. У цьому випадку бетон на основі великого вторинного заповнювача має собівартість на 25% нижче, ніж бетон на природному щебені.

Основна фізико-механічна характеристика щебеню, одержаного з подрібненого бетону:

- щільність – 2150-2450 кг/м<sup>3</sup>;
- фактор подрібнення – 0,7—0,79;
- вміст води – 3-6%;
- водопоглинання – 4-5%;
- втрати при прожарюванні – 5%.

Рекомендовано використання тільки великого вторинного заповнювача для приготування бетону, близького за своїми характеристиками міцності до аналогічного складу бетону на гравії.

Таким чином, використання щебеню з подрібненого бетону можливо у виробництві бетону, де рекомендується використання в якості заповнювача гравій.

Прикладами такого застосування можуть служити роботи по реконструюванню аеропорту Маастрихт, де використовувався бетон наступного складу: великий вторинний заповнювач фракцій 15–30 і 0–15, дрібний вторинний заповнювач; портландцемент – 380 кг/м<sup>3</sup>. Запроектований склад вторинного бетону при твердінні забезпечив необхідні міцнісні характеристики.

Дослідження ділянок дорожнього покриття поблизу Хелмонда, виконаних з бетонів на гравії і вторинному заповнювачі, показали, що використання щебеню з подрібненого бетону не здійснює істотного впливу на морозостійкість даних бетонів.

У Амерсфоорте (Нідерланди) змонтовано кілька будинків з використанням внутрішніх стінових панелей, виготовлених на основі вторинних бетонів. При обстеженні експлуатованих будівель наявності тріщин на стінових панелях не виявлено.

В цілому ж по країнах ЄС середній рівень переробки будівельних відходів за даними за останні роки становить 28%, причому частка вторинної будівельної сировини там швидко зростає.

На сьогодні використанню бетонного брухту в якості заповнювача присвячено багато праць українських та закордонних вчених. Ними було встановлено, що при однакових значеннях міцності на стиск міцність на вигин бетону на дробленому заповнювачі більша, ніж на природних заповнювачах. При цьому зазначено, що дроблений заповнювач характеризується більш низькою щільністю в порівнянні з щільністю природних заповнювачів, а бетон на його основі має більш низьку міцність на стиск.

Висновки. Аналіз накопиченого досвіду вторинного використання бетону в будівництві показує, що вже найближчим часом за рахунок проведення організаційних заходів, застосування раціональних технологічних схем переробки відходів бетону і залізобетону, використання більш сучасного обладнання і поліпшення якості заповнювача з дробленого бетону може бути забезпечена його конкурентоспроможність з природним щебенем.

1. ГОСТ 13015-2012 Вироби бетонні і залізобетонні для будівництва. Загальні технічні вимоги. Правила приймання, маркування, транспортування і зберігання

2. ДСТУ Б В.2.7-145:2008. Вироби бетонні тротуарні неармовані. Технічні умови

3. Бурак М.П., Рищенко Т.Д. Будівельне матеріалознавство. Навчальний посібник. - Харків: ХНАМГ, 2007. - 130 с.

4. Гусев Б.В., Загурский В.А. Вторичное использование бетонов. М.: «Стройиздат», 2008г. - 98 с.

5. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://bio.ukrbio.com/ua/articles/2467/>

УДК 624.011

**ВИГОТОВЛЕННЯ «СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ» У ДОМАШНІХ  
УМОВАХ**

**MANUFACTURING "SANDWICH PANELS" AT  
HOUSEHOLD CONDITIONS**

**Смірнова Н. О.** студ. БДН-41, Пасічник Р. В. к.т.н., доц. (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)

**Smirnova N.O.** student of the 4th year, Pasichnyk R.V., candidate of technical sciences, associate professor. (Lutsk National Technical University, Lutsk)

В сучасній архітектурно-будівельній практиці в Україні активно впроваджуються нові системи зовнішньої теплоізоляції та обробки фасадів, використовуючи принцип багатошарових конструкцій. Крім того, враховуючи економічну ситуацію на ринку, особливого значення набувають технології, що дають максимально позитивні результати, при мінімальних витратах. Виготовлені у домашніх умовах «сендвіч-панелі» цілком відповідають вище сказаним вимогам.

In modern architectural and construction practice, new systems of external thermal insulation and facade processing are actively being implemented in Ukraine, using the principle of multilayer structures. In addition, taking into account the economic situation in the market, technologies that achieve the most positive results, with minimal costs, are of special importance. Making and using "sandwich panels" at home is quite consistent with the above requirements. The article deals with the study and comparison of "sandwich panels" of domestic production with factory, determination of their strength, method of protection against negative external factors and scope of application.

Ключові слова: «сендвіч-панелі», переваги та недоліки, міцність, захист від зовнішніх факторів, сфери застосування.

Key words: sandwich panels, advantages and disadvantages, durability, protection from external factors, field of application.

В час світової економічної кризи в усіх сферах намагаються раціонально використовувати наявні кошти. Наприклад, дорогі будівельні матеріали чи конструкції намагаються замінити дешевшими, що за розрахунком не поступаються міцністю та надійністю.

В Україні широкого поширення набувають матеріали і конструкції виготовлені у домашніх умовах чи на будівельному майданчику.

Сьогодні існують три основні групи економічних параметрів:

1. Витрати при виготовленні матеріалів і конструкцій;
2. Витрати при будівництві;
3. Витрати при експлуатації.

Так от, якщо орієнтуватися на дані, запозичені з світових джерел інформації, за рахунок економії тепла період окупності енергії, витраченої на виробництво даного утеплювача, становить від 1, 5 до 13 місяців [2].

Тож метою статті є вивчення і порівняння «сендвіч-панелей» домашнього виробництва із заводськими, визначення їх міцності, способу захисту від негативних зовнішніх факторів і сфери застосування.

Досліджувана панель виготовлена із загальнодоступних матеріалів, розмірами 50x50x37 мм:

- Деревоволокниста плита, далі ДВП - (два крайні шари);
- Пінополістирол - (середній шар).
- Клей (використаний для склеювання (з'єднання) поверхонь)

Знаючи властивості кожного із використаних матеріалів було одразу визначено, що ці матеріали підходять для створення «сендвіч-панелі», конструкцію якої можна побачити на рис.1.

Переваги ДВП (деревоволокнистої плити), яку можна побачити на рисунку 2: екологічність, мала вага, висока щільність, після покриття лаком не вимагає додаткової обробки і догляду, безвідходне виробництво, економічність, звукоізоляційні властивості, швидкість монтажу.

Недоліки ДВП: низька вогнестійкість та вологостійкість.

Переваги пінополістиролу, який можна побачити на рисунку 3: теплоізоляційні властивості, економічність, швидкість монтажу. Також пінополістирол дуже міцний і здатний витримувати високе навантаження. Спінений полістирол легко монтується і піддається обробці. Це дозволяє добре стежити за його станом. Полістирол має низьку щільність, завдяки чому не змінює навантаження на несучі конструкції. Даний матеріал має високі екологічні показники. Це дозволяє використовувати його у всіх типах будівель, починаючи промисловими і закінчуючи житловими приміщеннями. Адже полістирол не токсичний і не виділяє пил і шкідливі хімічні сполуки. Для того щоб монтувати цей матеріал, не потрібно спеціального одягу та засобів індивідуального захисту людини.

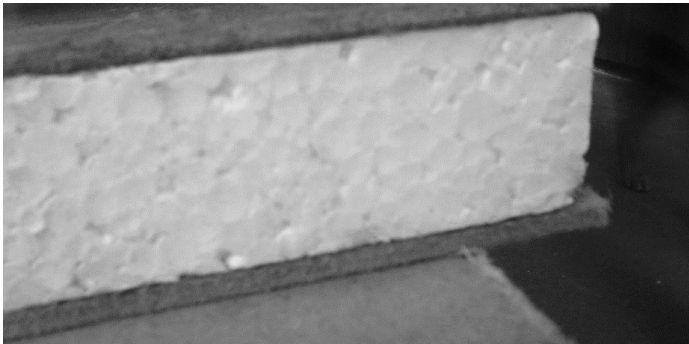


Рис. 1. «Сендвіч-панель» виготовлена у домашніх умовах.

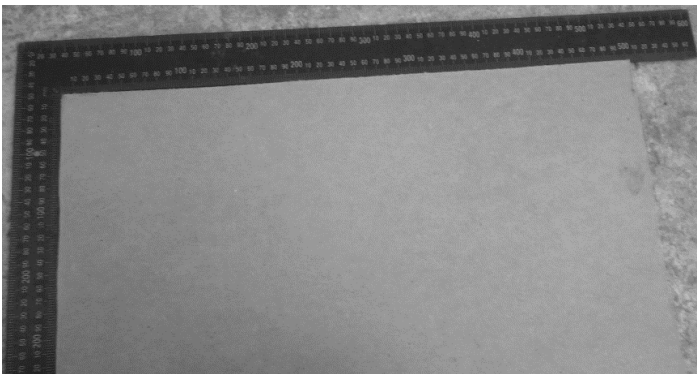


Рис. 2. ДВП, з якої було виготовлено «сендвіч-панель».

Недоліки пінополістиролу: низька вогнестійкість, при горінні виділяються високотоксичний дим, легко псується гризунами. Також до недоліків полістиролу можна віднести погану паропроникність. Цей момент треба враховувати при проектуванні фасаду будівлі, щоб в майбутньому не виникало проблем. Адже при поганій паропроникності в приміщенні стає душно і дискомфортно. Пінополістирол відмінно поглинає воду. Також вода в полістиролі утворюється в процесі його виробництва. Це може призводити до того, що у спіненому полістиролі може бути присутнім до шести відсотків води. У холодну пору року вода замерзає і утворюється лід. Він розриває стінки осередків спіненого полістиролу. Це негативно позначається на стані полістиролу.

Переваги та недоліки «сендвіч-панелі» виготовленої з даних матеріалів, яку можна побачити на рисунку 4. До переваг належать: економічність, короткий термін зведення, екологічність, можливість виготовляти дома чи на будівельному майданчику, безвідходне виробництво, декоративність, тепло- та звукоізоляція, багат шарові системи зовнішнього утеплення дозволяють знизити навантаження на фундамент, а, отже, скоротити витрати на його зведення [2].



Рис. 3. Пінополістирол, з якого було виготовлено «сендвіч-панель»

До недоліків належать: низька стійкість до динамічних навантажень. Через неякісне виготовлення можливі щілини і звідси циркуляція холодного повітря [1].



Рис. 4. «Сендвіч-панель» виготовлена у домашніх умовах.

Виробництво сендвіч-панелей - досить бурхливо розвивається як галузь будівельної індустрії. Сьогодні майже на 60-ти вітчизняних підприємствах налагоджено випуск тришарових панелей. Багато виробників просто не розуміють того, що вони роблять, результатом цього – сумнівна продукція за високу ціну [2].

Для «сендвіч-панелі» потрібно проводити експериментальне визначення міцності на стиск, розтяг, згин та вплив зовнішніх факторів таких як висока температура.

Випробування на міцність повинні проводитися за трьома показниками: межа міцності на стиск, межа міцності на розтяг, межа міцності на зсув[2].

#### Сфери застосування

«Сендвіч-панель» можна використовувати як утеплювач будинку. Достатньо лише закріпити за допомогою спеціальних дюбелів. Також можна використати як декоративний елемент для оздоблення фасаду будинку. Такий матеріал дає можливість втілити будь-яку ідею по оздобленню. Не варто забувати що з такого матеріалу можна збудувати гаражі, дачні будинки та вагончики на будівельних майданчиках.

Порівняння «сендвіч-панелей» виготовлених у домашніх умовах із заводськими [3] можна побачити у таблиці 1.

Таблиця. 1

Порівняння «сандвіч-панелей» виготовлених у домашніх умовах із заводськими

Виготовлені у домашніх умовах з підручних матеріалів	Виготовлені у заводських умовах
1. Легкість	1. Легкість
2. Порівняно невелика вартість	2. Відносно недорогі, але недоліком є те, що необхідно купити всі панелі, що задані за розрахунком
3. Мінімальна кількість (некваліфікованих) робітників	3. Мінімальна кількість кваліфікованих працівників
4. Низька звукоізоляція (залежно від утеплювача)	4. Висока звукоізоляція
5. Низька вогнестійкість	5. Висока вогнестійкість
6. Висока швидкість побудови споруди (ручна праця)	6. Висока швидкість побудови споруди (ручна + механізована робота)
7. Скорочує терміни будівництва, але враховуючи що панелі виконуються власноруч це збільшує час побудови.	7. Монтаж скорочує терміни будівництва в 3-5 разів
8. Екологічність ( $\approx 65\%$ )	8. Проходять перевірку, що є гарантією екологічної чистоти.

**Висновки.** Було виготовлено у домашніх умовах стінову панель (сандвіч-панель) розмірами 500x500x37 мм, що складалася з трьох шарів. Проаналізовано переваги та недоліки кожного із матеріалів, а також готову конструкцію. Окреслено сфери застосування. Визначено необхідні фізичні та механічні параметри, від яких залежить якість конструкції. А також порівняно «сандвіч-панель» виготовлену в домашніх умовах та заводську.

1. Сандвіч-панелі : [Електронний ресурс] // Вікіпедія – вільна енциклопедія. – Режим доступу : <https://uk.wikipedia.org/wiki/Сандвіч-панелі>.

2. Будівництво // № 006 від 20.06.2006. «САНДВІЧ-ПАНЕЛІ: НОВЕ СЛОВО У БУДІВНИЦТВІ».

3. ДБН В.2.6-161:2010. Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. К., 2010.



УДК 624.12.5

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ  
ПОЗАЦЕНТРОВО СТИСНУТИХ СТАЛЕФІБРОБЕТОННИХ  
ЕЛЕМЕНТІВ**

**INVESTIGATION METHODS DETERMINATION OF  
RELIABILITY STANDS FIBRE REINFORCED CONCRETE  
ELEMENTS**

**Сунак П. О., к.т.н., доц., Синій С. В., к.т.н., доц., Мельник Ю. А.,  
к.т.н., Парасюк Б. О. (Луцький національний технічний університет)**

**Sunak P. O., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Synii S. V.,  
Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Melnyk J. A., Ph.D. in  
Engineering, Parasyuk B. O. (Lutsk National Technical University)**

Проведено оцінку надійності розрахунку позациентрово стиснутих сталевібробетонних елементів методом статистичного моделювання (Монте-Карло) та методом статистичної лінеаризації. Доведено, що метод лінеаризації можна застосовувати для оцінки надійності стиснутих сталевібробетонних елементів.

As you know, the main drawback of the most common building material - concrete, and various kinds of modifications is its low tensile strength and low fracture toughness as a result. To improve the performance properties of concrete can be due to concrete reinforcement randomly arranged short segments of steel wire. The resulting material is called fibre reinforced concrete. So fibre reinforced concrete - a composite material consisting of a matrix and randomly located in her short segments of steel wire - fiber. How often use fine-grained matrix of concrete that compared with other concrete is more homogeneous material. Steel fibers can be produced from low-carbon wire of periodical profile or smooth diameter with a value of 0.3 to 2 mm, steel tape. In the article the reliability of the compressed steel-fiber-reinforced concrete elements is determined. The method of statistical modeling (Monte Carlo) and the method of statistical linearization are applied. It is proved that the linearization method can be used to assess the reliability of compressed steel-fiber-reinforced concrete elements.

Ключові слова: сталеві фібробетон, надійність, елемент, міцність.

Keywords: fibre reinforced concrete, reliability, element, strength.

За нинішніх умов основними напрямками прогресу у будівництві є пошук найбільш ефективних матеріалів для нового будівництва, ремонту, підсилення або відновлення несучих залізобетонних конструкцій будівель і споруд.

Сучасні наукові досягнення теорії міцності показують, що висока конструктивна ефективність будівельного матеріалу може бути реалізована за рахунок композиту з декількох матеріалів, кожен з яких, маючи свої переваги, надає утвореному на їх основі композитному матеріалові комплекс необхідних властивостей.

Як відомо, основним недоліком найпоширенішого будівельного матеріалу – бетону різних видів та модифікацій є його низька міцність на розтяг, і, як результат, низька тріщиностійкість.

Покращити експлуатаційні властивості бетону можна за рахунок армування його хаотично розташованими короткими відрізками сталевго дроту. Отриманий таким чином композитний матеріал відомий як сталеві фібробетон.

Несучу здатність стиснутого елемента визначають за формулою:

$$N_u = \alpha R_{sfb} A_{sfb} , \quad (1)$$

де  $\alpha$  для дрібнозернистого бетону дорівнює 1;  $R_{sfb}$  – міцність сталеві фібробетону на стиск, що обчислюється за формулами:

$$R_{sfb} = R_b + k_n^2 \varphi_f \mu_f R_f , \quad (2)$$

$$\varphi_f = \frac{5 + L}{1 + 4,5L} ; \quad L = \frac{k_n^2 \mu_f R_f}{R_b} , \quad (3)$$

де  $R_b$  – розрахунковий опір бетону матриці на стиск;  $k_n$  – коефіцієнт, що враховує роботу фібр в перерізі, перпендикулярному до напрямку зовнішньої стискаючої сили;  $\mu_f$  – коефіцієнт об'ємного фібрового армування;  $R_f$  – розрахунковий опір фібр розтягання;  $A_{sfb}$  – площа стиснутої зони сталеві фібробетону, яку для елементів прямокутного, таврового і двотаврового поперечного перерізу визначають за залежністю:

$$A_{\text{sfbc}} = bh \left( 1 - 2e_0 \frac{\eta}{h} \right). \quad (4)$$

Оцінку надійності проводили двома методами: методом статистичного моделювання (Монте–Карло) та методом статистичної лінеаризації [1].

Для оцінки надійності за методом Монте–Карло позацентровано стиснутих елементів, що працюють з малими ексцентриситетами, були використані два способи визначення впливу мінливості міцності і модуля пружності сталевібробетону [1-6]. У першому випадку випадковими величинами приймали значення  $R_{\text{sfb}}$ ,  $E_{\text{sfb}}$  і сталевібробетон вважали однорідним композитним матеріалом. В другому – значення  $R_{\text{sfb}}$  та  $E_{\text{sfb}}$  визначали в залежності від складових характеристик  $R_b$ ,  $R_f$  та  $R$ .

Для переходу від рівномірного до нормального розподілу використана залежність:

$$x = M(x) + \sigma(x) \left( \sum_{i=1}^{12} \xi_i - 6 \right). \quad (5)$$

В чисельному статистичному експерименті розглянуто прямокутний сталевібробетонний елемент із співвідношенням сторін  $b : h$  як 3 : 5, армований фібрами з маловуглецевого дроту ( $l_f = 50$  мм,  $d_f = 0,5$  мм). Значення  $e_0$  прийнято рівним 0,1 м. Оскільки сталевібробетонні елементи частіше виготовляють невеликої довжини, в експерименті не враховано вплив прогину на ексцентриситет поздовжньої сили. Величину  $\eta$  прийнято детермінованою і рівною 1. Таким чином, до випадкових величин віднесено лише опір сталевібробетону на стиск  $R_{\text{sfb}}$ , який обчислювали, як було зазначено вище, двома способами. Надійність визначали при різних значеннях класів бетону матриці, відсотку фібрового армування і коефіцієнтів варіації випадкових величин. На рис. 1 зображена залежність надійності від відсотку фібрового армування.

Аналогічні залежності отримані для класів бетону матриці C16/20 та C25/30 [6].

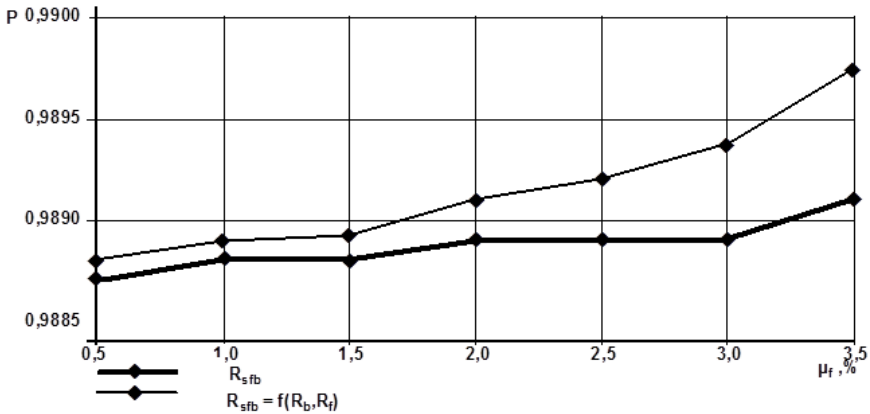


Рис.1. Залежність надійності за міцністю стиснутих сталевібробетонних елементів, що працюють з малими ексцентриситетами, від відсотку фіبرового армування при класі бетону матриці С8/10

Розходження результатів оцінки між першим випадком, коли сталевібробетон представлений як однорідний матеріал з міцністю  $R_{sfb}$  і другим, коли його міцність розглянуто в залежності від складових  $R_b$ ,  $R_f$ , які мають свою власну мінливість, при класі бетону матриці С8/10, С16/20 і С25/30 невелике. Цей висновок надає можливість при відсутності даних про змінюваність фізико-механічних властивостей сталевібробетону обчислити надійність сталевібробетонного стиснутого елемента, розглянувши сталевібробетон не як однорідний матеріал, а в залежності від мінливості властивостей складових компонентів: матриці і сталевих фібр.

Із збільшенням відсотку фіبرового армування і класу бетону матриці спостерігається поступове зростання надійності. Більший вплив на підвищення надійності має клас бетону матриці. Так, наприклад, із зміною відсотку фіبرового армування від 0,5% до 3,5% за об'ємом при класі бетону матриці С8/10 надійність зростає в середньому від 0,988799 до 0,989101 у першому випадку, коли сталевібробетон розглядають як однорідний матеріал, і від 0,988809 до 0,989899 у другому, коли сталевібробетон розглядають в залежності від складових компонентів.

Встановлено, що для елементів, які працюють на стискання, характерна найбільша надійність при класі бетону матриці С25/30 і відсотку фібрового армування 3,5 % за об'ємом і найменша – при класі бетону матриці С8/10 і відсотку фібрового армування 0,5 % за об'ємом.

Перевірена можливість застосування методу статистичної лінеаризації при розрахунку надійності сталевібробетонних елементів. Для цього наведені розрахунки надійності елементів, що працюють на стискання і розтягання методом статистичної лінеаризації і порівняні з результатами, отриманими методом Монте–Карло. Для реалізації методу лінеаризації при визначенні надійності стиснутих елементів випадковими величинами з нормальними законами розподілу ймовірностей вважали  $R_{sfb}$ ,  $E_{sfb}$ . Як детерміновані величини прийняті геометричні характеристики поперечного перерізу елемента, а також початковий ексцентриситет  $e_0$ .

Лінеаризуємо функцію міцності  $N_u(R_{sfb}, E_{sfb})$ , розклавши її в ряд Тейлора в точці  $m$  середніх випадкових аргументів  $\bar{R}_{sfb}$ ,  $\bar{E}_{sfb}$ , утримуючи при цьому два члени ряду:

$$N_u = \bar{N}_u + \left( \frac{\partial N_u}{\partial R_{sfb}} \right)_m (R_{sfb} - \bar{R}_{sfb}) + \left( \frac{\partial N_u}{\partial E_{sfb}} \right)_m (E_{sfb} - \bar{E}_{sfb}), \quad (6)$$

де  $\left( \frac{\partial N_u}{\partial R_{sfb}} \right)_m$ ,  $\left( \frac{\partial N_u}{\partial E_{sfb}} \right)_m$  – значення похідних функції  $N_u(R_{sfb}, E_{sfb})$  в точці  $m$ .

Середнє значення  $\bar{N}_u$  та дисперсія  $\bar{N}_u$  несучої здатності:

$$\bar{N}_u = \bar{R}_{sfb} \bar{A}_{sfb}; \quad (7)$$

$$\hat{N}_u = \left( \frac{\partial N_u}{\partial R_{sfb}} \right)_m^2 \hat{R}_{sfb} + \left( \frac{\partial N_u}{\partial E_{sfb}} \right)_m^2 \hat{E}_{sfb}. \quad (8)$$

Оцінка надійності проводиться за формулою:

$$P = \Phi(\beta) + 0,5, \quad (9)$$

де:

$$\Phi(\beta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\beta} e^{-\frac{x^2}{2}} dx. \quad (10)$$

Характеристика безпеки:

$$\beta = \frac{\bar{N}_u - \bar{N}}{\sqrt{\widehat{N}_u + \widehat{N}}}, \quad (11)$$

де  $\bar{N}, \widehat{N}$  – середнє значення та дисперсія поздовжньої сили, що діє в перерізі елемента від зовнішнього навантаження;  $\bar{N}_u, \widehat{N}_u$  – середнє значення та дисперсія несучої здатності елемента.

На основі проведених обчислень отримані аналогічні результати як і при розрахунку за методом Монте-Карло. Так, наприклад, із зміною відсотку фібрового армування від 0,5% до 3,5% за об'ємом при класі бетону матриці С8/10 надійність зростає в середньому від 0,986899 до 0,989011.

Отже метод лінеаризації можна застосовувати для оцінки надійності стиснутих сталевібробетонних елементів, що працюють з випадковими ексцентриситетами у тому випадку, коли сталевібробетон приймається як однорідний композитний матеріал.

**1.** Барашиков А. Я., Сирота М. Д. Надійність будівель і споруд [Текст] // А. Я. Барашиков, М. Д. Сирота. - Київ, 1998. – 204 с.

**2.** Кричевский С. А. Прочность, деформативность и трещиностойкость торкрет-сталефибробетонных покрытий железобетонных балок: Диссертация на соискание научной. степени кандидата технических наук. – Киев, 1996. – 152 с.

**3.** Лысенко Е.Ф., Гетун Г.В. Проектирование сталефибробетонных конструкций [Текст] // Е. Ф. Лысенко, Г. В. Гетун. - Киев, 1989. – 184 с.

**4.** Сунак О. П. Прочность, трещиностойкость и деформативность нормальных сечений изгибаемых комбинированно армированных сталефибробетонных элементов: Диссертация на соискание научной. степени кандидата технических наук: 05.23.01. - Киев, 1986. – 175 с.

**5.** Сунак О. П. Сталевібробетонні конструкції: Навч. посібн. [Текст] // О. П. Сунак. - Луцьк: Media, 1999. – 158 с. **6.** Сунак П. О. Визначення надійності розтягнутих сталевібробетонних елементів [Текст] / П. О. Сунак, С. В. Синій, Ю. А. Мельник, Б. А. Боярчук, Б. О. Парасюк // Сучасні технології та методи розрахунків в будівництві: зб. наук. праць – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. – Вип. 5. – С.166-173.

УДК 330:625.7

## **ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІХ СИСТЕМ**

### **EUROPEAN EXPERIENCE OF ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF ROAD SYSTEMS**

**Талах Л.О. к.т.н., доцент, Агхнайах Абдулкадір Мухаммед  
Алсуданні магістр (Луцький НТУ, м. Луцьк)**

**Talakh L.A. PhD., associate professor, Aghnayah Abdulqadir  
Mohammed Alsoudani master's degree (Lutsk National Technical  
University, Lutsk)**

У статті проаналізовано досвід організації та управління дорожніх систем Франції, Австрії, Італії, Нідерландів, Німеччини, Швеції та Польщі.

The article analyzes the European experience of organization and management of road systems.

In France, there are roads of national significance, roads departments and roads of a municipal significance. All roads in France belong to the state.

In Austria, the design, construction and maintenance of roads of state importance is carried out by the state .

In the Netherlands, the General Directorate for Infrastructure and Water is responsible for the design, construction, management and maintenance of infrastructure.

In Germany, roads are divided into federal roads, roadways and municipalities.

Ownership and responsibility for Sweden's road infrastructure are shared between the state, municipalities and individuals.

The roads in Poland are divided into roads owned by the state, voivodship property, the ownership of districts and gminas.

**Ключові слова:** автотранспортна система, дорога, автомагістраль, транспортна інфраструктура.

**Keywords:** road system, road, highway, transport infrastructure.

Постановка проблеми. Україна стала на крок ближче до Європи після підписання у червні 2014 року Угоди про асоціацію з ЄС, ближче з точки зору появи нових можливостей щодо розвитку торговельних відносин, розширення виробничих зв'язків, інтенсифікації науково-технічного співробітництва з європейськими країнами, а з набуття безвізового перетину кордонів громадянами України з 11 червня 2017 року ще й у туристичній галузі.

За цих умов гостро постає питання здатності національної транспортної системи України інтегруватися в європейську транспортну систему, стати її частиною і тим самим забезпечити як національні потреби України у перевезеннях, так і потреби ЄС як її стратегічного партнера. У той же час сухопутні транспортні артерії України — її дороги, побудовані за радянських часів, вичерпали свій ресурс і потребують стовідсоткового відновлення дорожнього покриття відповідно до сучасних навантажень та інтенсивності руху, а мережа доріг очікує на розбудову з урахуванням процесу урбанізації населення та зміни структури виробництва та основних напрямків руху товаропотоків у внутрішній і зовнішній торгівлі.

Тема доріг є надзвичайно важливою не лише для місцевого самоврядування, а й з точки зору соціально-економічного розвитку держави і регіонів. Потреба у хороших, якісних дорогах є однією з першочергових потреб наших громадян. Якісні дороги є такими ж необхідними, як якісна освіта чи охорона здоров'я.

Згідно рейтингом Global Competitiveness Index, Україна у 2017 році опинилася на 134 місці з 138 по рівню якості доріг, отримавши оцінку 2.4 бали за 7 можливих. Така ж оцінка була і в минулому році, але тоді вона відповідала 132 місця, а сам рейтинг включав 140 країн.

Мета роботи. Укравтодор щорічно поглинає колосальні суми державних коштів на утримання доріг, проте сучасні дороги не можуть бути дешевими та якісними одночасно. Дорожня галузь за браком коштів не отримує належного фінансування, а тому постає питання яким чином вирішують цю проблему розвинуті європейські країни.

Виклад основного матеріалу. У більшості європейських держав національна дорожня система є трирівневою та охоплює автомагістралі державного, регіонального та муніципального значення, які належать до компетенції відповідних рівнів влади. Фінансування будівництва та утримання доріг може здійснюватися



за рахунок коштів державного, регіонального чи місцевого бюджету, через державно-приватні партнерства або через укладення концесійних договорів. У більшості країн видатки на утримання дорожньої системи повністю компенсуються за рахунок прибутку від дорожніх зборів.

Франція. Дороги Франції поділяються на три категорії, в залежності від рівня підпорядкування виділяють: дороги державного значення, дороги департаментів та дороги муніципального значення. Національна транспортна система включає автомагістралі та національні дороги. Автодороги департаментів належать до відання департаментів, на території яких вони знаходяться. Місцеві муніципальні дороги належать муніципалітетам.

І хоча відповідальність за будівництво та утримання доріг розподілена між трьома рівнями влади, держава відповідальна за забезпечення узгодженості та ефективності автодорожньої мережі Франції в цілому.

Нові проекти з будівництва доріг курують регіональні служби управління будівельними проектами, повністю підзвітні Міністерству охорони навколишнього середовища, сталого розвитку і енергетики [1]. Фінансування будівництва доріг відбувається за рахунок державних коштів, через державно-приватні партнерства або через укладення концесійних договорів [2].

Державно-приватне партнерство дозволяє державі найняти приватну компанію, яка бере на себе один або декілька аспектів нового інфраструктурного проекту (фінансування, планування, будівництво, утримання або управління).

Будь-який внесок держави у інфраструктурний проект здійснюється через Агентство фінансування транспортної інфраструктури Франції. Фінансові ресурси Агентства формуються за рахунок державних коштів, концесійних платежів та податків, 40% коштів від санкцій, доходу від інвестицій, кредитів.

Також значну частину коштів Агентства складає дохід від приватизації концесійних компаній у розмірі 4 млрд. євро. Система концесій дозволила Франції побудувати 9000 км якісних автодоріг без використання державних коштів.

Для сприяння будівництву автодоріг у Франції створений Національний дорожній фонд, в якому концесіонери можуть

позичати кошти на будівництво та утримання доріг. Фінансові ресурси Фонду формуються за рахунок випуску облігацій на первинному ринку облігацій [3].

Станом на 2011 рік близько 75% автомагістралей загального користування були об'єктами концесії [4].

Управління існуючими дорогами здійснюється через місцеві органи під назвою міжвідомчі директорати з питань доріг, підзвітні Міністерству охорони навколишнього середовища, сталого розвитку та енергетики. До їх завдань належить утримання та управління національною дорожньою системою [5]. Утримання автодоріг здійснюється за рахунок державного бюджету, коштів місцевих бюджетів та Агентства фінансування транспортної інфраструктури. За утримання доріг, які є об'єктами концесій, несуть відповідальність концесіонери.

Проектування, будівництво та утримання доріг департаментів відбувається за рахунок бюджетів департаментів. Генеральні ради департаментів мають широкі бюджетні повноваження, включно з правом встановлювати податки на рівні департаменту (в тому числі податок на автотранспортні засоби). Втім, надходження від таких податків не обов'язково прив'язані до інфраструктурних витрат.

Що стосується доріг муніципального значення, то їх утримання здійснюється за рахунок місцевих бюджетів.

Крім того, будівництво інфраструктури на рівні муніципалітетів та департаментів може фінансуватись більш ніж одним органом. Декілька муніципалітетів можуть створити «державний орган міжмуніципального співробітництва» для управління спільними проектами, в тому числі будівництвом дороги. Так само, департамент може брати участь у спільному проекті з муніципалітетами та іншими департаментами.

Австрія. Відповідно до закону про дороги федерального значення проектування, будівництво та утримання доріг державного значення здійснюється державою. Усі функції, пов'язані з плануванням, фінансуванням, будівництвом, утриманням доріг та зі збором плати за користування дорогами, держава здійснює через державну інфраструктурну компанію «ASFiNAG». Компанію було засновано у 1982 році, а у 1997 році компанія одержала право на користування автотранспортною мережею Федерації. До повноважень «ASFiNAG» належить одержання дорожніх зборів, які є основним джерелом фінансування

діяльності компанії, відтак, утримання дорожньої системи здійснюється без субсидій з державного бюджету [6].

Італія. В Італії відсутній спеціальний фонд фінансування національної дорожньої інфраструктури, і фінансування здійснюється за рахунок державного бюджету. Надходження від паливних та автомобільних податків не є прив'язаними до фінансування будівництва та утримання автодоріг чи конкретних проектів, а йдуть безпосередньо у державний бюджет.

Важливим механізмом фінансування державних інфраструктурних проектів є випуск облігацій страховими компаніями, дефіскалізація певних видів діяльності та державно-приватні партнерства. З метою сприяння імплементації нових інфраструктурних проектів, що здійснюються в рамках контрактів про державно-приватні партнерства вартістю щонайменше 500 млн. євро, власникам контрактів надаються податкові пільги [7].

Нідерланди. Основні автошляхи є частиною національної дорожньої системи Королівства Нідерланди. Управління національною дорожньою системою належить до відання Генерального управління інфраструктури та водних ресурсів, що є частиною Міністерства інфраструктури та навколишнього середовища. Генеральне управління відповідає за проектування, будівництво, управління та утримання об'єктів інфраструктури, в тому числі дорожньої системи, водних шляхів та систем водопостачання [8].

Управління дорожньою системою здійснюється на різних рівнях: національному рівні, рівні провінцій та муніципальному рівні.

Дороги національного значення підпорядковуються безпосередньо Генеральному управлінню інфраструктури та водних ресурсів. Влада провінцій здійснює управління дорогами провінційного значення (7800 км). Основну частину дорожньої системи Нідерландів становлять дороги місцевого значення, протяжність яких сягає 121 000 км. Управління рештою доріг (близько 7200 км) здійснюється регіональними органами – радами з управління водними ресурсами. До відання даних органів належить управління дорогами, які є частиною або забезпечують доступ до гідротехнічних споруд (водонапірних гребель, дамб тощо).

Німеччина. У Німеччині дороги поділяються на автодороги федерального значення, дороги земель та муніципалітетів. До

федеральних автомагістралей належать швидкісні автомагістралі (автобани) та деякі дороги загального користування. Решта автомагістралей та доріг у своїй більшості належать владі земель, за винятком дорожніх систем великих муніципалітетів, які підпорядковані їм безпосередньо. Федеральна влада відповідальна за обслуговування і підтримання в робочому стані федеральних автомагістралей. До відання земель належить адміністрування федеральних автомагістралей, які проходять через їх територію. Адміністративні повноваження передбачають створення та адміністрування діяльності органів, які забезпечують будівництво та обслуговування доріг [9].

У Німеччині відсутній спеціальний фонд для будівництва і утримання доріг. Щорічний федеральний бюджет містить план будівництва, із зазначенням наявних та запланованих проєктів будівництва, а також переліку доходів, пов'язаних з будівництвом та утриманням доріг [10]. Найбільш важлива дохідна частина фінансування будівництва і утримання доріг є плата за проїзд великовагового транспорту федеральними дорогами [11]. Решта необхідних витрат покривається за рахунок загальних доходів федерального бюджету.

Доходи від паливного податку та податку на автотранспортні засоби можуть використовуватись для фінансування будівництва та утримання автомобільних доріг, але формально не існує законодавчого обмеження для використання цих коштів. До 2006 року частина доходів від податку на споживання пального в рамках податку на мінеральне паливо йшла на фінансування будівництва та реконструкції доріг. Після скасування податку на мінеральне паливо у 2006 році у зв'язку з набуттям чинності Закону про енергетичний податок, споживчий податок на пальне припинив бути прив'язаним до фінансування будівництва доріг [12].

Швеція. Права власності та відповідальність за дорожню інфраструктуру Швеції розподілені між державою, муніципалітетами та приватними особами. Усі автомагістралі Швеції перебувають у державній власності. Через розподіл повноважень між центральною та місцевою владою інфраструктурні проєкти реалізуються спільно центральними та місцевими органами влади [13]. Муніципалітети також можуть брати участь у інших державних проєктах фінансування доріг, в

тому числі інвестувати у розвиток інфраструктури сусідніх муніципалітетів.

Органом, відповідальним за державні дороги, є Транспортна адміністрація Швеції, яка здійснює стратегічне планування розвитку транспортної системи та відповідає за будівництво, утримання та обслуговування автошляхів [14]. Приватне фінансування автомагістралей у Швеції відсутнє. Усі кошти надходять з державного або місцевого бюджетів.

Видатки на будівництво, реконструкцію та облаштування доріг покриваються за рахунок надходжень з оподаткування автотранспортних засобів, збору за в'їзд в зону з інтенсивним рухом транспорту, збору за проїзд через міжнародні мости, акцизу на паливе [15].

Польща. Реформа децентралізації полягала в тому, що дороги, які раніше належали державі, тепер були поділені між різними рівнями місцевого самоврядування. Сьогодні дороги у Польщі поділяються на кілька категорій дороги, які є власністю держави наприклад, автостради, дороги, які є власністю воєводств і шляхи, які знаходяться у власності повітів і гмін.

Відповідно до цього поділу воєводства, повіти чи гміни зобов'язані давати кошти на ремонт і благоустрій своїх шляхів. Якщо говорити про місцеве самоврядування, то це кошти з місцевих бюджетів.

У Польщі на рівні повіту функціонує реальне місцеве самоврядування. Центральна влада залишила за собою тільки автостради і дороги державного значення. На поточне утримання доріг на місцях держава не дає коштів з центрального бюджету. Якщо потрібно зробити ремонт, то це обов'язок органів місцевого самоврядування, однак на місцях вони можуть отримувати співфінансування з декількох джерел. Ці кошти можна поділити на кошти з європейських та внутрішньодержавних фондів. За 12 років перебування у ЄС Польща отримала величезну підтримку на різних рівнях. Євросоюз виділив до 85% коштів на модернізацію доріг.

Ці гроші розподіляються між органами місцевого самоврядування на конкурсній основі. У будь-якому разі органи місцевого самоврядування повинні надати певний відсоток власних коштів на ремонт, модернізацію чи будівництво дороги – мінімум 15%.

У рамках такої регіонально-операційної програми отримувати додаткове фінансування на ремонт доріг можуть тільки повіти і воєводства, так як повіти мають дуже розгалужену сітку доріг, крім того, дороги у повітах знаходяться в гіршому стані, ніж дороги у гмінах.

Якщо повіт хоче відремонтувати дорогу, він має підготувати проект робіт. Після цього він може отримати до 85% від загальної вартості проекту.

Платними у Польщі є лише автостради, які були побудовані в рамках концесії приватними фірмами. Компанія за свій рахунок будувала автостраду, з оплатою за її роботу стала можливість збору платежів за користування автострадою.

Польське законодавство передбачає жорстке покарання за корупційні дії. Якщо європейські кошти використовуються не за призначенням, то органи місцевого самоврядування мусять їх повернути. Те ж саме стосується тендерів і конкурсів.

У Польщі політика в галузі будівництва, реконструкції та утримання автотранспортної системи здійснюється в рамках Національної транспортної політики 2006-2025, затвердженої Радою міністрів у 2005 році, та Програми будівництва доріг 2014-2023. Відповідальним органом є Головне управління з питань національних доріг і автострад.

Бюджет програми 2014-2023 складає 92,7 млрд. злотих (592,6 млрд. грн.) і формується за рахунок державного бюджету, фондів ЄС, коштів Національного дорожнього фонду, приватних фондів, державно-приватних партнерств.

Видатки, пов'язані з будівництвом, реконструкцією, модернізацією, утриманням та безпекою доріг, закладаються у річний бюджет.

Національний дорожній фонд покриває видатки на будівництво, реконструкцію та модернізацію доріг, використовуючи фінансові ресурси відповідно до річного плану. Управління фондом здійснює державний банк «Bank Gospodarstwa Krajowego».

Ресурси Фонду формуються за рахунок паливного збору, фондів ЄС, банківських кредитів, облігацій, доходу від дорожніх зборів [16].

Висновки та пропозиції. Аналіз з організації та управління транспортною системою європейських країн дає змогу зробити висновок, що досить важливо розглядати їх через призму таких головних аспектів, як фінансовий, інженерно-технічний, транспортний.

Фінансовий аспект є одним з найважливіших і привабливішим, а водночас і самим складним. Фінансовий аспект платних доріг – це також форма відшкодування витрат на будівництво і утримання автомобільної дороги, які мають покриватись за рахунок економії від проїзду саме платною дорогою та за комфорт. Уведення плати на дорогах не може вирішити проблему поповнення бюджету, але водночас є інструментом створення та підтримання якісної дорожньої мережі автомобільних доріг на належному рівні.

З позицій інженерно-технічного забезпечення платні дороги, як правило, досконаліші, облаштовані інфраструктурою протягом усієї протяжності, безпечніші, скорочують шлях і час проїзду, економлять паливо і витрати на ремонт транспортного засобу, знижують собівартість перевезення, зменшують рівень забруднення атмосфери.

З позицій організації транспортного руху платні дороги сприяють перерозподілу потоків транспортних засобів, регулюючи таким чином інтенсивність на автомобільних дорогах. Це сприяє розвитку мережі доріг і підвищення її ефективності. Світовий досвід доводить, що перерозподіл між платною і альтернативною дорогами встановлюється, як правило, на рівні 60:40. Основними споживачами послуг проїзду платними дорогами є здебільшого легкові автотранспортні засоби.

Для організації та управління транспортними системами України, на наш погляд, слід запозичити досвід Франції та Польщі. Для реалізації їх досвіду нам необхідно удосконалити законодавчу базу реформування дорожньої галузі та посилити контроль за якістю будівництва, утримання та експлуатації автомобільних доріг. Контроль мають здійснювати незалежні компанії.

1. Les services routiers de l'État [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Presentation-des-services-routiers.html>.

2. Financement des infrastructures routières [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-financement-des-infrastructures.html>.

3. Financing Methods [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.cnaautoroutes.fr/Financing-Methods.html?lang=en>.

4. Consistance et cartes du réseau routier national [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Consistance-et-cartes-du-reseau.html>.

5. Décret n° 2006-304 du 16 mars 2006 portant création et organisation des directions interdépartementales des routes [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2006/3/16/EQUX0500317D/jo/texte>.

6. Verlässlicher Autobahnbetreiber [Електронний ресурс] // ASFiNAG – Режим доступу до ресурсу: <http://www.asfinag.at/ueber-uns/unternehmen>.

7. Figueroa D. National Funding of Road Infrastructure: Italy [Електронний ресурс] / Dante Figueroa // Library of Congress. – 2014. – Режим доступу до ресурсу:

<https://www.loc.gov/law/help/infrastructure-funding/italy.php>.

8. Over ons [Електронний ресурс] // Rijkswaterstaat – Режим доступу до ресурсу: <http://www.rijkswaterstaat.nl/over-ons>.

9. Palmer E. National Funding of Road Infrastructure: Germany [Електронний ресурс] / Edith Palmer // Library of Congress. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.loc.gov/law/help/infrastructure-funding/germany.php>.

10. Straßenbaufinanzierungsgesetz [Електронний ресурс]. – 1960. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/strfing/gesamt.pdf>.

11. Gesetz über die Erhebung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen und Bundesstraßen [Електронний ресурс]. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bfstrmg/gesamt.pdf>.

12. Energiesteuergesetz [Електронний ресурс]. – 2006. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/energiestg/gesamt.pdf>.

13. Vägslag [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/19710948.htm>.

14. Trafikverket [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.trafikverket.se/en/startpage/about-us/Trafikverket/>.

15. Hofverberg E. National Funding of Road Infrastructure: Sweden [Електронний ресурс] / Elin Hofverberg // Library of Congress. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.loc.gov/law/help/infrastructure-funding/sweden.php>.

16. Polish Roads Projects Financing [Електронний ресурс] // GDDKiA. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2015/TEM/Poland\\_iHEEP\\_June\\_15\\_16\\_Gdansk\\_Poland.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2015/TEM/Poland_iHEEP_June_15_16_Gdansk_Poland.pdf).



УДК 624.012.25

**ЗЧЕПЛЕННЯ КОМПОЗИТНОЇ СКЛОПЛАСТИКОВОЇ  
АРМАТУРИ З ВАЖКИМ БЕТОНОМ ЗАЛЕЖНО ВІД  
ДОВЖИНИ АНКЕРУВАННЯ ТА ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ  
ПРИЗМ**

**GRIP FIBERGLASS COMPOSITE FITTINGS HEAVY  
CONCRETE DEPENDING ON THE LENGTH OF ANCHORING  
RODS AND CROSS-SECTIONAL PRISM**

Чапук О.С., к.т.н, доц. (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк), Олех В.В., асп. (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк), Гришкова А.В., асп. (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)

Chapiuk O, Ph.D., Assoc. Olech V, PhD student., Grishkova A, PhD student. (Lutsk National Technical University, Lutsk)

Наведені результати експериментальних досліджень зчеплення композитної склопластикової арматури з важким бетоном класу C12/15. Проведено детальний аналіз зчеплення арматурного стержня з бетонною призмою залежно від довжини анкерування стержнів – 5d, 10d, 15d, та поперечного перерізу 150x150мм та 250x250мм.

The experimental results clutch composite fiberglass reinforcement of heavy concrete class C12 / 15.

The detailed analysis adhesion reinforcing rods for concrete prism depending on the length of anchoring rods - 5d, 10d, 15d, and cross-sectional 150x150mm and 250x250mm.

During the test almost all prototypes collapsed upon reaching their maximum tension. The value of the free end of the rod sliding in concrete  $\delta_u = 0,2$  mm can be used as a criterion for determining the ultimate state of cohesion composite reinforcement of concrete.

Ключова слова: композитна склопластикова арматура, важкий бетон, клас бетону C12/15, призмовий метод, зчеплення, бетонна призма, поперечний переріз, довжина анкерування

Key words: composite fiberglass fittings, heavy concrete, concrete class C12/15, prism method, couplings, concrete prism, cross-section, length of anchoring

Постановка проблеми та задачі дослідження. Зчеплення арматури з бетоном – одна з найважливіших характеристик залізобетону, що в основному визначає його міцність, жорсткість і тріщиностійкість, а також необхідну довжину анкерування стержнів для забезпечення надійної їхньої спільної роботи. На величину граничних напружень зчеплення впливають багато факторів, основними з яких є міцність бетону, діаметр стержнів, довжина анкерування, товщина захисного шару бетону [1].

Оскільки кожен клас бетону має свою міцність, тому постає необхідність дослідити зчеплення арматури з різними довжинами анкерування стержнів, та поперечного перерізу призми. В даній статті ставиться задача детально проаналізувати дослідження зчеплення композитної арматури з важким бетоном класу C12/15, довжиною анкерування 5d, 10d, 15d, та поперечним перерізом призм 150x150, 250x250мм.

Матеріали для дослідних зразків. Композитні арматурні стержні обрані діаметром 16мм (Ø16АКС600) оскільки крок виступів максимально схожий з металевою арматурою. Характеристики бетону класу C12/15: кубикова міцність у віці 28 діб –  $f_{ck} = 19,19$  МПа; призмova міцність у віці 56 діб –  $f_{cd} = 14,37$  МПа. Конструкція дослідних зразків (бетонних призм). Зразки, виготовлені у вигляді бетонних призм квадратного перерізу зі сторонами 150 мм та 250 мм (Рис 1,а). Висота призм обиралась залежно від довжини анкерування стержнів, яка становила 5d, 10d та 15d (d – діаметр стержнів, в даному випадку d=16мм).

Арматурні стержні розташовувались в бетонних призмах таким чином, щоб їхні поздовжні осі співпадали. Виступаючі частини стержнів повинні були дозволяти з одного боку закріплюватись в захваті преса, а з другого (вільного) - вимірювати його переміщення відносно торця призм [2].

Методика випробування бетонних призм. Дослідження зчеплення композитної арматури з бетоном були виконані шляхом висмикування стержня з бетонної призми в розривній гідравлічній машині з використанням спеціального натяжного пристрою. Навантаження прикладалось до стержня ступенями в 1,0 кН. Під

час навантажень вимірювали переміщення вільного кінця стержня відносно торця призми індикатором годинникового типу з ціною поділки 0,001 мм (рис. 1, б) [3].

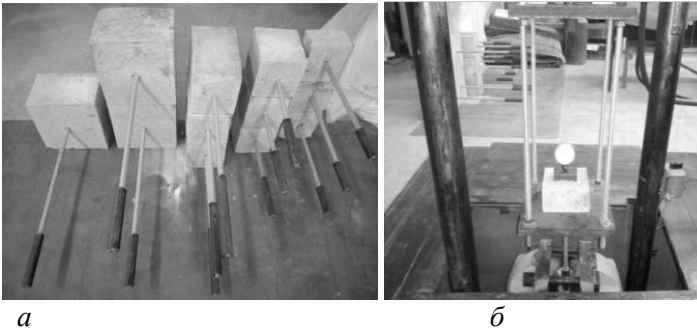


Рис. 1. Дослідні зразки – бетонні призми: а – загальний вигляд бетонних призм першої серії (12шт); б – загальний вигляд випробування бетонних призм

Для того, щоб уникнути пошкодження поверхні арматури в захваті преса, на вільний кінець стержня було приклеєно металеву трубку, яка скріплювалась зі стержнем за допомогою двохкомпонентної епоксидної смоли, та кварцового піску у співвідношенні 1:1 (рис. 2).

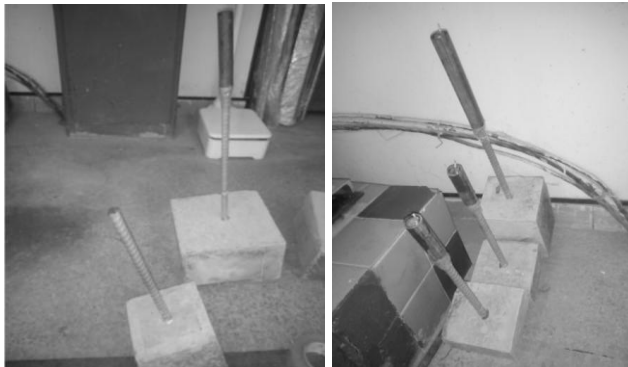


Рис. 2. Захист арматурного стержня від пошкодження в захваті преса

Результати досліджень. В результаті експерименту спостерігалось, що при збільшенні навантаження після досягнення

граничного стану ( $\delta_u = 0,2$  мм) утворилися поздовжні тріщини на бетонних призмах з довжиною анкерування  $l_{an} = 160$  мм, поперечного перерізу призми  $250 \times 250$  мм та класом бетону С12/15. У призмах того ж класу бетону, але з довжиною анкерування  $l_{an} = 80$  мм,  $l_{an} = 160$  мм та поперечного перерізу призми  $150 \times 150$  мм після досягнення  $\delta_u = 0,2$  мм арматурний стержень висмикнувся з об'єму бетону. Усі призми з довжиною анкерування  $l_{an} = 240$  мм, поперечного перерізу призми  $150 \times 150$  мм та класом бетону С12/15 розколювалися вздовж стержнів (рис. 3). Це пояснюється тим, що максимальне напруження в стержнях досягло того значення ( $f_{yd} = 939,4$  МПа), при якому відбувається розколювання призми за рахунок недостатньої довжини анкерування щоб зруйнувався арматурний стержень.



Рис. 3. Розколювання бетонних призм вздовж стержня, довжиною анкерування 240 мм, поперечного перерізу  $150 \times 150$  мм

Результати досліджень випробування бетонних призм засвідчили достатню однорідність бетону в зразках. У трьох зразках 1П-8/16 (число перед буквою „П” (призма) означає номер серії, друге число – довжина анкерування в см (5d, 10d, 15d, де d – діаметр арматури, в даному дослідженні  $d = 16$  мм), третє – діаметр арматури в мм), поперечного перерізу зразків  $150 \times 150$  мм, та  $250 \times 250$  мм, при класі бетону С12/15 значення  $\delta_u = 0,2$  мм було досягнуто при напруженнях в стержнях відповідно  $f_{yd} = 97,6$ ; 128,1; 128,1 МПа при середньому значенні  $f_{ydm} = 117,9$  МПа. У трьох зразках 1П-16/16 (поперечного перерізу  $150 \times 150$  мм, клас бетону

C12/15) значення  $\delta_u=0,2$ мм отримано при напруженнях в стержнях відповідно  $f_{yd}=427,0; 439,2; 481,9$  МПа при середньому значенні  $f_{ydm}=449,4$  МПа. Спостерігається однорідність і у всіх трьох зразках 1П-24/16 (поперечного перерізу 150x150 мм, клас бетону C12/15), в яких значення  $\delta_u = 0,2$  мм було досягнуто при напруженнях в стержнях відповідно  $f_{yd} = 732,0; 902,8; 939,4$  МПа при середньому значенні  $f_{ydm} = 858,1$  МПа.

Отже, при збільшенні довжини анкерування, та розмірів поперечного перерізу призми, збільшується напруження в стержнях, а також напруження, яке відповідає граничному стану зчеплення (рис. 4).

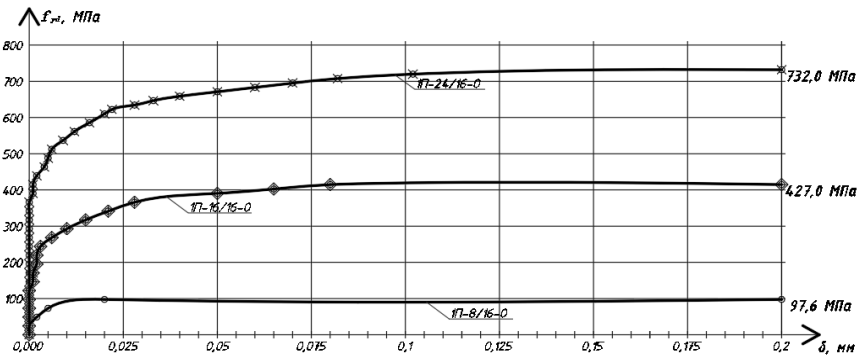


Рис. 4. Зміна проковзування  $\delta$  стержнів залежно від напруження  $f_{yd}$  клас бетону C12/15, поперечного перерізу 150x150мм:  $\circ$ – призми 1П-8/16;  $\bullet$ – 1П-16/16;  $\times$ – 1П-24/16;

У трьох зразках 1П-16/16 (поперечного перерізу 250x250мм, клас бетону C12/15) при  $\delta_u = 0,2$ мм напруження складо  $f_{yd}=475,8; 536,8; 646,6$  МПа при середньому значенні  $f_{ydm}=553,1$ МПа.

Отже, при збільшенні розмірів поперечного перерізу призми, збільшується напруження в стержнях, а також напруження, яке відповідає граничному стану зчеплення (рис. 5).

Варто відмітити, що в усіх зразках, незалежно від класу бетону та довжини анкерування, спостерігається руйнування при досягненні граничного навантаження та величини проковзування вільного кінця стержня в призмі  $\delta_u = 0,2$ мм. Цю величину можна прийняти за критерій визначення граничного стану зчеплення композитної арматури з бетоном.

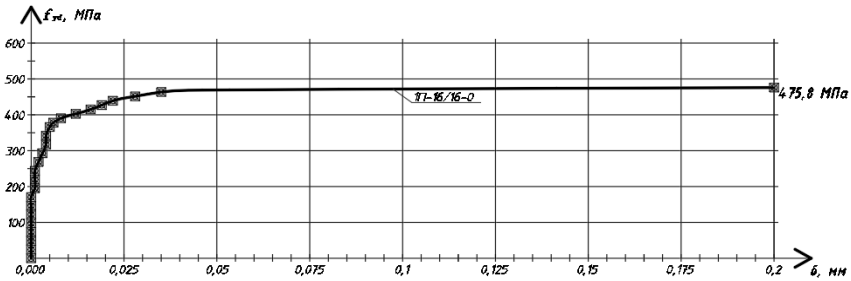


Рис. 5. Зміна проковзування  $\delta$  стержнів залежно від напруження  $f_{yd}$  клас бетону С12/15, поперечного перерізу 250х250мм:  $\blacksquare$  – призма П-16/16

За результатами випробувань для кожної групи зразків обчислювалися середні значення максимальних дотичних напружень зчеплення  $\tau_{um}$ , приймаючи їх постійними по довжині стержня, за формулою:

$$\tau_{um} = f_{ydm} A_s / (\pi d l_{an}), \quad (1)$$

де  $f_{ydm}$  – напруження в стержнях при  $\delta_u = 0,2$  мм;

$A_s, d$  – відповідно площа та діаметр стержнів;

$l_{an}$  – довжина анкерування стержнів в бетоні.

Дотичні напруження зчеплення  $\tau_{um}$  у зразках з довжиною анкерування  $l_{an} = 80$  мм,  $l_{an} = 160$  мм та  $l_{an} = 240$  мм поперечним перерізом 150х150 мм, класом бетону С12/15 склали відповідно  $\tau_{um} = 4,88$  МПа,  $\tau_{um} = 10,68$  МПа та  $\tau_{um} = 12,2$  МПа. Зразки з довжиною анкерування  $l_{an} = 160$  мм, поперечним перерізом 150х150 мм, та 250х250мм, класом бетону С12/15 показали дещо інші значення дотичних напружень:  $\tau_{um} = 10,68$  МПа та  $\tau_{um} = 11,9$  МПа. З цих даних видно, що дотичні напруження зчеплення в граничному стані  $\tau_{um}$  залежать від довжини анкерування стержнів  $l_{an}$  та від поперечного перерізу зразка, який випробовується. При довжині анкерування  $l_{an} = 80$  мм,  $l_{an} = 160$  мм з бетону класу С12/15 різниця між значеннями дотичних напружень зразків складає 119%, а при довжині анкерування  $l_{an} = 80$  мм та  $l_{an} = 240$  мм різниця становить відповідно 150%.

При порівнянні значень дотичних напружень у дослідних зразках простежується закономірність, що зі збільшенням площі поперечного перерізу призми від 150х150 мм до 250х250 мм класу бетону С12/15 граничні дотичні напруження в зразках теж

збільшуються. При поперечному перерізі 250x250 мм дотичні напруження на 11% більші від дотичних напружень, що виникли у дослідних зразках з поперечним перерізом 150x150мм.

Висновки. 1. Величина проковзування вільного кінця стержня в бетоні  $\delta_u = 0,2$  мм може бути прийнята за критерій визначення граничного стану зчеплення композитної арматури з бетоном.

2. Під час випробувань усі дослідні зразки руйнувались при досягненні їх максимального напруження. Це пояснюється тим, що максимальне напруження в стержнях досягло того значення ( $f_{yd} = 93,94$  МПа), при якому відбувається розколення призми вздовж арматурного стержня, тому що потрібно було робити зразки з більшою довжиною анкерування, а саме  $\approx 23 d$ , де  $d$  – діаметр арматури 16мм, тоді становитиме  $l_{an} = 368$  мм, для того щоб арматурний стержень розкришився біля торця призми.

3. Дотичні напруження зчеплення в граничному стані  $\tau_{um}$  залежать від довжини анкерування стержнів  $l_{an}$  та від поперечного перерізу призми, який випробовується.

4. Різниця між значеннями дотичних напружень дослідних зразків класу бетону C12/15, поперечного перерізу 150x150мм при  $l_{an} = 80$  мм та  $l_{an} = 160$  мм складає 119%, а при довжині анкерування  $l_{an} = 80$  мм та  $l_{an} = 240$  мм різниця становить відносно 150%.

5. Зі збільшенням поперечного перерізу призми (з 150x150 мм до 250x250 мм) класу бетону дослідних зразків C12/15 збільшуються значення їх дотичних напружень на 11%.

1. Холмянский М.М. Методика экспериментального исследования сцепления арматуры с бетоном / М.М. Холмянский // Методика лабораторных исследований деформаций и прочности бетона, арматуры и железобетонных конструкций. – М., 1963. – С. 138-147.

2. Чапюк О.С. Гришкова А.В. Порівняльний аналіз зчеплення сталеві арматури серповидного профілю з важким бетоном за призовим та балковим методом випробувань / Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. – Рівне: НУВГП, 2014. – Випуск 29. – С. 391-399.

3. Чапюк О.С. Особливості зчеплення арматури серповидного профілю з бетоном : монографія / О. С. Чапюк; Луц. нац. техн. ун-т. - Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2012. - 164 с.

УДК 624.01.001.5

**ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА  
ПРИМЕРЕ ОБЩЕЖИТИЯ № 3 ОГАСА**

**OPERATION PROBLEMS OF RESIDENTIAL BUILDINGS ON  
THE EXAMPLE OF THE HOSTEL №3 OSABA**

**Чернева Е.С., к.т.н., доц., Мазур Д.А., студент гр. ПСК-508м(н)  
(Одесская государственная академия строительства и архитектуры)**

**Chernieva Olena, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,  
Mazur Dmytro, student (The Odesa State Academy of Building &  
Architecture)**

Зафиксированы основные повреждения и дефекты строительных конструкций здания общежития ОГАСА, выполнена оценка процента износа конструкций и здания в целом.

It is known that aggressive environment, humidity and poor state of engineering systems – are the main factors of buildings' destruction. Technical operation of building construction depends on human activity. The aim of the article is to identify defects and causes of damages. The primary source and causes of deterioration and decay in structures and buildings can be listed as follows: human, chemical, atmospheric, structural, moisture, fire, faulty design, faulty materials & construction, faulty systems, cleaning and vandalism. It is impossible to control all the above factors during design, construction and occupations stages of buildings. However, considering these factors and minimizing their effect will definitely reduce the amount and need for maintenance. The determination of the deterioration's percent is a result of this work.

Ключевые слова: техническая эксплуатация, оценка технического состояния, износ, трещины.

Keywords: technical operation, assessment of technical condition, deterioration, cracks.

Городская среда, сформировавшаяся во второй половине XX в., является предметом многочисленных исследований и дискуссий. Именно эту среду формирует значительный по размерам жилищный



многоквартирный фонд, физический износ которого снижает эксплуатационные качества жилья. Особого внимания требуют общежития, которые, вследствие изменений в социальной, политической и экономической ситуации в стране, утрачивают свое первоначальное назначение и обостряют проблемы эксплуатации зданий не «по назначению». Многие из них - составная часть студенческих и бывших военных городков, массивов, приближенных до промышленных зон и др. - построены по типовым проектам группами в районах с развитой инфраструктурой; имеют удовлетворительное техническое состояние. Реконструкция общежитий не носит массовый характер, но разработанные решения могут быть обобщены и рекомендованы для дальнейшего использования.

Эксперты в области строительства утверждают, что в Украине насчитывается около 25 тыс. многоквартирных домов и общежитий, построенных в 80-е годы. В то же время, согласно данным Госстата на начало 2016 года, в Украине в аварийном состоянии находилось 59,9 тыс. жилых домов, или 20% от общего числа домов, в которых проживают 88,5 тыс. человек. За прошедший год в Украине обрушились несколько десятков домов и пострадали сотни человек.

Примером таких чрезвычайных ситуаций может быть обрушение общежития в Чернигове, представлено на рис. 1.



Рис. 1 Обрушение общежития в г. Чернигов

Цель работы - выявить дефекты и повреждения конструктивных элементов здания общежития №3 по ул. Дегтярная 22, определить причины их возникновения, дать рекомендации по их восстановлению. Физический износ конструкций, которые имели

разную степень изнашивания отдельных участков, определялся по формуле:

$$\Phi_{\kappa} = \sum_{i=1}^n \Phi_i \cdot \frac{P_i}{P_{\kappa}}, \quad (1)$$

Физический износ здания в целом определялся по формуле (2) и по [1]:

$$\Phi_{\sigma} = \sum_{i=1}^n \Phi_{ei} \cdot \frac{\gamma_e}{100} \quad (2)$$

$$\Phi_{\delta} = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{ei} \cdot \frac{\gamma_e}{100}$$

Таблица 1

Ведомость характерных дефектов конструкций здания

Элемент	Дефекты в конструкциях и элементах зданий	$\Phi_{\kappa}$ , %	Рекомендованные ремонтные работы
1	2	3	4
Фундаменты	Волосяные трещины в цокольной части здания	15	Затирка трещин
Стены	Трещины, выветривание швов, повреждение отделки фасада на площади до 20%	19	Ремонт штукатурки и кладки, заделка швов
Перегородки	Трещины в местах стыка с плитами перекрытия и заполнение дверных проемов	15	Уплотнение и заделка мест примыкания
Перекрытие	Трещины в швах между плитами. Обнажение и коррозия арматуры на 25%, отслоение защитного слоя	45	Восстановление защитного слоя по сетке и мест опирания, заделка трещин, усиление плиты путем наращивания
Крыша и кровля	Трещины в кровельных листах, пробоины, следы протечек	30	Заделка трещин и пробоин, замена листов, устранение протечек

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
Окна, двери	Коробки местами повреждены или заражены грибком, обвязка полотна повреждена. Местами отсутствует остекление	40	Ремонт дверных коробок и полотна, замена поврежденных частей, выполнение остекления
Лестница	Отдельные выбоины и сколы в лестнице, повреждения перил, трещины лестничных площадок поперек пролета	25	Закладка выбитых мест, ремонт перил. Укрепление лестничных площадок
Внутренняя отделка	Серые пятна, отслоение, местами обесцвечивание рисунка, загрязнения. Отставание плиток от поверхности	48	Покраска, оклейка стен обоями без подготовки основания. Замена поврежденных участков плитки
Внутр. системы инженер. оборудования	Капельные течи в местах соединения и присоединения приборов, нарушение теплоизоляции магистралей и стояков, повреждения трубопроводов из полимерных материалов	30	Выборочная замена трубопроводов магистралей, восстановление теплоизоляции, выравнивание мест соединения приборов

Нарушение температурно-влажностного режима в помещении, невыполнение плановых осмотров и ремонтов, переувлажнение конструкций подземной части здания и протечки через кровлю, а также агрессивность окружающей среды – это далеко не полный перечень факторов, повлиявших на появление и развитие данных повреждений и дефектов конструкций. В качестве объекта аналога для определения удельного веса конструкций был выбран ТИП 3-01 «5-ти поверховий гуртожиток на 632 місця [2].

Таблица 2

Сводная таблица по определению физического износа

№	Название элемента	Удельный вес конструкции согласно [2]	$\Phi_{к,}$ %	Средневзвешенное значение износа, %
1	Фундаменты	3,73	15	0,56
2	Стены	16,58	19	3,15
3	Перегородки	3,67	15	0,55
4	Перекрытие	7,9	45	3,56
5	Крыша и кровля	1,98	40	0,8
6	Полы	4,93	27	1,4
7	Лестница	0,38	25	0,1
8	Окна и двери	7,77	40	3,1
9	Внутренняя отделка	7,93	48	3,8
10	Системы инж. оборудования	13,97	30	4,2
11	Прочее	21,15	20	4,23
Всего:		100		$\Phi_6=25,45 \approx 26\%$

Величина физического износа составила – 26%. Техническое состояние здания – удовлетворительное. Элементы здания в целом пригодны для эксплуатации, но требуют ремонта, который наиболее целесообразен на этой стадии. Немедленного ремонта во избежание дальнейшего разрушения требует плита перекрытия подвального помещения над душевой. По результатам обследования в ней зафиксирован существенный откол бетона и значительная прогрессирующая коррозия. Целесообразно выполнить усиление плиты наращиванием и устранить причины ее переувлажнения путем устройства дополнительной гидроизоляции и улучшения вентиляции помещения.

1. Настанова щодо обстеження будівель та споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. ДСТУ – Н Б В.1.2-18:2016. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. - 47с.

2. Збірник укрупнених показників вартості відтворення функціональних об'єктів-аналогів для оцінки багатопверхових житлових будинків. СОУ ЖКГ 75.11-35077234.0016:2009. – Київ, 2009 – 57с.

УДК 539.3

**УТОЧНЕНИЙ РОЗРАХУНОК ПІДСИЛЕНИХ БАЛОК  
МЕТОДОМ ПРИВЕДЕНИХ ПЕРЕРІЗІВ**

**REFINED CALCULATION OF REINFORCED BEAMS BY  
THE METHOD OF CONDITIONAL CROSS SECTIONS**

**Шваб'юк В.І., д.т.н., проф., Ротко В.О., магістр, Ротко С. В., к.т.н.,  
доц. (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)**

**Shvabyuk V.I., Doctor of Engineering, Professor, Rotko V.O., master,  
Rotko S.V., Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Lutsk National  
Technical University, Lutsk)**

Досліджується можливість застосування уточненого розрахунку жорсткого з'єднання підсилених балок методом приведених поперечних перерізів за допомогою рівнянь неklasичної теорії згину коротких балок. Наведено приклад числового розрахунку дерев'яного прогону, підсиленого металевою смугою, за класичною теорією.

Sometimes for strengthening of building constructions it is used constructions with the beams or stripes fixed one on other. Such beams can be made from different materials and hardly united interse, if to work as single unit, or to be unrelated interse and to work as every separate element of such package. Depending on it such constructions have different bearing strength and it is applied the different methods of calculation to them.

The possibility of applying the refined calculation of the reinforced beams rigid conjunction by the combined cross sections method is studied using the nonclassical theory equations of short beams bending. A numerical calculation's example of a wooden stringer reinforced by a metal strip is given.

Ключові слова: уточнений розрахунок, неklasичні теорії згину, граничні умови, переміщення, деформації поперечного зсуву та обтиснення.

Keywords: specified calculation, non-classical theory of bending, boundary conditions, displacement, deformation, transverse shear and compression.

Постановка проблеми. Іноді для підсилення будівельних конструкцій використовують конструкції з пакету балок або смуг, покладених одна на одну. Такі балки можуть бути виготовлені з різних матеріалів і жорстко з'єднані між собою, аби працювати як єдине ціле, або бути незв'язаними між собою і працювати як кожен окремий елемент такого пакету. Залежно від цього такі конструкції мають різну несучу здатність і до них застосовують різні методи розрахунку. Одним із найпоширеніших методів розрахунку пакету зв'язаних балок є метод приведених перерізів [2].

За допомогою цього методу нескладно розрахувати напружено-деформований стан балок, жорстко підсиленних тонкими високоміцними (порівняно з основним матеріалом) елементами і, таким чином, значно підвищити допустиме навантаження на несучі конструкції. Разом із тим, у більшості випадків такі розрахунки проводяться на базі гіпотез класичної теорії балок, що значно знижує їх точність, особливо для елементів із композитних матеріалів. Тому для розрахунку конструкцій із таких матеріалів необхідно використовувати теорії згину балок, що базуються на менш жорстких вихідних гіпотезах, ніж класична теорія згину Бернуллі – Ейлера. На даний час найчастіше користуються уточненою теорією типу Тимошенка [2], яка дає більш-менш задовільні результати для гладких навантажень. Для контактних задач такі розрахунки можливі у постановці рівнянь уточненої теорії згину трансропних балок середньої товщини, що враховує деформації поперечного зсуву та обтиснення [1,3].

Розрахунок балок методом приведених перерізів

У випадку жорсткого з'єднання балок найбільш поширеним методом розрахунку є метод приведених поперечних перерізів (метод еквівалентних площ). Ідея методу полягає у тому, що поперечний переріз балки, який складається із різних частин та різних матеріалів (рис. 1а), перетворюється в умовний поперечний переріз із одного матеріалу. Цей переріз називається приведеним поперечним перерізом, який є еквівалентним поперечному перерізу реальної балки. Для такої еквівалентності необхідно, аби ці перерізи

мали одну й ту ж нейтральну вісь та однаковий опір згинальному моменту.

Знайдемо положення нейтральної осі для балки, що складається із двох різних матеріалів (рис. 1а) із умови, що за чистого згину сумарна поздовжня сила, яка може виникнути у поперечному перерізі, має дорівнювати нулеві. Тобто у випадку двох різних матеріалів справедлива рівність:

$$\iint_{S_1} \sigma_{x1} dS + \iint_{S_2} \sigma_{x2} dS = 0, \quad (1)$$

де, враховуючи справедливість гіпотез плоских перерізів, напруження, що виникають у цих перерізах, записуються у вигляді  $\sigma_{x1} = \kappa E_1 y$ ,  $\sigma_{x2} = \kappa E_2 y$ ,  $\kappa$  — кривина поздовжньої осі балки.

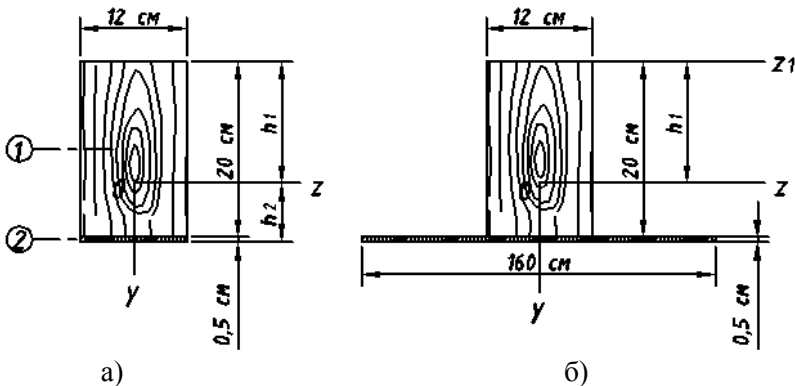


Рис. 1. Переріз підсиленої балки: а) - дійсний; б) - приведений

Підставивши ці значення у рівняння (1), одержимо такі залежності:

$$E_1 \iint_{S_1} y dS + E_2 \iint_{S_2} y dS = 0, \text{ або } \iint_{S_1} y dS + \iint_{S_2} n y dS = 0, \quad (2)$$

де  $n = E_2 / E_1$ .

Із умов (2) можна зробити висновок, що положення нейтральної осі не зміниться, якщо ширину другої площі збільшити в  $n$  разів, тим самим збільшити й саму площу у стільки ж разів.

Таким чином, отримуємо новий переріз, який складається із двох частин: площі 1, що залишається попередньою, і нової площі 2 (рис. 1б), ширина якої помножена на  $n$ . Тобто, ми отримуємо приведений переріз, але він уже ніби з одного матеріалу 1, для якого справедлива формула  $\sigma_x = \kappa E_1 y$ . Запишемо вираз для згинального моменту через це напруження та приведений переріз:

$$M = \iint_S \sigma_x y dS = \iint_{S_1} \sigma_x y dS + \iint_{S_2} \sigma_x y dS = \kappa E_1 \iint_{S_1} y^2 dS + \kappa E_1 \iint_{S_2} y^2 dS = \kappa (E_1 I_1 + E_1 n I_2) = \kappa (E_1 I_1 + E_2 I_2). \quad (3)$$

Тобто, записуючи значення  $M$  для приведеного перерізу через характеристики жорсткості, у кінцевому результаті отримуємо формулу, через яку записується вираз для згинального моменту для реального (вихідного) перерізу. Одержані перетворення дозволяють нам скористатися формулами для напруження та максимального прогину в усьому перерізі як із одного матеріалу

$$\sigma_{x1} = \frac{M}{I_{np}} y, \quad w_{\max} = \frac{5ql^4}{24E_1 I_{np}} \quad (4)$$

де  $I_{np} = I_1 + nI_2$  — момент інерції приведеного поперечного перерізу відносно нейтральної осі.

Формула (4) для напруження записана для усього перерізу, але істинною вона буде тільки для першого матеріалу. Для другого матеріалу (у його межах для крайніх точок) одержані значення напружень необхідно перемножити на параметр  $n$ . Таким чином отримаємо значення напружень у другому перерізі з іншого матеріалу.

Приклад. Розглянемо дерев'яний прогін перерізом  $12 \times 20$  см, жорстко підсилений металевою смугою товщиною  $t = 5$  мм, що вільно обпирається на опори (рис.2), відстань між якими  $2l = 2$  м. Модулі пружності цих матеріалів відповідно дорівнюють:  $E_1 = 1,05 \times 10^4$  МПа та  $E_2 = 2,1 \times 10^5$  МПа. Модуль зсуву у поперечному напрямі дорівнює  $G' = 350$  МПа. Таким чином, приведений переріз складається із незмінної першої частини



( $b_1 = 12 \text{ см}$ ) та зміненої нижньої частини, ширина якої множитья на коефіцієнт  $n = E_2 / E_1 = 20$ , тобто  $b_2 = 20 \cdot b_1 = 240 \text{ см}$  (рис. 1б). Прогін навантажений розподі- ним навантаженням інтенсивністю  $q$ , яке викликає максимальний згинальний момент  $M = q \cdot l^2 / 2$ . Необхідно знайти величину допустимого навантаження  $[q]$  на дану балку із підкріпленням та без нього за допустимого напруження на стиск  $[\sigma]_c = 35 \text{ МПа}$ .

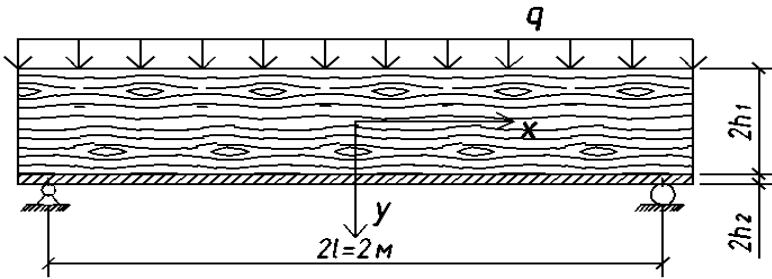


Рис. 2. Розрахункова схема підсиленої балки

Для знаходження положення нейтральної осі знайдемо положення центру ваги приведеного поперечного перерізу. Провівши допоміжну вісь  $z_1$  через верхню сторону перерізу 1, знайдемо відстань до центру ваги  $y_c$  через суму статичних моментів обох частин перерізу відносно осі  $z_1$ , поділену на повну площу перерізу:

$$y_c = \frac{b_1 h_1^2 / 2 + t b_2 (h_1 + t / 2)}{b_1 h_1 + t b_2} = \frac{12 \cdot 20 \cdot 10 + 0,5 \cdot 240 \cdot 20,25}{12 \cdot 20 + 0,5 \cdot 240} = 13,42 \text{ см.}$$

Визначимо момент інерції приведеного перерізу:

$$I_{np} = b_1 h_1^3 / 12 + (3,42)^2 b_1 h_1 + b_2 t^3 / 12 + (6,83)^2 b_2 t = 16408,4 \text{ см}^4.$$

Отже, момент інерції приведеного перерізу  $I_{np} = 2,05 I_1$ , тобто більш, ніж у два рази перевищує момент інерції перерізу балки без

підкріплення ( $I_1 = b_1 h_1^3 / 12 = 8000 \text{ см}^4$ ), що допоможе надати знизити максимальні напруження на зовнішніх поверхнях балки.

Використавши формулу (4), визначимо напруження у характерних точках поверхонь балки:

$$\sigma_x(y_1) = -4,09q / \text{см}; \sigma_x(y_2) = 2,00 \cdot q / \text{см}.$$

$$\sigma_x(y_3) = 2,16 \cdot q / \text{см}.$$

Перші два значення для напружень є дійсними для балки із матеріалу 1 (дерева) на її верхній (стиснутій) та нижній (розтягнутій) поверхнях. Разом із тим, аби отримати реальні значення напружень у металевій смузі (матеріал 2), то останні 2 значення для  $\sigma_x$  необхідно помножити на коефіцієнт  $n = 20$ :

$$\sigma_x^B = 20 \cdot 2,00 = 40,0 \cdot q / \text{см}, \quad \sigma_x^H = 20 \cdot 2,16 = 43,2 \cdot q / \text{см}.$$

Одночасно, якби дерев'яна балка не була підсилена тонкою металевою смугою, то напруження на її верхній (стиснутій) та нижній (розтягнутій) поверхнях були б такими:

$$\sigma_x = \pm \frac{M}{2I_1} h_1 = \pm \frac{q \cdot 10^4}{4 \cdot 8000} (20) = \pm 6,25q / \text{см}.$$

Тобто, напруження у характерних точках поверхонь балки мають збільшитися у 1,53 рази, а отже, і несуча здатність, відповідно, мусить зменшитися у стільки ж. Одночасно, максимальне нормальне напруження у середньому перерізі балки ( $x = 0$ ) можна підраховувати за точнішими формулами уточненої теорії [1,3] та визначити її реальну несучу здатність.

1. Ротко В.О., Шваб'юк В.І. Уточнена модель згину короткої ортотропної балки з композитного матеріалу // Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції «Наука і світ» (27.12.2013 - 5.01.2014) – Випуск 5. – «Будівництво та архітектура». – Прага: Видавничий дім «Освіта і наука», 2014. – С.18-21.

2. Тимошенко С.П., Дж. Гере. Механіка матеріалів. Изд.-во «Мир» — М. 1976. С. 610.

3. Шваб'юк В.И. К теории изгиба коротких трансверсально-изотропных балок // Расчет пространственных строительных конструкций. Куйбышев: КуйСИ, 1981, в.9, с.86-91.

УДК 656.13

**РЕКОНСТРУКЦІЯ ІСТОРИЧНОГО КВАРТАЛУ  
ОБМЕЖЕНОГО ВУЛИЦЯМИ ДАНИЛА ГАЛИЦЬКОГО І  
КОВЕЛЬСЬКОЮ У М. ЛУЦЬКУ**

**RECONSTRUCTION OF THE HISTORICAL QUARTER  
WHICH IS LIMITED BY DANYO HALYTS'KYI STREET AND  
KOVEL'S'KA STREET IN LUTSK**

**Шеметило Н.В., студент, Верешко О.В., асистент (Луцький  
національно-технічний університет, м. Луцьк)**

**Shemetilo N.V., student, Vereshko O.V., assistant (Lutsk National  
Technical University, Lutsk)**

У статті розглянуто проблеми території історичного кварталу у місті Луцьку, наведено способи та методи їх вирішення; описано основні принципи реконструкції. Розглянуто метод замаскованої реконструкції, що передбачає збереження історичного зовнішнього вигляду об'єктів при повній або частковій заміні внутрішніх конструктивних елементів та інженерного обладнання.

As the title implies the article describes the problems of territory historical block in Lutsk, the approaches and methods of their realization have been selected. The main principles of reconstruction which were formulated in 1976 in "UNESCO Recommendations of conservation and the modern role of historical ensembles» were described. The components of volumetric spacious structure of historical city and modern approaches to reconstruction of historical cities were analysed. One of the most important technical tasks of reconstruction is city's environment enhancement and leading the historical building to sanitary condition, that satisfies the modern requirements. The method of buried reconstruction which provides the saving of historical aspects of objects by absolutely or partial substitution of interior constructive elements and plumbing installation was considered.

Ключові слова: реконструкція історичних міст, історичні ансамблі, фізичний знос будівель, історична забудова.

Key words: reconstruction of historic cities, historical ensembles, physical destruction of buildings, historical building.

За сучасним термінологічним визначенням, історичні міста пов'язані з охороною історико-культурної спадщини, оскільки вони уособлюють цінності, притаманні традиційним міським цивілізаціям, і зберегли впродовж віків неповторне обличчя, традиційну планувальну структуру, відповідне культурне, історичне й архітектурне середовище [2, 4].

Поняття «історичне місто» вперше з'явилося в ухваленій 1987 року Міжнародною радою з питань пам'яток і визначних місць (КОМОС) Вашингтонській Міжнародній хартії про охорону історичних міст [7]. Вона доповнює Венеціанську Міжнародну хартію з охорони й реставрації нерухомих пам'яток і визначних місць, прийняту 1964 року. У цій же хартії зазначено, що цінність, яка підлягає охороні, – це історичний характер міста та сукупність матеріальних і духовних складових, які виражають його образ у планувальній структурі. Тобто, фактично пріоритетним виділено містобудівний аспект у дослідженні культурної спадщини. Однак, також зазначено, що збереження історичних міст і їх кварталів передбачає постійне утримання окремих споруд у належному стані. А окремі споруди – це є архітектурні об'єкти культурної спадщини, тобто, підкреслено архітектурний аспект [2,7].

Луцьк – одне із найдревніших міст України. Першу згадку про Луцьк знаходимо під 1085 роком в Іпатіївському літописі, коли місто опинилося в центрі міжусобної боротьби нащадків Ярослава Мудрого. У рамках нашого дослідження є удосконалення обраного історичного кварталу де знаходяться житлові будинки, кілька підприємств, офісних центрів, дитячий садочок, Волинська облспоживспілка, кафедра мистецтв Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки, гуртожиток, Волинське Об'єднання Церков Євангельських Християн-баптистів, територіальний центр соціального обслуговування, різні кафе та інше. На території також знаходиться чимала кількість пам'яток архітектури як місцевого так і національного значення, і більшість з яких потребує покращення свого зовнішнього вигляду. Тому предметом нашого дослідження є реконструкція та благоустрій історичного кварталу обмеженого вулицями Данила Галицького і Ковельською у м. Луцьку.

На сьогоднішній день значення таких досліджень та потреба у них значно зростає у зв'язку з необхідністю збереження історично успадкованих рис просторового середовища у процесі його сучасних перетворень. Сучасним історико-містобудівним дослідженням присвячені роботи В. Горбика, Р. Бондаренко, В. Вечерського, К. Поливач, Я. Верменич та ін [1, 3, 4, 5, 6, 8].

Метою роботи є створення комфортного середовища, покращення зовнішнього вигляду окремих цінних споруд і цим самим привернути увагу ще більшій кількості туристів.

**Виклад основного матеріалу.** На першому етапі своєї роботи ми засвоїли принципи підходу до вивчення історичної забудови міста з позицій системного аналізу взаємозв'язків його елементів на всіх містобудівних рівнях міста, ансамблю, будинку, навчилися визначати закономірності розвитку просторових співвідношень об'ємів та мас, особливостей художніх форм ансамблів і комплексів історичного міста, зрозуміли сутність системи місторегуючих та охоронних заходів як історично обумовленої категорії, що органічно витікає з самої задачі гармонійного розвитку архітектурного вигляду історичного міста, як цілісної художньої форми.

В основу сучасного збереження і реконструкції історичної забудови міст положено принципи, сформульовані в 1976 році в «Рекомендаціях ЮНЕСКО про збереження і сучасну роль історичних ансамблів»:

- зберігати історичні ансамблі від збитків, пов'язаних з неправильним використанням, непотрібними або позбавленими смаку перебудовами, що наносять шкоду їх самобутності;
- проводити відновлювальні роботи тільки на науковій основі;
- зберігати гармонію, обумовлену наявністю зв'язків чи контрастів між різними елементами, що складають ансамбль і надають кожному з них свій особливий характер;
- обережно вести нову крупномасштабну забудову зі збереженням загальних панорам, пам'ятників та історичних ансамблів і оточуючого їх довкілля;
- спрямовувати національну, регіональну та місцеву політику на збереження історичних ансамблів та пристосування їх до вимог сучасного життя;

- в історичних ансамблях, що складаються з елементів різних історичних періодів, роботи по збереженню, реставрації і реконструкції вести з урахуванням усіх цих періодів;

- регламентувати і контролювати нове будівництво з ціллю забезпечення гармонійного включення його в просторову структуру і атмосферу історичного ансамблю.

Основна проблема з якою ми зіштовхнулися в процесі досліджень— це фізичний знос будівель, мається на увазі поступова часткова або повна втрата будівлею або його елементом з плином часу початкових якостей в результаті впливу природно-кліматичних факторів та життєдіяльності людини, тобто погіршення експлуатаційних властивостей і зниження вартості.

Першим кроком у розв'язанні даної проблеми є визначення споруд, які потребують особливого захисту, та, охорона яких здійснюється в певних умовах, і споруд, знесення яких допускається лише у виняткових випадках. То ж більшу увагу ми приділили благоустрою Хрестовоздвиженської церкви, і реконструкції Монастиря Василянів (Музей історії Луцького братства) (рис. 1, 2).

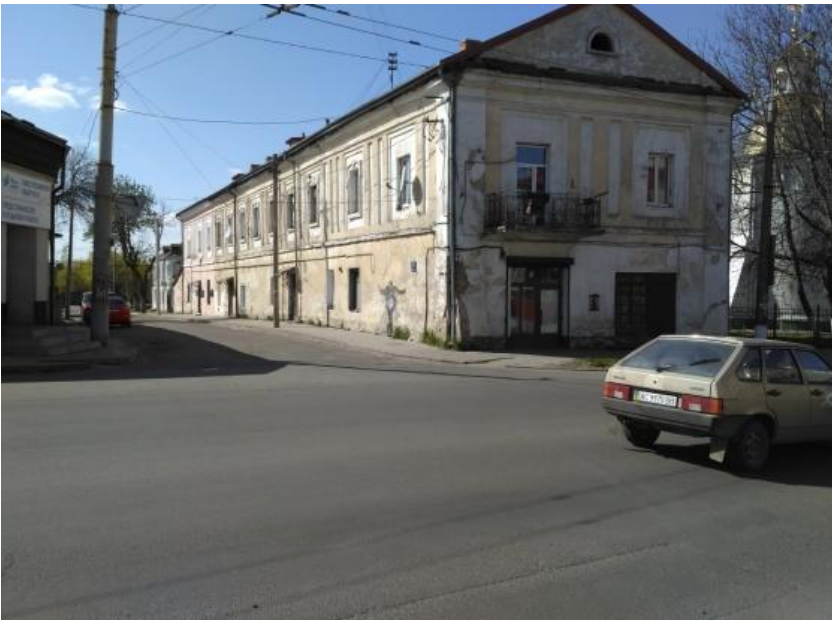


Рис. 1. Монастир Василянів (Музей історії Луцького братства)



Рис. 2. Хрестовоздвиженська церква

Об'ємно-просторова структура історичного міста представляє собою єдність складових – природного ландшафту, планувальної схеми, системи головних об'ємних та вертикальних домінант, архітектурних якостей основних будівель і комплексів, а також масової рядової забудови. Сукупність цих складових визначає як зовнішній, так і внутрішній вигляд поселення. Внутрішня організація комплексу міських ансамблів має особливо важливе значення внаслідок того, що більшість населення сприймає місто шляхом повсякденного спілкування з його архітектурним середовищем, в результаті накопичуючи враження і створюючи в своїй пам'яті відповідний образ.

Сучасний підхід до реконструкції історичних міст полягає в розгляді пам'яток архітектури в місті як цілісної системи, яка вступає в активну взаємодію з його сучасною структурною. Домінуючі та емоційно виразні історичні елементи не можуть виконувати лише роль музейних експонатів. Вони повинні бути активними містобудівними компонентами, що формують середовище, а іноді і підпорядковують композиційно сучасні

архітектурні компоненти. Питання збереження та оновлення історичного міського середовища повинні вирішуватись комплексно. Щоб зберегти історичне міське середовище, необхідно зробити його по-справжньому життєздатним. Потрібно не тільки підтримувати його, а й постійно оновлювати. Це єдиний процес, що включає і реставрацію, і ремонт, і благоустрій, і нове будівництво.

В даній культурно-рекреаційній зоні доцільно використовувати методи прихованої реконструкції – перетворення і функціонального насичення внутрішніх міських територій (дворів, пустирів тощо) зі збереженням вигляду історично сформованого середовища вулиць і майданів.

Однією з головних інженерно-технічних задач при реконструкції є оздоровлення міського середовища і приведення історичної забудови в санітарний стан, що відповідає сучасним вимогам. Одним з необхідних прийомів повинна бути санація території. Цей прийом дозволяє шляхом розчистки, знесення ветхих, малоцінних, допоміжних будівель привести історичне архітектурне середовище до достатньо комфортного санітарного становища.

Однак сучасний стан інженерної інфраструктури та екологічні якості територій історичної забудови не дозволяють обмежитись проведенням санації.

Тому при обов'язковому збереженні автентичності пам'яток архітектури рядова історична забудова в ряді випадків може бути модернізована методом замаскованої реконструкції. Цей метод передбачає збереження зовнішніх стін (а відповідно і декору фасадів) при повній або частковій заміні внутрішніх конструктивних елементів та інженерного обладнання.

Замаскована реконструкція будівель забезпечує:

- повне збереження вигляду та автентичності зовнішньої частини будівель;
- забезпечення подальшого існування і повноцінного функціонування будівлі при збереженні історичного середовища міста;
- можливість корінного перепланування, що забезпечує нову функцію будівлі;
- сучасний рівень комфортності внутрішнього середовища будівлі.



Обрана нами територія містить в собі чималу кількість пам'яток архітектури як місцевого так і національного значення. До пам'яток архітектури національного значення відносяться Церква Покрови Пресвятої Богородиці XV ст., Хрестовоздвиженська церква 1619-1887 рр., Монастир Василиан 1647 р., а до місцевого значення Лютеранська кірха XIX ст., житловий будинок по вул. Д.Галицького 5, поч. XX ст., житловий будинок по вул. Д.Галицького, 12, I пол. XIX ст., житловий будинок по вул. Д.Галицького, 20, кін. XIX - поч. XX ст., житловий будинок (мур.) по вул. Д.Галицького, 22, I пол. XX ст. На даний час більшість з цих об'єктів потребує покращення свого зовнішнього вигляду саме методом замаскованої реконструкції.

1. Бондаренко Р.І. Комплексний характер пам'яток архітектури та містобудування за матеріалами Зводу пам'яток історії та культури України // Праці Центру пам'яткознавства: Зб. наук. пр. – 2009. – Вип. 15. – С. 48-62.

2. Верешко О.В. Дослідження містобудівного розвитку історичних населених пунктів/ О.В. Верешко // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2017.– Вип. 63. – С. 60-65.

3. Верменич Я.В. Історичне місто // Енциклопедія історії України. – Т. 3. Е-Й. – К., 2005. – С. 573–574.

4. Вечерський В.В. Спадщина містобудування України: Теорія і практика історико-містобудівних пам'яткоохоронних досліджень населених місць.– К.: НДІТІАМ, 2003. – 560 с.

5. Горбик В. О., Кот С. І. До питання про висвітлення історичних міст і сіл у «Зводі пам'яток історії та культури» // Дослідження історії малих та середніх міст України в контексті дальшого розвитку історичного краєзнавства. – Чернігів, 1990. – С. 53–62.

6. Історія української архітектури (Ю.С. Асеев, В.В. Вечерский, О.М. Годованюк та ін.) за ред. В.І. Тимофеєнка. - К.: Техника, 2003, - 471 с.

7. Охорона культурної спадщини. Збірник міжнародних документів. – К., 2002. – С. 75–77.

УДК 699.8

**ТЕХНОЛОГІЯ ІНФРАЧЕРВОНОГО РЕМОНТУ  
АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ**

**REPAIR OF TECHNOLOGY GRILL ASPHALT PAVEMENT**

**Шимчук О.П., к.т.н., доц., Андрійчук О.В., к.т.н., доц., ГХОМА  
Муса, Ящук Ю.Ф. (Луцький НТУ, м. Луцьк)**

**Shymchuk O.P., Ph.D., associate professor, Andriichuk O.V., Ph.D.,  
associate professor, GHOMA Musa, Yashchuk Y.F. (Lutsk NTU, m. Lutsk)**

У статті розглянуті останні дослідження у галузі ремонту асфальтобетонного покриття, а саме опис інфрачервоного методу при ремонті асфальтобетону та його переваги над традиційними методами, що застосовуються при ремонті автомобільних доріг з нежорстким дорожнім одягом.

The article describes the latest research in the field of repair asphalt covering, such as a description of the method of infrared asphalt in the repair and its advantages over conventional methods used in road repair with non rigid pavements. The essence of infrared asphalt repair is that the heating of the asphalt road surface is within, as a result of accelerated molecular motion of matter, and not due to a direct effect on the upper layers of the gradual penetration of heat inside the material, the regeneration of the existing asphalt and its reuse. By using infrared heat is no open flame, does not lead to burnout bitumen. This method eliminates the costly milling and related the whole complex of works, solves the problem of repairs around manholes.

Ключові слова: інфрачервоний метод, нагрівання, регенерація, інфрачервонне випромінювання.

Keywords: infrared method of heating, regeneration, infrared radiation.

Проблема пошуку нових способів і технологій асфальтування та ремонту дорожнього покриття, а також продовження його

терміну служби донині зберігає свою актуальність і є одним з головних завдань, що стоять перед фахівцями дорожньо-будівельної сфери. Результати цього пошуку періодично з'являються на ринку будівельних послуг, який постійно поповнюється новими технологіями і матеріалами, які дозволяють вирішувати старі проблеми новими методами.

У всі часи, основними умовами успіху та розвитку тих чи інших будівельних технологій, у тому числі асфальтування та ремонту доріг були ефективність, економічність, скорочення часу на проведення робіт. Таким чином, одні технології завойовують успіх і визнання, інші ж виявляються або занадто дорогими для кінцевого споживача, або попросту малоєфективними і тому забуваються і зникають з ринку так же стрімко як і з'явилися.

Однією з відносно нових на даний момент дорожньо-будівельних технологій, яка встигла вже привернути увагу фахівців дорожнього господарства є технологія інфрачервоного ремонту асфальтобетону.

Як показали останні дослідження, технологія інфрачервоного ремонту асфальтобетону є суттєвим відкриттям в галузі дорожнього будівництва та ремонту автодоріг. Лабораторні та практичні дослідження показали, що даний метод має ряд переваг над традиційними методами ремонту автомобільних доріг. Останні публікації показали, що під час інфрачервоного нагріву асфальтобетон починає переходити з твердого стану в пластичний, проте не було враховано те, що відбудеться з асфальтобетоном, якщо посилити спектр інфрачервоних випромінювань, і що буде відбуватись, якщо нагрівати асфальтобетон з різними марками в'язучого матеріалу. Якщо ми збільшимо інтенсивність інфрачервоного світла то нагрів асфальтобетону буде проходити набагато швидше. Проте тут не потрібно перестаратись, адже можна пропалити асфальтобетон і він стане не придатним до подальшої експлуатації. Збільшену інтенсивність інфрачервоних випромінювань потрібно спеціально підбирати для кожного виду асфальтобетону в залежності від марки в'язучого матеріалу та типу і кількості добавок. Дослідження показали, що асфальтобетон з маркою бітуму БНД40/60 нагрівається повільніше, ніж бітум марки БНД60/90 чи БНД90/130. Тому, щоб пришвидшити час нагрівання асфальтобетону і переходу його в пластичний стан спектр

інфрачервоного випромінювання буде більшим для нижчих марок бітуму і меншим для вищих.

Метою роботи було застосування інфрачервоного методу ремонту асфальтобетону в дорожньому будівництві, показати його переваги над іншими методами ремонту асфальту, висвітлити економічні та часові переваги даного методу, довести, що застосування технології інфрачервоного прогріву усуває більшість недоліків присутніх при технологічних процесах ремонту асфальтобетону, що використовуються на сьогоднішній день.

Як видно з назви, інфрачервоний метод ремонту асфальтобетону заснований на використанні енергії інфрачервоного випромінювання, яке займає спектральну область між червоним кінцем видимого світла і мікрохвильовим випромінюванням, і лежить за межами людського зору.

Суть інфрачервоного ремонту асфальту полягає в тому, що нагрівання асфальтованої дорожньої поверхні відбувається зсередини, як результат прискороного руху молекул речовини (асфальту), а не за рахунок прямого впливу на верхні шари з поступовим проникненням тепла в середину матеріалу, регенерація існуючого асфальту і його повторне використання. При використанні інфрачервоного нагріву відсутнє відкрите полум'я, що не приводить до вигорання бітуму.

Поряд з інноваційним характером даної розробки, основним призначенням якої є усунення різних дефектів дорожнього покриття, ця технологія позиціонується в якості швидкого, економічного й ефективного способу проведення ямкового ремонту доріг протягом всього року, незалежно від температури навколишнього середовища.

Крім усього іншого, застосування даної технології знімає ряд проблем, що мають місце при ремонті традиційним способом. Саме тому є сенс розглянути суть і технічні особливості даної технології відновлення асфальтобетонного покриття.

Слід також зазначити, що для нагріву дефектної області затрачається менше енергії, ніж при традиційному способі. Для більш доступного розуміння даної технології, допустимо провести аналогію з принципом роботи мікрохвильової печі: продукт нагрівається швидко, але при цьому не пригорає. Використання процесу інфрачервоного ремонту за якістю порівнюється з капітальним ремонтом (без урахування проблем з основою).

Застосування даного методу позбавляє від дорогого фрезерування (безумовно, економічний ефект) і пов'язаного з ним цілого комплексу робіт, вирішує проблеми ремонту навколо люків.

Одним з мінусів даного методу є слабе зчеплення різних верств асфальту (нового і старого), внаслідок різниці температур дорожньої основи та укладання суміші, що через деякий період часу знову призводить до руйнування дорожнього покриття.

Послідовність операцій при здійсненні інфрачервоного ремонту асфальту:

- очищення поверхні від сміття і вологи;
- установка і включення інфрачервоного випромінювача над ремонтною ділянкою;
- розпушування ручними засобами розігрітого асфальту;
- додавання невеликої кількості нової асфальтобетонної суміші;
- вирівнювання і ущільнення асфальтованої поверхні.



Рис. 1. Очищення ділянки від сміття і стоячої води

Встановлюємо нагрівач над місцем ремонту на 5–8 хв. (в залежності від типу асфальтобетону і сезону).



Рис. 2. Установка нагрівача

За допомогою граблів розпушуємо розігріту поверхню, додаємо необхідну кількість свіжого матеріалу (це може бути, як і вторинний використаний асфальт, так і новий).



Рис. 3. Усунення дефектів покриття

При ремонті асфальтованого покриття звичайним способом, з використанням нагріву поверхні, досить часто відбувається перегрів матеріалу, що в свою чергу знижує його фізико-механічні показники і призводить до подальшого руйнування. Інфрачервона технологія дозволяє нагрівати асфальт зсередини, уникаючи тим самим перегрівання і пошкодження зовнішніх шарів покриття, дозволяючи при цьому перевести асфальтобетонне покриття в більш пластичний стан для подальшої обробки.

Отже, згідно результатам експериментальних досліджень та польових спостережень, у разі застосування технології інфрачервоного ремонту, скорочується кількість необхідних операцій. Але головним плюсом даного методу є те, що в результаті впливу випромінювача, нагрівається не тільки проблемна ділянку але й сусідні області, що дозволяє уникнути холодних з'єднань різних верств асфальту, а тому проблема швидкого руйнування відремонтованої ділянки теж зникає. До всього іншого, слід також додати економічність даної технології (до 20%) у порівнянні з традиційним способом, відсутність швів і зняття обмежень на сезонність асфальтування і дорожніх робіт.

1. Шимчук О.П. Технологія приготування холодних органо-мінеральних сумішей для цілорічного ямкового ремонту асфальтобетонних покриттів /О.П. Шимчук// НАУКОВІ НОТАТКИ. Міжвузівський збірник (за галузями знань «Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»). Випуск 45. Луцьк. – 2014. – с. 578-581.

2. Енир. Збірник Е20. У2. Ремонтно-будівельні роботи. Автомобільні дороги і штучні спорудження. М: Стройиздат, 1984 р.

3. Заворицкий В.И. Справочник по проектированию Дорожных одеж. — К.: Будівельник, 1983. — 104 с.

4. Типовые конструкции дорожных одежд городских дорог. М., 1984. Типовые проектные решения 503-0-11. Дорожные одежды автомобильных дорог общей сети СССР./Союздорпроект. — Новосибирск, 1976. — 110с.

УДК 69.034.2

## **ОСНОВНІ ПРИОРИТЕТИ БУДІВНИЦТВА ПЛАВАЮЧИХ БУДІВЕЛЬ**

### **BASIC PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF FLOOR BUILDINGS**

**Шолом В.В., магістр, Пахолюк О.А., к.т.н., доц., Ротко С. В., к.т.н., доц. (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)**

**Sholom V., master, Pakholyk O., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, master Rotko S., Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

Зроблено огляд та визначено переваги будівництва плаваючих будівель і споруд на водоймах на густонаселених територіях, а також у районах із можливим підтопленням.

Exhaustion of construction sites leads to significant economic costs for the state, high levels of noise leads to the fact that people want to live in cozy places, as well as frequent flooding of the territories, forcing them to look for ways to solve these problems. Now there is a whole direction in the construction, which deals with the construction of houses on the water, which are completely suitable for living. In many European countries, at this time, having a house on a lake or river is not only original, but also prestigious. A review was carried out and the advantages of building floating buildings and structures in reservoirs in densely populated areas and in areas with possible flooding were determined.

Ключові слова: плаваюча будівля, плаваюча урбанізація, понтони, плаваюча конструкція.

Keywords: floating building, floating urbanization, pontoons, floating construction.

Розширення міст і мегаполісів призводить до швидкого вичерпання місць для будівництва будівель і споруд. У прибережних і припортових містах розширення міста відходить все далі від основних економічних споруд, а це призводить до



додаткових затрат часу на доїзди до місця роботи, а також ущільнення території забудови. Також велика кількість людей втомилась від постійного міського шуму та шукають місця, де б вони могли не тільки у вихідний день провести час у тиші та спокої, але й жити у повній гармонії з природою.

Ще один із пріоритетів даного дослідження: із глобальним потеплінням підвищується світовий рівень океану, що призведе до затоплення значних територій, які знаходяться майже на рівні лінії поверхневих вод.

**Досвід різних країн.** За прогнозом Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК) рівень моря може піднятися на 59 см до 2100 року. Ця теза видається консервативною, так як вона не враховує спонсорованого NASA дослідження, опублікованого в цьому місяці, що свідчить про те, що крига навколо Гренландії та Антарктиди тоне прискореними темпами. Для боротьби з цими загрозами, архітектори та конструктори запроєктували плаваючі острови і навіть міста на воді. Голландці є лідерами у цій галузі. У місті Маасбомель будівельними групами Вермеєра було побудовано 50 плаваючих будинків, які можуть підніматися на 5,5 м від попереднього проектного положення при повені, залишаючись сухими всередині. Компанія працює над кількома проектами для клієнтів як у самій країні, так і за кордоном для того, щоб розробити сотні нових типів плаваючих будинків, які частково занурені у воду і запроєктовані з бетону і пінополістиролу (EPS), який захищає від низьких температур води [2].

Голландські архітектори створили проекти міст на воді у своїй країні, а розробник голландських доків ініціював створення п'яти плавучих островів для уряду Мальдівських островів до 2018 року. Проект вартістю 500 мільйонів доларів включає в себе поля для гольфу у формі зірки, плаваючі конференц-центри. У порту Роттердама Вермеєр і співробітник голландської компанії Flex Base побудували плавучий павільйон. Його дизайнери розглядають цей об'єкт як авангард для більш амбітних проектів. Проектна фірма DeltaSync планує створити плаваючі міста в гаванях, а також на відкритих ділянках моря. Роефен, креативний директор фірми DeltaSync, вважає, що плаваюча урбанізація може забезпечити більше міського простору в цих густонаселених районах, на безпечній і стійкій основі. Водночас, Йохан ван дер Пол, заступник директора дослідницького підрозділу Dura Vermeer's висловлює

переконавання у тому, що, оскільки половина території Нідерландів лежить нижче рівня моря, архітектори повинні швидко розробити проекти щодо вирішення цієї проблеми. Однак не тільки вода, але й свідомий голландський уряд має змінити свої підходи, і рішення архітекторів повинні бути реалізовані [2].



Рис. 1. Плавучі будинки у Нідерландах

Британський архітектор Піппа Ніссен пропонує рішення щодо негативного сприйняття життя на воді – побудувати непроникний для води дім на землі. Його студія створила дизайн будинку, який здатен протистояти повеням. Це двоповерховий будинок, який дозволив би людям продовжити проживання там під час повені. Під час повені вода на проникне на рівень першого поверху, оскільки водонепроникний перший поверх підніметься на певну висоту над рівнем води. У кухні, ванні та вітальні на верхньому поверсі, де розташовані автономні комунальні системи, у тому числі генератор електрики та ємності для зберігання води, будуть продовжувати функціонувати в автономному режимі. На думку Ніссена, будинок повинен розташовуватись на землі, оскільки люди вважають це за кращий варіант, ніж плавучий будинок або будинок на палях, який, на їхню думку, є дещо дивним. Проектувальники Нью-Йорка зосереджені на створенні заходів захисту щодо затоплення будівель і споруд. Будівельні норми, оновлені в 2009 році, вимагають від розробників нових будівель передбачення заходів щодо ризиків повеней, побудови

функціональної частини будівлі до 1 м вище максимального рівня води, помістивши їх на палях, піднімаючи нижні поверхи або створення простору, де вода може текти. Будівлі, які спроектовані, щоб впоратися з повінню у Нью-Йорку, включають Перл-Стріт 201, Манхеттен, Голд Стріт, спроектовані архітекторами Авінаш і Малхотра. Особливості протипаводкових систем включають у себе товсті стіни та щити, розташовані внизу в зовнішній частині дверей, щоб зупинити воду біля входу в будівлю. Заходи щодо запобігання повеней є дорогими і тому у Нью-Йорку, як і у всіх інших містах, підприємці та жителі будуть більше платити за магазини, офіси та квартири в найближчі роки, щоб забезпечити відповідний захист установ [2].

*Типи несучих конструкцій будівель на воді.* Будівництво житла на воді у багатьох країнах здійснюється давно. Колись для цих цілей використовували баржі, старі судна та інші плаваючі об'єкти. Зараз існує цілий напрямок у будівництві, де займаються спорудженням будинків на воді, які повністю придатні для проживання. У багатьох європейських країнах на даний час мати будиночок на озері або річці не тільки оригінально, але й престижно. Багато людей спеціально вибирають такий варіант житла.



Рис. 2. Проект плавучого будинку, створений німецькими архітекторами Lausitz Resort

Зручність, відносно недороге будівництво, стійкість, мобільність, можливість з'єднання декількох будинків у єдине плавуче селище, зробили будівництво будинків на воді привабливою ідеєю не лише для любителів відпочинку та життя на природі, але й для туристичних компаній, які здають такі будинки в оренду мандрівникам, рибалкам та мисливцям [3].

Існує декілька технологій, які дозволяють побудувати будинки на воді.

Використання *баржі* в якості житла, з одного боку, може виявитися дуже зручним, але з переобладнанням і внутрішнім оздобленням може виникнути багато клопоту. Простіше, звичайно, замовити на верфі нову баржу, яка одразу буде відповідати вимогам клієнта, але частіше для цих цілей викуповують старі. Крім переобладнання, треба обов'язково один раз у 2 роки проводити профілактику днища та очищення від іржі, а для цього необхідно піднімати баржу на берег. Тут є ще один момент: баржа, нехай і переобладнана під житловий будинок, не може вільно переміщатися або зупинятися де завгодно. Для стоянок таких плаваючих будинків відводяться спеціальні ділянки. Такі будинки поширені головним чином у Європі та США [3].

Технологія будівництва будинків на воді з використанням *понтонів* з'явилася не так давно. Заснована вона на застосуванні спеціальних понтонів, які об'єднуються між собою в єдину плавучу платформу. Ця платформа і утримує на воді будинок. Залежно від матеріалу понтони бувають залізобетонними, пластмасовими, металевими.

*Залізобетонні понтони* складаються з коробки у вигляді паралелепіпеда, стінки якого виготовлені із залізобетону, а порожнечі заповнюються легкими теплоізолюючими матеріалами, наприклад, пінополістиролом. Незважаючи на досить значну вагу (а деякі плаваючі будинки можуть бути дуже великими та розрахованими на кілька десятків осіб), конструкція має гарну стійкість і володіє властивостями судна, яке добре тримається на плаву і не тоне [4].

*Понтони із пластмаси* використовуються для розміщення на них відносно легких конструкцій і споруд. Реалізуються у різних варіантах. З'єднуються між собою за допомогою спеціальних кріплень.

Однією із переваг даного виду понтонів є легкий монтаж і демонтаж, що дозволяє транспортувати понтон у потрібне місце.

Вони також виготовляються із пластмасових труб, які можуть бути як цілісною конструкцією, так і розбірною. Діаметр труб може бути різним: від 30см до 1м, а довжина – до 12м. Навантаження на дані понтони може сягати до 12 тон. У сучасному будівництві вони вкрай рідко використовуються, оскільки дуже важко виготовити абсолютно герметичні труби такого діаметра, а в кінцевому результаті – плаваючу основу, не порушуючи герметизації даного каркасу [4].



Рис. 3. Залізобетонні понтони, з'єднані між собою



Рис. 4. Пластмасові понтонні модулі

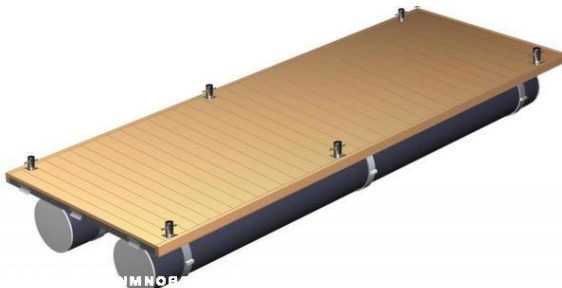


Рис. 5. Понтон-платформа із пластмасових труб

*Металеві понтони* виготовляють способом зварювання металевої пустотної конструкції, яку заповнюють спеціальними матеріалами, утворюючи таким чином плавучу конструкцію [4].



Рис. 6. Будівля на металевому понтоні

Отже, проектування та будівництво плаваючих будівель і споруд є актуальною темою на даний час, що поступово розвивається, запроваджуючи нові технології як у проектуванні, так і у будівництві. Будівлі та споруди такого типу дадуть можливість створення нової концепції в архітектурі, конструюванні та в інших галузях будівництва.

1. Алікс Крюгер. Голландський піонер плаваючою еко-будинку. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/6405359.stm>

2. Річард Варрен. Залишаючись над водою. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.ft.com/content/d19fc006-501d-11e0-9ad100144feab49a#axzz1c4b8dEUi>

3. Будинки на воді: світовий і вітчизняний досвід. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.cre8tivez.org/nedvijimost/budinki-na-vodi-svitovij-i-vitchiznyanij-dosvid/>

4. Понтони своїми руками [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.xn-%2D-%2D-8kcg4aacboreodxjfen5a.xn-%2Dp1ai/izgotavlivaem-pontonyi-svoimi-rukami.>

УДК 528.31/48

**МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ  
СПЕЦІАЛЬНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ ПРИ  
СПОСТЕРЕЖЕННЯХ ЗА ІНЖЕНЕРНИМИ СПОРУДАМИ**

**THE METHODOLOGY OF SPECIAL GEODETIC NETWORKS  
STABILITY STUDY FOR OBSERVATION OF ENGINEERING  
STRUCTURES**

**Шостак А.В., д.т.н., доцент (СНУ ім. Л.Українки, м. Луцьк),  
Мельник О.В., к.т.н., доцент (СНУ ім. Л.Українки, м. Луцьк),  
Мельник Ю.А. к.т.н., доцент (Луцький НТУ, м. Луцьк), Боб А.Ю.  
(СНУ ім. Л.Українки, м. Луцьк, Магістр)**

**Shostak A.V. Doctor of Technical Sciences, Docent (Lesya Ukrainka  
Eastern European National University, Lutsk), Melnyk O.V. Candidate of  
Technical Sciences (PhD), Docent (Lesya Ukrainka Eastern European  
National University, Lutsk), Melnyk Y.A. Candidate of Technical Sciences  
(PhD) (Lutsk National Technical University, Lutsk), Bob A.Y. (Lesya  
Ukrainka Eastern European National University, Lutsk, Master student)**

В статті розглядається питання оцінки стабільності планових геодезичних мереж при спостереженнях за гідротехнічними спорудами. В основу запропованої методики покладено аналіз деформації геометрії мережі схожий на аналіз деформації у твердому тілі, яка визначається через розширення, поворот і нахил.

The evaluation of the stability of planned geodetic networks during observations of hydraulic engineering structures is considered. The basis of the proposed methodology on the analysis of the geometry of deformation network is similar to the analysis of deformation in a solid, which is determined by the extension, rotation and skewing. The proposed alternative approach to studying and analyzing the reliability and stability of planned geodetic networks allowed to obtain quite representative results that correlate well with the results of classical GNSS observations, which testifies to the expediency of their use and allows obtaining operational information about the studied deformation processes.

Ключові слова: планові геодезичні мережі, стабільність мережі, вектори зсувів, стійкість до масштабу, диференціальне обертання, скалярна деформація.

Keywords: planned geodetic networks, network stability, vector of landslides, stability to scale, differential rotation, scalar deformation.

Грунтові греблі за рівнем складності розвитку в них деформаційних процесів та ступенем аварійності мають у декілька разів вищий порядок, ніж будь-яка гідротехнічна споруда іншого типу. Для надійної оцінки просторово-часового стану таких об'єктів необхідно виконувати комплексні режимні геодезичні спостереження. На основі таких даних оцінюються різні параметри і явища, що спричиняють процеси деформацій, в тому числі і аварійних. Проте, окрім комплексних спостережень, важливими є питання швидкої оцінки загального стану мережі, особливо якщо це мережа спеціального призначення. В статті розглядається питання оперативного визначення ступеня стабільності планової геодезичної мережі призначеної для спостережень за деформаційними процесами ґрунтової греблі.

Питання оцінки стабільності геодезичних мереж неодноразово піднімалось в різного роду літературі [1,2,3,4] і ґрунтуються, в основному, на контролі окремих вихідних пунктів. Проте, питання одержання оперативної інформації про стан мереж спеціального призначення, які застосовуються для контролю за гідротехнічними об'єктами, особливо в періоди зміни гідрологічного стану, мало вивчені.

Щоб мати можливість визначити ступінь стабільності геодезичної мережі, необхідно дослідити ступінь деформації, якої зазнає мережа. Одним з найпростіших способів для опису ступеня деформації є визначення індивідуальних зсувів кожної із точок, з яких складається мережа. Відомо, що при вирівнюванні геодезичних мереж, можна записати існуючий вираз [5]:

$$\hat{X} = X^{(0)} + \delta\hat{X} = (A^T P A)^{-1} A^T P [l - F(X^{(0)})], \quad (1)$$

де  $\hat{X}$  — вектор шуканих невідомих;  $X^{(0)}$  — вектор початкових значень кожного з параметрів, що потрібно визначити;  $\delta\hat{X}$  — вектор поправок наближених значень;  $A$  — матриця коефіцієнтів



параметричних рівнянь поправок;  $P$  - вагова матриця;  $[(I - F(X^{(0)}))]$  — вектор-стовпець вільних членів рівнянь поправок.

Різниця у визначенні параметрів, не беручи до уваги мінімально виявлені помилки, може бути записана як

$$\delta = \hat{X} - \hat{X}^{(k)}. \quad (2)$$

Звідси отримаємо значення  $\hat{X}^{(k)}$  яке може бути виражене як функція мінімально визначених помилок  $\delta_{\min}^{(k)}$  (внутрішня надійність). Так, враховуючи (1), маємо

$$\begin{aligned} \hat{X}^{(k)} &= N^{-1} A^T P (L - \delta_{\min}^k); \\ \hat{X}^{(k)} &= N^{-1} A^T P L - N^{-1} A^T P \delta_{\min}^k; \\ \hat{X}^{(k)} &= \hat{X} - N^{-1} A^T P \delta_{\min}^k. \end{aligned} \quad (3)$$

Підставляючи (3) в (2), отримаємо визначення зовнішньої надійності для вимірів за допомогою супутникової GNSS-технології [6,7]:

$$\begin{aligned} \delta &= \hat{X} - \hat{X}^{(k)}; \\ \delta &= \hat{X} - \hat{X}^{(k)} = N^{-1} A^T P \delta_{\min}^k. \end{aligned} \quad (4)$$

Аналіз концепції деформації в геометрії мережі схожий на аналіз деформації у твердому тілі, яка визначається як відношення або пропорція зміни (градієнта) зсуву об'єкта щодо свого положення.

Припустимо, що точка мережі  $P_i$  має горизонтальний зсув, виражений в термінах внутрішньої надійності через наступний вектор  $\Delta X_i$ :

$$\Delta X_i = \begin{bmatrix} \Delta x_i \\ \Delta y_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_i \\ v_i \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Необхідно відзначити, що стійкість розглядається тільки в горизонтальній системі, тим самим для GNSS вимірів необхідно трансформувати вектор зсувів (4) із просторової в горизонтальну систему, використовуючи матрицю повороту, що задається як

$$R = \begin{bmatrix} -\sin \varphi \cos \lambda & -\sin \varphi \sin \lambda & \cos \varphi \\ -\sin \lambda & \cos \lambda & 0 \\ \cos \varphi \cos \lambda & \cos \varphi \sin \lambda & \sin \varphi \end{bmatrix}. \quad (6)$$

де  $\varphi, \lambda$  — геодезичні координати, визначені на досліджуваній ділянці. Ця матриця переводить вплив мінімально отриманих помилок для вимірів GNSS із просторової в локальну систему. Тим самим шуканий вектор зсувів являє собою

$$R\delta = R[\hat{X} - \hat{X}^{(k)}];$$

$$R\delta = R[N^{-1}A^T PH_K \delta_{\min}^k]. \quad (7)$$

Вводячи визначення матриці зсувів  $E$ , як тензора градієнта стосовно його початкового положення, можна визначити матрицю, що складається із чотирьох лінійних зсувів як [8,9]:

$$E_i = \text{grad}(\Delta X_i) = \begin{bmatrix} \partial u_i / \partial x & \partial u_i / \partial y \\ \partial v_i / \partial x & \partial v_i / \partial y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_{ux} & e_{uy} \\ e_{vx} & e_{vy} \end{bmatrix}, \quad (8)$$

де  $\Delta X_i$  — вектор зсувів точки  $P_i$ ;  $E_i$  — матриця деформацій у точці  $P_i$ .

У точці  $P_i$  проводиться визначення чотирьох похідних. Матриця деформацій  $E_i$  може бути представлена у вигляді симетричної  $S$  і антисиметричної  $A$  частин. Симетрична частина відповідає за розширення і стиск мережі, а також за зсув, тоді як антисиметрична частина описує поворот точки  $\omega$ , яка і цікавить нас :

$$E_i = S + A, \quad (9)$$

Градієнт локального зсуву оцінюється незалежно для кожної координати. Для аналізу стійкості необхідно встановити, що для кожної з аналізованих точок  $P_i$  існують, принаймні, дві сусідні точки  $P_j$ , а в протилежному випадку аналіз не є повним (закінченим).

Матриці деформацій (8) можуть визначатися різними способами незалежно для кожної точки інтересу. Пропонується застосовувати метод прямого знаходження частинних похідних зсувів, отриманих з вектора (5).

$$S = \begin{bmatrix} \partial u_i / \partial x & \frac{1}{2} (\partial u_i / \partial y + \partial v_i / \partial x) \\ \frac{1}{2} (\partial u_i / \partial y + \partial v_i / \partial x) & \partial v_i / \partial y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{xx} & \varepsilon_{xy} \\ \varepsilon_{xy} & \varepsilon_{yy} \end{bmatrix};$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{2} (\partial u_i / \partial y + \partial v_i / \partial x) \\ \frac{1}{2} (\partial v_i / \partial x + \partial u_i / \partial y) & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -w \\ w & 0 \end{bmatrix}.$$

Отримана система рівнянь може бути вирішена методом найменших квадратів. Вирішуючи дану систему для невідомих частинних похідних і для незалежних параметрів і беручи до уваги, що параметри  $u$ ,  $v$  мають однакову вагу, можна записати дану систему рівнянь у матричному виді, а саме для кожної точки ( $P_i$ ) мережі:

$$K_i = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \left[ (K_i^T K_i)^{-1} K_i^T \right] u_i = Q_i u_i;$$

$$K_i = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \left[ (K_i^T K_i)^{-1} K_i^T \right] v_i = Q_i v_i;$$
(10)

Де  $Q_i = (K_i^T K_i)^{-1} K_i^T$ ;  $K_i$  — матриця, розмірністю  $n \times 3$ , що має вигляд  $[1 \times u]$ .

Після одержання значень  $[a_0 \ a_1 \ a_2]^T$  і значень  $[b_0 \ b_1 \ b_2]^T$  перепозначимо змінні як

$$e_{ux} = a_1 \quad e_{uy} = a_2$$

$$e_{vx} = b_1 \quad e_{vy} = b_2$$
(11)

Тепер три параметри, що визначають стійкість мережі, визначені через розширення, поворот і нахил:

– розширення  $\sigma$ . Цей елемент описує середнє розширення точки мережі, він також відомий як стійкість до масштабу і визначається як

$$\sigma = \frac{e_{ux} + e_{vy}}{2}; \quad (12)$$

– диференціальне обертання  $\omega_z$ . Цей елемент відомий як середнє значення диференціального обертання. Описує обертання через локальну вертикальну вісь точки. Також відомий як показник стійкості до повороту і задається як

$$\omega_z = \frac{e_{uy} - e_{vx}}{2}; \quad (13)$$

– локальна конфігурація (повний зсув)  $\gamma_{xy}$ . Цей елемент описує скалярну деформацію (стійкість до конфігурації) і визначається по наступній формулі:

$$\gamma_{xy} = \sqrt{\tau_{xy}^2 + v_{xy}^2}, \quad (14)$$

де

$$\tau_{xy} = -\tau_{yx} = \frac{1}{2}(e_{ux} - e_{vy});$$

$$v_{xy} = -v_{yx} = \frac{1}{2}(e_{uy} + e_{vx}).$$

Значення трьох параметрів, обчислені по формулах (12-14), що і характеризують стійкість мережі, показані в табл. 1.

Таблиця 1.

Результати обчислення стабільності планової мережі греблі водосховища [1,2]

Пункт	Стійкість до масштабу, мм	Стійкість до повороту, мм	Стійкість до конфігурації, мм
ПП1	1.32	1.44	1.96
ПП3	1.28	1.39	1.89
ПП19	1.25	1.24	1.87
ПП32	1.24	1.21	1.86
ПП34	1.27	1.27	1.89
Мз27	1.41	1.39	2.02
Мз31	1.46	1.45	2.13
Сер. знач.	1.29	1.16	1.90

Слід відзначити, що найбільше значення кожного з параметрів відповідає найменшій стійкості мережі в даній точці. Тому у

випадку стійкої мережі необхідно добитися відносно невеликих значень по цих трьом показникам.

Висновки: Запропонований в статті альтернативний підхід до вивчення і аналізу надійності та стійкості планових геодезичних мереж дозволив отримати достатньо репрезентативні результати які добре корелюють із результатами класичних GPS спостережень, що свідчить про доцільність їх використання та дозволяє отримувати оперативну інформацію про досліджувані деформаційні процеси. Вивчення такого підходу є предметом майбутніх досліджень.

1. Мельник О.В. Адаптивний алгоритм оперативного GPS-геодезичного контролю /Мельник О.В. // 36. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. -Львів,-2011. -вип.21. С.101-102.

2. Мельник О.В. Варіант оперативного геодезичного контролю за експлуатаційним станом греблі ХАЕС / Мельник В.М., Мельник О.В. // 36. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. -Львів,-2009. - вип.17. С.178-186.

3. Nilforoushani F. GPS network monitors the Arabia-Eurasia collision deformation in Iran /Nilforoushani F., Masson F., Vemant P., Vigny C, Abbassis M., Nankali H., and oth.//Springer Berlin. Heidelberg. Journal of Geodesy, 2003, 77: 411-422p.

4. Гуляев Ю. П. Классификация и взаимосвязь математических моделей для прогнозирования процессов деформации сооружений по геодезическим данным / Ю. П. Гуляев // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. - 1985. - № 1. - С. 39-44.

5. Маркузе Ю.И. Обобщенный рекуррентный алгоритм уравнивания свободных и несвободных геодезических сетей с локализацией грубых ошибок / Ю.И. Маркузе //Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2000. №1. С. 3—16

6. Kyle Brian Snow. Applications of Parameter Estimation and Hypothesis Testing GPS Network Adjustments./ Kyle Brian Snow // Report No. 465. The Ohio State University (2002). Geodetic and Geoinformation Science.

7. G.Even-Tzur. GPS vector configuration design for monitoring deformation network./ Even-Tzur. // Springer Berlin Heidelberg. Journal of Geodesy (2002) 76 455-461.

8. P.Vanicek. Robustness analysis of geodetic horizontal networks. / P.Vanicek, M.R.Craumer, E.J. Krakiwsky // Springer Berlin /Heidelberg. Journal of Geodesy (2001) 75: 199-209.

9. R.Hsu. Decomposition of deformation primitives of horizontal geodetic networks: Applications to Taiwan's GPS network. /R.Hsu, S.Li // Springer Berlin Heidelberg. Journal of Geodesy (2004) 78: 251-262.

УДК 628.241:532.543

**ВРАХУВАННЯ НАПІРНОГО РЕЖИМУ У МЕРЕЖАХ  
ВОДОВІДВЕДЕННЯ ПРИ ПІДКЛЮЧЕННІ ДО СПОРУД  
РЕГУЛЮВАННЯ ДОЩОВОГО СТОКУ**

**CONSIDERATION OF PRESSURE HEAD OPERATION IN  
WATER DISPOSAL NETWORKS BY CONNECTED THEM TO  
THE CONSTRUCTION OF STORMWATER REGULATION**

**Ярута Я.В., аспірант, Шевчук О.В. к.т.н., асистент, Ткачук О.А.,  
д.т.н., проф. (НУВГП, м. Рівне)**

**Yaruta Y.V., Post-graduate Student, Shevchuk O.V., Ph.D., assistant  
Tkachuk O.A., Doctor of engineering, professor, (National University of  
Water Management and Environmental Engineering, Rivne)**

Визначено, що однією з причин, які призводять до затоплень і підтоплень міських територій дощовими водами є недосконалість мереж дощового водовідведення. Отримано степеневу формулу з визначення гідравлічних уклонів. Запропоновано залежність для розрахунку коефіцієнта, що враховує наповнення трубопроводу.

The basic problems of stormwater flow from urban areas are discussed. One of the reasons of stormwater inundation and flooding of urban areas is estimated because of imperfections in the storm sewerage network. This requires improvements and optimization of hydraulic calculations of all storm sewerage networks, taking into account pressure head operation of mode sections. Their improvement requires analysis of the compatible operation of different sections of the network between themselves and with the stormwater regulated constructions that are connected to the networks of the wastewater sewerage system. The type formulas for these calculations and numerical values of their parameters are estimated. Optimization and hydraulic calculations based on the proposed formula and numerical parameters obtained for this formula are justified.

Ключові слова: водовідведення, сумісна робота, напірний режим, інфільтраційні басейни.

Keywords: stormwater disposal, compatible operation, pressure head operation, infiltration pools.

Проблема підтоплень та затоплень міських територій надзвичайно гостро потребує вирішення як у містах України, так і закордоном. Інтенсивні зміни у благоустрої міських територій призводять до постійного збільшення часток територій із водонепроникними покриттями, а отже, збільшення об'єму дощового стоку, що формується в понижених місцях міських територій, їх підтоплення та погіршення санітарного стану [1]. За чинними в Україні нормативами міські системи дощового водовідведення проектують з розрахунку максимально швидкого відведення найбільших витрат дощових стоків, що утворюються на територіях населених пунктів [2], без врахування сумісної роботи всіх споруд цих систем.

Практика показує, що підтоплення можуть виникати навіть тоді, коли справно функціонує система дощового водовідведення, але міська територія має складний рельєф [3]. В багатьох випадках при дощах великої інтенсивності, коли мережі працюють у напірному режимі, затоплення територій здійснюється через дощоприймальні та оглядові колодязі [4]. Зношуваність споруд та мереж водовідведення або їх незадовільний стан – тільки ускладнюють проблему і в останні роки набувають значного поширення.

Аналіз останніх досліджень показує, що вирішення проблем затоплення і підтоплення потребує уточнення методів формування дощового стоку, гідравлічних розрахунків та систем зливого водовідведення. Удосконалення гідравлічних розрахунків таких систем у напірному режимі дозволить враховувати їх сумісну роботу із різними регульовальними спорудами, серед яких інфільтраційні басейни. Дані споруди дозволяють затримувати дощові опади безпосередньо у місцях випадання, поступово дреноуючи їх у систему водовідведення.

Вивченням питань руху води в напірних і безнапірних колекторах займалось багато провідних вчених. Найбільшого поширення отримали роботи С. Шезі, А. Дарсі, Ю. Вейсбаха, М.М. Павловського, Л. Прандтля, І. Нікурадзе, Ф. Кольбука, А.Д. Альтшуля, М.Ф. Федорова, Ю.М. Константинова та багатьох інших [4-9].

Однак у даних роботах недостатньо обґрунтована допустимість напірного режиму в колекторах [2] при гідравлічних розрахунках міських систем дощового водовідведення. Чинні методики розрахунків дощових мереж [4-7] не передбачають врахування сумісної роботи всіх ділянок по довжині водовідвідного колектора.

Метою даної статті є обґрунтування врахування напірного режиму у мережах водовідведення при підключенні до споруд регулювання дощового стоку та коефіцієнта наповнення трубопроводу при цьому режимі.

Для досягнення поставленої мети проведено аналіз існуючих гідравлічних розрахунків трубопроводів водовідведення та отримано відповідні оптимізаційні розрахунки. При цьому було використано теоретичні методи досліджень із застосуванням математичного аналізу.

При гідравлічних розрахунках мереж водовідведення важливим є визначення не тільки витрат і швидкостей води залежно від уклонів колекторів, але й п'єзометричних позначок у вузлах, особливо, при напірному русі води. Це необхідно для аналізу сумісної роботи ділянок мережі, оптимізації окремих її параметрів, визначення можливих зон затоплення міських територій тощо.

Але, напірний режим роботи мережі враховують тільки для окремо взятої ділянки, при плоскому рельєфі та відповідному початковому заглиблені. При цьому не враховують сумісну роботу всіх ділянок колектора. В багатьох випадках це призводить до утворення напірного режиму на кількох ділянках колектора, підняття рівня води в колодязях вище поверхні землі і до затоплення міської території (рис.1) [10].

Для практичних розрахунків мереж водовідведення найчастіше застосовують напівемпіричні та емпіричні залежності, які базуються на формулах Шезі (1) та Дарсі (2) [4-9].

$$V = C \cdot \sqrt{R \cdot I}; \quad (1)$$

$$I = \frac{\lambda}{4 \cdot R} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}, \quad (2)$$

де  $V$  – середня швидкість руху стічних вод, м/с;  $C$  – коефіцієнт Шезі, що залежить від гідравлічного радіуса  $R$  та шорсткості змоченої поверхні колекторів;  $I$  – гідравлічний уклон;  $\lambda$  – коефіцієнт гідравлічного тертя (коефіцієнт Дарсі);  $g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>.



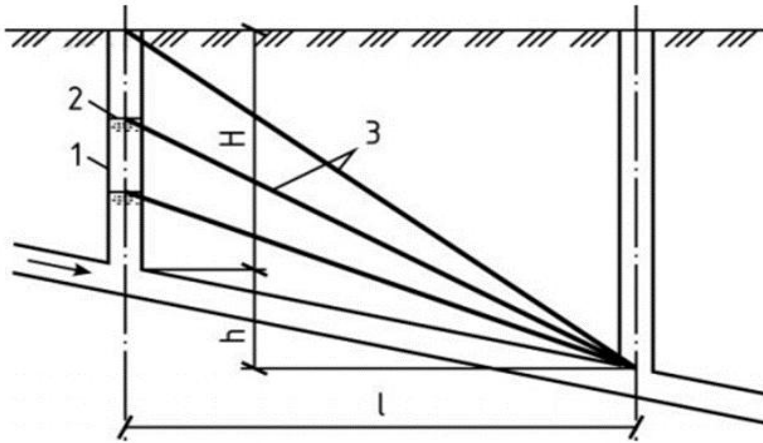


Рис. 1. Схема ділянки дощової мережі при напірному режимі роботи  
1 – оглядовий колодязь; 2 – рівень води; 3 – п'єзометричні лінії.

Для визначення параметрів  $C$  і  $\lambda$  запропоновано ряд емпіричних залежностей і рекомендацій, які визначають на основі формул Павловського М.М. та Федорова М.Ф., що є базовими національних стандартів. Розрахунки параметрів колекторів, які працюють в безнапірному та напірному режимах, за існуючими формулами є громіздкими, не придатними для оптимізаційного аналізу і тому потребують уточнення [10].

Найбільш доцільними є використання простої степеневі залежності (3), яку застосовують для розрахунків напірних трубопроводів [5, 7]:

$$I = k \cdot \frac{q^\beta}{d^m}, \text{ або } I = k_v \cdot \frac{V^\beta}{d^p}, \quad (3)$$

де  $k$ ,  $\beta$  та  $m$  – коефіцієнт та показники степеня, які залежать від шорсткості внутрішньої поверхні труб, яка в свою чергу залежить від матеріалу труб, кількості та типу відкладень на стінках тощо;  $q$  – розрахункові витрати води, м<sup>3</sup>/с, або л/с;  $d$  – розрахунковий внутрішній діаметр або інший розмір колектора, м, або мм;  $k_v$  та  $p$  – аналоги коефіцієнта  $k$  та показника степеня  $m$  при переведенні характеристики потоку з витрати  $q$  на середню швидкість потоку  $V$ .

Величини  $k_v$ ,  $\beta$  та  $p$  визначали шляхом апроксимації числових даних масиву гідравлічних уклонів  $I$ . Методом найменших

квадратів для широкого діапазону вхідних параметрів, що мають практичне значення було отримано такі величини:  $k_v = 0,001285$ ;  $\beta = 1,96$ ;  $p = 1,31$ . Відповідно для розрахунків за формулою 3 величини аналогічних параметрів становлять:  $k = 0,002063$ ;  $\beta = 1,96$ ;  $m = 5,23$  [10].

Для гідравлічних розрахунків трубопроводів при безнапірному русі стічних вод у формулі (3) значення діаметра труби записано через її гідравлічний радіус  $R$  ( $d = 4 \cdot R$ ), а його – через наповнення трубопроводу  $h/d$ , використовуючи відомі залежності між наповненням труби  $h/d$ , центральним кутом сегменту наповнення труби  $\alpha$ , виміряного у радіанах, площею наповнення  $\omega$  і змоченим периметром  $\chi$ :

$$I = \frac{k_v \cdot V^\beta}{(4 \cdot R)^p} = \frac{k_v}{4^p} \cdot \frac{\left(\frac{q}{\omega}\right)^\beta}{\left(\frac{d}{4}\right)^p \cdot \left(1 - \frac{\sin \alpha}{\alpha}\right)^p} = \dots = k_v \cdot \frac{q^\beta}{d^{2\beta+p}} \cdot \frac{8^\beta \cdot \alpha^p}{(\alpha - \sin \alpha)^{\beta+p}}. \quad (4)$$

Виходячи із формул (3) і (4) можна записати:

$$I = k \cdot \frac{q^\beta}{d^m} \cdot k_{h/d}, \quad (5)$$

де  $kh/d$  – коефіцієнт, що залежить від наповнення трубопроводу:

$$k_{h/d} = \frac{(2\pi)^\beta \cdot \alpha^p}{(\alpha - \sin \alpha)^{\beta+p}}, \quad (6)$$

де  $\alpha$  – центральний кут сегменту наповнення, який залежить від наповнення  $h/d$  трубопроводу, рад.

Для напірного режиму у формулі 5 використано коефіцієнт  $kh/d$ , який при  $h = d$  рівний одиниці (кут  $\alpha = 2\pi$  ( $360^\circ$ ),  $\sin 360^\circ = 0$ ). При  $h/d < 1$ , а отже і  $\alpha < 2\pi$  ( $360^\circ$ ), – коефіцієнт  $kh/d > 1,0$  (рис. 2).

Розрахунки за формулами (5 і 6) показують, що залежність  $kh/d = f(h/d)$  має мінімум при  $h/d = 0,938$ . На основі значних експериментальних даних рекомендовано значення коефіцієнтів впливу гідродинамічних характеристик потоку  $K_{гд}$ , які слід враховувати для визначення витрат води при гідравлічних розрахунках трубопроводів. Залежно від наповнення  $h/d$  ці коефіцієнти становлять  $K_{гд} = 0,88-1,0$  [9, табл. 4].

Отримано, що з врахуванням коефіцієнта К<sub>гд</sub> залежність коефіцієнтів kh/d від наповнення трубопроводу h/d буде визначатись за формулою:

$$k_{h/d} = 0.74 + 0.26 \cdot \left(\frac{h}{d}\right)^{-3.92} \quad (7)$$

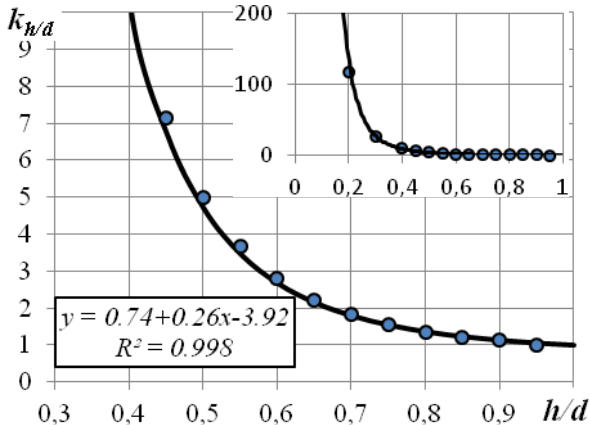


Рис. 2. Залежність коефіцієнтів kh/d від наповнення трубопроводу h/d з урахуванням впливу гідродинамічних характеристик потоку

Перевірка формули (7) на граничні умови показує, що при  $h/d \rightarrow 0 - kh/d \rightarrow \infty$ , а при  $h/d = 1 - kh/d = 1,0$ , що відповідає сучасним уявленням про природу гідродинамічних потоків у безнапірних трубопроводах [7, 9].

Отримані розрахунки за формулою (5) і еталонними формулами [2] при різних наповненнях трубопроводів є співрозмірними з точністю розрахунків напірних трубопроводів. Тому, формула (5) може бути рекомендована для гідравлічних розрахунків руху стічних вод, як у напірному, так і безнапірному режимах.

Однією з причин, що призводять до затоплень і підтоплень міських територій дощовими водами, є недосконалість мереж та споруд водовідведення, що пов'язано з неточністю гідравлічних розрахунків, зокрема, неврахування напірного режиму. Їх удосконалення потребує аналізу сумісної роботи різних ділянок мережі між собою та із регульовальними спорудами, підключеними

до мереж системи водовідведення. Для проведення як гідравлічних, так і оптимізаційних розрахунків, визначено тип формули (3) та числові значення коефіцієнта і показників степеня уточненої формули (5), а також запропоновано залежність (7) для розрахунку коефіцієнта, що враховує наповнення трубопроводу.

1. Ткачук О. А. Інфільтраційні майданчики як сучасний метод регулювання дощового стоку при благоустрої міських територій / О. А. Ткачук, О. В. Шевчук. Науково-технічний збірник «Містобудування та територіальне планування». К. : КНУБА, 2016. Вип. 59. С. 437–442.

2. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування : ДБН В.2.5-75:2013. К.: Мінрегіонбуд та ЖКГ України, 2013. 211 с.

3. Звіт про НДР. Проведення досліджень щодо пропускної спроможності систем поверхневого водовідведення в сучасних природних умовах. Х.: ДЦК УкрВОДГЕО, 2013. 60 с.

4. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация: учеб. для по спец. "Водоснабжение и канализация". М.: Книга по Требованию, 2012. 633 с.

5. Mays L.W. Storm water collection systems design hand book / L.W. Mays. McGraw-Hill Professional, 2001. 1008 p.

6. Rossman, L. A. Storm Water Management Model. User's Manual. Version 5.0 : EPA/600/R 05/040 / L. A. Rossman; Water Supply and Water Resources Division, National Risk Management Research Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency. Cincinnati: [s. n.], 2007. 265 p.

7. Константинов Ю.М., Гижа О.О. Инженерна гідравліка. К.: Видавничий дім «Слово», 2006. 432 с.

8. Лукиных А.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского / А.А. Лукиных, М.А. Лукиных. М.: Стройиздат, 1987. 159 с.

9. Константинов Ю.М., Гидравлический расчет сетей водоотведения. Расчетные таблицы / Ю.М. Константинов, А.А. Василенко, А.А. Сапунин, Б.Ф. Батченко. К.: Будівельник, 1987. 120с.

10. Ткачук О. А., Ярута Я.В., Шумінський В.Д. Обґрунтування формул та їх параметрів для оптимізаційних розрахунків мереж дощового водовідведення / О. А. Ткачук, Я.В. Ярута, В.Д. Шумінський // Вісник НУВГП. Технічні науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2016. – Вип. 4(76). – С. 259 – 267.

## З М І С Т

Абрамюк І.Г.	Тенденції містобудівного розвитку Луцька впродовж XVII – XX ст .....	3
Біскуб П.І., Бліндер А.С., Мучак К.М., Князєв М. Р.	Методика генерального планування територій ...	11
Бондарський О.Г., Руський С.І., Ужегов С.О., Ужегова О.А.	Визначення величини попереднього натягу арматури на упори (на форму).....	17
Висоцька Л.М. Журавський О.Д. Савенко В. І. Кислюк Д.Я.	Вплив перетворювача іржі «контраст» на зчеплення арматури з бетоном .....	25
Волошин В., Бліндер Ю., Мороз В.	Особливості нормативної грошової оцінки земель населених пунктів .....	32
Гаврилюк В.Р., Боярчук Б.А.,	Підвищення енергоефективності в будівлях навчальних закладів .....	38
Гурик М.Ю., Яйчєня В.П., Мельник Ю.А Парфєнтєєва І. О.	Особливості організації та благоустрою територій вищих навчальних закладів України ..	43
Дзюбинська О.В., Смаль М.В., Дзюбинський А.В.	Картографічне моделювання результатів оцінки рекреаційних територій за чинниками соціально-побутової інфраструктури.....	48
Дробишинєць С.Я.	Обстеження та покращення безпеки дорожнього руху на автомобільній дорозі т-03-06 /т-03-02/ - Шацьк - Вілиця - Прип'ять - Любохини - /т-03-08/ Шацького району Волинської області .....	56
Дудар І.Н., Яворовська О.В.	Оцінка ефективності функціонування системи поводження з твердими побутовими відходами ...	64

Захаревская Н.С., Снядовская Т.Ю.	Инновационные аспекты развития архитектуры «Кампусов» .....	73
Іваник І.Г., Іваник Ю.І.,	Просторовий розрахунок комбінованих попередньо напружених сталезалізобетонних шпренгельних конструкцій.....	81
Ільчук Н.І., Мартин О.Д.	Реконструкція центрального парку культури та відпочинку у м. Любешів Волинської області .....	89
Кожушко О.Д., Кізєєв М.Д.,	Утилізація теплової енергії стічних вод та питної води в системах водопостачання і каналізації населених пунктів .....	94
Купченко Ю.В.	Оптимізація сталевих стержневих рамних систем працюючих за межею пружності.....	101
Куцина І.А.,	Пішохідна рухливість як складова сформованої транспортної системи малих та середніх міст.....	106
Кушнір О.А.	Реконструкція кінотеатру «Чернівці»по вулиці Заньковецької в місті Чернівці.....	113
Линник І.Е., Дудник В.М.	Системи розміщення автомобільних стоянок у великих містах .....	118
Маліков В.В., Панасюк Я.І.	Про можливість використання ґрунтів укріплених цементом із додаванням добавок «Perma-zyme 11х», «Soilgrip es-10», «Roadcem» для будівництва шарів дорожніх одягів.....	126
Мартинов С.Ю., Мінаєва Н.Л., Куницький С.О., Андрійчук О.В.	Реконструкція існуючих об'єктів водопостачання в ресурсозберігаючі споруди водопідготовки.....	133
Моркляник Б.В., Лавренюк В.М. Брездєнь Б.Є.	Вплив циклічного замерзання–розмерзання на деформаційні властивості ґрунтів основи внаслідок роботи плоского колектора теплового насоса .....	140

Неделюк О. А., Ротко С. В., Задорожнікова І. В.	Вертикальні ферми як урбаністична аграрна альтернатива .....	146
Нінічук М. В., Кислюк Д.Я. Дмитрук Д.Г.	Напружено-деформований стан нерозрізних залізобетонних балок з різним типом армування сталевими фібрами .....	154
Олексин Х.А., Шевчук Т.В. Парфентьева І. О. Мельник Ю.А.	Вирішення проблем благоустрою та реконструкція центральної частини с. боремель рівненської області.....	161
Панчук М.Ю., Матіяшук А.В., Ротко С. В.	Дослідження фізико-механічних властивостей неавтоклавного пінобетону для застосування у якості конструкційного матеріалу .....	167
Парфентьева І.О. Ільчук Н.І. Шафранська О.З	Реконструкція центрального парку культури та відпочинку ім. лесі українки у м. Луцьку з влаштуванням функціональних зон .....	175
Парфентьева І.О., Кошель М.С.,	Особливості формування об'єднаних територіальних громад на прикладі села княгининок .....	181
Парфентьева І.О., Луговська Т.П.	Застосування габіонних конструкцій у містобудуванні .....	188
Пашинський В.А. Джирма С.О.	Вибір показників теплової надійності огорожувальних конструкцій .....	194
Петровчук М.О., Сунак П.О.	Розвиток селища Олика , як культурно-туристичного центру Волинської області в аспекті історичної спадщини .....	201
Процюк В.О.	Огляд основних математичних моделей визначення діелектричної проникності ґрунтів .	207
Самчук В.П., Оласюк П.Я.	Використання тентових конструкцій в архітектурно-будівельному проектуванні .....	213
Семерей В.В., Задорожнікова І. В.	Vim-технології в проектуванні .....	219

Синій С. В.	Напрямки розвитку технологій моніторингу в системах водопостачання міста Луцька .....	227
Смаль М.В., Дзюбинська О.В., Шелкович О.	Світовий досвід повторного використання бетону в будівельному виробництві .....	233
Смирнова Н.В. Пасічник Р. В.	Виготовлення «Сендвіч-панелей» у домашніх умовах.....	238
Сунак П. О., Синій С. В., Мельник Ю. А., Парасюк Б. О.	Дослідження методів визначення надійності позацентрово стиснутих сталевібробетонних елементів .....	245
Талах Л.О. Агхнайах А.М.	Європейський досвід організації та управління дорожніх систем .....	251
Чапюк О.С., Олех В.В., Гришкова А.В.	Зчеплення композитної склопластикової арматури з важким бетоном залежно від довжини анкерування та поперечного перерізу призми .....	261
Чернева Е.С., Мазур Д.А	Проблеми експлуатації житлових будинків на прикладі об'єкта № 3 ОГАСА .....	268
Шваб'юк В.І., Ротко В.О., Ротко С. В.	Уточнений розрахунок підсилених балок методом приведених перерізів .....	273
Шеметило Н.В., Верешко О.В.	Реконструкція історичного кварталу обмеженого вулицями данила галицького і ковельською у м. Луцьку .....	279
Шимчук О.П., Андрійчук О.В. ГХОМА Муса, Ящук Ю.Ф.	Технологія інфрачервоного ремонту асфальто-бетонних покриттів .....	286
Шолом В.В., Пахолук О.А., Ротко С. В.	Основні пріоритети будівництва плаваючих будівель .....	292



Шостак А.В., Мельник О.В., Мельник Ю.А. Боб А.Ю.	Методика дослідження стабільності спеціальних геодезичних мереж при спостереженнях за інженерними спорудами ..... 299
Ярута Я.В., Шевчук О.В., Ткачук О.А	Врахування напірного режиму у мережах водовідведення при підключенні до споруд регулювання дощового стоку ..... 306

*"Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві", випуск 7, 2017*

Наукове видання

**Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві**

**Збірник наукових праць**

**Випуск 7**

Верстка О.З. Шафранська

Редактор В.І. Шваб'юк

Підписано до друку 28 листопада 2017 р. Формат 60 × 84 1/16  
Папір офсетний

Гарнітура Times New Roman. Друк трафаретний.  
Умовн.друк.арк. 17,66. Тираж 100 пр. Зам. №\_\_\_

Віддруковано РВВ Луцького НТУ, 43018, м.Луцьк, вул. Львівська, 75  
Свідоцтво Держкомтелерадіо України ДК №4123 від 28.07.2011 р.